



ISSN 2193-3758

Mitteilungsblatt  
Nr. 99 / 2015



Deutsche Gesellschaft  
für Kristallwachstum und  
Kristallzüchtung e.V.



---

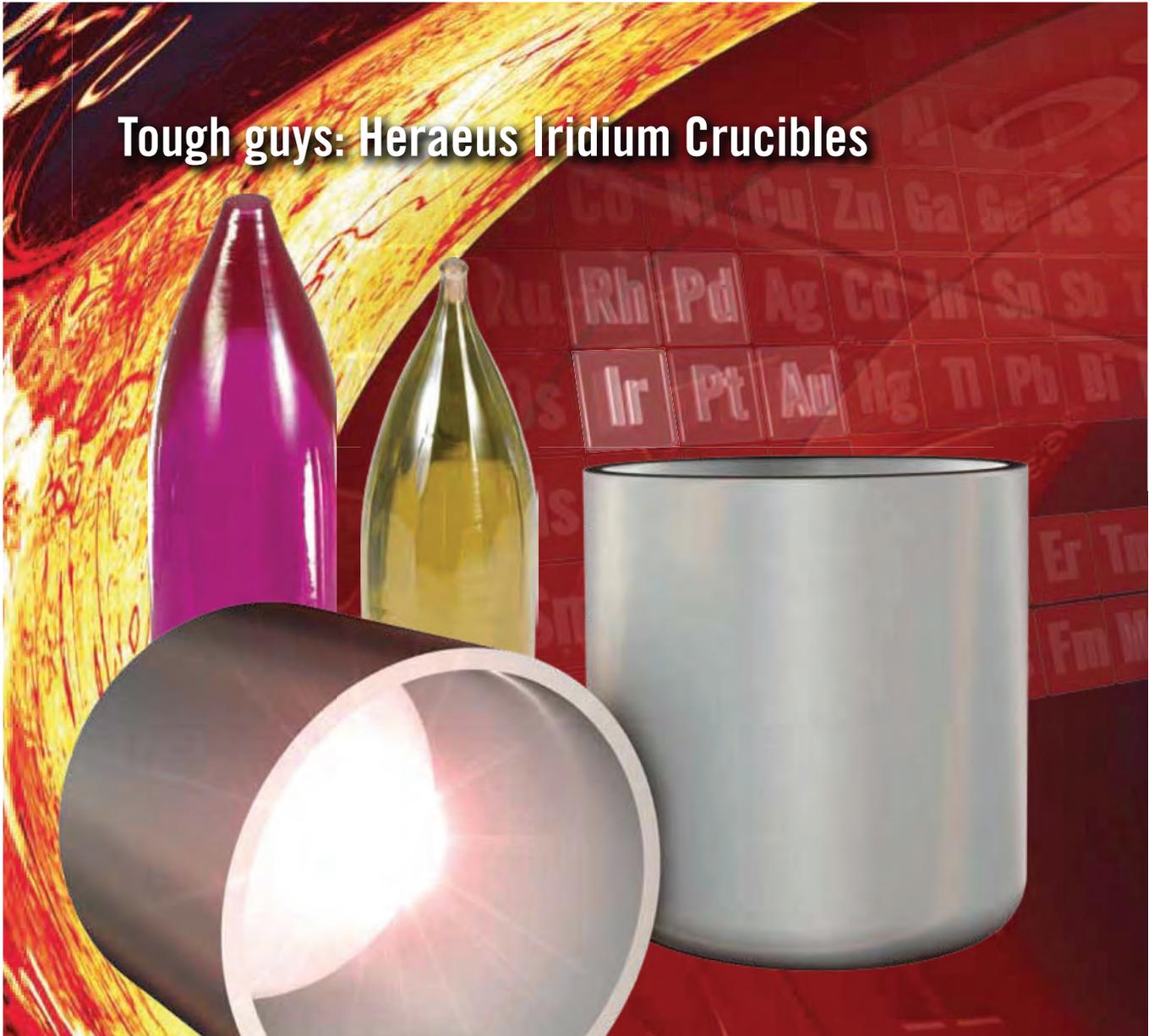
## Inhaltsverzeichnis

Der Vorsitzende / Editorial . . . . .	3
DGKK intern . . . . .	5
DGKK Nachrichten . . . . .	10
DGKK Fokus . . . . .	19
DGKK Nachwuchs . . . . .	25
Über die DGKK . . . . .	28
Tagungskalender . . . . .	29

---

# Heraeus

## Tough guys: Heraeus Iridium Crucibles



### Precious Metals

Precious Metals are essential tools in laboratories and factories. Our product range extends from standard items to highly specific custom-made equipment.

[www.pt-labware.com](http://www.pt-labware.com)

### Heraeus Materials Technology GmbH & Co. KG

Engineered Materials Division  
Business Unit Precious Metals Technology  
Heraeusstr. 12 – 14  
63450 Hanau, Germany  
Phone +49 6181.35-5123  
Fax +49 6181.35-3533  
[precious-metals-technology@heraeus.com](mailto:precious-metals-technology@heraeus.com)

## Der Vorsitzende

### Liebe Kolleginnen und Kollegen,

das DGKK-MB99 liegt Ihnen erst heute vor. Nicht ohne Grund, denn wir werden in diesem Jahr die Jubiläumsausgabe des Mitteilungsblatts, das DGKK-MB100, herausgeben, was gespickt sein wird mit Daten, Fakten und Anekdoten zur Entwicklung der DGKK. Die Planung des DGKK-MB100 ist bereits weit fortgeschritten, so dass wir zuversichtlich sind, dass Sie im Sommer 2015 das DGKK-MB100 mit vielen Informationen rund um die DGKK in ihren Händen halten werden. Leider wird da dann kein Platz sein für das Protokoll zur Mitgliederversammlung, die vor kurzem im Rahmen der DKT2015 in Frankfurt stattgefunden hat. Dieses finden Sie deshalb jetzt zeitnah zur Mitgliederversammlung in diesem Mitteilungsblatt DGKK-MB99.

In der Rückschau auf das vergangene Jahr 2014 war aus DGKK-Sicht unser Schulwettbewerb „Wer züchtet den schönsten Kristall?“, den wir gemeinsam mit der DGK durchgeführt hatten, ein riesiger Erfolg. Über 300 Schulgruppen hatten teilgenommen. Im Oktober hatte die Jury aus den 80 eingesandten Kristallen die Schönsten auszuwählen, was wahrlich kein leichter Job war. Gewonnen haben das Elisabeth-Gymnasium in Halle/Saale und das Feodor-Lynen-Gymnasium in Planegg. Den zweiten Platz teilen sich das Korbinian-Aigner-Gymnasium in Erding und die Georg Kerschesteiner Schule in Müllheim. Auf den dritten Platz landete das Jakob-Brucker-Gymnasium aus Kaufbeuren. Herzlichen Glückwunsch den Gewinnern. Am 5. Februar 2015 fand in Nürnberg die offizielle Preisverleihung unseres Schulwettbewerbes statt. Ich möchte mich an dieser Stelle nochmals ganz herzlich bei Peter Gille und seinem Team für die Durchführung des Wettbewerbs bedanken.

Das zweite große Ereignis des Jahres 2014 aus Kristallzüchtungssicht war die Verleihung des Physik-Nobelpreises an die japanischen Kollegen Isamu Akasaki, Hiroshi Amano und Shuji Nakamura. Sie erhielten ja die Auszeichnung für die Entwicklung von blauen Leuchtdioden auf Basis von Galliumnitrid. Herzlich Glückwunsch an die Preisträger von der DGKK. Damit müssten bereits 30 Nobelpreise für Kristallzüchtung und Kristallographie vergeben worden sein, was nochmals die große Bedeutung unserer Disziplin unterstreicht.

Im Jahr 2014 tagten auch wieder die DGKK-Arbeitskreise: „Massivkristalle“, 8.-9. Oktober, Freiberg, „Laser“, 11.-12. September, Idar-Oberstein, „Intermetallische Verbindungen“, 28.-

29. Oktober, München, „Industrielle Kristallzüchtung“, 3.-4. November Freiberg und „Epitaxie“, 11.-12. November, Magdeburg. Mit mehr als 350 Teilnehmern waren die Veranstaltungen sehr gut besucht, was auch ein Zeichen für die rege Aktivität auf den verschiedenen Gebieten ist. Mein Dank gilt an dieser Stelle allen Organisatoren.

An dieser Stelle möchte ich im Namen aller DGKK-Mitglieder auch nochmals den Freiburger Kristallzüchtern gratulieren. Das Institut für Kristallographie feierte am 31. Oktober sein fünfzigjähriges Bestehen mit einem großen Festsymposium mit 200 Gästen aus Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Leider muss ich ihnen aber auch berichten, dass einige Mitglieder verstorben sind, insbesondere Herr Brion, Herr Lacmann und Herr Kern. Unser Mitgefühl gilt deren Familien und Freunden.

Vor kurzem hat nun in Frankfurt vom 4.-6. März die DKT2015 stattgefunden, in deren Vorfeld sich in bereits bewährter Art und Weise die jDGKK traf. Die DKT2015 war wieder eine sehr gelungene Veranstaltung mit interessanten wissenschaftlichen Beiträgen und genügend Raum für Diskussionen rund um die Kristallzüchtung. Vielen Dank an Herrn Krellner und seinem Team für die perfekte Organisation.

Im Rahmen der DKT2015 wurden auch wieder die DGKK-Preise verliehen. Der „große“ DGKK-Preis ging an Herrn Prof. Andreas Erb aus München für seine Beiträge auf dem Gebiet der Züchtung von Einkristallen, insbesondere komplizierter Oxidverbindungen von höchster Perfektion, den DGKK-Nachwuchspreis erhielt Herr Dr. Anton Jesche aus Augsburg für seine Beiträge auf dem Gebiet der Lösungszüchtung von Supraleitern. Herzlichen Glückwunsch!

In der DGKK-Mitgliederversammlung, die im Rahmen der DKT2015 durchgeführt wurde, wurde satzungsgemäß der Vorstand und die Kassenprüfer für die Periode 1.1.2016 bis 31.12.2017 neu gewählt, die Mitgliedergebühr sowie die Teilnahme von Rentnern an DGKK-Veranstaltungen neu festgelegt. Die Einzelheiten entnehmen Sie bitte dem Protokoll, was sich in diesem Heft befindet.

Deshalb wünsche ich Ihnen nun viel Spaß beim Lesen der Ausgabe des DGKK-MB99,

Ihr

Jochen Friedrich

## Editorial

Es ist mit den Ausgaben des Mitteilungsblattes so wie häufig im Leben: es gibt solche Ausgaben, für die schon vor dem Redaktionsschluss klar ist, dass die vorliegenden Artikel eine interessante Ausgabe mit einem respektablen Umfang ergeben werden. Dazwischen mischen sich aber auch mal solche Ausgaben, bei denen noch lange nach Redaktionsschluss unklar ist, womit man die Seiten zwischen den Werbeanzeigen sinnvoll füllt.

Gut, wenn man in so einem Fall unter den vorauseilenden Schatten bevorstehender Ereignisse schlüpfen kann. Ich meine damit die bevorstehende 100. Ausgabe des Mitteilungsblattes (der Erscheinungstermin wird voraussichtlich Ende Juli sein), welche keinen Raum für die Veröffentlichung des Protokolls der gerade stattgefundenen Mitgliederversammlung bieten wird.

Allerdings liegen inzwischen für das aktuelle Heft mehr Artikel vor, als wir Platz zur Verfügung haben, so dass es ein interessanter Bericht zum Thema „Jugend forscht“ leider nicht mehr in diese Ausgabe geschafft hat.

Trotzdem sei an dieser Stelle der Aufruf wiederholt, die Re-

daktion möglichst reichlich mit Beiträgen über Arbeiten in der bzw. Ergebnisse der Kristallzüchtung zu bedenken.

Neben dem Protokoll der Mitgliederversammlung 2015 (Seite 5) liegt der Fokus dieser Ausgabe auf dem zurückliegenden Internationalen Jahr für Kristallografie (ab Seite 19), das aus unterschiedlichen Perspektiven beleuchtet wird. Hervorgehoben werden soll dabei insbesondere die Darstellung des 1. Schulwettbewerbs „Wer züchtet den schönsten Kristall?“ (Seite 23), der u.a. mit einer regen Teilnahme beeindruckte.

Auf eine Besonderheit soll an dieser Stelle noch hingewiesen werden: den Stellenmarkt. Sollte der eine oder andere von Ihnen in der Situation sein, sich beruflich verändern zu müssen, dann bietet das Mitteilungsblatt durchaus die Möglichkeit, das zu kommunizieren: für DGKK-Mitglieder kostenlos und für Nicht-Mitglieder gegen eine kleine Gebühr. Das gleiche gilt für die WWW-Seiten, die ebenfalls über eine entsprechende Seite verfügen.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen dieser neuen Ausgabe des Mitteilungsblattes.

Uwe Rehse

## Titelbild



Die Siegerkristalle des Schulwettbewerbs „Wer züchtet den schönsten Kristall?“  
Foto: Fraunhofer IISB

Das Titelbild der aktuellen Ausgabe des DGKK-Mitteilungsblattes zeigt die Siegerkristalle des erstmalig ausgerufenen Schulwettbewerbs „Wer züchtet den schönsten Kristall?“. Die Initiatoren dieses Contests, der die Aufmerksamkeit von Schülern und Lehrern auf das Internationale Jahr der Kristallografie richten sollte, waren die Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung (DGKK) und die Deutsche Gesellschaft für Kristallografie (DGK). Lesen Sie ab Seite 23, welche beeindruckende Resonanz der Wettbewerb hervorrief und wer die Sieger sind.

## Inhaltsverzeichnis

Der Vorsitzende .....	3
Editorial .....	4
Titelbild .....	4
DGKK-intern .....	5
Protokoll der Mitgliederversammlung 2015 .....	5
Arbeitskreistreffen „Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelationen“ .....	8
Arbeitskreistreffen „Industrielle Kristallzüchtung“ .....	9
DGKK-Nachrichten .....	10
Höhere Wirkungsgrade von multikristallinen Siliziumsolarzellen durch versetzungsresistente Körner .....	10
Reduktion des Verunreinigungseintrages erhöht Wirkungsgrad multikristalliner Siliziumsolarzellen .....	11
Kooperation zwischen AIXTRON und Fraunhofer IISB .....	12
10 Jahre Fraunhofer THM .....	13

Neue Mitglieder 2014/2015 .....	14
50 Jahre Kristallografie in Freiburg. ....	16
Stellenmarkt .....	18
DGKK-Fokus .....	19
IUCR 2014 in Montréal, Québec, Canada .....	19
Rückblick auf das Jahr der Kristallografie .....	21
2014 the International Year of Crystallography (IYCr) .....	22
Schulwettbewerb „Wer züchtet den schönsten Kristall?“ .....	23
DGKK-Nachwuchs .....	25
Abgeschlossene Promotion an der Humboldt-Universität zu Berlin; .....	25
Growth and Characterization of boron doped 3C-SiC as solar cell material .....	27
Über die DGKK .....	28
Arbeitskreise der DGKK .....	29
Tagungskalender .....	29

**DGKK-intern****Protokoll der Mitgliederversammlung 2015****Anwesende:****DGKK Mitglieder:**

W. Aßmus, M. Bickermann, A. Cröll, A. Danilewsky, A. Dorantes, A. Erb, Ch. Frank-Rotsch, B. Freudenberg, J. Friedrich, P. Gille, A. Glacki, P. Görnert, M. Hahne, M. Heuken, Th. Jauß, M. Jurisch, L. Kadinski, F. Krahl, C. Kreller, F. Kropfgans, W. Löser, K.-D. Luther, G. Meisterernst, A. Miller, W. Miller, A. Molchanov, M. Mühlberg, B. Nacke, L. Parthier, O. Pätzold, St. Riepe, F. Ritter, H.-J. Rost, P. Rudolph, P. Saß, S. Schimmel, R. Schöndube, J. Schwerin, T. Sorgenfrei, L. Stockmeier, R.R. Sumathi, L. Sylla, W. Tolksdorf, B. Weinert, N. van Well, P. Wellmann, Th. Wolf, U. Wunderwald, S. Wurmehl

**Gäste:**

A. Adamski, A. Bauer, P. Bönisch, C. Butzke, N. Caroca-Canales, U. Gattermann, A. Jesche, Ch. Klein, A. Morherr, M. Pillaca-Quispe, P. Puphal, R. Weise, S. Witt

**Ort:**

Goethe-Universität Campus Riedberg, Physik\_0.111,  
Max-von-Laue-Straße 1, 60438 Frankfurt/Main

**Zeit:**

Mittwoch, 04. März 2015, 19:30 Uhr

**TOP 1 Begrüßung und Feststellen der Beschlussfähigkeit**

Es sind **49** Mitglieder und **12** Gäste anwesend, d.h. laut Satzung ist die Versammlung beschlussfähig. Der Vorsitzende der DGKK, Jochen Friedrich, begrüßt die anwesenden Mitglieder und Gäste.

Er begrüßt besonders die Mitglieder, die kürzlich der DGKK beigetreten sind und gratuliert den Jubilaren des letzten Jahres. M. Jurisch konnte seinen 75. Geburtstag und E. Weber seinen 65. Geburtstag feiern. Im März wird J. Bohm den 80. Geburtstag begehen.

J. Friedrich gratuliert weiterhin dem Kristall- und Materiallabor Frankfurt zum 40-jährigen Bestehen. Die „Japanese Association of Crystal Growth“ feierte gleichfalls ihren 40. Jahrestag und das Fraunhofer IISB in Erlangen begeht den 30. und das Fraunhofer THM in Freiberg seinen 10. Jahrestag in 2015.

Weiterhin gratuliert er den diesjährigen Preisträgern, Herrn Prof. Andreas Erb aus München zum DGKK-Preis und Dr. Anton Jesche von der Universität Augsburg zum DGKK-Preis für Nachwuchsforscher 2015.

Leider sind auch langjährige Mitglieder für immer von uns gegangen. Die DGKK-Mitgliederversammlung gedenkt der Verstorbenen

R. Kern (Marseille),  
R. Lacmann (Braunschweig)  
G. Strübel (Ettingshausen)

**TOP 2 Bericht des Vorsitzenden**

J. Friedrich beginnt seinen Bericht mit einer Übersicht von Veranstaltungen, die unter Schirmherrschaft und Beteiligung

der DGKK im letzten Jahr stattgefunden haben. Insgesamt haben ca. 675 Teilnehmer an diesen Veranstaltungen teilgenommen. Er hob dabei die erfolgreiche Durchführung von drei Symposien bei dem EMRS-Spring Meeting im Mai 2014 in Lille hervor, dort nahmen insgesamt 140 Personen an Symposien zu Gebieten der Kristallzüchtung teil. Die Teilnehmerzahl bei den Treffen der Jungen DGKK ist stabil bei 35.

Er wies noch auf für 2015 geplanten Veranstaltungen, z.B. auf die im September stattfindende ECCG-5 und ESSCG in Bologna hin. Er erinnerte an die Möglichkeit für junge Wissenschaftler, Anträge auf Reisekostenzuschuss zu stellen. J. Friedrich informierte über den Vorstandsbeschluss, die Rabattierung für „aus dem Berufsleben ausgeschiedene Mitglieder (Rentner)“ bei DGKK-Veranstaltungen zu regeln. Ab 2016 haben Rentner die Möglichkeit, analog Studenten, die reduzierte Teilnahmegebühr in Anspruch zu nehmen, welche die Unkosten des Veranstalters deckt.

Die DGKK ist gegenwärtig gut vernetzt und arbeitet mit folgenden Verbänden zusammen:

- European Network on Crystal Growth
- International Organisation of Crystal Growth
- International Union of Crystallography
- Deutsche Gesellschaft für Kristallographie
- Deutsche Forschungsgemeinschaft
- BV Matwerk

Über die Zusammenarbeit im BV Matwerk berichtet W. Miller ausführlicher, er nahm am gleichen Tag an einem Treffen teil, bei dem ein Neubeginn dieses Zusammenschlusses von Verbänden auf dem Gebiet der Materialforschung in Aussicht gestellt wurde. Die DGKK ist Mitglied des BV Matwerk und wird die Entwicklung weiter beobachten.

Die Ausbildung und Nachwuchsförderung stellte 2014 einen Schwerpunkt der Aktivitäten dar. So genehmigte der Vorstand einen Antrag der Otto-Pankok-Schule Mülheim zum Projekt „Lernzeiten“ zur Hochbegabtenförderung. Hier wurde die Anschaffung von Chemikalien und einem Mikroskop unterstützt, um Fragen der Kristallzüchtung und Analyse zu bearbeiten.

Der Schülerwettbewerb „Wer züchtet den schönsten Kristall?“, der anlässlich des Jahres der Kristallographie 2014 gemeinsam mit der DGK durchgeführt wurde, hatte ein unerwartetes Interesse ausgelöst. Es meldeten sich 338 Teilnehmergruppen aus 134 Schulen an, insgesamt wurden mehr als 2000 Schüler aus ganz Deutschland erreicht.

Die offizielle Preisverleihung fand am 5. Februar im Rahmen des 5. Kongress P/W Seminar in Nürnberg statt. Auf Grund des großen Erfolges des Schülerwettbewerbs sollte dieser wiederholt werden. Es wird ein Zeitraum von ca. 3 Jahren vorgeschlagen. Die Vorbereitung und Durchführung war sehr arbeits- und zeitintensiv. Der Vorsitzende dankt B. Meisterernst und P. Gille aus München für das sehr große Engagement und die geleistete Arbeit bei der Durchführung des Schülerwettbewerbs.

J. Friedrich stellt das modernisierte Logo der DGKK vor, welches zukünftig ausschließlich verwendet werden soll. Um die Außendarstellung der DGKK zu stärken, soll 2015 auch noch die Internetseite u.a. bezüglich Logo's und Links zu anderen Organisationen aktualisiert werden.

Er informiert weiter zum Stand des nächsten Mitteilungsblattes. Dies geht in Kürze in den Druck und wird das Protokoll der Mitgliederversammlung 2015 enthalten. Die Vorbereitungen für das Jubiläums-Mitteilungsblatt 100 sind nahezu abgeschlossen, der Druck ist für den Sommer 2015 geplant, und es wird eine Vielzahl von Beiträgen zur Historie der DGKK enthalten. Hier geht ein Dank an das Redaktionsteam für die bereits geleistete Arbeit.

### TOP 3 Bericht der Schriftführerin

Die Mitgliederzahl der DGKK ist gegenwärtig zum Stand 25.02.15 stabil bei 375, dies entspricht einer Veränderung von „-1“ im Vergleich zu 2014. Im Jahre 2014 war ein stärkerer Rückgang nach einer groß angelegten Mahnaktion zu verzeichnen gewesen.

**Von den 375 Mitgliedern sind 324 Vollmitglieder, 33 Studenten und 18 Firmen.**

Die Schriftführerin bat die Mitglieder, Veränderungen bei den persönlichen Daten mitzuteilen, denn es ist nicht möglich, danach zu recherchieren.

### TOP 4 Bericht des Schatzmeisters und der Kassenprüfer

Der Kassenstand der DGKK beträgt zum 31.12.2014:

Sparkasse Karlsruhe	: 13.155,25 €
Tagesgeldkonto	: 12.319,98 €
	<b>22.536,27 €</b>

Der Kassenstand hat sich im Vergleich zu 2014 um 1.304,27 € verringert.

Die Einnahmen 2014 kamen zum Großteil aus den Mitgliedsbeiträgen und aus Anzeigeeinnahmen im Mitteilungsblatt. Einnahmen aus Tagungsüberschüssen fielen dagegen nur sehr gering aus. Die Hauptausgaben entfallen auf Kosten für den Druck und Versand des Mitteilungsblattes sowie die Auszahlung von Preisgeldern. Es soll zukünftig nach Möglichkeiten gesucht werden, die Kosten für das Mitteilungsblatt zu reduzieren.

P. Wellmann stellt einen Ausgabeplan für 2015 vor. Um die geplanten Kosten zu decken, ist 2015 eine Inanspruchnahme eines Teils der Rücklagen geplant.

Die Kassenprüfung erfolgte durch H.-J. Rost und F. Ritter.

Der Bericht von H.-J. Rost bestätigt eine korrekte Kassenführung. Er dankt dem Schatzmeister für die sehr übersichtliche Kassenführung, und es konnten keine wesentlichen Abweichungen festgestellt werden, eine aufgetretene Rückfrage bei der Zuordnung einer Buchung konnte geklärt werden.

### TOP 5 Entlastung des Vorstandes

Aus den Reihen der Mitglieder beantragt M. Bickermann die Entlastung des Vorstandes:

Der Antrag wird einstimmig angenommen, wobei sich der Vorstand bei der Abstimmung enthielt.

### TOP 6 Festlegung Mitgliedsbeitrag 2016

J. Friedrich stellt die Entwicklung des DGKK-Mitgliedsbeitrages von Gründung der DGKK 1970 bis heute im Vergleich zur Entwicklung des Verbraucherindex dar. Es ist dabei deutlich erkenntlich, dass sich daraus eine deutliche Differenz ergibt. Der Beitrag wurde letztmalig nach der Umstellung auf Euro im Jahr 2001 von 30 DM auf 20 € erhöht.

Gemäß Satzung §5 legt die Mitgliederversammlung jährlich den Beitrag für das kommende Jahr fest. Wie bereits im Bericht des Schatzmeisters zu erkennen war, decken die Einnahmen gegenwärtig nicht Kosten, und die Vergabe von Preisen und Aktivitäten wie die Unterstützung des Nachwuchses ist nur durch die Inanspruchnahme von Rücklagen möglich.

Der Vorstand schlägt daher vor, den Mitgliedsbeitrag für ordentliche auf 30 € und für studentische Mitglieder auf 20 € anzuheben. Die erst vor zwei Jahren neu festgelegten Beiträge für Firmenmitglieder sollen unverändert bleiben.

Nach kurzer Diskussion stimmt die Mitgliederversammlung über die vorgeschlagene Anhebung des Beitrages ab. Diese wurde mit großer Mehrheit, ohne Gegenstimmen und 7 Enthaltungen angenommen und gilt ab dem 01.01.2016.

### TOP 7 Wahl des Vorstands für die Zeit von 01.01.2016-31.12.2017

Wahlleiterin ist U. Wunderwald. Sie gibt einleitend einen Überblick über den Wahlvorschlag des Vorstandes.

Weitere Vorschläge gehen nicht ein. U. Wunderwald erläutert den Anwesenden den Wahlablauf, bevor die geheime Wahl stattfindet. Die Kandidaten stellen sich vor jedem Wahlgang kurz den anwesenden Mitgliedern vor.

#### Wahl des 1. Vorsitzenden

<b>W. Miller :</b>	<b>38</b>	<b>Stimmen</b>
J. Friedrich :	6	Stimmen
P. Rudolph :	1	Stimme
ungültig :	3	Stimmen

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

#### Wahl des 2. Vorsitzenden

<b>A. Danilewsky :</b>	<b>44</b>	<b>Stimmen</b>
C. Krellner :	1	Stimme
M. Bickermann :	1	Stimme
Enthaltung :	1	Stimme
ungültig :	1	Stimme

A. Danilewsky bedankt sich für das Vertrauen und nimmt die Wahl gern an.

#### Wahl des Schatzmeisters

<b>P. Wellmann :</b>	<b>47</b>	<b>Stimmen</b>
Enthaltung :	1	Stimme

P. Wellmann bedankt sich für das Vertrauen und nimmt die Wahl gern an.

#### Wahl der Schriftführerin

<b>Ch. Frank-Rotsch :</b>	<b>47</b>	<b>Stimmen</b>
Enthaltung :	1	Stimme

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

#### Wahl der drei Beisitzer

<b>A. Miller :</b>	45	Stimmen
<b>T. Sorgenfrei:</b>	44	Stimmen
<b>B. Weinert :</b>	43	Stimmen
M. Bickermann:	4	Stimmen
<b>C. Krellner:</b>	2	Stimmen
P. Gille:	1	Stimme
<b>J. Friedrich:</b>	1	Stimme

T. Sorgenfrei, A. Miller und B. Weinert bedanken sich für das Vertrauen und nehmen die Wahl gern an.

#### TOP 8 Wahl der Kassenprüfer

Die Wahl der Kassenprüfer erfolgt für die Dauer der Wahlperiode des gegenwärtigen Vorstandes gemäß §11 (13) bis 31.12.2017.

Es lagen vier Vorschläge des Vorstandes zur Wahl vor.

#### Ergebnis:

<b>U. Wunderwald:</b>	<b>38</b>	<b>Stimmen</b>
<b>H.-J. Rost :</b>	<b>37</b>	<b>Stimmen</b>
<b>F. Ritter:</b>	<b>37</b>	<b>Stimmen</b>
<b>E. Meissner:</b>	<b>32</b>	<b>Stimmen</b>
M. Heuken :	1	Stimme

Gewählt wurden U. Wunderwald, F. Ritter, H.-J. Rost und E. Meissner.

U. Wunderwald dankt den Helfern für die Unterstützung bei den Wahldurchführungen.

#### TOP 9 Diskussionen über Tagungen und Symposien

Es wird vorgeschlagen, die Deutsche Kristallzüchtungstagung 2016 in Dresden gemeinsam mit den tschechischen Kollegen als „**1st Joint Czech – German Crystal Growth Conference (CGCGC)**“ durchzuführen.

Dieser Vorschlag wird einstimmig angenommen. Die Tagung wird vom 15.-18.03.2016 in Dresden unter gemeinsamer Organisation der TU Dresden, des Helmholtz-Zentrums Dresden Rossendorf und des Fraunhofer THM Freiberg vorbereitet.

Nachfolgend erfolgt eine Diskussion zu möglichen Tagungsorten für das Jahr 2017 und folgenden Jahren. Es wird der Vorschlag Freiburg als Tagungsort für 2017 unter Federführung des Fraunhofer ISE mit Unterstützung der Universität vorgemerkt.

#### TOP 10 Berichte zu den DGKK – Arbeitskreisen

##### Angewandte Simulation in der Kristallzüchtung:

Der Arbeitskreis ruht, L. Kadinski, der Sprecher des Arbeitskreises, wird aber bei den Programmvorbereitungen der Deutschen Kristallzüchtungstagungen weiter aktiv sein.

##### Industrielle Kristallzüchtung:

Der relativ junge Arbeitskreis fand auch 2014 großen Zuspruch. G. Meisterernt berichtet, dass im November ein zweites Treffen in Freiberg am THM unter dem Schwerpunkt „Regelung“ mit ca. 70 Teilnehmern stattfand. Er dankt U. Wunderwald für die lokale Organisation. Für den 2./3.11.2015 ist bereits das nächste Treffen zu den Themengebieten „**Gase**“ und „**Vakuum**“ in Freiberg angekündigt.

##### Arbeitskreis Massive Verbindungshalbleiter:

P. Wellmann: Der letzte Arbeitskreis fand in Freiberg Anfang Oktober mit ca. 70 Teilnehmern statt. Er ist mit einem jährlichen Treffen gegenwärtig stabil. Das nächste Treffen findet am 07/08.10.2015 in Berlin am IKZ statt.

##### Epitaxie von III/V – Halbleitern:

M. Heuken berichtet über die Aktivitäten des Arbeitskreises, dieser traf sich 2014 in Magdeburg. Es nimmt bei diesen Treffen immer eine große Anzahl von Doktoranden teil. Der nächste Arbeitskreis wird in Göttingen unter Leitung von Frau Prof. Rizzi stattfinden.

##### Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelation:

A. Erb berichtet vom letzten Treffen in München (Garching) mit mehr als 40 Teilnehmern und Ausstellern. Der Großteil der Teilnehmer kommt dabei aus Hochschulen und Universitäten. Das nächste Treffen ist in Augsburg geplant.

##### Kinetik:

W. Miller berichtet, dass 2014 kein Treffen des Arbeitskreises stattfand.

##### Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik:

M. Mühlberg berichtet, dass die Aktivitäten des Arbeitskreises auf Initiative des FEE in einen deutsch-französischen Workshop zu Dielektrika-Oxide-Laser-Kristallen übergegangen ist. Dieser hat sich inzwischen zum dritten Mal getroffen und ist mit ca. 30 Teilnehmern stabil.

M. Mühlberg hat sich aus der Leitung des Arbeitskreises zurückgezogen. Er berichtet, dass die Aktivitäten seines ehemaligen Lehrstuhls in Köln eingestellt wurden und dass das Institut für Kristallographie zum 01.01.15 aufgelöst wurde. Das Kristallzüchtungsequipment konnte an die Universität Bremen transferiert werden.

J. Friedrich dankt M. Mühlberg für seine langjährige Sprecherschaft des Arbeitskreises.

##### Junge DGKK

Die Junge DGKK traf sich, wie bereits in den letzten Jahren im Vorfeld der DKT. Es konnte ein sehr interessantes Programm mit Vorträgen und Postersitzungen gestaltet werden. Es nahmen insgesamt 35 junge Wissenschaftler am Treffen teil. T. Sorgenfrei dankt L. Stockmeier sowie die den vielen Helfern vor Ort für die Organisation.

#### TOP 11 Verschiedenes

- keine weiteren Wortmeldungen -

J. Friedrich schließt gegen 21:20 Uhr die Mitgliederversammlung und bedankt sich bei allen Anwesenden.

Christiane Frank-Rotsch                      Jochen Friedrich

Schriftführerin der DGKK                      1. Vorsitzender

## Arbeitskreistreffen „Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelationen“

A. Erb\*, WMI München

Am 23./24. Oktober 2014 fand das 16. Treffen des Arbeitskreises „Intermetallische und oxydische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelation“ der DGKK statt. Es wurde von den Herren Prof. C. Pfeleiderer und Prof. A. Erb auf dem Campus der TU München organisiert und fand mit 16 angemeldeten Beiträgen und weit über 40 Teilnehmern aus Deutschland und Österreich mit vielen neuen Gesichtern eine hervorragende nationale und internationale Resonanz. Die große Teilnehmerzahl führte sogar dazu, dass ein größerer Seminarraum im Exzellenzzentrum der TU München organisiert werden musste. Erstmals war auch ein Aussteller, SciDre (Dresden), vor Ort, um Kristallzüchtungsapparaturen zu präsentieren.

Thematisch war das Programm von einer großen Vielfalt aus den diversen aktuellen weitgehend universitären Forschungsbereichen geprägt.

Die erste Sitzung war den oxydischen Materialien gewidmet. S. Riegg (Uni Augsburg) berichtete über Substitutionseffekte auf die Spin-dimer Übergänge in  $\text{LaRuO}_5$ . N. van Well (Uni

Frankfurt) präsentierte ihre schönen mittels Flusszüchtung im Pt(Au)-Tiegel hergestellten  $\text{BaCuSi}_2\text{O}_6$ -Kristalle. P. Kuschwaha (MPI Dresden) wiederum stellte ihre Arbeiten im Bereich der  $\text{PdCrO}_2$  und  $\text{PdCoO}_2$ -Delafossite vor. A. Dorantes (WMI München) führte uns ins Reich der elektronendotierten Hochtemperatursupraleiter und dort speziell in den Bereich der unterdotierten  $\text{Nd}_{2-x}\text{Ce}_x\text{CuO}_4$ -Kristalle, welche nach dem Travelling Solvent Floating Zone-Verfahren gezüchtet werden. Der Vortrag von A. Münster (TU München) war den Detektorkristallen zur Suche nach dunkler Materie im Rahmen des CRESST-Experiments gewidmet. Herr A. Jesche (Uni Augsburg) berichtete schließlich über die Verwendung von Li-haltigen Flussmitteln für die Kristallisation leichter, flüchtiger und reaktiver Materialien.

Der zweite Teil der Donnerstagsitzung beschäftigte sich mit Übergangsmetallen, Heuslerverbindungen und Boriden. K. Weber (MPI Dresden) und M. Wagner (TU München) und K. Kliemt (Uni Frankfurt) hielten interessante Vorträge zur

# GERO

30-3000°C



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

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

mehr auf [www.gero-gmbh.com](http://www.gero-gmbh.com)

**GERO Hochtemperaturöfen GmbH & Co. KG**  
 Hesselbachstr. 15  
 D-75242 Neuhausen  
 Telefon: 07234/9522-0 Fax: 07234/9522-99  
 E-Mail: [Info@gero-gmbh.com](mailto:Info@gero-gmbh.com)

Darstellung und Kristallisation von Siliziumverbindungen bzw. zum Auftreten von Oberflächenleitfähigkeit an solcherart hergestellten Proben. In einem sehr klar vorgetragenen Vortrag von A. Bauer (TU München) wurde über die Züchtung und die physikalischen Eigenschaften von der Halb-Heuslerverbindung CuMnSb berichtet, bevor A. Omar (IFW Dresden) über nichtstöchiometrische  $\text{Co}_2\text{Cr}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Al}$ -Verbindungen als neuen halbmetallischen Ferromagneten vortrug. G. Benka (TU München) schließlich stellte seine Arbeiten zu den Diboriden der Übergangsmetallen vor.

Wie stets bei diesen Arbeitskreistreffen fand ein gemeinsames Abendessen in einem lokalen Restaurant in Garching statt, welches die Gelegenheit zu vielen interessanten Gesprächen und zur Diskussion bot.

Den zweiten Tag eröffnete H. Michor (TU Wien) mit seinem Beitrag zum Kristallwachstum und zu Untersuchungen der Grundzustandseigenschaften in  $\text{CeNi}_{12}\text{B}_6$ , bevor die Vorträ-

ge von H. Stummer (IFW Dresden) sowie F. Freund (Uni Augsburg) uns ins Reich der Iridate entführten. Bemerkenswert ist bei diesen Verbindungen die Schwierigkeit der Kristallzüchtung durch die Flüchtigkeit von Iridiumoxid.

A. Prokofiev beschloss den Reigen der Vorträge mit einem Beitrag zur Mikrokristallisation der Clathrate, welche wegen ihrer hohen Wirkungsgrade aussichtsreiche thermoelektrische Materialien darstellen.

Die abschließende Führung durch Labore des Physikdepartments und des Kristalllabors der Fakultät für Physik gab Einblicke in die vorhandenen Kristallzüchtungsmöglichkeiten in Garching (u.a. Floating Zone, Czochralski). Des weiteren nahmen ein Teil der Teilnehmer die angebotene Gelegenheit zur Besichtigung der Neutronenquelle FRM2 wahr.

Das nächste AK-Treffen wird voraussichtlich Anfang Oktober 2015 an der Universität Augsburg ausgerichtet.

\*Die Kontaktadressen der Arbeitskreise finden Sie auf Seite 29.

## Arbeitskreistreffen „Industrielle Kristallzüchtung“

G. Meistererst\*, Siltronic AG Burghausen

Das diesjährige Treffen des Arbeitskreises „Industrielle Kristallzüchtung“ fand am 3. und 4. November 2014 im Fraunhofer THM in Freiberg/Sachsen statt. Der junge Arbeitskreis besteht nun im zweiten Jahr und behandelt auf den jährlichen Treffen wechselnde Themenschwerpunkte aus dem Bereich der industriellen Kristallzüchtung. Nachdem das erste Treffen 2013 das Thema „Hochtemperaturwerkstoffe“ beleuchtete, wurde in diesem Jahr zu den Schwerpunkten „Messen und Regeln“ eingeladen. Wie schon im ersten Jahr folgten fast 70 interessierte Vertreter aus Industrie, industrienahen Institutionen und Universitäten der Einladung des Arbeitskreises. In den beiden Tagen wurden insgesamt neun interessante Vorträge gehalten, bei denen sowohl das Thema „Messen“ als auch das Thema „Regeln“ den Teilnehmern auf sehr ansprechende Art und Weise von den Vortragenden nahe gebracht wurde. Neben praktischen Gesichtspunkten wurden auch theoretische (Grund-) Kenntnisse vermittelt, sodass jeder von den gebotenen Inhalten profitieren konnte. Beim gemeinsamen Abendessen im Brauhaus ergab sich eine gemütliche Atmosphäre zum gegenseitigen Kennenlernen und Austauschen. Eine Besichtigung der Labore des THM Freiberg rundete die Veranstaltung ab.



Vorbereitung auf die nächste Präsentation

Foto: Privat

Besonders bedanken möchten wir uns beim Fraunhofer THM, vertreten durch Frau Dr. Ulrike Wunderwald, für die freundliche Aufnahme und perfekte Organisation vor Ort sowie bei der DGKK, vertreten durch Herrn Dr. Jochen Friedrich, für die Unterstützung. Auch 2015 soll es wieder ein Arbeitskreistreffen geben. Thema, Ort und Zeitpunkt werden demnächst angekündigt.

\*Die Kontaktadressen der Arbeitskreise finden Sie auf Seite 29.

## DGKK-Nachrichten

### Höhere Wirkungsgrade von multikristallinen Siliziumsolarzellen durch versetzungsresistente Körner

Ch. Reimann, Fraunhofer IISB Erlangen

**Kristallzüchter des Fraunhofer THM in Freiberg und des Fraunhofer IISB in Erlangen lieferten wertvolle wissenschaftlich-technologische Erkenntnisse, um multikristalline Siliziumkristalle mit höherer Materialqualität industriell produzieren zu können. Dies trug maßgeblich dazu bei, dass bei der SolarWorld AG am Standort Freiberg leistungsstärkere Solarmodule gefertigt werden.**



Mitarbeiter des Fraunhofer THM bei Betrieb der G1-Züchtungsanlage  
Foto: IISB Erlangen

In dem Verbundvorhaben „Volkris“, das durch das Sächsische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst aus Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und des Freistaats Sachsen für drei Jahre gefördert wurde, haben die Experten von Fraunhofer THM und Fraunhofer IISB gemeinsam mit Kollegen aus der Industrie daran geforscht, mit welchen verfahrenstechnischen Maßnahmen die Qualität von multikristallinen Siliziumkristallen erhöht werden kann, um höhere Wirkungsgrade von daraus gefertigten Solarzellen zu erzielen.

Für die Erzeugung von Solarstrom werden in erster Linie multikristalline Siliziumscheiben („Wafer“) eingesetzt, die aus bis zu 600kg schweren Siliziumkristallen, sogenannten Blöcken, hergestellt werden. Die Blöcke entstehen durch kontrollierte Kristallisation aus der Siliziumschmelze. Dazu wird der Schmelze, die sich in einem Tiegel mit quadratischem Querschnitt befindet, von unten kontrolliert die Wärme entzogen. Beim Unterschreiten der Schmelztemperatur von Silizium von 1410°C bilden sich am Tiegelboden feste Siliziumkeime, die zunächst lateral so lange wachsen, bis der gesamte Tiegelboden belegt ist. Die kontinuierliche Wärmeabfuhr sorgt dann dafür, dass die Schmelzisotheime von unten nach oben durch das System Schmelze-Tiegel wandert und so diese Kristallite stengelförmig nach oben weiterwachsen. Nach etwa einem Tag ist dann die Schmelze komplett zu einem großen multikristallinen Siliziumblock erstarrt, der aus vielen parallel zur Wachstumsrichtung ausgerichteten Körnern mit unterschiedlicher Größe und kristallographischer Orientierung besteht. Neben den Körnern entstehen in dem Silizium-Block strukturelle Fehler. Insbesondere können sich sogenannte Versetzungscluster innerhalb der einzelnen Körner aufgrund von

thermischen Spannungen während der Erstarrung und Abkühlung des Kristalls ausbilden. Diese Versetzungscluster sind schädlich für die Solarzellen, da sie als Ladungsträgerlebensdauerkiller agieren und so den Wirkungsgrad der aus den Wafern hergestellten Solarzellen limitieren. Sie ziehen sich oftmals schlauchförmig vom Kristallanfang bis zum Kristallende durch das Material, wobei die laterale Ausdehnung zum Kristallende hin stark zunimmt. Für Solarzellen mit hohem Wirkungsgrad muss also der Flächenanteil der Versetzungscluster auf dem Wafer möglichst klein sein.

Hier setzte nun das „Volkris“-Projekt an. Die Fraunhofer-Kristallzüchter wollten herausfinden, wie sich durch verfahrenstechnische Maßnahmen die Keimbildung am Tiegelboden sowie das weitere Kornwachstum beeinflussen lässt, so dass sich weniger Versetzungscluster im Silizium-Material ausbilden. Dazu führten die Forscher grundlegende Experimente im Labor- und Technikumsmaßstab durch, um beispielsweise den Einfluss der Abkühlbedingungen auf die Gefügestruktur zu untersuchen. Diese hat speziell zu Kristallisationsbeginn einen erheblichen Einfluss auf die resultierende Korngröße. Sie entwickelten außerdem spezielle Messverfahren, um die Gefügeparameter mit dem Versetzungshaushalt auf der Waferfläche zu korrelieren, und setzten die numerische Simulation ein, um Temperaturverteilungen, Strömungen und thermische Spannungen während des Kristallisationsvorganges zu quantifizieren. Auf diese Art und Weise konnten Gefügeeigenschaften identifiziert werden, die günstig sind, um das Auftreten der Versetzungscluster zu minimieren und prinzipielle Wege aufgezeigt werden, wie diese Gefügeeigenschaften erreicht werden können. Diese Ergebnisse lieferten für den Industriepartner SolarWorld Innovations GmbH wichtige Hinweise, wie sich in der industriellen Produktion multikristalline Siliziumblöcke mit geringerem Anteil an Versetzungscluster herstellen lassen, und führten schließlich zur Fertigung von leistungsstärkeren Solarmodulen mit höheren Wirkungsgraden am Standort in Freiberg.

#### Ansprechpartner:

Dr. Christian Reimann  
Fraunhofer IISB  
Schottkystraße 10, 91058 Erlangen  
Tel. +49-9131-761-272  
Fax +49-9131-761-280  
E-Mail christian.reimann@iisb.fraunhofer.de

## Reduktion des Verunreinigungseintrages erhöht Wirkungsgrad multikristalliner Siliziumsolarmodule

J. Friedrich, Fraunhofer IISB Erlangen

Im Verbundprojekt SolarWinS haben Forscher vom Fraunhofer IISB eine spezielle Experimentieranlage zur Optimierung von Tiegel- und Beschichtungsmaterialien, die bei der so genannten gerichteten Erstarrung von Photovoltaik-Silizium zum Einsatz kommen, entwickelt. Mit der neuartigen Anlage untersuchten die Erlanger Wissenschaftler die chemische Stabilität der bei der Produktion von Solarsilizium eingesetzten Tiegelmaterialien. Ziel war die Verringerung des Verunreinigungseintrages bei der Herstellung von multikristallinen Siliziumkristallen. Die damit verbundene Verbesserung der elektrischen Materialeigenschaften eröffnet weiteres Potential zur Steigerung des Wirkungsgrades bei preisgünstigen multikristallinen Solarzellen.



Ofen zur Untersuchung der Wechselwirkung von Siliziumschmelztropfen mit Tiegel- und Substratmaterialien im Kristallzüchtungs-Labor am Fraunhofer IISB. Bild: Fraunhofer IISB

Die industrielle Herstellung von multikristallinen Siliziumkristallen erfolgt durch kontrolliertes Erstarren einer Siliziumschmelze in einem Quarzgutiegel, der auf der Innenseite mit einer Siliziumnitridbeschichtung versehen ist. Diese wirkt unter anderem als Trennschicht zwischen Schmelze und Tiegel und verhindert ein Anhaften des Siliziums am Quarzgutiegel, was zu Rissen im abgekühlten Siliziumkristall führen würde.

Der Tiegel mit der Beschichtung stellt die größte Quelle für schädliche Verunreinigungen im Silizium dar. Diese Verunreinigungen werden während der Kristallisation kontinuierlich aus dem Tiegel-Beschichtungssystem in das Silizium eingetragen und lagern sich an Fehlern im Siliziumkristall an. Dadurch wird die Stromausbeute und somit der Wirkungsgrad der aus den verunreinigten Kristallen hergestellten Solarzellen gesenkt. Wenn die Beschichtung ihre chemische Stabilität gegenüber dem Silizium verliert, kann es aber nicht nur zu den beschriebenen Anhaftungen kommen. Zusätzlich können Kanäle für einen direkten Verunreinigungseintrag aus dem Tiegel entstehen, die das Kontaminationsniveau im Silizium weiter erhöhen.

Um die Wechselwirkung zwischen Tiegel, Beschichtung und Silizium in Hinblick auf die Stabilität der Beschichtung und den Verunreinigungseintrag gezielt untersuchen zu können, haben Forscher vom Fraunhofer IISB in Erlangen eine spezielle

Experimentieranlage entwickelt. Die Anlage ermöglicht es, in einer Gasatmosphäre kleine Roh-Siliziumbrocken auf einem Trägersubstrat unter definierten thermischen Bedingungen aufzuschmelzen. Der sich dabei ausbildende Flüssigkeitstropfen kann *in situ* optisch beobachtet werden und lässt sich anschließend wieder kontrolliert erstarren.

Mit der Apparatur konnten die Wissenschaftler die Langzeitstabilität unterschiedlich hergestellter Beschichtungen gegenüber flüssigem Silizium unter dem Einfluss unterschiedlicher Gasatmosphären zeigen. Zur Erklärung der experimentellen Ergebnisse entwickelten die Wissenschaftler entsprechende theoretische Modelle. Darauf aufbauend konnte außerdem der Nachweis erbracht werden, dass eine Reduktion der Beschichtungsdicke um 50 % zu einem identischen Nichtbenetzungsverhalten des Tiegelmaterials führt.

In Zusammenarbeit mit den Verbundpartnern konnten unterschiedliche Kombinationen aus Tiegel- und Beschichtungsmaterialien zur Verfügung gestellt, in der neu entwickelten Laboranlage am Fraunhofer IISB getestet und in Hinblick auf den Verunreinigungseintrag in das Silizium durch die Verbundpartner erprobt werden. So haben die Untersuchungen gezeigt, dass sich durch eine Kombination aus einer sehr dünnen, aber hochreinen Beschichtung auf einem hochreinen Quarzglassubstrat ein reduzierter Verunreinigungseintrag in das Silizium erreichen lässt – bei gleichzeitiger Erhöhung der Stabilität gegenüber der Gasatmosphäre. Die im Rahmen des SolarWinS-Projektes erzielten Ergebnisse zeigen ganz klar mögliche Zielrichtungen zur Vermeidung des Verunreinigungseintrages bei der industriellen Umsetzung auf.

Die Arbeiten am Fraunhofer IISB wurden im Verbundprojekt „SolarWinS“ - „Solar-Forschungscluster zur Ermittlung des maximalen Wirkungsgradniveaus von multikristallinem Silizium“ – durchgeführt, welches für drei Jahre durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) gefördert wurde.

Weitere Informationen finden Sie unter der Projekthomepage [www.solarwins.de](http://www.solarwins.de).

## AIXTRON und Fraunhofer IISB kooperieren bei der Entwicklung der Siliziumkarbid-Produktionstechnologie

J. Friedrich, Fraunhofer IISB Erlangen

**AIXTRON, ein führender Hersteller von Depositionsanlagen für die Halbleiterindustrie, kooperiert bei der Entwicklung von Epitaxie-Prozessen auf 150 mm-Siliziumkarbid-Wafern (SiC) mit dem Forschungsinstitut Fraunhofer IISB (Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB) in Erlangen. Dabei kommt die neue G5WW-Anlage von AIXTRON zum Einsatz, die für die Verwendung von 8 x 150 mm-SiC-Wafern konfiguriert ist. Der Planetenreaktor von AIXTRON wird im 4. Quartal 2014 in einem Reinraumlabor am IISB installiert.**



Fraunhofer IISB und AIXTRON starten Forschungsprogramm mit Planetenreaktor AIX G5WW.  
Bild: AIXTRON SE

Dr. Jochen Friedrich, Leiter der Abteilung Materialien am Fraunhofer IISB, sagt: „Wir erwarten durch diese Partnerschaft eine beschleunigte Einführung der 150 mm-SiC-Technologie in der Industrie und bündeln dazu unser Prozess-Know-how zur Herstellung von SiC-Wachstumsschichten mit der Anlagenexpertise von AIXTRON. Die G5WW-Anlage werden wir am IISB in Erlangen für die Prozessoptimierung und zu Demonstrationszwecken nutzen.“

Das Fraunhofer IISB hat ein tiefgreifendes Verständnis für SiC-Epitaxie-Prozesse mit geringer Defektdichte entwickelt. Diese bilden die Grundlage für die Herstellung von SiC-Bauelementen mit hoher Sperrspannung. Besondere Charakterisierungstechniken für die Materialeigenschaften von Siliziumkarbid, wie zum Beispiel die Photolumineszenzabbildung bei Raumtemperatur und das gezielte Ätzen von Defekten wurden am Fraunhofer IISB entwickelt und angepasst. In den

IISB-Laboren können vollständige SiC-Prototypen hergestellt und charakterisiert werden.

Dr. Frank Wischmeyer, Vice President Power Electronics bei AIXTRON, sagt: „Basierend auf der weltweit anerkannten Erfahrung des Fraunhofer IISB in der SiC-Epitaxie-Technologie und -Charakterisierung, werden wir mithilfe unserer hochmodernen G5WW-Anlage gemeinsam die Optimierung von Produktionsprozessen für SiC-Bauelemente auf 150 mm-Wafern vorantreiben. Das Ziel der Zusammenarbeit ist die Demonstration von Produktionsprozessen für die Massenfertigung, wobei wir vor allem die Materialanforderungen von Siliziumkarbid für SiC-Leistungsbaulemente im Blick haben. Mit diesem gemeinsamen Vorhaben unterstützen wir ab 2015 AIXTRON-Kunden weltweit beim Wechsel von der 100 mm- zur 150 mm-SiC-Prozesstechnologie, um so effiziente und ökonomische Produktionsprozesse für künftige SiC-Leistungsbaulemente zu erreichen.“

Aktuell sind bereits verschiedene SiC-Bauelemente wie Schottky-Dioden und Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren (MOSFETs) erhältlich. Sie werden vor allem in Schaltnetzteilen von Computerservern und Fernsehern, in Solarstromwechselrichtern und effizienten Stromrichtern in der unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV), medizinischen Geräten oder Nahverkehrszügen eingesetzt. Um die weitere Verbreitung von Siliziumkarbid in der Leistungselektronik zu erleichtern, zielt die Einführung der 150 mm-SiC-Technologie auf eine Verringerung der Kosten bei der Herstellung von Halbleitermaterialien und Bauelementen aus Siliziumkarbid.

## Fraunhofer THM – 10 Jahre erfolgreiche Forschung auf dem Gebiet Halbleitermaterialien für die Industrie vor Ort

J. Friedrich, Fraunhofer IISB Erlangen

**Das Fraunhofer-Technologiezentrum für Halbleitermaterialien THM in Freiberg forscht seit 10 Jahren gemeinsam mit der ortsansässigen Industrie auf dem Gebiet der Elektronikmaterialherstellung. Das Fraunhofer THM wurde vor 10 Jahren am 2. Februar 2005 als eine gemeinsame Abteilung der Fraunhofer-Institute IISB in Erlangen und ISE in Freiburg gegründet. Anlässlich dieses Jubiläums informierte sich Frau Dr. Simone Raatz, Mitglied des Bundestages und dort stellvertretende Vorsitzende des Ausschusses für Bildung, Forschung und Technikfolgenabschätzung, über die bisherige und künftige Entwicklung des Fraunhofer THM.**

Das 2005 gegründete Fraunhofer-Technologiezentrum für Halbleitermaterialien THM hat zum Ziel, mit seiner Forschung die Entwicklungsaufgaben der in Freiberg konzentrierten Halbleiterindustrie in enger Abstimmung mit den Mutterinstituten IISB in Erlangen und ISE in Freiburg zu ergänzen. Das Fraunhofer THM betreibt dazu in unmittelbarer Nachbarschaft zu den Freiburger Halbleiterfirmen ein Kristallisations- und Wafertechnikum, welches aus EU-Mitteln des EFRE-Programms, durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung und durch den Freistaat Sachsen finanziert und im Jahr 2012 offiziell eingeweiht wurde. Heute sind am Fraunhofer THM 35 Mitarbeiter inklusive Studenten beschäftigt. Forschungsschwerpunkte sind die kostengünstigere Herstellung von Kristallmaterialien und daraus gefertigten Wafern, z.B. Silizium für die Mikroelektronik und Photovoltaik sowie Galliumnitrid für die Energieelektronik, bei gleichzeitig verbesserten Materialeigenschaften.

Frau Dr. Simone Raatz, seit 2013 Mitglied des Bundestages, hat die Entwicklung des Fraunhofer THM über ein Jahrzehnt als eine Art Mentorin intensiv verfolgt. In ihrem Besuch diskutierte Sie intensiv mit den beiden Leitern des Fraunhofer THM, Dr. Jochen Friedrich und Prof. Dr. Hans-Joachim Möller, über forschungspolitische Themen im Allgemeinen und über die Entwicklung des Fraunhofer THM im speziellen. „Das Fraunhofer THM konnte dank seiner engen Verbindung mit den Mutterinstituten und trotz seines jungen Alters bereits wertvolle wissenschaftlich-technologische Beiträge für die lokale Industrie liefern. Zu nennen ist hier die Erhöhung der Blockausbeute durch Reduktion der Ausscheidungsbildung mit Magnetfeldröhren oder die Steigerung der Wirkungsgradeffizienz durch Reduktion von Versetzungsclustern durch Einstellung eines feinkörnigen Gefüges bei der gerichteten Erstarrung von Solarsilizium. Im Bereich Silizium für leistungselektronische Anwendungen wurde beispielsweise die Entstehung von Ausbeutelimittierenden Defekten intensiv untersucht, woraus wiederum Verbesserungen zur Optimierung des Produktionsprozesses abgeleitet wurden.“ erläutert Dr. Jochen Friedrich. „Im Bereich Wafering, also dem Sägen von Kristallen in dünne Wafer, auf denen dann mikroelektronische Bauelemente oder



v.l.n.r. Dr. Jochen Friedrich (Sprecher des THM), Dr. Simone Raatz (Mitglied des Bundestags), Prof. Hans-Joachim Möller (stellvertretender Sprecher des THM), Dip.-Ing. Christopher Schröter (Mitarbeiter am THM)  
Bild: Fraunhofer THM/M. Borrmann

Solarzellen hergestellt werden, hat das Fraunhofer THM in Deutschland, ja sogar in Europa ein Alleinstellungsmerkmal. Mit unseren Forschungsaktivitäten haben wir dazu beigetragen, das man heute in der Industrie schneller, dünnere Wafer mit geringerer Oberflächenschädigung produzieren kann.“ ergänzt Prof. Dr. Hans-Joachim Möller.

Die erfolgreiche Entwicklung, die das Fraunhofer THM genommen hat, wurde auch durch externe Gutachter im Rahmen einer Evaluation, die im Herbst vergangenen Jahres stattgefunden hat, bestätigt.

Ein aktuelles Forschungshighlight sind die Aktivitäten zur Herstellung von Galliumnitrid-Kristallen, die für besonders leistungsstarke Leuchtdioden, langlebige Laserdioden und zuverlässige Transistoren benötigt werden. Hier forscht das Fraunhofer THM im Rahmen des GaN-Zentrums Sachsen gemeinsam mit der lokalen Industrie und weiteren Forschungspartnern. Hier hat das Fraunhofer THM ein neues Anlagenkonzept entwickelt, welches die Herstellungskosten von Galliumnitrid deutlich senkt. Eine wesentliche Innovation ist dabei ein Messsystem, welches es erlaubt, während des Kristallzüchtungsprozesses sowohl die Wachstumsrate des Galliumnitrids als auch die Verbiegung der wachsenden Galliumnitrid-Schicht zu bestimmen. Dies stellt eine wichtige Voraussetzung dar, um die Wachstumsbedingungen künftig schneller optimieren zu können, so dass mm dicke, rissfreie Kristalle

mit großem Durchmesser hergestellt werden. „Ich bin tief beeindruckt, welchen technologischen Aufwand man betreiben muss, um dieses Material herzustellen. Ich verstehe jetzt auch, warum es heute noch teurer ist als Gold. Der Aufwand wird sich aber lohnen, da dem Galliumnitrid ja ein großes Marktpotenzial vorhergesagt wird.“ schätzt Frau Dr. Simone Raatz ein.

Die Forschung und Entwicklung zu Halbleitermaterialien wird auch künftig der Schwerpunkt am Fraunhofer THM sein. Aufgrund des Rückganges der Solarindustrie in Deutschland

und den darauf basierenden Technologien erschließt das THM gemeinsam mit der Technischen Universität Bergakademie Freiberg und weiteren Partnern neue Forschungsfelder. Insbesondere wurde begonnen, das Potenzial von neuen Materialien für die Energierückgewinnung und für Batterieanwendungen zu erforschen. Halbleitermaterialien und neue Themen, wie zum Beispiel diese Energiematerialien, werden dafür sorgen, dass das Fraunhofer THM sich als Forschungseinrichtung weiter etablieren kann. Dadurch leistet es auch künftig einen wichtigen Beitrag zur Stärkung des Industrie- und Forschungsstandortes Freiberg.

## Neue Mitglieder 2014/2015

Wir begrüßen seit dem 15.07.2014 als neue Mitglieder (Stand 23. März 2015):

Frau M.Sc. Alma Dorantes	Walther-Meißner Institut München
Frau Dipl.-Chem. Julia Erika Fischer	MPI Dresden
Herr B.Eng. Francis Edokam	Universität Ulm
Herr M.Sc. Stefan Kayser	Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ) Berlin
Herr M.Sc. Dirk Johannes Kok	Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ) Berlin
Herr Dr. Matthias Künle	Infineon Technologies Villach
Herr Dipl.-Ing. Ludwig Stockmeier	Fraunhofer THM Freiberg
INVENSYS SYSTEMS GmbH „EUROTHERM“, Limburg	
SURFACENET GmbH, Rheine	

## I-B-S Fertigungs- und Vertriebs GmbH

für Forschung und Produktion  
D-82284 GRAFRATH, Postfach 30  
Tel. 08144 / 7656 Fax 08144 / 7857  
email: [ibs-scholz@t-online.de](mailto:ibs-scholz@t-online.de)

### Sägen

Innenlochsägen  
Periphere Sägen für Längsschnitte  
Fadensägen nach dem Läppprinzip  
Gattersägen nach dem Läppprinzip

### Läppen

IB 400 Läppmaschinen  
Tellergrößen von 300 - 400mm  
Läppmittelzuführsystem  
Abziehringe

### Polieren

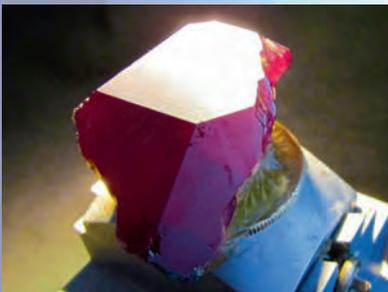
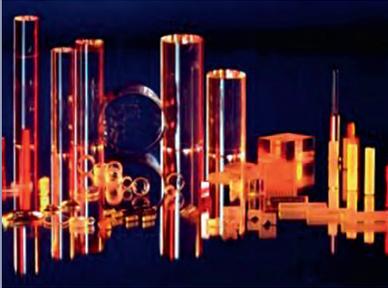
IB 400 Poliermaschine  
IB 400 CMP-Maschine  
Tellergrößen 300 - 400mm  
Slurry- und Chemiepumpen  
Jigs, Autokollimatoren

Bitte besuchen Sie unsere Internetseite

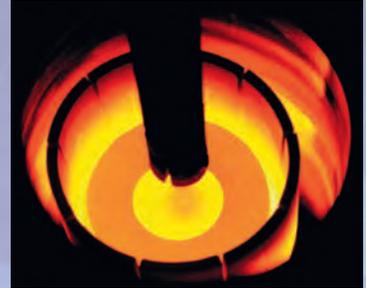
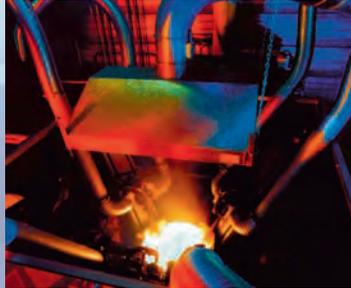
[www.ibs-grafrath.de](http://www.ibs-grafrath.de)

# SurfaceNet

## Crystals



## Crystal Puller

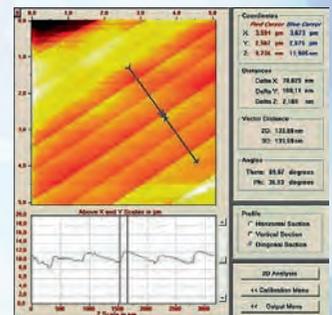


## Wafers



## Substrates Custom Parts

## Analytical Services



## Sputter Targets PLD Targets Custom Crystal Growth

## SurfaceNet GmbH

Oskar-Schindler-Ring 7 · 48432 Rheine – Germany  
Telefon +49 (0)5971 4010179 · Fax +49 (0)5971 8995632  
sales@surfacednet.de · www.surfacednet.de

## 50 Jahre Kristallographie in Freiburg. Bericht über das Festkolloquium anlässlich des 50-jährigen Bestehens der Kristallographie in Freiburg

T. Sorgenfrei, A. Cröll, Kristallographie, Universität Freiburg



Die zahlreichen Besucher des Festkolloquiums (vorn u.a. Jeff Derby, Wolfgang Schmahl, Peter Dold)  
Foto: T. Jauß

Am 31. Oktober 2014 feierte die Kristallographie an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg im Rahmen eines Festkolloquiums ihr 50-jähriges Bestehen – passenderweise im Internationalen Jahr der Kristallographie der UNESCO. Im Rahmen dieses Festkolloquiums wurden den ca. 150 nationalen und internationalen Teilnehmern Beiträge aus den unterschiedlichsten Fachbereichen (und Epochen) der Kristallographie geboten.

Das Festkolloquium wurde mit Grußworten durch Prof. Dr. Gunther Neuhaus in seiner Funktion als Prorektor für Forschung der Albert-Ludwigs-Universität und Prof. Dr. Thomas Kenkmann als Prodekan der Fakultät für Umwelt und Natürliche Ressourcen eröffnet. Im Anschluss daran berichtete Prof. Dr. Arne Cröll über den geschichtlichen Werdegang der Kristallographie am Standort Freiburg. Im Jahre 1964 wurde das Kristallographische Institut an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg gegründet, damals in der Geowissenschaftlichen Fakultät. Nach Prof. Dr. Siegfried Haussühl (1964-1966), Prof. Dr. Rudolf Nitsche (1968-1988) und Prof. Dr. Klaus-Werner Benz (1988-2003) ist seit 2003 Prof. Dr. Arne Cröll Inhaber des Lehrstuhls für Kristallographie. Die Hauptinteressen des Lehrstuhls liegen nach wie vor in der Züchtung und Charakterisierung von Einkristallen, speziell zur Optimierung der Eigenschaften von Halbleitermaterialien, aber auch in der Untersuchung neuer Materialien, wie z.B. für Strahlungsdetektoren oder für die Energiekonversion. Hierzu werden Züchtungsexperimente unter terrestrischen und Mikrogravitationsbedingungen ( $\mu\text{g}$ ) sowie im Vergleich mit externen Feldern durchgeführt. Die  $\mu\text{g}$ -Forschung hat in Freiburg eine jahrzehntelange Tradition - seit 1983 hat die Kristallographie an 21 erfolgreichen Weltraummissionen sowie 3 Parabelflugkampagnen teilgenommen. Die sagenumwobene „ $\mu\text{g}$ -Tür“, die als Referenz der vergangenen Weltraummissionen mit Freiburger Beteiligung überraschend bekannt ist, wird bis heute weiter aktualisiert.



Begeisterung bei der Übergabe des Geburtstagsgeschenks des Fraunhofer IISB, vertreten durch Maral Azizi, an Arne Cröll  
Foto: T. Jauß

Im Anschluss daran berichtete der frühere Institutsleiter Prof. Dr. Klaus-Werner Benz, der auch einer der Gründungsdirektoren des Freiburger Materialforschungszentrums FMF ist, über Kristallographie und Kristallzüchtung und die Meilensteine und Herausforderungen, die dieses Feld mit sich bringt und brachte. Er begann seinen Vortrag mit zwei Goethe-Zitaten zur Kristallographie aus dem Roman Wilhelm Meisters Wanderjahre, die durchaus für Erheiterung sorgten:

*„Die Kristallographie als Wissenschaft betrachtet gibt zu ganz eigenen Ansichten Anlass. Sie ist nicht produktiv, sie ist nur sie selbst und hat keine Folgen, besonders nunmehr, da man so manche isomorphe Körper angetroffen hat, die sich ihrem Gehalte nach ganz verschieden erweisen. Da sie eigentlich nirgends anwendbar ist, so hat sie sich in dem hohen Grade in sich selbst ausgebildet. Sie gibt dem Geist eine gewisse beschränkte Befriedigung und ist in ihren Einzelheiten so mannigfaltig, dass man sie unerschöpflich nennen kann, deswegen sie auch vorzügliche Menschen so entschieden und lange an sich festhält.“*



Peter Rudolph

Foto: T. Jauß

*„Etwas Mönchisch-Hagestolzenartiges hat die Kristallographie und ist daher sich selbst genug. Von praktischer Lebenswirkung ist sie nicht; denn die köstlichsten Erzeugnisse ihres Gebiets, die kristallinen Edelsteine, müssen erst zugschliffen werden, ehe wir unsere Frauen damit schmücken können.“*

Im weiteren Verlauf des Vortrags von Prof. Benz sowie in den nachfolgenden Vorträgen des Symposiums konnte dann natürlich gezeigt werden, dass Goethe hier ausnahmsweise nicht ganz richtig lag und die „praktische Lebenswirkung“ der Kristallographie heutzutage eben doch sehr erheblich ist! Der stellvertretende Vorsitzende der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e.V. (DGKK) Dr. Wolfram Miller (IKZ Berlin) erinnerte in seinem Vortrag daran, dass die Freiburger Kristallographen - beginnend mit Prof. Nitsche und Prof. Haussühl als 2 der 13 Gründungsmitglieder - immer gut in der DGKK vertreten und engagiert waren. Auch die Gründung der Jungen DGKK zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses hat ihre Wurzeln in Freiburg.

Ein Geburtstagsgeschenk in Form eines G1-VGF-Silizium-Blocks wurde Prof. Cröll vom Fraunhofer IISB in Erlangen, vertreten durch Dr. Maral Azizi, überreicht. Frau Dr. Azizi berichtete zudem in ihrem Vortrag über die langjährige und fortlaufende Kooperation von Freiburg und Erlangen auf dem Gebiet der Kristallzüchtung unter  $\mu\text{g}$ , mit dem Ausblick auf zwei gemeinsame  $\mu\text{g}$ -Experimente in 2015.



Jeff Derby

Foto: T. Jauß

Prof. Dr. Wolfgang Schmahl, Vorsitzender der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie (DGK) und Lehrstuhlinhaber Kristallographie an der LMU München, entführte die Zuhörer dann in einem mitreißenden Vortrag in ein ganz anderes Gebiet der Kristallographie, in die von Organismen gesteuerten Kristallisation am Beispiel von Muscheln und Brachiopoden.

Prof. Dr. Susan Schorr (FU Berlin) zeigte in ihrem Vortrag mit dem sehr aktuellen Thema „Thin film solar cells - Crystallography from A to Z“, dass es tatsächlich zu jedem Buchstaben im Alphabet eine Fragestellung zum Thema Kristallographie, Kristallzüchtung und Schichtwachstum gibt.

Als letzter Redner vor der Mittagspause berichtete Prof. Dr. Peter Dold vom Fraunhofer CSP in Halle, ein ehemaliger Freiburger, in eindrucksvollen Bildern über die bewegte Geschichte der Float-Zone-Methode bis heute, vorrangig bezogen auf die Züchtung von Siliziumeinkristallen.

In der Mittagspause hatten die Teilnehmer, speziell die Alumni der Kristallographie, dann die Möglichkeit, Erinnerungen an vergangene Mittagspausen in einer der Universitätsmensen wieder aufleben zu lassen. Da sich in den vergangenen Jahrzehnten tatsächlich wenig verändert hat, war das ganze sehr authentisch.

Die Nachmittagssession wurde von Prof. Dr. Peter Rudolph (CTC Berlin) eröffnet, der mit seinem Vortrag unter dem Titel „Defect understanding and mastering - a permanent challenge for crystal growers“ eindrucksvoll darstellte, dass es im

Bereich der Kristallzüchtung immer noch viel zu tun und zu verstehen gibt.

Im Anschluss daran sprach als internationaler Gast Prof. Jeffrey J. Derby von der University of Minnesota. In seinem kurzweiligen und interessanten Vortrag gelang es ihm, die unverzichtbare Rolle der Simulation in der heutigen Kristallzüchtung eindrucksvoll zu presentieren.

Prof. Dr. Wolfgang Neumann (Humboldt-Universität zu Berlin und Editor-in-Chief CRT) entführte die Teilnehmer dann in die fantastische Welt der Nanokristalle und presentierte faszinierende elektronenmikroskopische Bilder von verschiedensten Kristallen.

Der darauf folgende Beitrag stammte wieder aus Freiburg - seit der Gründung der Kristallographie gibt es eine enge Kooperation und Zusammenarbeit zwischen Kristallographie und Anorganischer Chemie an der Universität in Freiburg, und so berichtete Prof. Dr. Harald Hillebrecht vom Lehrstuhl für Anorganische Festkörperchemie über verschiedene aktuelle Ergebnisse dieser Zusammenarbeit, so z.B. ber neue Strukturen im Bereich der Carbide und Boride.

Der letzte wissenschaftliche Beitrag kam von Dr. Georg Bischopink von der Robert Bosch GmbH, ebenfalls ein Absolvent der Freiburger Kristallographie. In seinem Vortrag wurde die vielseitige Einsetzbarkeit von Silizium als Material für mikromechanische Systeme eindrucksvoll herausgestellt.

Während des Festkolloquiums fand im Foyer des Tagungssaales zusätzlich eine Posterausstellung statt, die mit ca. 25 Postern die aktuellen Forschungsgebiete und -ergebnisse der Kristallographie Freiburg presentierten.

Am Abend trafen sich die Teilnehmer des Festkolloquiums im Stadthotel Kolpinghaus, wo zu einem zünftigen „Badischen Buffet“ geladen wurde. Dort zeigte zwischen Hauptgang und Dessert Dr. Egbert Keller, ein ehemaliger Mitarbeiter des „KI“, in einem „sehr wissenschaftlichen“ Beitrag auf, dass in 50 Jahren Institutsgeschichte einige Bilder entstehen, die den Saal so zum Lachen brachten, dass sogar Tränen flossen.

Für Interessierte wurde am kommenden Vormittag eine Institutsfuhrung durch das „neue“ Quartier der Kristallographie (seit 2005) in der Hermann-Herder-Straße 5 sowie die Labore des FMF angeboten. Weiterhin bestand die Möglichkeit, das alte „provisorische“ Quartier der Kristallographie von 1964-2004 in der Hebelstr. 25 noch einmal zu besuchen, auch wenn dies mittlerweile von anderen Bereichen der Universität genutzt wird. Diese Gelegenheiten wurden von ca. 70 Teilnehmern wahrgenommen.

Die unerwartet hohe Teilnehmerzahl an diesem Festkolloquium hat die Organisatoren sehr gefreut. An dieser Stelle gilt der Dank nochmal allen deutschen und internationalen Rednern und allen Personen, die an der Organisation dieser Veranstaltung beteiligt waren.

## Stellenmarkt

### Diplom-Kristallograph mit umfangreicher Berufserfahrung

bietet Ihnen für ein gesuchtes Anstellungsverhältnis seine Fachkompetenzen in der Kristallzüchtung aus der Schmelze an. Diese umfassen u.a.

- Teamleitung (kooperativer Führungsstil, Schaffung leistungsfordernder Rahmenbedingungen),
- Projektleitung (zielorientiert, strukturiert, betriebswirtschaftlich),
- fundiertes Expertenwissen im Messen, Steuern, Regeln bei hohen und tiefen Temperaturen sowie bei hohem Druck oder Vakuum,
- den korrekten Umgang mit Giften und berwachungspflichtigen Anlagen.



Dietmar Jockel

+49 176 49 46 05 60

jockel-d@t-online.de

## DGKK-Fokus

### „23rd Congress and General Assembly of the International Union of Crystallography“, 5.-12. August 2014 Montréal, Québec, Canada

D. Klimm, Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ) Berlin



Opening speech by UNESCO Scientific Director Prof. Maciej Nalecz  
Foto: H. Dabkowska



Newly elected Executive Committee and Executive Secretary of IUCr  
Foto: H. Dabkowska

Am 12. Juli 2012 beschloss die Vollversammlung der Vereinten Nationen in ihrer Resolution 66/248, das Jahr 2014 als „Internationales Jahr der Kristallographie“ zu begehen. Dies hat seinen Grund insbesondere im 100-jährigen Jubiläum der Verleihung des Nobelpreises an Max von Laue „für seine Entdeckung der Beugung von Röntgenstrahlen an Kristallen“. Dieses auch als „Geburtsstunde der modernen Kristallographie“ bezeichnete Ereignis kann gar nicht genug gewürdigt werden; denn es war und ist unverzichtbare Voraussetzung für unser heutiges Verständnis vom Aufbau fast aller festen Materie als regelmäßige („translationssymmetrische“) Stapelung identischer „Elementarzellen“ im 3-dimensionalen Raum.

Man könnte vermuten, dies wäre heute nur noch wissenschaftshistorisch interessant – aber dem ist nicht so! Kristallographische Arbeitsmethoden wurden im Laufe eines Jahrhunderts enorm weiter entwickelt, aber bereits 1915 erfolgte die Verleihung des nächsten Nobelpreises an William Henry Bragg und seinen Sohn William Lawrence „für ihre Verdienste um die Erforschung der Kristallstrukturen mittels Röntgenstrahlen“. Es wurden bisher 29 Nobelpreise verliehen, die

einen deutlichen Bezug zur Kristallographie haben, und zwar in der Regel für Physik oder Chemie. Der Nobelpreis 1962 für „Physiologie oder Medizin“ ging an Crick, Watson, Wilkins für „die Entdeckung der helikalen Struktur der DNA“ und zeigte den Weg auf, der heute fast jeglichen Fortschritt in Strukturbiologie und Pharmakologie ermöglicht: Aus lebenswichtigen Komponenten wie zum Beispiel Enzymen sowie potenziellen medizinischen Wirkstoffen werden Mikrometer-„große“ Kristalle hergestellt, und daraus erhaltene Beugungsmuster von Röntgen-, Elektronen, oder anderer Strahlung gestatten die Beobachtung vieler biologischer Vorgänge auf nahezu atomarer Skala. Inzwischen funktioniert dies teilweise schon mit einzelnen Molekülen. Ohne solche Untersuchungen wird heute nahezu kein moderner Arzneiwirkstoff mehr entwickelt!

Auf dem diesjährigen IUCr-Kongress in Montréal tauschten fast 2500 Wissenschaftler aus 67 Ländern, vom Doktoranden bis zum Nobelpreisträger, ihre Forschungsergebnisse aus. Es ist mir unmöglich, hier einen auch nur annähernden Überblick über den gesamten Kongress mit seinen 703 (!) Vorträgen und über 1000 Postern zu geben.



Fire and water fountain in front of the Congress Center in Montreal  
Foto: H. Dabkowska



D. Klimm's session

Foto: H. Dabkowska

Insbesondere muss hier eine Beschränkung auf anorganische Substanzen erfolgen, weil dies dem eigenen Arbeitsgebiet entspricht. Eindrucksvoll wurde der Stand kristallographischer bildgebender Verfahren z.B. von John Miao (UCLA) in einem Video demonstriert, welches einige 1000 Platin-Atome in einem wenige Nanometer großen Kristall zeigt, der einige Kristallbaufehler („Defekte“) enthält.

Das Video ist auch über Youtube zugänglich, und ich empfehle es: <https://www.youtube.com/watch?v=yqLglaz1L0#t=124>.

Dan Shechtman berichtete die Geschichte seiner Entdeckung sogenannter Quasikristalle, für die er 2011 mit dem Nobelpreis geehrt wurde. Dies sind Strukturen, welche nicht den oben erwähnten Regeln der Translationssymmetrie folgen und die bis zu Shechtmans Entdeckung für völlig unmöglich gehalten wurden. Tatsächlich vertrat bis zu seinem Tode im Jahre 1994 der zweifache Nobelpreisträger Linus Pauling (der erste Preis in Chemie „für seine Forschungen über die Natur der chemischen Bindung und deren Anwendung zur Erhellung der Strukturen von komplexen Substanzen“, also auch Kristallographie) die Meinung „Es gibt keine Quasikristalle, nur Quasi-Wissenschaftler“. Wir wissen heute, dass Pauling irrte, es sind sogar Quasikristalle im Zentimeter-Maßstab züchtbar. Trotzdem konnten Quasikristalle bis vor kurzem noch als hübsche Exoten abgetan werden. Eine Vielzahl von Beiträgen auf dem IUCr-Kongress zu als „Multiferroika“ bezeichneten Materialien machte aber deutlich, dass Quasikristalle und die zu deren Beschreibung nötige kristallographische Theorie möglicherweise bald große praktische Relevanz erhalten werden. „Multiferroika“ koppeln elektrische mit magnetischer Polarisation und sind als zukünftige Datenspeicher mit enormer Speicherdichte denkbar. Viele Beiträge demonstrierten, dass multiferroische Effekte oft gerade dann stark sind, wenn die Translationssymmetrie im Material „inkommensurabel“ gestört ist, wie dies auch für Quasikristalle zutrifft. Zur Erlangung weiteren wissenschaftlichen Fortschrittes sind hier aber mehr Messungen an relevanten Substanzen nicht ausreichend: Unser bisheriges theoretisches Rüstzeug beschränkt sich in der Regel auf den 3-dimensionalen Raum. Wie oben gesagt besitzen Quasikristalle dort aber keine Translationssymmetrie, was die Anwendbarkeit vieler

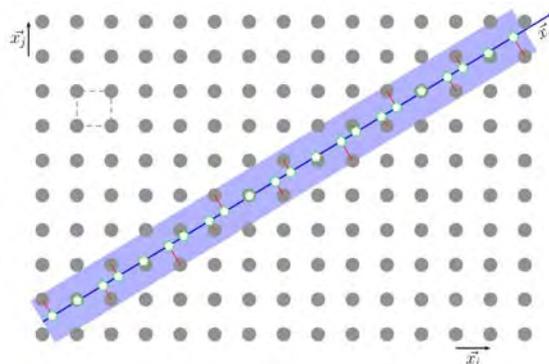


Abbildung 1: Die Projektion von translationssymmetrischen Gitterpunkten aus einem höherdimensionalen Raum ( $x_i, x_j$ ) in einen niederdimensionalen Raum (hier eindimensional  $x_q$ ) liefert in irrationalen Richtungen quasiperiodische Punktabstände. „Lange“ und „kurze“ Abstände zwischen den hier durch 5-Ecke dargestellten Projektionen wechseln dann im Rhythmus einer Fibonacci-Folge.

etablierter kristallographischer Methoden einschränkt. Inzwischen ist bekannt, dass Quasikristalle in „Superräumen“ mit bis zu 6 Dimensionen translationssymmetrisch sind. Das, was wir sehen, ist demnach nur die Projektion aus dem Superraum in unsere 3-dimensionale Welt (Abbildung 1).

Dies alles ist zwar schwer vorstellbar, aber mathematisch prinzipiell beherrschbar. Es gibt jedoch großen Bedarf an der Entwicklung geeigneter theoretischer und messtechnischer Methoden zur quantitativen Beschreibung des Super-raumes. Das ist reichlich Arbeit für zukünftige Generationen von Kristallographen. Umso erschreckender ist, dass gerade in Deutschland als einem der Horte der Kristallographie die Ausbildung von Kristallographen in den letzten Jahren dramatisch reduziert wurde. Dies verheißt nichts Gutes für die Zukunftstauglichkeit deutscher Materialforschung. Auch die Berliner Universitäten reihen sich in diese traurige Bilanz ein; in der Regel der Fälle wird eine freiwerdende kristallographische Professorenstelle entweder völlig gestrichen oder von „großen Fächern“ wie Physik oder Chemie geschluckt, die der Meinung sind, die Kristallographie-Ausbildung nebenbei mit erledigen zu können. Es ist zu befürchten, dass sich dies rächen wird.



IUCr Commission of Crystal Growth and Characterization of Materials at the evening session  
Foto: H. Dabkowska



Congress closing ceremony

Foto: H. Dabkowska

## Rückblick auf das Jahr der Kristallographie

W. Miller, Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ) Berlin

2014 war das Jahr der Kristallographie mit zahlreichen Aktivitäten weltweit. Insbesondere die International Union of Crystallography (IUCr) organisierte bzw. koordinierte viele Aktionen. Das Mitglied des Executive Committee der IUCr, Hanna Dabkowska, gibt dazu einen kleinen Überblick in dem folgenden Bericht. Aus Anlass des Jahres der Kristallographie veranstaltete die DGKK zusammen mit der DGK einen Kristallzüchtungswettbewerb für Schulen, über den in einem weiteren Beitrag berichtet wird.

Das Jahr 2015 ist übrigens das Jahr des Lichts, und auch hier spielen natürlich Kristalle eine große Rolle. Auf deutscher Seite sind weitere Informationen unter <http://www.jahr-des-lichts.de/> zu finden.

Der Vollständigkeit halber ist hier die am 3. Juli 2012 von der UN-Generalversammlung verabschiedete Resolution zum Jahr der Kristallographie abgedruckt:

### **Die Generalversammlung**

**unter Hinweis** auf die Resolution 1980/67 des Wirtschafts- und Sozialrats vom 25. Juli 1980 über internationale Jahre und Jahrestage und die Resolutionen der Generalversammlung 53/199 vom 15. Dezember 1998 und 61/185 vom 20. Dezember 2006 über die Verkündung internationaler Jahre, **in der Erkenntnis**, dass unser Verständnis der materiellen Beschaffenheit der Welt vor allem auf unseren Kenntnissen der Kristallographie gründet,

**betonend**, dass die Vermittlung von Kenntnissen und die Anwendung der Kristallographie unverzichtbar für die Bewältigung von Herausforderungen wie Krankheiten und Umweltproblemen sind, da sie Protein- und Kleinmolekülstrukturen liefert, die für die Entwicklung von in der Medizin und für die öffentliche Gesundheit wesentlichen Wirkstoffen geeignet sind, sowie Lösungen für Pflanzen- und Bodenkontamination bietet,

**in der Erwägung**, dass die Kristallographie in unserem Alltag, bei der Entwicklung moderner Medikamente, in der Nanotechnologie und in der Biotechnologie allgegenwärtig ist und der Entwicklung sämtlicher neuer Materialien, von der Zahncreme bis zum Flugzeugteil, zugrunde liegt,

**sowie in der Erwägung**, dass die Kristallographie bedeutende wissenschaftliche Errungenschaften zu verzeichnen hat, was sich an den dreiundzwanzig Nobelpreisen zeigt, die auf diesem Gebiet verliehen wurden, und weiter einen Nährboden für neue und vielversprechende Grundlagenforschung bietet,

**ferner in der Erwägung**, dass im Jahr 2014 der hundertste Jahrestag des Entstehens der modernen Kristallographie und

der Erkenntnis, dass sie das wirkungsvollste Instrument zur Bestimmung der Struktur von Materie darstellt, begangen wird,

**sich dessen bewusst**, dass das Jahr 2014 Gelegenheit bietet, die internationale Zusammenarbeit im Rahmen des fünf- undsechzigsten Jahrestags der Gründung der Internationalen Union für Kristallographie zu fördern,

**im Hinblick** darauf, dass die Idee, 2014 zum Internationalen Jahr der Kristallographie zu erklären, in Fachkreisen weltweit auf breite Zustimmung gestoßen ist,

**in Anerkennung** der führenden Rolle der Internationalen Union für Kristallographie, eines Organs, das dem Internationalen Rat für Wissenschaft angehört, bei der weltweiten Koordinierung und Förderung der auf internationaler, regionaler und nationaler Ebene unternommenen Aktivitäten auf dem Gebiet der Kristallographie,

**1. beschließt**, das Jahr 2014 zum Internationalen Jahr der Kristallographie zu erklären;

**2. bittet** die Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur eingedenk der Bestimmungen in der Anlage zur Resolution 1980/67 des Wirtschafts- und Sozialrats, die Durchführung des Internationalen Jahres der Kristallographie in Zusammenarbeit mit den Regierungen, der Internationalen Union für Kristallographie und den ihr angeschlossenen Organisationen in aller Welt, den zuständigen Organisationen des Systems der Vereinten Nationen, dem Internationalen Rat für Wissenschaft sowie den sonstigen maßgeblichen nichtstaatlichen Organisationen zu erleichtern, bittet die Organisation der Vereinten Nationen für Erziehung, Wissenschaft und Kultur außerdem, die Generalversammlung über die dabei erzielten Fortschritte auf dem Laufenden zu halten, und betont, dass die Kosten aller Aktivitäten, die sich aus der Durchführung dieser Resolution ergeben und über das derzeitige Mandat der federführenden Organisation hinausgehen, durch freiwillige Beiträge, auch aus dem Privatsektor, gedeckt werden sollen;

**3. ermutigt** alle Mitgliedstaaten, das System der Vereinten Nationen und alle sonstigen Akteure, das Internationale Jahr der Kristallographie zur Förderung von Maßnahmen auf allen Ebenen zu nutzen, die darauf abzielen, das Bewusstsein der Öffentlichkeit für die Bedeutung der Kristallographie zu schärfen und weiten Kreisen den Zugang zu neuen Erkenntnissen und Aktivitäten auf dem Gebiet der Kristallographie zu erschließen.

## 2014 the International Year of Crystallography (IYCr)

As many of you know, the year 2014 was declared - by the United Nations (UN) Assembly - as the International Year of Crystallography (IYCr). UN invited the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) to facilitate implementation of the Year and encouraged all Member States, the United Nations system and all other parties to promote awareness of the IYCr and of the importance of the science of crystallography. This declaration is a recognition of the broad impact of crystallography on many fields of science and of the benefits of crystallography to society as a whole.

The IYCr Opening Ceremony took place on January the 20<sup>th</sup> in UNESCO Hall in Paris <http://iycr2014.org/events/other/iycr2014-opening-ceremony>. It was co-organized by the International Union of Crystallography (IUCr) (<http://www.iucr.org>) and UNESCO.

Brian Kobilka and Jenny Glusker, David Bish and David Blake were among chosen speakers presenting talks about the past and recent applications of crystallography in different areas of science, from antibiotics and proteins to the art and the Universe.

Crystallography provides the basis for the future development of physics, chemistry, biology, mineralogy and materials science. In the Crystal Growth community we all understand that crystallography has a strong impact on materials research as it creates a background for understanding old and creating new substances. All sophisticated materials and many methods facilitating progress in investigating them are - at some point - a subject of detailed crystallographic assessment. What is even more important, the modification of the properties can be achieved only if we understand their basic structure and atomic interactions. This is done by many methods - such as electron microscopy, neutron and X-ray diffraction or magnetic resonance - also under extreme conditions (at high or low temperatures or pressure). All these methods depend on a crystallographic background. Assessment of defects in crystals and their behaviour in different conditions is also promoted by the development and continuous updating of new methods created in crystallographic laboratories.

The IUCr consists of 42 Adhering Bodies, representing either countries or groups of countries. In 9 scientific, high impact journals (<http://journals.iucr.org/>) IUCr promotes publication of crystallographic research to facilitate standardization of methods, units, nomenclatures and symbols and to form a platform for analysing the relations of crystallography to other sciences. These on-line journals are distributed to all leading libraries around the world.

Since its creation in 1948 the IUCr has organized, sponsored and supported many interdisciplinary meetings and schools - always nurturing collaboration between crystallographers worldwide and creating new focal points for the relationship of crystallography to other sciences (see <http://www.iucr.org/iucr/sponsorship>). The scientific work of the IUCr is conducted through 23 Commissions. Members of the Commission on Crystal Growth and Characterization of Materials were over the years strongly involved in organizing many crystal growth schools and meetings supported by IUCr.

In many member countries, National Committees for Crystallography have developed excellent materials to educate and illustrate the impact of crystallography on our society. The IYCr is used by the IUCr as an opportunity to identify and organize all these materials for broader use. Please visit IYCr <http://iycr2014.org/> web site, used for distribution of these materials, some of which may provide inspiration for exhibitions and demonstrations targeting wide range of communities.

Please go again to the IYCr website and check the plethora of activities which the scientific communities around the world have organized. German scientists (as usual in front of the crowd) did a wonderful job organizing more than 15 events to celebrate IYCr. Some of those events are for scientists, some for school children and some for the general public. There are meetings, special symposiums and exhibitions. You can find more information about all this on the IYCr website, under Activities, where German activities are posted by Susann Schorr ([susan.schorr@helmholtz-berlin.de](mailto:susan.schorr@helmholtz-berlin.de)).

For the crystal growers, there is a specially designed forum to present interesting artificially grown crystals (<http://iycr2014.org/participate/crystal-growing>). It would be great if you contribute your favourite photo. Crystals presented there do not have to be perfect or unique. We just want to hear your story about creating them and to make sure that they can be admired by everybody. It is not a competition with scientific journals.

For the future crystal growers there is plenty of information, on IYCr (<http://iycr2014.org/participate/crystal-growing-competition>) or ACE <http://www.amercrystalassn.org/content/pages/main-education> websites, how to start growing crystals at schools or even at home. If your child - or his/her teacher - wants to get involved in growing spectacular crystals they can find there funny but always educational information. And it is never too late or too early to enjoy the crystal growth....

For IYCr celebrations there were also the IUCr -UNESCO summit meetings in Karachi (Pakistan), in Campinas (Brazil) and in Bloemfontein (South Africa) bringing together scientists from countries in three widely separated parts of the world, using a common crystallographic theme. They were attended by scientists in academia and industry but also by science administrators. The idea was to connect the countries which have been divided on the basis of geography, ethnicity, religion and politics. These meetings focused on high level science, also highlighting the difficulties and problems of conducting competitive scientific research in different parts of the developing world.

There is so many events around the world celebrating 2014 as the IYCr. We strongly believe that all the buzz created will help promote science, scientific thinking and collaboration between both, crystallographers and crystal growers around the world. We also hope that this will not end this December but it will continue in the years to come.

See you on the next crystal growth or crystallographic meeting! Lets celebrate the International year of Crystallography together!

*Hanna Dabkowska,  
IUCr Executive Committee and the Secretary of IOCG*

## Schulwettbewerb „Wer züchtet den schönsten Kristall?“

W. Miller, Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ) Berlin

Im internationalen Jahr der Kristallographie haben die Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung (DGKK) und die Deutsche Gesellschaft für Kristallographie (DGK) zum 1. Deutschen Kristallzüchtungswettbewerb für Schülerinnen und Schüler aufgerufen.

Die Initiative hierzu kam von Peter Gille (Ludwig-Maximilian-Universität München), der sich durch ähnliche Wettbewerbe in anderen Ländern inspirieren ließ. So wird z. B. in Belgien seit dem Jahr 2000 ein Kristallzüchtungswettbewerb für Oberschulen durch das Nationale Komitee für Kristallographie durchgeführt (<http://chem.kuleuven.be/bcc/>).

Ende Februar wurde der Aufruf über unterschiedliche Internetseiten und Email-Verteiler bekanntgegeben. Die Resonanz war groß, und insgesamt gab es 262 Anmeldungen für 343 Gruppen.

Am 1. Mai 2014 wurde dann das Geheimnis der Substanz: es sollte ein Kali-Alaun aus der wässrigen Lösung gezüchtet werden, präziser ein  $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$ -Kristall. Kali-Alaun bildet kubische Kristalle, deren äußere Gestalt eine Kombination von Oktaeder, Würfel und Rhombendodekaeder ist. So wurden dann insgesamt 1120 Chemikalienpäckchen à 250 g mit Anleitungen und Hinweisen verschickt.

Die Gruppen konnten also mehr als einen Versuch starten, um zu schönen und großen Kristallen zu gelangen. Die Gruppen waren dabei von sehr unterschiedlicher Größe: von EinzelexperimentatorInnen bis zu ganzen Schulklassen mit z.T. 30 SchülerInnen.

Die Jahrgangsstufen deckten die gesamte Schulkarriere ab: Grundschule ab 1. Klasse bis zu AbiturientInnen; sogar eine Kindergartengruppe nahm teil. Insgesamt waren es Teilnehmer aus 139 Schulen, wobei auch eine Schweizer Schule

Die Preisträger sind:

### 1. Platz

**Johanna Hofmann**

aus der **6. Klasse\* des Elisabeth-Gymnasiums**

(<http://www.elg-halle.de>) in Halle (Saale).

Betreuerin: Beate Kretschmer

**27 Schüler der Klasse 8b\***

des **Feodor-Lynen-Gymnasiums**

(<http://www.flg-online.de/>) in Planegg

Betreuer: Florian Johannes

### 2. Platz

**Ruth Tschertter**

aus **12. Klasse\*** der **Georg Kerchensteiner Schule**

(<http://www.gks.fr.bw.schule.de/>) in Müllheim

Betreuer Otto Schäfer

**Janina Heislmeier und Clara Braun**

aus der Klasse 8c\* des **Korbinian-Aigner-Gymnasiums**

(<http://www.kag-erding.de>) in Erding

Betreuer Markus Frisch

### 3. Platz

**7 Schüler (10. und 11. Klasse\*)**

aus der **Akademie des Jakob-Bruckner-Gymnasiums**

(<http://jakob-brucker-gymnasium.de/>) in Kaufbeuren

\* Die angegebenen Klassenstufen beziehen sich auf das Schuljahr 2013/14

und drei Schulen aus Italien (Südtirol) dabei waren.

Bis auf Hamburg und Mecklenburg-Vorpommern haben Schulen aus allen Bundesländern teilgenommen. Bayern stellte mit Abstand die meisten teilnehmenden Gruppen (siehe Abb. 1).

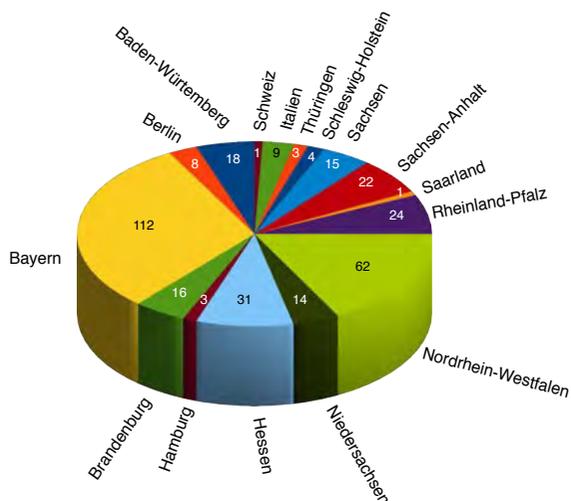


Abbildung 1: Anzahl der teilgenommenen Gruppen aus den einzelnen Bundesländern bzw. anderen Staaten.

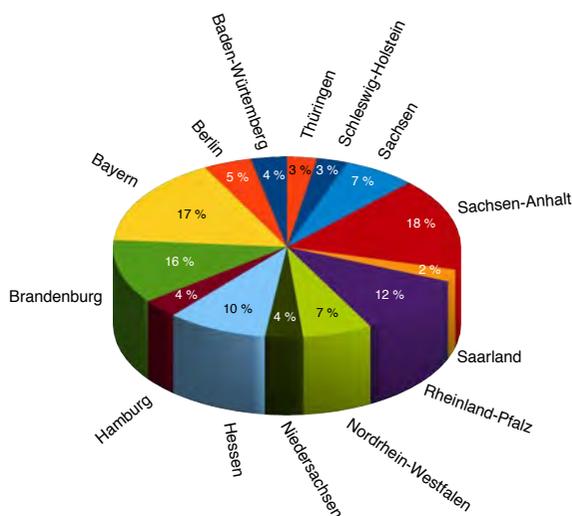


Abbildung 2: Anteil der teilgenommenen Gruppen aus den einzelnen Bundesländern bezogen auf die jeweilige Einwohnerzahl.



Die Gewinnerteams des bundesweiten Schulwettbewerbs „Wer züchtet den schönsten Kristall?“ mit ihren Auszeichnungen auf dem 5. Kongress P-/W-Seminare des Förderkreises Ingenieurstudium e.V. in Nürnberg. Vorn rechts im Bild Dr. Jochen Friedrich, Leiter der Abteilung Materialien am Fraunhofer IISB in Erlangen und Vorsitzender der DGKK.

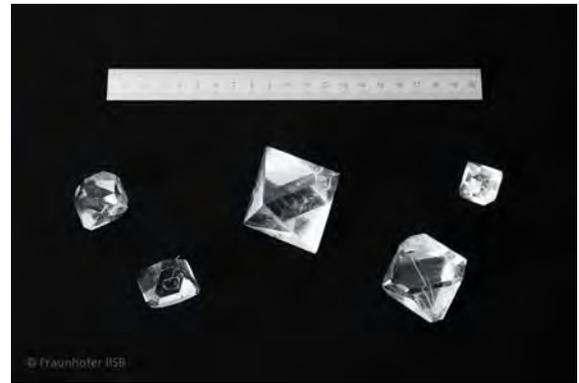
Bild: Erich Malter / Förderkreis Ingenieurstudium e.V.

Berücksichtigt man allerdings die Einwohnerzahl der einzelnen Bundesländer (gemäß <http://bundes-laender.weebly.com/> Stand 8.1.2014) relativieren sich die Unterschiede (siehe Abb. 2). In jedem Fall lässt sich sagen, dass mit einer solchen Resonanz im Vorfeld nicht gerechnet worden ist.

Bis Mitte Oktober hatten die Gruppen Zeit, Kristalle wachsen zu lassen. Bei insgesamt 78 Gruppen lagen dann Kristalle vor, die für Wert befunden wurden, eingeschickt zu werden. Die eingeschickten Kristalle wurden nach einer Vorauswahl durch eine Jury in Hinblick auf Oberflächenperfektion, Defekte, Habitus, Symmetrie der Flächen und Größe bewertet.

Der Jury gehörten Matthias Bickermann (IKZ Berlin), Christiane Frank-Rotsch (IKZ Berlin), Birgitta Meisterernst (LMU München) und Wolfram Miller (IKZ Berlin) an. Über die erreichte Punktzahl wurden fünf Kristalle für eine Preisverleihung bestimmt. Dabei wurde zweimal ein erster, zweimal ein zweiter Platz und ein dritter Platz vergeben.

Seit 8. Dezember 2014 sind die fünf prämierten Kristalle im Museum „Reich der Kristalle“ in München zu sehen. Die Preisverleihung fand am 5. Februar 2015 auf dem 5. P/W Schülerkongress des Förderkreises Ingenieurstudium e.V. in Nürnberg statt. Bis auf die Preisträgerin aus Halle waren alle



Gewinnerkristalle im bundesweiten Schulwettbewerb „Wer züchtet den schönsten Kristall?“ der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e.V. (DGKK) und der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie e.V. (DGK). V.l.n.r.: 1. Preis Elisabeth-Gymnasium Halle/Sa., 1. Preis Feodor-Lynen-Gymnasium Planegg, 2. Preis Georg-Kerschensteiner-Schule Müllheim, 2. Preis Korbinian-Aigner-Gymnasium Erding, 3. Preis Jakob-Brucker-Gymnasium Kaufbeuren.  
Bild: Fraunhofer IISB

Gruppen mit Betreuern, Schülern und teilweise darüber hinaus mit weiteren Begleitpersonen angereist. Die DGKK stellte hierfür einen Reisekostenzuschuss zur Verfügung.

Der Ministerialbeauftragte für die Gymnasien in Mittelfranken, Joachim Leisgang vom Bayerischen Kultusministerium, und Dr. Jochen Friedrich, Leiter der Abteilung Materialien am Fraunhofer IISB und Vorsitzender der DGKK, übergaben die Preise. Die Auszeichnungen bestanden aus einer Urkunde in Form eines am Fraunhofer IISB in Erlangen prozessierten Siliziumkristalls mit dem Namen der Gewinnerschule sowie einer Geldprämie. Schüler der siegreichen Gruppe aus Planegg gaben in einem kurzen Vortrag einen Einblick in ihre Vorgehensweise, um zum schönsten Kristall zu gelangen. Im Rahmen des Schülerkongresses waren alle ausgezeichneten Kristalle in Nürnberg zu sehen, bevor sie wieder zurück nach München in das Museum kamen. Sie werden auch noch in Idar-Oberstein im Deutschen Edelsteinmuseum zu sehen sein, bevor sie an ihre Züchter zurückgeschickt werden.

Die gesamte Organisation vom Registrieren der Gruppen über das Verschicken der Material-Tüten bis zum Zurücksenden der Kristalle wurde von Peter Gille und insbesondere von Birgitta Meisterernst übernommen. Für diese großartige



Die Präsentation der Sieger-Kristalle.

Foto: privat

Arbeit möchte sich der Vorstand der DGKK an dieser Stelle ganz herzlich bedanken.

Wie oben erwähnt haben an dem Wettbewerb auch drei Schulen aus Südtirol teilgenommen. So kam es, dass im Lifestyle-Magazin IN Südtirol über den Wettbewerb, die Teilnahme der Südtiroler Schulen und die Kristallographie im Allgemeinen berichtet wurde (Nr.47, Seiten 34-35).

Ferner soll an dieser Stelle angemerkt werden, dass der Betreuer der Teilnehmer der Georg Kerchensteiner Schule in Mülheim, Otto Schäfer, kein Unbekannter in DGKK-Kreisen ist. Seit 1978 betreut Otto Schäfer Schüler, die bei Jugend-

forscht teilnehmen. Dabei war die erste Arbeit im Jahr 1978 zur Ermittlung optimaler Wachstumsbedingungen am Alaun- und Seignettsalzkristall. Seit 1985 ist Otto Schäfer Mitglied der DGKK. 1987 berichtete er im Mitteilungsblatt über die an seiner Schule durchgeführten Arbeiten zur Kristallzucht. Zu dieser Zeit gab es auch eine Veröffentlichung im Journal of Crystal Growth (Vol. 78, S. 545-548). So weit sind die Arbeiten z.Z. nicht, aber die Georg Kerchensteiner Schule will Ihre Aktivitäten in Richtung Kristallzucht auf breiter Basis verstärken. Vielleicht werden bei der einen oder anderen Schule auch in Zukunft Kristallzuchtexperimente durchgeführt.

## DGKK-Nachwuchs

### Abgeschlossene Promotion an der Humboldt-Universität zu Berlin in Kooperation mit dem Leibniz-Institut für Kristallzucht (IKZ)

**Alexander Glacki: VGF growth of 4" GaAs single crystals with traveling magnetic fields**



Abbildung 1: Das Bild zeigt einen 9 kg GaAs:Si Kristall, welcher mit einem dem Wachstumsverlauf angepassten Doppelfrequenz-TMF gezüchtet wurde. Die äußerlichen Streifen stammen von Magnetfeld-Markierungen.

Neben der Verbesserung der Kristallqualität liegt der Fokus der VGF-Galliumarsenid-Züchtung in der Vergrößerung von Ausbeute und Prozesseffizienz. Die Problematik bei der Prozessintensivierung, zum Beispiel der Erhöhung von Länge und Durchmesser der Kristalle, der Anhebung der Wachstumsgeschwindigkeit oder der simultanen Züchtung mehrerer Kristalle in einem Prozess liegt im Wärme- und Massentransport in der Schmelze. Im Rahmen der Promotion sollte untersucht werden, inwiefern bei der GaAs-Herstellung die Schmelzkonvektion und die Form der fest-flüssig Phasengrenze mithilfe von Wandermagnetfeldern (TMF) positiv beeinflusst werden kann.

Es wurden Si-dotierte und undotierte 4" VGF-GaAs-Einkristalle unter dem Einfluss von Doppelfrequenz-Wandermagnetfeldern gezüchtet. Die für den Prozess benötigte Wärme und die Wandermagnetfelder wurden simultan mithilfe der kombinierten Regelung von Gleich- und Wechselströmen in einem KRISTMAG®Heizer-Magnet-Modul (HMM) erzeugt.

Die Züchtungsexperimente wurden in einer kommerziellen VGF-Anlage mit eingebautem Eintiegel-HMM und in einer neu entwickelten VGF-Anlage mit Multitiegel-HMM durchgeführt. Der Einfluss der durch die Lorentzkräfte angetriebenen Schmelze auf die Form der fest-flüssig Phasengrenze wurde innerhalb einer TMF-Parameterstudie analysiert. Im Vergleich mit Referenzkristallen, welche ohne TMF gezüchtet wurden, zeigte sich, dass die Durchbiegung der Phasengrenze durch die Anwendung eines geeigneten Doppelfrequenz-TMF um etwa 30% verringert und der Kontaktwinkel am Tiegel um etwa 10% vergrößert werden kann. Des Weiteren wurden die konventionellen Züchtungsbedingungen optimiert, indem Graphit als Suszeptormaterial durch isotropes Bornitrid ersetzt wurde. Die dadurch zusätzlich reduzierte radiale Wärmeabfuhr und die Anwendung eines TMF führten in den Kristallen zu einer nahezu durchgehend ebenen Phasengrenzform.

Zudem wurden Synergieeffekte von TMF-Anwendung und den Ansätzen zur Prozessintensivierung für die Verbesserung der Prozesseffizienz erfolgreich nachgewiesen. Auch hier wirkten sich die angewandten Magnetfelder positiv auf Prozessstabilität und Form der Phasengrenze aus. Die Kristalleinwaage konnte von anfangs 5 kg auf 9 kg erhöht werden (siehe Abb. 1), die mögliche Wachstumsgeschwindigkeit von Einkristallen wurde von 2-2.5 mm/h auf bis zu 6.0 mm/h erhöht und es wurden gleichzeitig zwei 4" GaAs:Si-Einkristalle unter dem Einfluss eines TMF in der Multitiegel-Anlage gezüchtet. Die dabei erlangte Phasengrenzform war in beiden Kristallen symmetrisch und nicht verkippelt.

In gezüchteten Si-dotierten VGF-GaAs-Einkristallen wurden sowohl die sich durch die Anwendung der Wandermagnetfelder veränderten strukturellen und elektronischen Eigenschaften

ten als auch Segregationseffekte untersucht. In Kristallen, welche ohne oder mit zu starkem TMF gezüchtet wurden, waren Wachstumsstreifen sichtbar. Wurde die magnetische Flussdichte des TMF an den Kristallisationsverlauf angepasst, konnten nahezu keine Mikroinhomogenitäten detektiert werden (Abb. 2). Die Länge der Kristallfacetten stabilisierte sich durch den Einsatz der Wandermagnetfelder. Zusätzlich konnten die Versetzungsdichten innerhalb der Kristalle durch Optimierung des thermischen Aufbaus und der Phasengrenzform signifikant reduziert werden. Mithilfe eines dem Züchtungsverlauf angepassten Doppelfrequenz-TMF wurde eine durchschnittliche EPD von  $100 \text{ cm}^{-2}$  in einem GaAs:Si-Kristall erzielt.

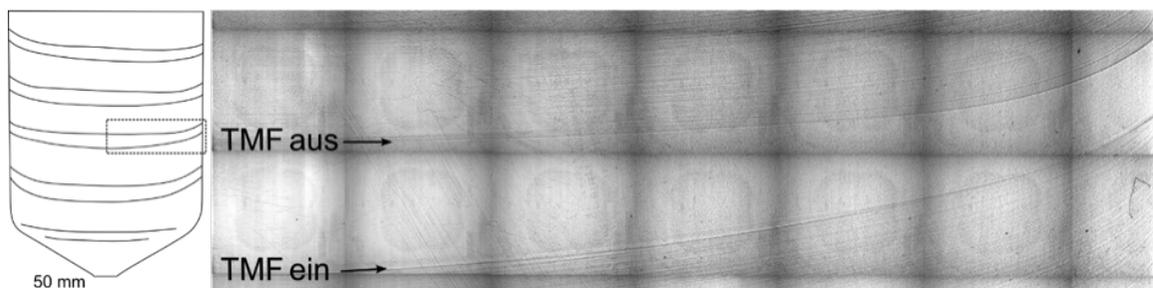


Abbildung 2: Das zusammengesetzte IR-Transmissionsbild eines Kristall-Längsschnittes in  $\langle 100 \rangle$ -Richtung zeigt das Verschwinden der Wachstumsstreifen sowie eine Reduzierung der Durchbiegung der flüssig-fest Phasengrenze durch die Anwendung von Wandermagnetfeldern während der Züchtung.

#### Kurzlebenslauf Alexander Glacki

Geburtsdatum:	05.06.1985
Geburtsort:	Karl-Marx-Stadt
Abitur:	Gymnasium Burgstädt
Studium:	2005-2011: Studium der Physik an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg, der Universität Kopenhagen und der Technischen Universität Berlin
Diplomarbeit:	Arbeitsgruppe von Prof. Dr. D. Bimberg am Institut für Festkörperphysik, TU Berlin, Thema: Quantenpunktstrukturen auf GaP-Substraten
Promotion:	2011-2014: Promotionsstudent an der Humboldt-Universität zu Berlin im Fach Physik, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)

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

- ▲ Kristallzüchtungen von Metallen, Legierungen und Oxiden
- ▲ Kristallpräparation (Formgebung, Polieren und Orientieren)
- ▲ Reinstmaterialien (99,9 – 99,99999 %)
- ▲ Substrate ( $\text{SrTiO}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{YSZ}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , etc.)
- ▲ Wafer (Si, Ge, ZnTe, GaAs und andere HL)
- ▲ Sputtertargets
- ▲ Optische Materialien (Fenster, Linsen, etc.)
- ▲ Auftragsforschung für Werkstoffe und Kristalle



# MaTeck

Im Langenbroich 20  
52428 Jülich  
**Tel.:** 02461/9352-0  
**Fax:** 02461/9352-11  
**eMail:** info@mateck.de

Besuchen Sie uns im Internet (inkl. Online-Katalog):  
**www.mateck.de**

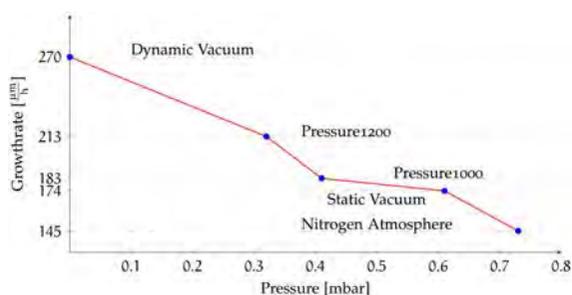
## Growth and Characterization of boron doped 3C-SiC as solar cell material

Philipp Schuh, Lehrstuhl für Elektronik und Energietechnologie der Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg, in Linköping, Schweden.

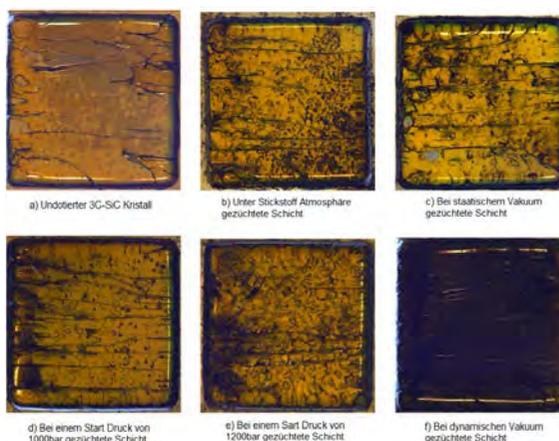
Es wurden hoch Bor-dotierte ( $>10^{18} \text{ cm}^{-3}$ ) 3C-SiC Schichten mittels der Sublimations-Epitaxie gewachsen. Das kubische Ausgangsmaterial wurde auf 4°off-axis 4H-SiC-Substraten bei unterschiedlichen Wachstumsraten gezüchtet. Anschließend wurden die Kristalle auf ihre Morphologie (DPBs und SF), Einschlüsse (4H-SiC und 6H-SiC) und optische Eigenschaften (LTPL und RTPL) hin untersucht. Das Wachstum der Bor-dotierten Schichten erfolgte unter ähnlichen Bedingungen (Temperatur-Rampe: 20 K/min, Wachstums-Temperatur:

1850°C).

Der variierende Faktor war der Druck. Aufgrund von zeitlichen Einschränkungen während der Arbeit ist es nicht möglich gewesen, alle gezüchteten Schichten zu vergleichen, darum wurde sich bei der Charakterisierung auf den Kristall mit der höchsten Bor-Dotierung, aufgrund der höchsten mittleren freien Weglänge, beschränkt. Die PL-Messungen wiesen einen Donor-Akzeptor-Paarlumineszenz-Peak in dem Bereich von 950 nm bis 1400 nm auf.



Die Abbildung zeigt die unterschiedlichen Wachstumsraten bei unterschiedlichen Druckeinstellungen während der Züchtung der Bor dotierten Schichten. Urheber/Autor: Philipp Schuh



Die Abbildung zeigt einen optischen Vergleich der 15x15mm<sup>2</sup> gewachsenen Schichten bei unterschiedlichen Druckverhältnissen und daraus resultierenden unterschiedlichen mittleren freien Weglängen und somit unterschiedlichen Bor Dotierungen. Urheber/Autor: Philipp Schuh

### Kurzbericht zum Aufenthalt in Linköping (Schweden)

Die Zusammenarbeit im Team von Dr. Mikael Syväjärvi an der Universität von Linköping unter der Aufsicht von Prof. Dr.-Ing. Peter Wellmann von der Universität Erlangen gestaltete sich als eine sehr gute Möglichkeit, sprachliche und fachliche Expertisen zu erlangen. Während der Arbeit im Team wurde erfolgreich ein Beitrag zur Erforschung des kubischen Siliziumkarbids geleistet.

Während des Aufenthalts in Linköping war meine Unterbringung im Studentenviertel Ryd angesiedelt. Ähnlich wie Erlangen weist auch Linköping eine sehr gute Fahrrad-Infrastruktur auf, wodurch es dank der geringen Größe der Stadt (42,16

km<sup>2</sup>) möglich war, alle interessanten Örtlichkeiten (Dom, Innenstadt, Universität, Stadtparks, Schloss, ...) zu erreichen. Als Verwaltungszentrum von Östergötland zählt Linköping als fünft-größte Stadt in Schweden, was mich bei einer Einwohnerzahl von ca. 104.000 stutzen ließ, ist man in Deutschland immerhin andere Größenordnungen gewöhnt. Da mein Aufenthalt in Schweden auch in den Zeitraum der vorlesungsfreien Zeit fiel, wurde auch der typische Eindruck von Schweden vermittelt. Die absolute Menschenleere. Bei einer Bevölkerungsdichte von 22 Einwohnern pro km<sup>2</sup> bei einer Fläche von ca. 440.000 km<sup>2</sup> ist das auch verständlich. Somit sind das Schönste in Schweden die vielfältige Natur und die Ruhe.

## Über die DGKK

Die Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung (DGKK) ist eine gemeinnützige Organisation zur Förderung der Forschung, Lehre und Technologie auf dem Gebiet des Kristallwachstums und der Kristallzüchtung. Sie vertritt die Interessen ihrer Mitglieder auf nationaler und internationaler Ebene.

Die DGKK ist Mitglied der Bundesvereinigung Materialwissenschaft und Werkstofftechnik e.V. (BV MatWerk).

Die DGKK veranstaltet jährlich die Deutsche Kristallzüchtungstagung, gibt zweimal jährlich das DGKK-Mitteilungsblatt heraus und unterhält eine Web-Seite ([www.dgkk.de](http://www.dgkk.de)). Die Arbeit der Gesellschaft ist in Arbeitskreisen organisiert.

### Vorsitzender

Dr. Jochen Friedrich  
Fraunhofer IISB  
Schottkystraße 10, 91058 Erlangen, Germany  
Tel.: +49-9131-761-270  
Fax: +49-9131-761-280  
E-Mail: [jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de](mailto:jochen.friedrich@iisb.fraunhofer.de)

### Stellvertretender Vorsitzender

Dr. Wolfram Miller  
Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)  
Max-Born-Str.2, 12489 Berlin  
Tel.: 030 / 6392 3074  
Fax: 030 / 6392 3003  
E-Mail: [wolfram.miller@ikz-berlin.de](mailto:wolfram.miller@ikz-berlin.de)

### Schatzmeister

Prof. Dr. Peter Wellmann  
Institut für Werkstoffwissenschaften 6  
Friedrich-Alexander-Universität (FAU)  
Martensstr. 7, 91058 Erlangen  
Tel.: 09131 / 85 27635  
Fax: 09131 / 85 28495  
E-Mail: [peter.wellmann@ww.uni-erlangen.de](mailto:peter.wellmann@ww.uni-erlangen.de)

### Schriftführerin

Dr. Christiane Frank-Rotsch  
Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)  
Max-Born-Str.2, 12489 Berlin  
Tel.: 030 / 6392 3031  
Fax: 030 / 6392 3003  
E-Mail: [christiane.frank-rotsch@ikz-berlin.de](mailto:christiane.frank-rotsch@ikz-berlin.de)

### Beisitzer

Dr. Alfred Miller  
Siltronic AG  
Johannes-Hess-Straße 24, 84489 Burghausen  
Tel.: 08677 / 83 4665  
E-Mail: [alfred.miller@siltronic.com](mailto:alfred.miller@siltronic.com)

Dr. Tina Sorgenfrei  
Kristallographie  
Institut für Geo- und Umweltnaturwissenschaften  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Hermann-Herder-Str. 5, 79104 Freiburg i. Br.  
Tel.: 0761 / 203 - 6436  
Fax: 0761 / 203 - 6434  
E-Mail: [tina.sorgenfrei@fmf.uni-freiburg.de](mailto:tina.sorgenfrei@fmf.uni-freiburg.de)

Dr. Berndt Weinert  
Freiberger Compound Materials GmbH  
Am Junger Löwe Schacht 5, 09599 Freiberg /Sa.  
Tel.: 03731 / 280 200  
Fax: 03731 / 280 106  
E-mail: [berndt.weinert@fcm-germany.com](mailto:berndt.weinert@fcm-germany.com)

### Bankverbindung:

Sparkasse Karlsruhe  
Kto.-Nr.: 104 306 19  
BLZ: 660 501 01  
IBAN DE84 6605 0101 0010 4306 19  
SWIFT-BIC: KARSDE66

### Redaktion und Anzeigen:

Dr. Wolfram Miller  
Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)  
Tel.: 030 / 6392 3074  
Fax: 030 / 6392 3003

Uwe Rehse  
Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)  
Tel.: 030 / 6392 3070  
Fax: 030 / 6392 3003  
E-Mail: [redaktion@dgkk.de](mailto:redaktion@dgkk.de)

### Redaktionsschluss:

23. März 2015

ISSN 2193-374X (Druck)  
ISSN 2193-3758 (Internet)  
Gesetzt mit pdfL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X.

### Nachrichten der DGKK, Stellenangebote, Stellengesuche:

Dr. Christiane Frank-Rotsch  
Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)  
Tel.: 030 / 6392 3031  
Fax: 030 / 6392 3003  
E-Mail: [christiane.frank-rotsch@ikz-berlin.de](mailto:christiane.frank-rotsch@ikz-berlin.de)

### Anzeigenpreise:

Die Anzeigenpreise gelten pro Anzeige in Abhängigkeit von Größe und beauftragter Anzahl ab 3/2013 für Neukunden und sind Brutto-Preise. Bitte wenden Sie sich bei Interesse an die Redaktion des Mitteilungsblattes.

### Internetredaktion:

Die Internetredaktion setzt sich gegenwärtig aus der Schriftführerin, der Webmasterin und dem Redaktionsteam des Mitteilungsblattes zusammen.

E-Mail: [internet.redaktion@dgkk.de](mailto:internet.redaktion@dgkk.de)

Sabine Bergmann  
Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)  
Tel.: 030 / 6392 3093  
Fax: 030 / 6392 3003  
E-Mail: [webmaster@dgkk.de](mailto:webmaster@dgkk.de)  
WWW: <http://www.dgkk.de>

### Mitgliedschaft:

Der Mitgliedsbeitrag kostet zur Zeit im Jahr 20 € und für Studenten ermäßigt 10 €. Beiträge für juristische Personen erhalten Sie auf Anfrage. Das Aufnahmeformular finden Sie auf der letzten Seite in diesem Heft. Sie können sich aber auch über die Internetseite der DGKK online anmelden. Dort finden Sie auch die DGKK Stichwortliste.

Anzahl Anzeigen	DGKK-Mitglieder		Nicht-Mitglieder	
	1/1 Seite	1/2 Seite	1/1 Seite	1/2 Seite
1	288,00 €	135,00 €	320,00 €	150,00 €
4	234,00 €	108,00 €	260,00 €	120,00 €

## Arbeitskreise der DGKK

### Herstellung und Charakterisierung von Massiven Halbleiterkristallen

Sprecher: Prof. Dr. Peter Wellmann  
 Institut für Werkstoffwissenschaften 6, Universität Erlangen-Nürnberg, Martensstr. 7, 91058 Erlangen  
 Tel.: 09131 85 27635 Fax: (09131) 85 28495 E-Mail: peter.wellmann@ww.uni-erlangen.de

### Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelationen

Sprecher: Prof. Dr. Andreas Erb  
 Walther-Meissner-Institut, Walther-Meissner-Straße 8, 85748 Garching  
 Tel.: (089) 2891 4228 Fax: (089) 28914206 E-Mail: Andreas.Erb@wmi.badw-muenchen.de

### Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik

Sprecher: Dr. Klaus Dupré  
 Forschungsinstitut für mineralische und metallische Werkstoffe -Edelsteine/Edelmetalle-GmbH (FEE),  
 Struthstr. 2, 55743 Idar-Oberstein  
 Tel.: (06781) 21191 E-Mail: dupre@fee-io.de

### Epitaxie von III-V-Halbleitern

Sprecher: Prof. Dr. Michael Heuken  
 Aixtron AG Aachen, Kaiserstr. 98, 52134 Herzogenrath  
 Tel.: (0241) 8909 154 Fax: (0241) 8909 149 E-Mail: m.heuken@aixtron.com

### Wachstumskinetik und Nanostrukturen

Sprecher: Dr. Wolfram Müller  
 Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Max-Born-Str. 2, 12489 Berlin  
 Tel.: (030) 6392 3074 Fax: (030) 6392 3003 E-Mail: wolfram.muller@ikz-berlin.de

### Industrielle Kristallzüchtung

Sprecher: Dr. Götz Meisterernst  
 Siltronic AG, Johannes-Hess-Straße 24, D-84489 Burghausen  
 Tel.: (08677) 83 7556 E-Mail: goetz.meisterernst@siltronic.com

### Angewandte Simulation in der Kristallzüchtung

Sprecher: Dr. Lev Kadinski  
 Siltronic AG, Johannes-Hess-Straße 24, 84489 Burghausen  
 Tel.: (08677) 83 1991 Fax: (08677) 83 7303 E-Mail: lev.kadinski@siltronic.com

## Tagungskalender

### 2015

#### 05. – 08. Mai 2015

8th Intern. Workshop on Crystalline Silicon for Solar Cells (CSSC-8)

#### Bamberg

Leitung: Christian Reimann, Stephan Riepe, Wolfram Müller  
<http://www.cssc-workshop.com/>

#### 07. – 11. September 2015

International School on Crystal Growth

#### Bologna (Italien)

Leitung: Paola Prete

#### 09. – 11. September 2015

European Conference on Crystal Growth (ECCG-5)

#### Bologna (Italien)

Leitung: Anrea Zappettini, Guiseppe Falini  
<http://www.eccg5.eu/>

#### 10. – 11. September 2015

4th French-German Oxide-Crystal- / Dielectrics- / Lasercrystal- Workshop

#### ISL, Saint-Louis, France

Leitung: Christelle Kieleck, Marc Eichhorn

#### 15. – 18. September 2015

8th International Workshop on Modeling in Crystal Growth

#### (IWMCG-8)

#### Spa, Belgium

Leitung: Francois Dupret  
<http://www.eccg5.eu/>

#### 07. – 08. Oktober 2015

Arbeitskreis „Massive Halbleiter“

#### Berlin

#### 08. – 09. Oktober 2015

Arbeitskreis „Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelationen“

#### Augsburg

#### 02. – 03. November 2015

Arbeitskreis „Industrielle Kristallzüchtung“

#### Freiberg

### 2016

#### 01. – 06. August 2016

The International Summer School on Crystal Growth (ISSCG-16)

#### Otsu, Shiga (Japan)

Leitung: Gen Sazaki  
<http://www.iccge18.jp/isscg16>

#### 07. – 12. August 2016

International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE-18)

#### Nagoya (Japan)

Leitung: Koichi Kakimoto, Yasuhiko Arakawa  
<http://www.iccge18.jp>

# Antrag auf persönliche Mitgliedschaft in der DGKK

Ich beantrage hiermit die Mitgliedschaft in der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e. V. (DGKK).

Name: \_\_\_\_\_ Vorname: \_\_\_\_\_

Titel: \_\_\_\_\_ Beruf: \_\_\_\_\_

Ich bin Student, Schüler, Auszubildner

z.Z. gültige Jahresbeiträge: 20 € (regulär), 10 € (Student, Schüler, Auszubildner)

Geburtsdatum: \_\_\_\_\_

**Dienstanschrift** (Firma, Institut, etc.):

Straße, Haus-Nr.: \_\_\_\_\_

PLZ: \_\_\_\_\_ Ort: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

**Privatanschrift :**

Straße, Haus-Nr.: \_\_\_\_\_

PLZ: \_\_\_\_\_ Ort: \_\_\_\_\_

Telefon: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_ Email: \_\_\_\_\_

**Tätigkeit, Erfahrung charakterisieren**

über die DGKK – Stichwortliste (Bitte maximal 10 Stichwortnummern angeben!)

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

zusätzlich noch 3 Begriffe (,-getrennt): \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Einverständnis zur Veröffentlichung der Daten (außer Privatdaten) über die Suchfunktion der DGKK-Homepage (<http://www.dgkk.de>) ja  nein

Ort, Datum: ..... Unterschrift: .....

**bitte per Post oder Fax an Frau Dr. Christiane Frank-Rotsch** (DGKK-Schriftführerin)  
Leibniz-Institut für Kristallzüchtung • Max-Born-Straße 2 • D-12489 Berlin  
Telefax: 030 6392 3003

Vermerke:

Mitgliedsnummer

Eintrittsdatum:   .   .

# FURNACE TECHNOLOGY LEADERSHIP

**linn**  
High Therm

info@linn.de

www.linn.de



## Induction heating

**High frequency generators** up to 100 kW, 100 kHz - 27,12 MHz. **Medium frequency inverter** up to 1000 kW, 2 - 80 kHz.

## Crystal growth system

Production of low defect SiC single crystals for high-performance, high-temperature electronics and optoelectronics. It allows for precisely defined process conditions (temperature, atmosphere) to grow up to 4" 4H and 6H SiC single crystals by physical vapour transport. System includes growth reactor, a high-stability induction heating unit (medium frequency 10 kHz/20 kW), process controller and a PC interface for monitoring and programming. Tmax 2300 °C.



## Tube furnace

3 zone vertical tubular furnace for directional solidification of metals under vacuum / protective gas atmosphere e.g. argon and nitrogen. The furnace is mounted on a linear unit and is led above the sample. The furnace is connected with a cooling tube, suitable for liquid metal loading e.g. Galn. Tmax 1850 °C. Power: appr. 8 kW. Linear unit: 3,6 mm/h to 360 mm/h. Fast cooling: appr. 100 mm/s.



## Horizontal zone melting system

for simultaneous purification of 6 Germanium ingots (length 600 mm, diameter 40 mm) in graphite boats. Production of semiconductor materials with a defined purity. Tmax: 1600 °C. Dim. of useful chamber: 6 quartz tubes, inner diameter 100 mm x 700 mm heated length. Max. induction heating power: appr. 50 kW, 25 - 30 kHz. Cleaning speed: 15 - 150 mm/h, back shift in < 2 min. Angle of inclination of the quartz tubes: 0 to 10°. Atmosphere: Nitrogen and Argon / vacuum at normal pressure.

## Micro-Crystal growth system

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

Power supply:  
Primary heater  
80 W (max. 500 W),  
secondary heater 30 W  
(max. 200 W).

## Tube furnace

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



**Special systems according to customer specifications!**

# THE TOOLS FOR YOUR WAY INTO NEW MATERIAL SPACES!



## LEVITATION MELTING FACILITY KTS

Multifunctional apparatus for preparation of ultra-clean alloys and casting rods using levitated melt in a cold crucible

- Hukin-type cold-crucible RF induction melting and casting device
- Vacuum conditions down to  $10^{-5}$  mbar, oxygen-reduced inert gas
- Temperature measurement, CCD camera and software application

## HIGH PRESSURE BRIDGMAN FURNACE SYSTEM HBS

Bridgman-type crystal growth furnace, applicable with pressures up to 150 bar in the growth chamber

- Atmosphere: oxygen or other gases
- Multiple independent temperature zones with up to 1900 °C
- Chamber dimensions according to customer specifications



## HIGH PRESSURE OXYGEN SINTERING FURNACE SYSTEM HSO

Sintering oxide rods, maintaining phases which are only stable at high  $O_2$  pressures, retreating crystals after growth

- Gases: oxygen, others also possible
- Pressure: 150 bar max.
- Temperature: 1900 °C max.



## PHASE TRANSITION MICROSCOPE PTM

High temperature microscope with a light-heated crucible: study melting, solidification or other phase transitions, search new fluxes, make fast concentration/phase diagram studies

- High-resolution observation of temperature-induced phase transitions
- Temperatures up to 1500 °C, heating/cooling rates up to 50 K/s
- Precise temperature adjustment and measurement



$Bi_2O_3$  (28 mg):  $\alpha \leftrightarrow \delta$  phase transition at 740 °C (A. Maljuk, IFW Dresden)



**SCIDRE**  
SCIENTIFIC INSTRUMENTS DRESDEN GMBH