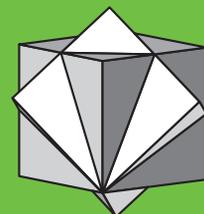


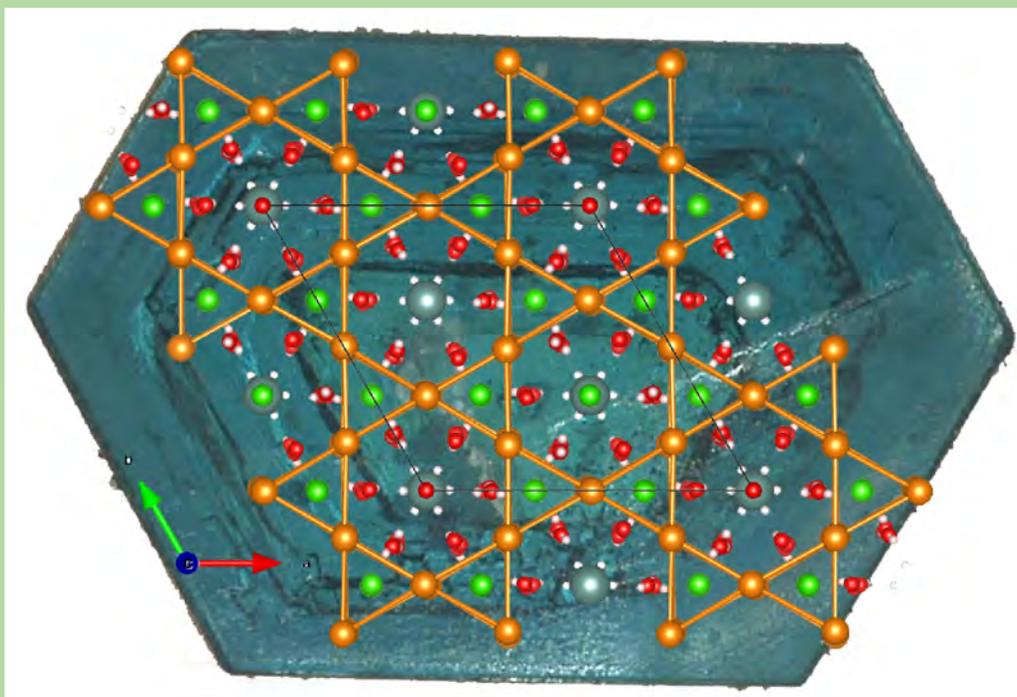


ISSN 2193-374X

Mitteilungsblatt
Nr. 105 / 2018



Deutsche Gesellschaft
für Kristallwachstum und
Kristallzüchtung e.V.

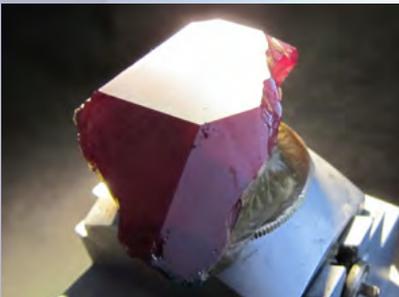


Inhaltsverzeichnis

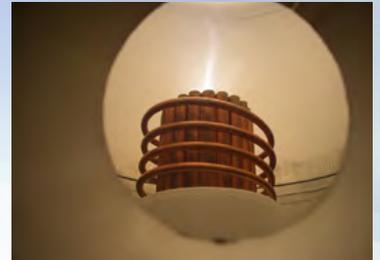
Der Vorsitzende / Editorial	4
DGKK intern	6
DGKK Personen	12
DGKK Nachrichten	21
DGKK Nachwuchs	31
Über die DGKK	34
Tagungskalender	35

SurfaceNet

Crystals



Crystal Puller

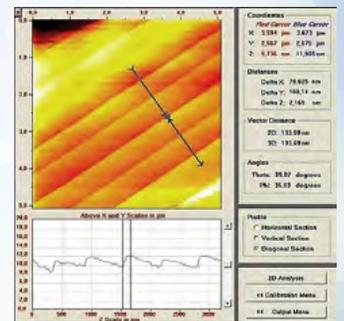


Wafers



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@surfacenet.de · www.surfacenet.de

Der Vorsitzende

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

früher als gewohnt haben wir uns dieses Jahr zu unserer Kristallzüchtungskonferenz in Wien getroffen. Ganz herzlichen Dank an Andrey Prokofiev und seine Mitstreiter für die Organisation der ersten German-Austrian Conference on Crystal Growth (GCCG-1). Es war gewissermaßen Neuland, da die österreichischen Kolleginnen und Kollegen in unserem Fachgebiet nicht organisiert sind und auch selten zu den typischen Konferenzen kommen. So konnten hier neue Kontakte geknüpft werden und es ist zu hoffen, dass sich daraus eine langfristige Zusammenarbeit ergibt. Nach der Konferenz ist vor der Konferenz und so laufen die Vorbereitungen zur 3rd German-Polish Conference on Crystal Growth nächstes Jahr in Poznań auf Hochtouren. Ich hoffe, Sie haben sich diesen Termin bereits vorgemerkt (17.3-21.3.2019).

Einige unserer langjährigen Mitglieder konnten dieses Jahr einen runden Geburtstag feiern. Allen voran am 1. Januar Klaus Benz, der von 1986-1989 Vorsitzender der DGKK war. Im April wurde Helge Riemann 70 Jahre und im Juli Peter Görnert 75 Jahre. Da erst seit kurzem die Geburtsdaten auf dem Eintrittsformular abgefragt werden, ist es für den Vorstand nicht immer einfach, die Jubilare herauszufinden - der Vorstand ist da für jeden Hinweis dankbar. So gratulieren wir Helmut Klapper erst jetzt, fast ein Jahr später, zu seinem 80. Geburtstag.

Leider gab es im letzten Zeitraum viele Todesfälle in unserer Gemeinschaft. Überraschend verstarb Anfang Februar Francois Dupret, der über Jahre die Simulation in der Kristallzüchtung geprägt hat. Auch wenn er nicht DGKK-Mitglied war, ist es mir ein Bedürfnis ihn an dieser Stelle zu erwähnen. Verstorben ist auch Helmut Wenzl, der 1990 Klaus Benz als Vorsitzender folgte - genau in Zeiten des Umbruchs. Es war sein Verdienst, dass es Zeiten des Aufbruchs für die DGKK und die Kristallzüchtung wurden. Wir haben auch den Tod dreier weiterer Mitglieder zu beklagen, die der DGKK in den siebziger Jahren beigetreten und ihr auch über das Ausscheiden aus dem Berufsleben hinaus treu geblieben waren. Und dann kam jetzt noch die Nachricht vom Ableben von Lothar Frey, dem Direktor des Fraunhofer Instituts IISB in Erlangen.

Die Bauelemente-Entwicklung beruht bekanntermaßen auf kristallinem Material, und er hat dafür gesorgt, dass sowohl Volumenkristallzüchtung als auch Epitaxie am IISB ausgezeichnet gedeihen konnten.

Nach diesen traurigen Nachrichten möchte ich Ihnen nun von positiven Ereignissen berichten. Auch in diesem Jahr konnte die DGKK den Preis für Nachwuchswissenschaftler verleihen. Er ging an Matthias Marx von der RWTH Aachen. Herzlichen Glückwunsch! Weiterhin möchte ich Matthias Trempa zum diesjährigen Ulrich Gösele Young Scientist Award gratulieren. Wie Sie aus dem Editorial der letzten Ausgabe erfahren haben, hat sich Uwe Rehse aufgrund beruflicher Verpflichtungen aus der Redaktion des Mitteilungsblattes verabschiedet. Man glaubt es kaum, aber siebzehn Hefte sind unter seiner Redaktion entstanden. Heft 88 im Jahr 2009 war das erste im neuen Layout. Die für das Entstehen jedes Heftes verbrauchten Stunden lassen sich nicht zählen und ich kann an dieser Stelle nur ein ganz herzliches Dankeschön sagen! Dankenswerter Weise wird Klaus Böttcher die Redaktionsarbeit fortführen. Ich bitte Sie, ihn bei seiner Arbeit zu unterstützen und Beiträge für das Heft an ihn (redaktion@ikz-berlin.de) zu schicken. Wann immer eine Master- oder Promotionsarbeit beendet wird, wäre es schön, eine Zusammenfassung darüber im Heft zu haben. Auch von den Treffen der Arbeitskreise sollten Berichte im Mitteilungsblatt sein.

Das nächste große Event, worüber im MB berichtet werden sollte, ist die Mitte September stattfindende European Conference on Crystal Growth in Varna. Es ist die dritte Auflage seit der Wiederbelebung dieses Formats vor sechs Jahren in Glasgow. Wie in Bologna vor drei Jahren gibt es die Konferenz wieder in Kombination mit einer Schule zur Kristallzüchtung. Als Motivation für Nachwuchs-Wissenschaftler, sowohl Schule als auch Konferenz zu besuchen, vergibt die DGKK erneut einen Posterpreis.

Bis zu dieser Tagung und den sicherlich wieder spannenden Treffen der Arbeitskreise wünsche ich Ihnen einen schönen Sommer.

Ihr Wolfram Miller

Inhaltsverzeichnis

Der Vorsitzende	4	Nachruf auf Prof. Dr. Lothar Frey (7.6.1958 – 24.6.2018)	16
Editorial	5	DGKK-Fokus	17
Titelbild	5	Am Kristall- und Materiallabor der Goethe-Univ. Frankfurt	17
DGKK-intern	6	DGKK-Nachrichten	21
1 st GACCG/ DKT2018	6	Prof. Th. Schröder: Neuer Direktor des IKZ Berlin	21
Highlights of the 7 th jDGKK Seminar in Vienna	7	Faszination Weltall: Kristalle in der Schwerelosigkeit	21
Mitglieder 2018, erste Jahreshälfte	8	Gemeinsame Sitzung der DGK und DGKK	23
Protokoll der Mitgliederversammlung 2018	9	Prof. B. Büchner: Neuer wiss. Direktor des IFW Dresden	24
Jubilare	11	CSSC-10 in Sendai, April 2018	25
DGKK-Personen	12	Gösele-Young-Scientist-Award 2018	27
Helmut Klapper anlässlich seines 80. Geburtstages	12	Schülerwettbewerb zum Thema „Silber der Zukunft“	30
Klaus-Werner Benz anlässlich seines 80. Geburtstages	13	DGKK-Nachwuchs	31
In memoriam: Prof. Helmut Wenzl (27.3.1934 – 21.2.2018)	13	Thermoanalytik von Niob(V)-Oxid	31
Helmut Wenzl, ein brillanter Physiker	14	Über die DGKK	34
		Arbeitskreise der DGKK	35
		Tagungskalender	35

Editorial

Verehrte Leserinnen und Leser,

nachdem sich Uwe Rehse im vorherigen Mitteilungsblatt als Redakteur verabschiedet hat, möchte ich mich ausdrücklich für die Übergabe des \LaTeX -Filesystems einschließlich der Organisationsstruktur der Daten bedanken. Der \LaTeX -class file war vor Jahren gemeinsam mit Wolfram Müller zur Erstellung des Textdesigns erarbeitet worden, wurde dann mit der Praxi-

serfahrung der darauffolgenden Hefte weiter verbessert und letztlich in ein Versionskontrollsystem eingebunden, damit die Bearbeitung einzelner Files auch von verschiedenen Rechnern aus durchgeführt werden kann. Nochmals herzlichen Dank!

Klaus Böttcher

Titelbild

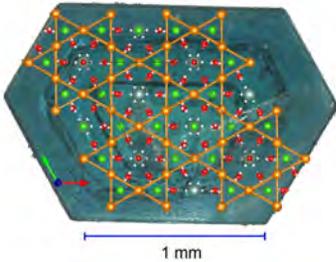


Bild: C. Krellner, Frankfurt/M.

Im Kristall- und Materiallabor der Goethe-Universität Frankfurt am Main werden verschiedenste Materialien für die Festkörperforschung kristallisiert. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf neuen Verbindungen mit ungewöhnlichen magnetischen Grundzuständen. Das Titelbild zeigt im Hintergrund den Einkristall einer neuen Verbindung, $\text{Y}_3\text{Cu}_9(\text{OH})_{19}\text{Cl}_8$, die von Pascal Puphal in seiner Doktorarbeit entdeckt wurde. Dieses Material gehört zur Klasse der zwei-dimensionalen Quanten-Spin-Systeme mit magnetischen Cu^{2+} -Ionen. Diese lokalen Cu-Spins bilden in der ab-Ebene ein zwei-dimensionales Kagomé-Gitter (orangene Kugeln der Kristallstruktur im Vordergrund), welches bei antiferromagnetischer Kopplung der Spins stark magnetisch frustriert ist. Dies führt dazu, dass bei tiefen Temperaturen Spin-Fluktuationen eine dominierende Rolle spielen, was zu einem neuartigen magnetischen Grundzustand führen kann, einer sogenannten Spinflüssigkeit. Referenz: P. Puphal et al., **Journal of Materials Chemistry C** 5, 2629 (2017).

Material-Technologie & Kristalle für Forschung, Entwicklung und Produktion

- ▲ Kristallzuchtungen von Metallen, Legierungen und Oxiden
- ▲ Kristallpräparation (Formgebung, Polieren und Orientieren)
- ▲ Reinstmaterialien (99,9 – 99,99999 %)
- ▲ Substrate (SrTiO_3 , MgO, YSZ, ZnO, Al_2O_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

DGKK-intern

1st German-Austrian Conference on Crystal Growth (GACCG/DKT2018)

14-16th of February 2018 in Vienna, Austria

Sepideh Faraji, Fraunhofer Institute for Integrated Systems and Device Technology (IISB), Erlangen

The 1st German-Austrian Conference on Crystal Growth took place at the faculty of physics in Vienna University of Technology (Technische Universität Wien). Under the chairship of Dr. Wolfram Miller from Leibniz Institute of Crystal Growth (IKZ), Berlin, and Prof. Andrey Prokofiev from Technical University (TU) Vienna, researchers, developers and experts from different research institutes, universities and companies met there in order to exchange the latest research and development results in the field of crystal growth.



Abb. 1: Prof. Andrey Prokofiev from TU Vienna welcomes the participants. Photo: T. Jauß

From about 75 participants there were 11 participants from Austria, one from US, one from Russia and the rest of the participants were from Germany. The three days of the scientific program consisted of 7 sessions, including 6 invited lectures and 20 oral contributions following by poster sessions and company exhibitions. The conference began with opening remarks by W. Miller from IKZ and continued by presentations and interactive discussions. The first session of the conference was chaired by L. Kadinsky from Siltronic AG München,



Abb. 2: Discussion during break.

Photo: T. Jauß

Germany and started by an invited talk presented by the featured speaker J. Derby from University of Minnesota, USA. He presented how modelling and experiments together have enabled the identification of fundamental mechanisms, important during the growth of bulk crystals from melt. The first session of the conference was mostly about the characterisation, modelling and simulation of the grown crystals.

The second session of the day was mainly focused on the epitaxial and bulk crystal growth by different methods of MOVPE, HTVPE and PVT techniques. The session started by an invited talk from A. Bonanni from Johannes Kepler University (TU) Linz, Austria, about the III-nitride modulated epitaxial structures particularly attractive for spin electronics. One of the most interesting talks of that session was presented by M. Heuken from Aixtron SE Herzogenrath, Germany, and it was about epitaxial technologies for micro-LED application. He noted the importance of wavelength uniformity, wafer to wafer and run to run in the production of micro-LEDs which are used in LCD and OLED displays. Thereby, investigations were done by his group in order to improve the emission wavelength uniformity of MQWs (hetero-epitaxial layers of InGaP/AlGaInP and InGaN/GaN for red, blue and green LED).

Afterward, following the decision of the award committee, the DGKK prize for the best young researcher was awarded to M. Marx from Aixtron SE Herzogenrath, Germany, who studied at the University of Aachen. Subsequently, he presented the results of his latest investigations on the development and characterisation of the MOVPE process for deposition of 2D transition metal Dichalcogenides. He highlighted the challenges for the reproducible and scalable deposition of MoS₂ epitaxial layer in MOVPE. Investigations that are required to achieve an optimum deposition of nucleation layer and lateral growth by adjusting the growth parameters in MOVPE were



Abb. 3: Area for poster session and breaks.

Photo: T. Jauß

discussed. As a researcher in the field of crystal growth the most interesting topics of the second day for me were "Implications in alloy ordering and strong compositional limitations in epitaxial InGaN films" presented by L. Lymperakis from Max-Planck Institute Düsseldorf, Germany, and "PVT growth of AlN bulk crystals by studying the morphological stability of growth facets in different crucible materials" presented by B. Epelbaum from Fraunhofer Institute (IISB) Erlangen, Germany.

Later, in the evening during dinner there was an opportunity to have interactive discussions with others in a very nice atmosphere. The prize of the poster session of jDGKK was given to K. Bader from Ludwig-Maximilian University (LMU) München, Germany. His presented topic was "Single crystal growth by the Czochralski method and characterisation of $\text{FeGa}_{3-x}\text{Ge}_x$ ".

At the closing of the conference W. Miller conveyed his gratitude to all participants, particularly Prof. Prokofiev, session moderators and presenters in his capacity as conference



Abb. 4: Matthias Marx (middle) from RWTH Aachen received the DGKK-prize for junior researcher. Left: M. Heuken (member of the jury), right: W. Miller (president of DGKK). Photo: T. Jauß

president and chairperson. He extended his thanks to the local organizing committee, TU Vienna for their efforts. The conference was very well organised and participants benefited from intensive exchange opportunities.

Personally, I would like to thank DGKK for financial support that gave me an opportunity to participate in this conference and to be informed about the latest investigations and developments in my field of work. Moreover, by presenting the latest results of our experiments and discussions with other researchers I could get some further great ideas for further improvement of my experiments.



Abb. 5: Kristian Bader from LMU Munich got the poster prize. This includes one volume of the handbook of Crystal Growth sponsored by Elsevier. Photo: T. Jauß

Highlights of the 7th jDGKK Seminar in Vienna

Mohammad Tollabi Mazraehno, Institut für Festkörperphysik, Technische Universität Berlin

In February 13, 2018 I had the opportunity to attend the 7th jDGKK Seminar, held jointly by German Society of Crystal Growth (Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung) and the Technical University of Vienna. To be more precise, the seminar was hosted at the Physics Faculty in the heart of the beautiful Vienna.

The seminar brought together more than 30 students, researchers and corporate executives from Germany and Austria, who are working in the field of crystal growth, crystalline materials, and epitaxy. It consisted of a one-day program, including presentations by renowned scientists and luminaries, poster session, lab tours, social event, and plenty of time for discussion, which, I believe, was a very rich experience from

both technical as well as social aspect. The invited speakers included Prof. Dr. Andrey Prokofiev from Technical University of Vienna, Austria (who gave an indepth talk on synthesis and characterization of heavy fermion compounds and thermoelectric materials), Prof. Dr. Friedrich Schäffler from Technical University of Linz, Austria (who presented the recent advances in growth and applications of immiscible semiconductors), and Prof. Dr. Alberta Bonanni from Technical University of Linz, Austria (who gave an amazing talk on her research on magnetic semiconductors), just to name a few.

From my point of view, the seminar was beneficial in a multitude of ways. The talks were highly interactive and stimulating, generating plenty of interesting questions and instructive dia-

logue between the lecturers and students. The talks covered a quite broad spectrum of topics ranging from magnetic and thermoelectric materials to III-V semiconductors and heavy fermions. The variety of talks, informal atmosphere to interact with the presenters, and sufficient time for discussion were highlights of the 7th jDGKK Seminar.

In addition, we had also the opportunity to present our work during the poster session, discuss with each other, and provide feedback to one another. The poster session was a highlight for me as I found the quality of the posters exceptionally high. A few notable posters from my perspective highlighted work on the GaN self-separation from sapphire in HVPE, growth of ZnO nanorods on graphene, and high temperature VPE of GaN on sapphire. There were also two lab tours at the X-ray center of Vienna and Physics department of the Technical University of Vienna. It should be noted that the X-ray center of Vienna is a research center devoted to the science and technology of characterization of crystalline and non-crystalline materials with highly equipped labs. I was very impressed by their cutting edge research.

Furthermore, the seminar provided a unique opportunity for both strengthening existing, and fostering new, scientific collaborations among the participants. It was a great opportunity for networking and connecting with peers and luminaries, in order to share ideas and exchange first-hand experience, which, I think, is helpful to initiate scientific collaborations.

Apart from the scientific aspects, the program ended with a

nice dinner at a local restaurant, which was very joyful and impressively well organized.

Overall, the 7th jDGKK Seminar was an inspiring and motivating experience for me. I am so grateful that I could interact with these wonderful students and professors. To say that the seminar was fantastic would be an understatement. It all sounded wonderful and I am very glad for the participation. To all of you reading this and deal with crystal growth, this is definitely one of the seminars that you should attend.



Abb. 1: The young crystal growth community.

Photo: T. Jauß

Mitglieder 2018, erste Jahreshälfte

Wir begrüßen seit dem 14.12.2017 als neue Mitglieder (Stand 27.06.2018):

Neumitglieder / Privatpersonen:

Herr Dr.-Ing. Jan Frenzel	Ruhr-Universität, Bochum
Herr M.Sc. Patrick Eschenbacher	Siltronic AG, Burghausen
Frau Melissa Roder	Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg
Herr Dr. Tim Wernicke	Technische Universität, Berlin
Herr Dr. Christian Kränkel	Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Berlin
Herr M.Sc. Matthias Arzig	Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg

Neumitglieder / Firmen:

Nextnano	Garching (München)
----------	--------------------

Verstorben:

Prof. Herbert Dittrich	Winterbach
Dr. Hans-Jürgen Fenzel	München
Herr Siegfried Leibenzeder	Erlangen
Prof. Helmut Wenzl	Geretsried

Protokoll der Mitgliederversammlung 2018

Anwesende:

DGKK Mitglieder:

W. Aßmus, T. Boeck, K. Böttcher, K. Dadzis, A. Danilewsky, B. Epelbaum, A. Erb, Ch. Frank-Rotsch, V. Fritsch, P. Gille, K. Gimbel, P. Görnert, M. Heuken, Th. Jauß, L. Kadinski, F.-M. Kießling, K. Kliemt, C. Krellner, M. Künle, K.-D. Luther, A. Miller, W. Miller, M. Roder, R. Schöndube, S. Selter, D. Siche, T. Sorgenfrei, L. Stockmeier, J. Tonn, N. van Well, P. Wellmann, J.-P. Wöhrle, N. Wolff, U. Wunderwald

Gäste:

Ch. Klein, T. Schneider

Ort:

Physikalische Fakultät der Technischen Universität Wien, Wiedner Hauptstr. 8-10, A-1040 Wien

Zeit:

Mittwoch, den 14.02.2018, Beginn 19:00 Uhr

TOP 1 Begrüßung und Feststellen der Beschlussfähigkeit

Es sind **34** Mitglieder und **2** Gäste anwesend, d.h. laut Satzung ist die Versammlung beschlussfähig. Der Vorsitzende der DGKK, Wolfram Miller, begrüßt die anwesenden Mitglieder und Gäste. Er stellt fest, dass frist- und formgerecht eingeladen worden ist.

Er begrüßt besonders die Mitglieder, die kürzlich der DGKK beigetreten sind und gratuliert den Jubilaren des letzten Jahres.

Klaus W. Benz feierte im Januar seinen 80. Geburtstag.

W. Miller gratuliert dem diesjährigen Preisträger

Herrn Matthias Marx aus Aachen zum DGKK-Preis für Nachwuchsforscher 2018.

Leider sind auch langjährige Mitglieder und der Kristallzüchter nahestehende Kollegen für immer von uns gegangen.

Die DGKK-Mitgliederversammlung gedenkt der Verstorbenen:

Michael Schieber, einem der Gründer der International Organization for Crystal Growth.

Die Mitgliederversammlung gedenkt ebenso

Francois Dupret (Louvaine),
Herbert Dittrich (Winterbach),
Hans-Jürgen Fenzel (München) und
Cornelia Fischer-Suffin (Lübeck).

TOP 2 Bericht des Vorsitzenden

W. Miller beginnt seinen Bericht mit einer Übersicht von Veranstaltungen, die unter Schirmherrschaft und Beteiligung der DGKK im letzten Jahr stattgefunden haben. Insgesamt haben ca. 500 Teilnehmer an diesen Veranstaltungen teilgenommen. Er hebt dabei die DKT 2017 (5th German - Swiss Crystal Growth Conference) in Freiburg mit 127 Teilnehmern und den 7th International Workshop on Crystal Growth Technology in Berlin mit ca. 100 Teilnehmern hervor. Zur IWCGT-7 wurde ein von der DGKK gesponserter Posterpreis vergeben und die DGKK durch W. Miller durch einen Kurzbeitrag vorgestellt. Er informiert über die Möglichkeit und die Rahmenbedingungen, für junge Wissenschaftler einen Reisekostenzuschuss zu stellen. Im vergangenen Jahr sind sehr wenige Anträge beim Vorstand eingegangen.

Im Berichtszeitraum haben drei Vorstandssitzungen stattgefunden, eine davon als Telefonkonferenz.

Er berichtet weiter zum Stand des Mitteilungsblattes, die Hefte 103 und 104 sind termingerecht erschienen. Seit 01.01.2018 hat Klaus Böttcher die Redaktion des Mitteilungsblattes übernommen, er dankt für dessen Bereitschaft und bittet um die Unterstützung seiner Arbeit durch Zusendung von Berichten. Die Webseiten werden laufend aktualisiert, bei Änderungswünschen bitte die Hinweise per Email an: inter.net.redaktion@dgkk.de senden. Es geht ein Dank an das Redaktionsteam für die geleistete Arbeit.

Wie bereits auf der letzten Mitgliederversammlung vorgestellt, ist die DGKK bereits international gut vernetzt, möchte aber auch national die Zusammenarbeit mit anderen Verbänden stärken, hierzu wurde eine Reihe von Aktivitäten geplant. So findet mit der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie (DGK) ein gemeinsames Symposium der DGKK auf der Jahrestagung der DGK 2018 (5.3.-8.3.2018) an der Universität Duisburg-Essen sowie eine Sitzung der DGK auf der DKT 2019 statt.

Durch den Vorstand erfolgte eine Abfrage bei den DGKK-Mitgliedern zu Angeboten von Vorlesungen und Praktika mit Relevanz zur Kristallzüchtung. Es ist geplant in Kürze eine Übersicht hierzu auf der DGKK-Webseite darzustellen. In diesem Zusammenhang wurde festgestellt, dass diesbezügliche Studienrichtungen auf öffentlichen Suchportalen wie z.B. <http://www.studienwahl.de> nicht erscheinen, es wird geprüft inwieweit hier eine bessere Sichtbarkeit erreicht werden kann. Ein weiteres langfristiges Ziel des Vorstandes ist es, die Außenwirkung der DGKK zu verstärken. Hierzu gehört auch die Organisation und Beteiligung an Ausstellungen zur Kristallzüchtung. Die Ausstellung "KRISTALLE! Schlüsselmaterialien

für das 21. Jahrhundert“ im Museum Industriekultur in Nürnberg war 2017 ein großer Erfolg. Die Ausstellung basierte auf Konzepten des IISB, hier geht ein herzliches Dankeschön an die Akteure nach Erlangen.

Die DGKK präsentierte sich gemeinsam mit den polnischen Kollegen im Oktober auch auf dem Science Polish Perspective Meetup in Berlin.

W. Miller berichtet über eine weitere vom IISB initiierte Initiative "KRISTALLE! In der Schule", es ist geplant im Rahmen eines ca. 1,5 -jährigen Projektes eine Modell-Czochralski-Anlage an der Bertolt-Brecht-Schule in Nürnberg zu bauen. Diese Modellanlage soll für öffentliche Veranstaltungen wie z.B. den Girls Day genutzt werden. Die Kosten betragen 1.900 €, wobei die DGKK einen Zuschuss von 950 € gewährt hat.

Der Vorsitzende stellt den Anwesenden den neuen Vorstand vor und dankt den ausgeschiedenen Vorstandsmitgliedern T. Sorgenfrei, A. Miller und B. Weinert für die geleistete Arbeit. Sein Dank geht auch an die Kassenprüfer für Ihre sorgfältige Arbeit.

Am Ende seines Berichts dankt er den Anwesenden für die Aufmerksamkeit.

TOP 3 Bericht der Schriftführerin

Die Mitgliederzahl der DGKK ist gegenwärtig zum Stand 31.01.18 stabil bei 364, dies eine Veränderung von „-5“ im Vergleich zu 2017, dabei konnte die DGKK insgesamt 10 neue Mitglieder begrüßen.

Von den 364 Mitgliedern sind 316 Vollmitglieder, 30 Studenten und 18 Firmen.

Die Schriftführerin bittet die Mitglieder Veränderungen bei den persönlichen Daten mitzuteilen, denn es ist nicht möglich danach zu recherchieren. Änderungen können formlos per Email mitgeteilt werden.

TOP 4 Bericht des Schatzmeisters und der Kassenprüfer

Der Kassenstand der DGKK beträgt zum 31.12.2017:

Sparkasse Karlsruhe	: 15.019,23 €
Tagesgeldkonto	: 12.321,31 €
	27.340,54 €

Der Kassenstand hat sich im Vergleich zu 2017 um 489,38 € verringert.

Die Einnahmen 2017 kamen aus den Mitgliedsbeiträgen und den Einnahmen aus Anzeigen.

Die Hauptausgaben entfielen auch 2017 auf Kosten für den Druck und Versand des Mitteilungsblattes und die Auszahlung von Preisgeldern.

TOP 5 Bericht der Kassenprüfer und Entlastung des Vorstandes

Die Kassenprüfung erfolgte am 08.02.18 in Erlangen durch F. Ritter und E. Meißner. Der Bericht der Kassenprüfer wird von U. Wunderwald verlesen. Die Kassenprüfer bestätigten eine korrekte Buchführung und alle Kosten waren gerechtfertigt im Sinne der Satzung. Sie empfahlen, dass notwendige Verwaltungskosten mit einen „Stunden-Aufwand“ geschätzt werden sollten. Sie merkten an, dass 2017 keine Überschüsse aus Tagungen eingegangen sind. T. Sorgenfrei merkte an, dass der Überschuss der DKT 2017 erst im Jahr 2018 überwiesen wird. U. Wunderwald stellt den Antrag auf Entlastung des Vorstandes. Der Antrag wird einstimmig angenommen, bei 4 Enthaltungen von Seiten des Vorstandes.

TOP 6 Planung für 2018

W. Miller berichtet zum Stand der Vorbereitungen der ECCG-6 & ESCG-2 in Varna (Bulgarien) im September 2018 und wirbt für die Teilnahme an der Konferenz / Schule. Die DGKK ist bei der Vorbereitung gut vertreten, so kommen beispielsweise 4 der insgesamt 22 Chairs aus Deutschland. Die DGKK wird auch, wie bereits vor drei Jahren in Bologna einen Posterpreis vergeben. Er kündigt bereits die 2019 in Keystone (USA) stattfindende ICCGE-19 an, hierzu können auch Anträge auf Reisekostenzuschüsse gestellt werden.

Nach dem großen Erfolg des Kristallzüchtungswettbewerbs ist ein weiterer Wettbewerb geplant. Die Planung und Durchführung des Schulwettbewerb "Wer züchtet den schönsten Kristall?" erfolgt am Gymnasium Eckental. In einer Phase 1 erfolgt bis Dezember 2018 die genaue Planung des Wettbewerbs an den sich in Phase 2 die Durchführung anschließen soll. Die DGKK unterstützt den Wettbewerb mit bis zu 2.000 €, diese finanzielle Unterstützung wird vor allem für den Kauf der notwendigen Chemikalien benötigt. Es ist geplant die Siegerehrung 2020 im Rahmen der DKT 2020 durchzuführen.

Weiterhin wurden von der DGKK-Informationsbroschüre 500 Exemplare nachgedruckt, bei Bedarf bitte an U. Wunderwald wenden. Es ist geplant die Broschüre in Kürze grundlegend mit Unterstützung eines professionellen Designers zu überarbeiten.

Diese Planungen spiegeln sich auch im Haushaltansatz für 2018 wieder, um die geplanten Kosten zu decken, ist es geplant ca. 4.000 € Rücklagen zu nutzen.

TOP 7 Deutsche Kristallzüchtungstagung 2019 Abschließende Diskussion und Beschluss über die DKT 2019

W. Miller stellt den Stand der Vorbereitungen zur GPCCG-3 / DKT 2019 in Poznan vor. Es ist geplant diese im Zeitraum 17.-21. März 2019 durchzuführen. Wobei am 17.03.19 noch

keine Fachbeiträge geplant sind und am 21.03.19 die Vorträge bis mittags geplant sind, somit sind die polnischen Kollegen auf die Wünsche einer zeitlichen Straffung der Tagung eingegangen. Die thematische Untergliederung der Tagung ist abgestimmt, wobei die Chairs der Sessions paritätisch zwischen deutschen und polnischen Kollegen entsprechend fachlichen Schwerpunkten aufgeteilt sind.

Durch die Mitgliederversammlung wird abschließend ein einstimmiger Beschluss gefasst, die DKT 2019 in Poznan durchzuführen.

TOP 8 Deutsche Kristallzüchtungstagung 2020 Sonderband CRT (50 Jahre DGKK)

Es wird (wie bereits 2017 angeregt) vorgeschlagen, die Deutsche Kristallzüchtungstagung 2020 in München (Garching) durchzuführen. Die DKT 2020 ist dabei eine Jubiläumsveranstaltung zu 50 Jahren DGKK. Hierzu ist es geplant im Vorfeld zur DKT 2020 einen Sonderband von Crystal Research and Technology (CRT) mit eingeladenen Beiträgen, welche das komplette Spektrum der Kristallzüchtung widerspiegeln, herauszugeben und auf der DKT 2020 zu verteilen.

Weiterhin soll auf der DKT 2020 ein erweitertes Abstractband (ca. 2 Seiten je Beitrag) erstellt werden. Es wird vorgeschlagen im Abstractband auch je 1 Seite über die Kristallzüchtungsgruppen zu berichten.

Der vorläufige Zeitplan sieht für die DKT den Zeitraum 11.-13.03.2020 vor mit einem Treffen der jDGKK am 10.03.2020. Der Sonderband des CRT soll von A. Danilewsky und P. Wellmann editiert werden. Die Manuskripte sollen 2018 geschrieben und dann im Jahr 2019 referiert werden.

TOP 9 Berichte zu den DGKK – Arbeitskreisen

Epitaxie von III/V – Halbleitern:

M. Heuken berichtet über die Aktivitäten des Arbeitskreises, dieser traf sich im Dezember 2017 mit 120 Teilnehmern in Freiburg. Die Themen zu den III-V-Halbleitern waren breiter gefasst und auch die Industrieausstellung war breit aufgestellt. Es wurden viele Stellenangebote gezeigt. Der nächste Arbeitskreis wird im Zeitraum 06.12.-07.12.2018 in Paderborn unter Leitung von Donat As stattfinden.

Jubilare

Wir gratulieren herzlich zum Geburtstag:

Herrn Prof. Dr. Peter Görnert, Jena

Herrn Dr. Helge Riemann, Berlin

zum 75. Geburtstag

zum 70. Geburtstag

Arbeitskreis Massive Verbindungshalbleiter:

P. Wellmann: Der letzte Arbeitskreis fand im Oktober in Freiberg mit ca. 40-45 Teilnehmern statt. Das nächste Treffen findet am 10.10.-11.10.2018 wieder in Erlangen statt. Der Veranstaltungsort 2019 steht noch nicht fest, eventuell findet er auch wieder in Berlin statt. Die Themen und Teilnehmerzahlen variieren immer etwas in Abhängigkeit vom Veranstaltungsort.

Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelation:

A. Erb berichtet vom letzten Treffen an der Universität Frankfurt/Main, die Organisation erfolgte durch C. Krellner. Das nächste Treffen ist für 11.10.-12.10.2018 in München geplant. Der Veranstaltungsort des Arbeitskreises wechselt immer zwischen München, Frankfurt/M., Wien und Karlsruhe. Neu sind im Arbeitskreis auch Beiträge zu Superkristallen.

Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik:

Der Sprecher des AK, K. Dupré, konnte an der MV nicht teilnehmen. Daher berichtet W. Miller vom letzten Treffen des Arbeitskreises, der als gemeinsamer Workshop mit den Französischen Kollegen in Bordeaux stattfand. Für 2018 ist am 13.09.-14.09. ein Treffen in Idar Oberstein geplant.

Industrielle Kristallzüchtung:

Die Sprecher des Arbeitskreises hatten sich für die MV entschuldigt. W. Miller berichtet in deren Auftrag, dass 2017 kein Treffen stattfand und das nächste Treffen erst für 2019 geplant wird.

Junge DGKK:

L. Stockmeier berichtet über das im Vorfeld der DKT in Wien stattgefundene Treffen mit 26 Teilnehmern. Er hebt hierbei das bei der Exkursion besuchte X-Ray Center Vienna als ein gutes Modell hervor. Im September 2019 ist ein gemeinsames Treffen mit der jDGK in Darmstadt geplant.

TOP 10 Verschiedenes

W. Miller schließt 20:05 Uhr die Mitgliederversammlung und bedankt sich bei allen Anwesenden und hofft auf ein Wiedersehen 2019 in Poznan.

Christiane Frank-Rotsch

Schriftführerin der DGKK

Wolfram Miller

1. Vorsitzender

DGKK-Personen

Helmut Klapper anlässlich seines 80. Geburtstages

Ladislav Bohatý, Köln



Am 4. September letzten Jahres feierte Helmut Klapper, ein langjähriges Mitglied unserer Gesellschaft, den 80. Geburtstag. In den letzten fünfzig Jahren leistete und leistet Herr Klapper herausragende Beiträge zum Verständnis der Realstruktur von Kristallen und ihrer Baufehler. Dabei gilt sein besonderes Interesse den Kristallwachstums- und Phasenumwandlungsprozessen. Die Röntgentopogra-

phie ist sein bevorzugtes experimentelles Werkzeug, das er wie kaum ein anderer virtuos beherrscht und einsetzt.

Geboren in Braunsberg, dem heutigen Braniewo, im früheren Ostpreußen flüchtete er mit seinen Eltern 1945 nach Heidenheim an der Brenz, wo er zur Schule ging. Nach dem Abitur 1958 am Gymnasium in Emmendingen studierte er in den nächsten fünf Jahren Physik an den Universitäten München und Freiburg. Nach seinem Diplom und einer Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter in einer Arbeitsgruppe für Physikalische Weltraumforschung in Freiburg traf er durch seinen Entschluss, bei S. Haussühl über das Thema *Röntgenographische Untersuchungen von Gitterstörungen in Benzil-Einkristallen* zu promovieren, die entscheidende Weichenstellung für sein weiteres wissenschaftliches Leben: Kristalle, ihre Struktur, Baufehler, Eigenschaften und das Kristallwachstum sind zum Mittelpunkt seiner wissenschaftlichen Aktivität und eine nicht versiegende Quelle der Freude an der Wissenschaft bis auf den heutigen Tag geworden.

Nach der fruchtbaren Zeit bei S. Haussühl im Institut für Kristallographie in Köln wechselte er an die RWTH Aachen in das dortige Institut für Kristallographie von Theo Hahn. In Aachen habilitierte er sich 1975 mit einer Schrift über *Untersuchungen der Geometrie eingewachsener Versetzungen in lösungszüchteten Kristallen*. Waren seine ersten Untersuchungen in der Zeit der Doktorarbeit zuerst auf ein möglichst detailliertes, in der Auflösungsqualität hochwertiges Erfassen von Defekten fokussiert, was durch eine Optimierung seiner damals selbstaufgebauten Röntgentopographie-Anlage geschah, so folgten nach Meistern dieser experimentellen Herausforderungen Fragen nach einer quantifizierenden Behandlung des mit der elastischen Anisotropie eng verknüpften Versetzungsverlaufs und schließlich Fragen nach der Rolle der Versetzungen bei Kristallwachstums- und Phasenumwandlungsprozessen, die ihn bis zu heutigem Tag bewegen. Hierbei bedient er sich der Röntgentopographie an Laborröntgenquellen, aber auch

der *White Beam Topography* am Synchrotron und ergänzt seine Untersuchungen der Phasenumwandlungen zusätzlich durch kristallographische und pyroelektrische Methoden.

All die Jahre seit seiner Doktorandenzeit in Köln, dann in Aachen und nach seinem Ruf auf eine Professur an die Universität Bonn hat er parallel zu seinen oben skizzierten wissenschaftlichen Schwerpunkten stets auch praktische Kristallzüchtung gepflegt, bevorzugt aus Lösungen aber auch aus Schmelzen. Zu letzteren gehören niedrigschmelzende organische Kristalle, die häufig metastabile Phasen bilden, die wiederum die wissenschaftliche Neugier von Helmut Klapper weckten. Gesetzmäßige Verwachsungen von Kristallindividuen, seien es Wachstumszwillinge oder die bei ferroischen Phasenumwandlungen entstehenden Domänen (und ihre Dynamik), wurden an zahlreichen Beispielen von Helmut Klapper untersucht und analysiert. Diese Arbeiten waren sicher eine gute Ausgangsbasis für die gemeinsam mit Theo Hahn und Václav Janovec verfassten Kapitel über Zwillinge und Domänen für die *International Tables for Crystallography, Vol. D*, die den heutigen Standard auf diesem Felde darstellen.

Helmut Klapper ist sowohl ein geschätzter Kooperationspartner bei wissenschaftlichen Projekten als auch ein von Tagungs-, Workshops- und Sommerschulen-Organisatoren beehrter Vortragender, der nicht nur aus seinem großen experimentellen und theoretischen Erfahrungsschatz schöpfen kann, sondern auch die wissenschaftlichen Zusammenhänge und Ergebnisse in einer didaktisch bestechenden Form präsentiert, wie auch ich es in einer Reihe seiner Beiträge erleben durfte. In diesem Jahr ist er eingeladen, bei der 6th European Conference on Crystal Growth in Varna einen Vortrag über die Entstehung von Versetzungen beim Kristallwachstum zu halten.

Helmut Klapper hat eine besondere Beziehung zu unserer Gesellschaft – gehört er doch zu den DGKK-Mitgliedern der ersten Stunde. Als Doktorand und Assistent am Institut für Kristallographie in Köln hat er die durch S. Haussühl und J. Liebertz federführend mitgestaltete Geburtsphase der DGKK um 1970 miterlebt und beteiligt sich seitdem in vielfältiger Weise am Leben der DGKK.

Wir wünschen Helmut Klapper, dass er nach wie vor unermüdetlich in der ihm eigenen Begeisterung und Unnachgiebigkeit die Welt des Realkristalls „unter die Lupe“ nehmen kann und dass seine Freude an Kristallen, ihrer Symmetrie, Wachstums- und Umwandlungseigenschaften ihn noch lange beflügelt. Ich wünsche uns, dass Herr Klapper weiterhin in seiner engagierten Form bei Problemen des Realkristalls uns mit Rat und Tat zur Seite stehen kann. Möge aber auch bei allen seinen wissenschaftlichen Aktivitäten Zeit für gemeinsam mit seiner Frau unternommene Kulturreisen bleiben.

Klaus-Werner Benz anlässlich seines 80. Geburtstages

Michael Fiederle, Kristallographisches Institut, Freiburg i.B.



Am 1. Januar 2018 feierte Prof. Dr. Klaus-Werner Benz seinen 80. Geburtstag. Klaus-Werner Benz wurde 1938 in Berlin geboren. Er wuchs in Stuttgart auf, wo er sowohl die Schule als auch die Universität besuchte und 1963 das Diplom in Physik erhielt. Nach zwei Jahren am Forschungsinstitut der Deutschen Bundespost in Darmstadt begann er seine Doktorarbeit an der Technischen Universität Stuttgart, die er 1970 beendete.

Seit 1972 war er Leiter des Labors für Halbleiterkristallwachstum am Institut für Physik der Universität Stuttgart. In dieser Zeit begann Klaus-Werner Benz mit den Aktivitäten zum Wachstum von Volumenkristallen durch die Travelling Heater Method (THM) und den Epitaxie-Technologien als Liquid Phase Epitaxy (LPE) von III-V-Verbindungshalbleitern. 1986 wechselte er als Professor für Experimentalphysik von Stuttgart nach Paderborn. Zwei Jahre später erhielt er den Ruf auf den Lehrstuhl für Kristallographie und Materialwissenschaften und die Leitung des kristallographischen Instituts der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Auch war er Vorsitzender der DGKK im Zeitraum von 1986 bis 1989.

In Freiburg erweiterte er seine Forschungsgebiete um verschiedene Bereiche des Kristallwachstums und der Materialwissenschaften. Er nutzte seine interdisziplinären Aktivitäten, um die Gründung des Freiburger Materialforschungszentrums (FMF) (Materials Research Center) in der Frühphase der Materialwissenschaft in Deutschland voranzutrei-

ben. Klaus-Werner Benz war Gründungsmitglied und ist bis zum heutigen Tag aktives Mitglied des Freiburger Materialforschungszentrums. Zusätzlich zur Leitung des Kristallographischen Instituts war Klaus-Werner Benz als Prorektor für wissenschaftlichen Wissenstransfer und Kommunikation der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg von 1999 bis zu seiner Emeritierung 2004 tätig.

Prof. Benz war ein Pionier auf dem Gebiet des Kristallwachstums unter Schwerelosigkeit und hat dies äusserst erfolgreich in zahlreichen nationalen und internationalen Kooperationen umgesetzt. Er führte mehrere Kristallwachstumsexperimente in den Raummissionen D1 und D2, gefolgt von der EURECA-Mission und ersten experimentellen Vorbereitungen für die Internationale Raumstation ISS, durch. Bereits in den 1980er Jahren vor dem Fall der Berliner Mauer initiierte er Ost-West-Kooperationen im Zuge gemeinsamer Forschungsexperimente, ausgeführt von der russischen Weltraumagentur. Diese Aktivitäten dienen als Grundlage für Forschungsarbeiten auf der Internationalen Weltraumstation in den kommenden Jahren von 2018 – 2024.

Es ist Klaus-Werner Benz zu verdanken, dass der Lehrstuhl Kristallographie und Materialwissenschaften erhalten geblieben ist und nicht wie andere Professuren abgeschafft bzw. in ein anderes Themengebiet transferiert wurden. Diese Tatsache beruht auf seinen persönlichen Bemühungen, das Institut durch eine modernisierte Infrastruktur, durch den Bezug eines neuen Gebäudes und eine sichere Finanzierung zukunftsfähig zu gestalten.

Die Emeritierung bedeutete für Klaus-Werner Benz nicht das Ende seiner Aktivitäten. Heute ist er weiterhin in unterschiedlichen Bereichen aktiv. Regelmässig unterstützt er aktiv die wissenschaftlichen Forschungsarbeiten im Freiburger Materialforschungszentrum.

In memoriam: Prof. Helmut Wenzl (27.3.1934 – 21.2.2018)

Berndt Weinert, Manfred Jurisch, Stefan Eichler, Tilo Flade, FCM GmbH Freiberg

Wir trauern um Herrn Prof. Dr. Helmut Wenzl, den ehemaligen Direktor des Institutes für Festkörperforschung am Forschungszentrum Jülich und früheren Chef der Jülicher Kristallzüchtergruppe.

Prof. Wenzl hat auf vielen Gebieten gewirkt und war uns "ostdeutschen" Kollegen schon vor der Wiedervereinigung Deutschlands als hoch geschätzte Persönlichkeit mit überragendem Fachwissen bekannt.

Besonders hervorzuheben ist sein Engagement beim Zusammenfügen der Kristallzüchtungsaktivitäten von West und Ost – insbesondere bei der Gründung des Leibnizinstitutes für Kristallzüchtung in Berlin und der Erhaltung des Fertigungsstandortes für GaAs in Freiberg.

Für die Freiburger Compound Materials GmbH (FCM) verbindet sich sein Name außerdem mit der Entwicklung des heute bedeutendsten Verfahrens zur GaAs-Herstellung, des VGF-Verfahrens. Diese Entwicklung reicht bis in die Mitte der 80er Jahre zurück, wo auf Anregung und in Zusammenarbeit mit der Wacker Chemitronic GmbH am Forschungszentrum Jülich an neuen zukunftsfähigen Konzepten für die GaAs-Kristallzüchtung gearbeitet wurde.

Anfang der 90er arbeiteten Prof. Wenzl und seine Gruppe an der Weiterentwicklung des LEC-Verfahrens mittels einer Hot-Wall-Czochralski-Anlage (Leybold AG). Sie konnten nachweisen, dass sich Kristalle züchten lassen – Stabilität und Kosten des Verfahrens waren allerdings nicht konkurrenzfähig.

hig. Auf Anregung von Prof. Wenzl, der in dieser Zeit Beiratsvorsitzender im IKZ Berlin war, wurden Entwicklungen einer verbesserten, kostengünstigeren Variante als Vapor Pressure Czochralski-Verfahren mit Boroxidabdeckung bis zum Jahr 2000 im IKZ fortgeführt.

Parallel dazu wurden im FZ Jülich unter Leitung von Prof. Wenzl verschiedene Varianten zur vertikalen Bridgman-Züchtung getestet und 1997 in einer Veröffentlichung in der Fachzeitschrift III-V-Review vorgestellt. FCM hat sich daraufhin entschieden, eine dieser Varianten bis zur Massenfertigungsreife weiterzuentwickeln. Heute werden in Freiberg etwa 70 t GaAs-Einkristalle pro Jahr nach dem auf den Jüli-

cher Konzepten basierenden VGF-Verfahren hergestellt.

Prof. Wenzl unterstützte die Arbeiten bei FCM nicht nur mit vielen guten Ratschlägen, sondern arbeitete vor allem nach seiner Emeritierung an theoretischen und praktischen Fragen der Prozesschemie von GaAs. Die thermochemischen Modelle wurden entwickelt und so verfeinert, dass ein grundsätzliches Verständnis des Phasendiagrammes und der Dotierung von GaAs erreicht und die Züchtungstechnologien entsprechend optimiert werden konnten.

Wir nehmen Abschied von Herrn Prof. Dr. Wenzl und werden ihm als Wissenschaftler, Kollegen und Menschen stets ein ehrendes Gedenken bewahren.

Helmut Wenzl, ein brillanter Physiker und ein großartiger Mensch

Helge Riemann und Wolfram Miller, Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Berlin

Am 21. Februar 2018 verstarb nach kurzer schwerer Krankheit nur wenige Wochen vor seinem 84. Geburtstag Prof. Dr. Helmut Wenzl. Nach Studium und Promotion im Maier-Leibnitzschen Institut in München baute er von 1963 bis 1969 das Tieftemperatur-Bestrahlungslabor am „Münchener Ei“, dem ersten Forschungsreaktor Deutschlands, auf. Am Oak-Ridge National Lab erreichte ihn 1971 der Ruf nach Jülich, um dort am Institut für Festkörperforschung (IFF) das Kristallzüchtungslabor aufzubauen. Von 1974 bis 1999 leitete er dieses international renommierte Institut im Forschungszentrum Jülich.

Seine wissenschaftlichen Arbeiten konzentrierten sich auf Defektreaktionen in technisch relevanten Einkristallen im Zusammenhang mit Bestrahlungen und Tieftemperatur-Experimenten. Zunehmend rückten Einkristalle wichtiger Halbleiter wie GaAs und Silizium in den Mittelpunkt seiner Forschungen. Gleichzeitig festigten seine anspruchsvollen Vorlesungen an der RWTH Aachen seine Reputation als erstklassigen Hochschullehrer.

Als nicht weniger bedeutende Facette seiner Persönlichkeit ist aber ganz besonders sein wissenschaftspolitisches und soziales Engagement hervorzuheben. Er widmete sich parallel zu seiner Forschertätigkeit ausdauernd der Entwicklung und Pflege von Kooperationen und Freundschaften weit über die Grenzen seines Arbeitsgebietes, aber auch über die Grenzen seines Landes hinaus. Herausragend war sein Einsatz für die effektive Neugestaltung der Forschungslandschaft im wiedervereinigten Deutschland.

Die friedliche Revolution in der DDR und die nachfolgenden politischen Transformationen, die die Überwindung der Teilung in die eigentlich inkompatiblen Staatsstrukturen in Deutschland erst möglich machten, erlebte Helmut Wenzl von Amerika aus, wo er als Gastwissenschaftler und Gastprofessor u.a. am MIT und an der Universität Berkeley weilte. Die wissenschaftliche Kommunikation mit Jülich wurde in dieser Zeit durch seinen vertrauten Mitarbeiter Dr. Werner Uelhoff, der am IFF das Kristallzüchtungslabor leitete, aufrechterhalten. Schon Jahre zuvor hatte Uelhoff sich leidenschaftlich dem wissenschaftlichen Austausch mit Forschern



Helmut Wenzl auf der Festveranstaltung zum 20-jährigen Bestehen des IKZ im Frühjahr 2012. (Photo: IKZ)

aus der DDR und darüberhinaus der Pflege persönlicher freundschaftlicher Kontakte zu ihnen gewidmet. Gleich nach der Maueröffnung kam er mit Kollegen vom IFF nach Berlin-Adlershof, um der dort existenziell gefährdeten Kristallzüchtungsgruppe um Winfried Schröder vor der drohenden Abwicklung der DDR-Akademie organisatorisch und finanziell unter die Arme zu greifen. Es ging um das Überleben dieser und anderer international nicht unbekanntenen Gruppen an der Akademie der Wissenschaften. Umgekehrt hatte auch Win-

fried Schröder seit langem gute fachliche und persönliche Kontakte nicht nur zu Uelhoff nach Jülich, sondern auch zu Alfred Mühlbauer in Hannover, einem Pionier der Silizium-FZ-Kristallzüchtung, und zu Kristallexperten der Wacker AG in Burghausen vorbei an der DDR-Aufsicht entwickelt. Es formierte sich in Hannover eine kleine Gruppe aus Ost und West, die die neuen Freiheiten für die Kristallzüchtung nutzen wollte, aber sich auch der neuen Risiken in Gestalt der Abwicklung der Forschergruppen bewusst war.

Sie alle trafen sich im Frühjahr 1990 an der Universität Hannover bei Alfred Mühlbauer am Institut für Elektrowärme. In einem Dokument riefen sie zur Zusammenlegung der Kristallzüchtungsvereinigungen DGKK im Westen und der östlichen VfK auf.

Zu dieser Zeit stand Helmut Wenzl an der Spitze der DGKK, was als Glücksfall bezeichnet werden kann. Seine zutiefst demokratische und auf Konsens ausgerichtete Handlungsweise ermöglichte eine schnelle und reibungslose Integration der Kollegen aus der Arbeitsgruppe "Kristallisation" der VfK. Bereits bei der DGKK-Mitgliederversammlung konnte Helmut Wenzl feststellen, dass schon zahlreiche Kristallzüchter aus dem östlichen Deutschland der DGKK beigetreten waren. Gleichzeitig musste er eine dramatische Verarmung bei der industriellen Kristallproduktion in Deutschland feststellen. Um so mehr lag es ihm am Herzen, den Umbau in den neuen Bundesländern tatkräftig zu unterstützen.

Helmut Wenzl wurde vom Bund und vom Land Berlin beauftragt, als Gründungsdirektor ein Forschungs- und Service-Institut für Kristallzüchtung aus den in Ostberlin vorhandenen Kapazitäten hervorzubringen, soweit diese vom Wissen-

schaftsrat positiv evaluiert werden würden. Noch in Amerika machte sich Helmut Wenzl diese Aufgabe zu eigen, kehrte bald nach Deutschland zurück und widmete sich als Gründungsdirektor mit erstaunlichem Eifer und Energie der Kreation dieses neuen Instituts, das so ganz seiner Interessenswelt entsprach. Zu den vielen Gründungsaktivitäten gehörten die fachliche Ausrichtung des neu zu bildenden Kristallzüchtungsinstituts (IKZ), die Erarbeitung einer Satzung, die Ausbildung einer effektiven Struktur und die Auswahl der ersten Mitarbeiter. Die Weitsichtigkeit von Helmut Wenzl läßt sich an der heutigen fachlichen Ausrichtung und Organisationsstruktur ablesen, die noch immer deutlich seine Handschrift tragen. Helmut Wenzl demonstrierte die nötigen fachlichen und personellen Entscheidungen als beeindruckendes Beispiel praktizierter Demokratie und menschlichen Verständnisses, wobei kompetente Berater aus den verschiedensten Fachbereichen und aus Ost und West vorurteilsfrei sein Gehör fanden.

Das Institut wurde 1992 von Helmut Wenzl gegründet und begann anschließend mit Winfried Schröder als erstem Direktor seine Arbeit. Helmut Wenzl begleitete die Entwicklung des Instituts für Kristallzüchtung noch viele Jahre als Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirates. Es war ihm sehr ans Herz gewachsen, und er war so intensiv in der Wissenschaftslandschaft in Berlin-Adlershof verwurzelt, dass er 1999 beim Abschied vor der Leibniz-Gemeinschaft Berlin als zweite wissenschaftliche Heimat empfand.

Das IKZ, die DGKK und die gesamte Gemeinschaft der Kristallzüchter in Deutschland werden Helmut Wenzls Persönlichkeit und Wirken stets in dankbarer Erinnerung behalten.

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

Läppen-Polieren



IB 400
für Läpp-Polierteller
von 300 - 400 mm dia.
Läpp-Poliermittelzufuhrsystem,
Polier-Jigs.

Innenlochsägen Annular 40/50
Schnitttiefen 42 bzw. 52 mm
Man. Tischstellung
Digitalanzeige für Upm,
Tischposition und Schnittvorschub.

Schneiden



Weitere Produkte: Fadensägen nach dem Läppprinzip

Bitte besuchen Sie unsere Internetseite

www.ibs-grafrath.de

Nachruf auf Prof. Dr. Lothar Frey (7.6.1958 – 24.6.2018)

Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB, Erlangen



Lothar Frey

(Photo: IISB)

Der Leiter des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB, Prof. Dr. Lothar Frey verstarb unterwartet am 24. Juni 2018.

Prof. Frey war Leiter des Fraunhofer IISB und auch Inhaber des Lehrstuhls für Elektronische Bauelemente (LEB) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU). Er hat das Fraunhofer IISB auf das Zukunftsthema Leistungselektronik fokussiert. Seinem Wirken ist auch das starke und nachhaltige Wachstum des Instituts zu verdanken. So zählt das Fraunhofer IISB heute zu den wirtschaftlich erfolgreichsten Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft.

Als Wissenschaftler und Manager hat er das Thema Leistungselektronik vom Material bis zum System fachlich geprägt. So hat er unter anderem das für die Elektromobilität wichtige Thema Siliziumkarbid von der Materialentwicklung über eine Fertigungs-Pilotlinie bis hin zur Nutzung in elektronischen Systemen und kommerziellen Anwendungen vorangetrieben. Prof. Frey war auch ein großer Förderer der Kristallzuchtaktivitäten am Fraunhofer IISB und seiner Außenstelle dem Fraunhofer THM in Freiberg. Er hat maßgeblich dazu beigetragen, dass die Auswirkung des Grundmaterials auf das Bauelement stark ins Zentrum der Forschungsaktivitäten gerückt ist.

Er war ein Initiator und Förderer von strategischen Kooperationen mit Partnern aus Industrie, Wissenschaft und Politik.

Als einer der Gründungsväter des Leistungszentrums Elektroniksysteme LZE förderte er die regionale Zusammenarbeit zwischen den beiden Fraunhofer-Instituten IISB und IIS, der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und der regionalen Industrie.

Von Prof. Frey gingen auch verschiedene Initiativen zur Nachwuchsförderung aus, wie zum Beispiel die DRIVE-E-Akademie des Bundesministeriums für Bildung und Forschung und der Fraunhofer-Gesellschaft. Neben seiner Funktion als Hochschullehrer und Institutsleiter war er in verschiedenen nationalen und internationalen Gremien aktiv, um Wissenschaft, Nachwuchs und Wirtschaft voranzubringen. So zum Beispiel als Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirates der Bayerischen Forschungsförderung und als wissenschaftlicher Beirat in verschiedenen nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen, Verbänden und bei Unternehmen.

Prof. Frey wurde 1958 in Würzburg geboren. Er studierte Physik an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg und promovierte 1986 an der Fakultät für Naturwissenschaften. Nach einem Forschungsaufenthalt an der Rice University in Houston, USA, wechselte er 1989 nach Erlangen. Als Leiter der Gruppe Analytik und Charakterisierung der Fraunhofer-Arbeitsgruppe AIS-B, der Vorgängerin des Fraunhofer IISB, begann er seinen Werdegang bei der Fraunhofer-Gesellschaft. 1993 wechselte er an den Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und von 1997 bis 2005 leitete er in Personalunion das zentrale Reinraumlabor der Universität sowie die Abteilung Halbleitertechnologie am Fraunhofer IISB.

Nach einem Forschungsaufenthalt an der Technischen Universität Wien habilitierte er sich 2004 an der FAU. Danach wechselte er zur Infineon (später Qimonda) in Dresden, wo er die Entwicklung neuer Materialien für Halbleiterbauelemente verantwortete. 2006 wurde er auf den Lehrstuhl für Experimentelle Physik der Technischen Universität Bergakademie Freiberg berufen. 2008 kehrte Prof. Frey nach Erlangen zurück und wurde Inhaber des Lehrstuhls für Elektronische Bauelemente der FAU und Leiter des Fraunhofer IISB.

Prof. Frey wird vielen Studenten, Nachwuchswissenschaftlern und Mitarbeitern als Motivator, Impulsgeber und Mentor für die persönliche und fachliche Entwicklung in Erinnerung bleiben.

DGKK-Fokus

Materialentwicklung von elektronisch stark korrelierten Systemen am Kristall- und Materiallabor der Goethe-Universität Frankfurt

Cornelius Krellner, Physikalisches Institut, Goethe-Universität Frankfurt am Main

Die Kristallzüchtung von verschiedensten Materialien für die Festkörperforschung hat an der Goethe-Universität Frankfurt am Main eine lange Tradition und wurde vor mehr als 40 Jahren von Prof. Wolf Aßmus begonnen, der damals das Kristall- und Materiallabor am Physikalischen Institut im Fachbereich Physik gründete. Nach seiner Emeritierung im Jahre 2012 hatte ich die Ehre, seine Nachfolge anzutreten. Dabei wurde mir am Anfang oft gesagt, dass ich da in große Fußstapfen trete und das nicht nur im wörtlichen Sinne. Sehr dankbar bin ich ihm und auch den langjährigen DGKK-Mitgliedern Franz Ritter, Klaus-Dieter Luther und Amir Haghighirad vor allem für die sehr gelungene Anfangszeit, in der ich beim Aufbau der neuen Gruppe sehr viel Unterstützung erfahren habe. Ich fand dafür ein sehr umfangreich ausgestattetes Labor vor, in dem ich sofort mit meinen Ideen und neuen Materialien loslegen konnte. Seitdem sind mehr als 5 Jahre vergangen und die ersten vier Doktoranden haben ihre Arbeiten abgeschlossen. Da dies auch für mich ein wichtiger Meilenstein ist, möchte ich an dieser Stelle die Ergebnisse dieser Arbeiten vorstellen.

Gemeinsam ist diesen Arbeiten, dass sie sich mit der Herstellung und Charakterisierung von elektronisch stark korrelierten Systemen beschäftigen. Dabei wurde stets das Ziel verfolgt, neue Materialien mit faszinierenden Phänomenen zu entdecken und deren Verständnis durch Herstellung und umfangreiche Charakterisierung möglichst reiner Einkristalle voranzubringen. Entscheidend dafür ist, dass sowohl die Kristallzüchtung als auch die physikalische Charakterisierung von der gleichen Person vorgenommen wird, da so die Optimierung der Kristallzüchtung nicht um ihrer selbst willen erfolgt, sondern stets an physikalische Fragestellungen geknüpft ist. Dabei interessieren wir uns vor allem für Eigenschaften von

neuen und bekannten Supraleitern sowie für Materialien mit ungewöhnlichen magnetischen Grundzuständen.

Im Folgenden möchte ich kurz diese vier Doktorarbeiten vorstellen, die in den Jahren 2017 und 2018 abgeschlossen wurden. Dies sind i) "Tuning two dimensional Cu-based quantum spin systems" von **Pascal Puphal**, ii) "Crystal growth and Characterization of Cerium- and Ytterbium based Quantum Critical Materials" von **Kristin Kliemt**, iii) "Kristallzüchtung und Charakterisierung von eisenbasierten Pniktid-Supraleitern" von **Agnes Adamski** und iv) "Crystal growth and characterization of new charge-transfer salts" von **Antonia Morherr**.

"Tuning two dimensional Cu-based quantum spin systems" von Pascal Puphal

Die Materialentwicklung von neuen Kupfer-basierten Quanten-Spinsystemen ist ein sehr aktuelles Gebiet der experimentellen Festkörperphysik. Diese Materialien sind Modellsysteme, um neuartige Quanten-Vielteilcheneffekte zu untersuchen. Ein wichtiger Aspekt ist dabei die Rolle von magnetischen Frustrationseffekten, welche von der geometrischen Anordnung der Cu^{2+} -Spins abhängt. Weiterhin kann durch eine gezielte Materialentwicklung der magnetische Grundzustand durch chemische Substitutionen direkt beeinflusst werden. Beispiele für diese neuen emergenten Grundzustände, die Gegenstand der Arbeit sind, ist das Auftreten eines Bose-Einstein-Kondensats magnonischer Anregungen in $\text{BaCuSi}_2\text{O}_6$ sowie eine Spinflüssigkeit in $\text{ZnCu}_3(\text{OH})_6\text{Cl}_2$ und verwandten Kagomé-Gittern.

Diese Materialien werden bereits seit 2007 im Rahmen des laufenden SFB/TR49 in Frankfurt hergestellt und untersucht. Pascal Puphal hat in seiner Arbeit sehr unterschiedliche Kristallzüchtungsmethoden angewendet. Wie in Abb. 1 darge-

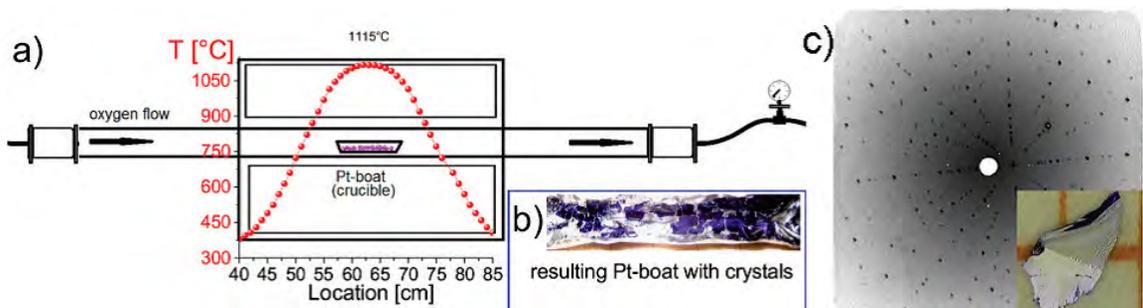


Abb. 1: a) Schematische Darstellung des verwendeten Ofens und des Temperaturprofils für die Kristallisation von $\text{BaCuSi}_2\text{O}_6$ unter Sauerstoff-Atmosphäre. b) Gewachsene Kristalle im Platin-Schiffchen. Länge des Schiffchens etwa 30 mm. c) Laue-Aufnahme und Bild eines Einkristalls mit 10% Sr-Dotierung auf dem Ba-Platz.

stellt, wurde $\text{BaCuSi}_2\text{O}_6$ unter Sauerstoff-Atmosphäre hergestellt mit einem vertikalen Temperaturprofil. Da die Schmelze sehr stark benetzend für alle möglichen Tiegelarten ist, wurde solch ein Aufbau gewählt, was auf Vorarbeiten von Natalija van Well zurückgeht. Das besondere an der Sr-Dotierung ist nun, dass ein struktureller Phasenübergang, der im undotierten System bei etwa 100 K einsetzt, bis zu tiefsten gemessenen Temperaturen von 2 K unterdrückt ist, was die theoretische Analyse des in diesem System auftretenden Bose-Einstein-Kondensats deutlich erleichtert [1].

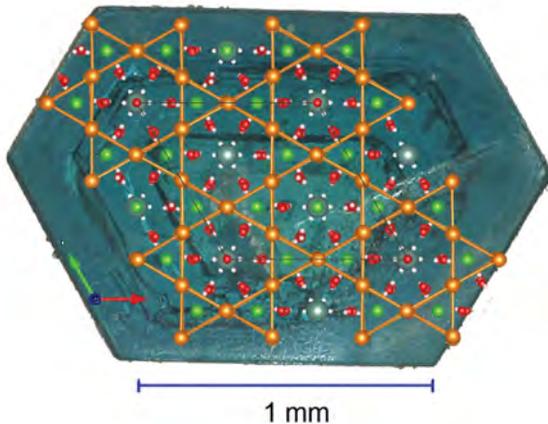


Abb. 2: Kristallstruktur von $\text{Y}_3\text{Cu}_9(\text{OH})_{19}\text{Cl}_8$, mit Blick auf die Kagomé-Ebene der Cu-Ionen (orange). Dahinter ist ein Einkristall mit gleicher Orientierung dargestellt [2].

Ein weiteres Highlight seiner Arbeit ist die Entdeckung eines neuen Kagomé-Systems, $\text{Y}_3\text{Cu}_9(\text{OH})_{19}\text{Cl}_8$, welches unter hydrothermalen Bedingungen bei 270°C kristallisiert wurde. Die magnetische Austauschwechselwirkung zwischen den Kupfer-Ionen ist stark antiferromagnetisch und sollte eigentlich zu langreichweitiger Ordnung bei 400 K führen. Die geometrische Anordnung der Cu-Spins in zwei-dimensionalen magnetisch entkoppelten Kagomé-Gittern unterdrückt diese Ordnung aber deutlich, so dass erst bei 2 K ein kleiner Anteil der Spins ordnet. Der überwiegende Rest fluktuiert. Dieser neuartige magnetische Grundzustand wird unter dem Begriff Spin-Flüssigkeit in der theoretischen Festkörperphysik sehr kontrovers diskutiert und neue Materialien sind notwendig, um eine einheitliche Theorie dafür zu etablieren. Ein Bild eines Einkristalls, der mittels Hydrothermalsynthese hergestellt wurde, und die zugrunde liegende Kristallstruktur sind in Abb. 2 gezeigt [2].

“Crystal growth and Characterization of Cerium- and Ytterbium based Quantum Critical Materials” von Kristin Kliemt

Intermetallische Verbindungen mit 4f-Elektronen vom Ce und Yb bilden die Materialklasse der sogenannten Schwere-Fermion-Verbindungen. Diese heißen so, da durch den Kondo-Effekt die Elektron-Elektron-Wechselwirkung extrem groß wird, was einen Anstieg der effektiven Masse um den

Faktor 1000 bewirken kann. Diese Verbindungen stellen Modellbeispiele dar, um sogenannte Quantenphasenübergänge (QPÜ) im Detail zu untersuchen. Dies sind Phasenübergänge zweiter Ordnung, bei denen kollektive Quantenfluktuationen über die thermischen Fluktuationen dominieren, was zu neuartigen Grundzuständen (Emergenz) in der Umgebung solcher QPÜ führen kann. Prominentestes Beispiel ist unkonventionelle Supraleitung, aber auch starke Abweichungen vom konventionellen Fermiflüssigkeitsverhalten wurden experimentell in solchen Verbindungen beobachtet.

Der Kristallzucht von diesen Materialien kommt eine besondere Bedeutung zu, da die Phänomene an möglichst sauberen Einkristallen mit reproduzierbaren Grundzuständen bestimmt werden müssen. Da in der Nähe von QPÜ mehrere Grundzustände energetisch entartet sind, genügt meist eine kleine Störung, um das Material von einem Zustand in den anderen zu bringen. Dies kontrolliert einzusetzen ist die Aufgabe der modernen Materialentwicklung solcher Verbindungen.

Kristin Kliemt hat in ihrer Arbeit eine Vielzahl von Materialien hergestellt und charakterisiert. An dieser Stelle möchte ich dabei nur auf die Kristallzucht von $\text{YbNi}_4(\text{P}_{1-x}\text{As}_x)_2$ mittels Czochralski-Verfahren aus der schwebenden Schmelze eingehen [3]. Wenn man sich die Probleme anschaut, die einer erfolgreichen Kristallzucht dieser Verbindung im Weg stehen, hätte man zu Beginn des Projektes nicht gedacht, dass man da jemals erfolgreich sein wird. Hervorzuheben sind dabei der immense Dampfdruck von P und Yb, gepaart mit der Giftigkeit von Arsen, dem peritektischen Erstarren der Schmelze bei über 1500°C , und der aggressiven Schmelze, die viele Tiegelmaterialien angreift.

Gelungen ist die Kristallzucht dann in einer ADL (Arthur D. Little) Anlage, die mit Argon-Gasdruck bis zu 20 bar betrieben werden kann. Als Flussmittel kam ein eutektisches Ni-P-As-Gemisch zum Einsatz (Eigenfluss) und die schwebende Schmelze im Kaltschmelztiegel (Hukin-Typ) stellte sicher, dass keine Verunreinigungen vom Tiegel eingebaut wurden. Wie in Abb. 3 zu sehen, ist diese Züchtungsmethode für die komplette $\text{YbNi}_4(\text{P}_{1-x}\text{As}_x)_2$ -Serie gelungen und stellt nun die Materialbasis dar, um den ersten klaren ferromagnetischen QPÜ, der in dieser Serie auftritt, detailliert zu untersuchen. Man sieht den Kristallen an, dass dies noch echte Handarbeit ist, da die Kontrolle und Steuerung des Durchmessers nicht automatisiert erfolgte. Mit diesen Kristallen ist jetzt eine umfassende Charakterisierung des ferromagnetischen QPÜ möglich. Dabei wird eine Frage sein, ob die eindimensionale Anordnung der Ytterbium-Atome eine wichtige Rolle spielt und welchen Einfluss dies auf die Fermifläche des Materials hat. Erste Ergebnisse zeigen, dass im Magnetfeld sogenannte Lifshitz-Übergänge auftreten, ein erster Hinweis auf die Form der Fermifläche [4].

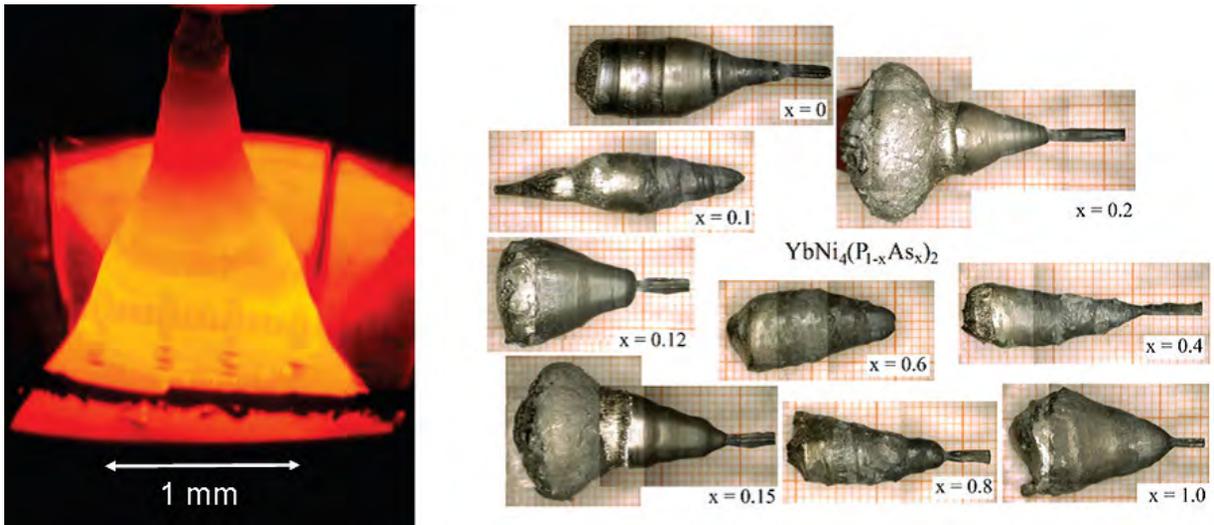


Abb. 3: Czochralski-Züchtung von $\text{YbNi}_4(\text{P}_{1-x}\text{As}_x)_2$. Links: Kristall beim Wachsen mit darunter liegender Schmelze im Kaltschmelztiegel. Rechts: Gewachsene Kristalle mit verschiedenen Arsen-Gehalten. Die linken Enden bestehen aus dem überschüssigen Flussmittel. Für $x = 0.1$ wurde erstmalig die Existenz eines ferromagnetischen Quantenphasenübergangs nachgewiesen.

„Kristallzüchtung und Charakterisierung von eisenbasierten Pniktid-Supraleitern“ von Agnes Adamski

Die Kristallzüchtung der sogenannten 1111-Verbindungen der Eisen-Pniktid-Supraleiter (LnFeAsO , Ln = Lanthanid) ist eine der anspruchsvollsten Aufgaben in der Materialentwicklung von korrelierten Elektronensystemen. Obwohl seit der Entdeckung der Hochtemperatur-Supraleitung im Jahre 2008 weltweit viele Gruppen diese Aufgabe bearbeitet haben, ist es immer noch nicht gelungen, große supraleitende Einkristalle dieser Verbindungsklasse zu synthetisieren. Damit geht einher, dass das physikalische Verständnis der Supraleitung in diesen Systemen noch nicht sehr vollständig ist. Viel kann zwar über Analogien von verwandten Systemen, wie den sogenannten 122 (AFe_2As_2 mit A = Ba, Sr, Ca), abgeleitet werden, die deutlich einfacher zu kristallisieren sind. Da diese Verbindungen aber eine geringere Sprungtemperatur T_c haben als die 1111-Verbindungen, ist nach wie vor unklar,

woher das hohe T_c kommt. Oder anders formuliert, es kann nicht vorhergesagt werden, was man machen muss, um höhere T_c zu bekommen. Agnes Adamski hat sich in ihrer Doktorarbeit mit der Optimierung der Kristallzüchtung der 1111-Verbindungen beschäftigt und es ist ihr in der Tat gelungen, für das System $\text{NdFeAs}(\text{O}_{1-x}\text{F}_x)$ die weltweit größten Einkristalle herzustellen (Abb. 4). „Groß“ ist dabei allerdings relativ, da die Kantenlängen der Kristalle nicht über 1 mm hinausgehen. Trotzdem ist es mit diesen Kristallen nun möglich, einige grundlegende physikalische Eigenschaften dieser supraleitenden Verbindungen experimentell zu bestimmen, was hoffentlich zum tieferen Verständnis der Supraleitung in diesen Materialien beitragen wird. Die Kristallzüchtung erfolgte aus einem Salzflux (eutektisches Gemisch von NaCl/KCl). Wichtige Optimierungsparameter waren das Massenverhältnis der Edukte und das Temperaturprofil während der Züchtung aus dem Glaskohlenstofftiegel.

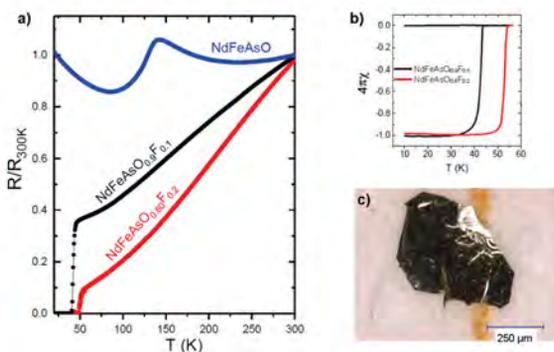


Abb. 4: Erfolgreiche Kristallzüchtung von $\text{NdFeAs}(\text{O}_{1-x}\text{F}_x)$. a) Widerstandskurven für 3 Dotierungen [5]. NdFeAsO ordnet magnetisch bei 150 K. Durch Fluor-Dotierung wird der Magnetismus vom Fe unterdrückt und das Material wird bei über 50 K supraleitend. b) Dies wird bestätigt durch einen sehr scharfen diamagnetischen Phasenübergang in der Suszeptibilität. c) Die Einkristalle haben Kantenlängen senkrecht zur c-Richtung von bis zu 1 mm.

“Crystal growth and characterization of new charge-transfer salts” von Antonia Morherr

Neue organische Halbleiter stellen eine wichtige Materialklasse da, vor allem im Hinblick auf mögliche Anwendungen im Bereich organischer Elektronik (Solarzellen, LEDs, Transistoren, etc.). Aktuelle Forschungsthemen sind neben der Materialentwicklung vor allem die Untersuchung der Mechanismen des Ladungstransports. In kristalliner Form sind diese Materialien als Molekülkristalle aufgebaut, das heißt, auf den kristallographischen Gitterplätzen befinden sich keine Atome (wie in Si, GaAs, etc.), sondern organische Moleküle, wie zum Beispiel Phenanthren, Pentacen oder Picen. Die Bindung erfolgt dann typischerweise über schwache van-der-Waals-Wechselwirkungen. In der Arbeit von Antonia Morherr werden neue quasi-binäre Verbindungen untersucht, die aus einem Akzeptor und einem Donor-Molekül aufgebaut sind.

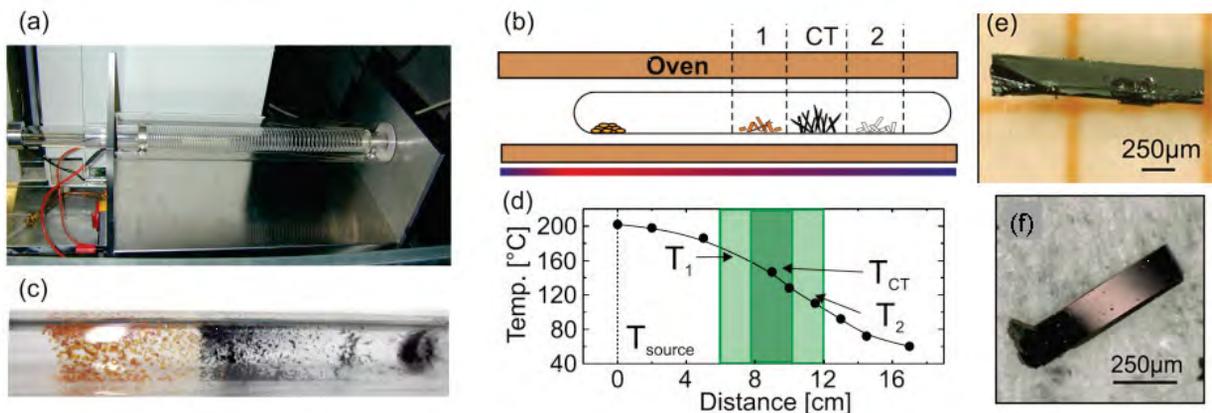


Abb. 5: a,c) Ofen für Gasphasentransport und dessen schematische Darstellung in b) mit dazugehörigem Temperaturprofil in d). Die Ausgangsmoleküle werden ganz links bei etwa 200°C sublimiert und kristallisieren als binäre Molekülverbindung bei etwa 150°C (TCT, dunkelgrüner Bereich). Davor und dahinter (hellgrüner Bereich) kristallisieren bei höheren bzw. tieferen Temperaturen Reste der Ausgangsverbindungen. In e) und f) sind typische Kristalle für Picen/TCNQ und Dienbenzoanthracen/TCNQ gezeigt [6].

Diese sogenannten Ladungstransfersalze zeichnen sich dadurch aus, dass sie abhängig von ihrer Kristallstruktur sowohl metallisches als auch halbleitendes Verhalten zeigen können. Antonia Morherr ist es in Ihrer Arbeit gelungen, 12 neue Verbindungen zu kristallisieren sowie deren strukturelle und physikalische Eigenschaften mit verschiedenen spektroskopischen Methoden zu untersuchen. Hervorzuheben ist, dass zu jedem Donor-Molekül systematisch der Akzeptor variiert wurde, um damit die Auswirkungen verschieden starker Akzeptoren zu untersuchen. Die Kristallzüchtung erfolgte direkt aus der Gasphase bei Temperaturen von etwa 200°C, dabei hat sie herausgefunden, dass die optimale Züchtung bei einem Argon Dampfdruck von etwa 0.5 bar erfolgt. Beispiele sind in Abb. 5 gezeigt, zusammen mit dem Aufbau des Ofens für den Gasphasentransport. Diese Kristalle waren dann Ausgangspunkt, um die Natur des Ladungstransfers genauer zu untersuchen [7].

Referenzen:

[1] P. Puphal, D. Sheptyakov, N. v. Well, L. Postulka, I. Heinmaa, F. Ritter, W. Assmus, B. Wolf, M. Lang, H. O. Jeschke, R. Valentí, R. Stern, C. Rüegg, and C. Krellner, Stabilization of the tetragonal structure in $(\text{Ba}_{1-x}\text{Sr}_x)\text{CuSi}_2\text{O}_6$, *Phys. Rev. B* 93, 174121 (2016).
 [2] P. Puphal, M. Bolte, D. Sheptyakov, A. Pustogow, K. Kliemt, M. Dressel, M. Baenitz, C. Krellner, Strong magnetic frustrati-

on in $\text{Y}_3\text{Cu}_9(\text{OH})_{19}\text{Cl}_8$: a distorted kagome antiferromagnet, *J. Mater. Chem. C* 5, 2629 (2017).

[3] K. Kliemt and C. Krellner, Crystal growth by Bridgman and Czochralski method of the ferromagnetic quantum critical material YbNi_4P_2 , *J. Cryst. Growth* 449, 129 (2016).

[4] H. Pfau, R. Daou, S. Friedemann, S. Karbassi, S. Ghanadzadeh, R. Kuechler, S. Hamann, A. Steppke, D. Sun, M. Koenig, A. P. Mackenzie, K. Kliemt, C. Krellner, M. Brando, Cascade of magnetic field induced Lifshitz transitions in the ferromagnetic Kondo lattice material YbNi_4P_2 , *Phys. Rev. Lett.* 119, 126402 (2017).

[5] A. Adamski, C. Krellner, and M. Abdel-Hafiez, Signature of multigap nodeless superconductivity in fluorine-doped Nd-FeAsO , *Phys. Rev. B* 96, 100503(R) (2017).

[6] A. Morherr, S. Witt, A. Chernenkaya, G. Schönhense, J.-P. Bäcker, M. Bolte, and C. Krellner, Crystal growth of new charge-transfer salts based on π -conjugated donor molecules, *Physica B* 496, 98 (2016).

[7] A. Chernenkaya, A. Morherr, S. Backes, W. Popp, S. Witt, X. Kozina, S. Nepijko, M. Bolte, K. Medjanik, G. Öhrwall, C. Krellner, M. Baumgarten, H.-J. Elmers, G. Schönhense, H. Jeschke, and R. Valentí, Microscopic origin of the charge transfer in single crystals based on thiophene derivatives: a combined NEXAFS and density functional theory approach, *J. Chem. Phys.* 145, 034702 (2016).

DGKK-Nachrichten

Prof. Dr. Thomas Schröder ist neuer Direktor des Leibniz-Instituts für Kristallzüchtung (IKZ) in Berlin-Adlershof

Zum 1. Februar 2018 hat Prof. Dr. Thomas Schröder die Leitung des Leibniz-Instituts für Kristallzüchtung (IKZ) in Berlin-Adlershof übernommen. Damit verbunden ist die Professur „Kristallwachstum“ an der Humboldt-Universität zu Berlin. Seit 2013 hatte Prof. Dr. Günther Tränkle, Direktor des Ferdinand-Braun-Institutes für Höchstfrequenztechnik, die kommissarische Leitung des Institutes inne, unter dessen Führung sich das IKZ zu einem führenden Zentrum für Kristallzüchtung in Europa weiterentwickeln konnte.



Prof. Dr. Thomas Schröder

Bild: IKZ

Davor hielt Thomas Schröder seit 2012 eine Professur für Halbleitermaterialien an der Brandenburgischen Technischen Universität (BTU) Cottbus-Senftenberg und war seit 2009 Leiter der Abteilung Materialforschung am Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik (IHP) in Frankfurt (Oder). Hier hat er mit seinem Team eine moderne Materialforschung im Bereich der „More than Moore“ Silizium-Mikroelektronik betrieben. Als studierter Chemiker und Physiker erlangte Thomas Schröder seine Promotion im Bereich der physikalischen Chemie

von Dielektrika an der Humboldt-Universität sowie dem Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft in Berlin.

Das Leibniz-Institut für Kristallzüchtung erforscht die wissenschaftlichen und technologischen Fragestellungen des Kristallwachstums und der Kristallzüchtung. Dies reicht von der Grundlagenforschung bis hin zu industrienaher Technologieentwicklung. Die am Institut entwickelten Materialien bilden die Basis für moderne technische Anwendungen, die unter anderem in der Mikro-, Opto- und Leistungselektronik, der Photovoltaik, in Optik und Lasertechnik oder der Sensorik zum Einsatz kommen. Zusätzlich erfüllt das Institut eine überregionale Servicefunktion, zu der besonders die Bereitstellung spezieller Kristalle für die Forschung, die Charakterisierung von kristallinen Materialien oder die Entwicklung von Technologien für Forschung und Industrie zählen.

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Stefanie Grüber

Telefon: +49 30 6392 3263

Email: stefanie.grueber@ikz-berlin.de

Faszination Weltall – Erlanger Forscher züchten Kristalle in der Schwerelosigkeit

Um die Entstehung von Defekten bei der Herstellung von Kristallen besser zu verstehen, führten Forscher vom Fraunhofer IISB gemeinsam mit Kollegen von der Universität Freiburg das Weltraumexperiment „ParSiWal“ durch. Als Trägerrakete diente die unbemannte Forschungsrakete TEXUS 55 des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). TEXUS 55 startete am 31. Mai 2018 vom Raumfahrtzentrum Esrange bei Kiruna in Nordschweden. Dieses Experiment unter Schwerelosigkeit zielt auf eine optimierte Produktion von Silizium-Kristallen für Photovoltaikanwendungen auf der Erde ab.

Das Weltraumexperiment mit der Kurzbezeichnung ParSiWal („Bestimmung der kritischen Einfangeschwindigkeit von Partikeln bei der gerichteten Erstarrung von Silizium im Weltall“) dient zur Erforschung der Herstellung von Silizium-Kristallen, die zum Beispiel für Solarzellen in Photovoltaikanlagen benötigt werden. Das Experiment untersucht speziell den unerwünschten Einbau von Siliziumkarbid- und Siliziumnitrid-Partikeln, die bei der Erstarrung von Silizium-

Kristallen aus einer Siliziumschmelze auftreten können. Der Einbau derartiger Partikel vermindert die Ausbeute und die spätere Qualität der Solarzellen. Es gilt herauszufinden, wie sich dies in der Produktion zukünftig vermeiden lässt. Mit TEXUS 55 erwarten die Forscher eine Bestätigung früherer Experimente, wonach die Strömung in der mehr als 1400°C heißen Siliziumschmelze einen entscheidenden Einfluss auf das Einbauverhalten der Partikel ausübt.



Start der Forschungsrakete TEXUS-55 am 31. Mai 2018 in Esrange bei Kiruna in Nordschweden.

Bild: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Allerdings wurden die experimentellen Rahmenbedingungen in diesem Weltraumexperiment diesmal deutlich komplexer ausgelegt. Die Ergebnisse lassen sich so besser auf die Bedingungen der industriellen Produktion auf der Erde anwenden. Um die Mechanismen zum Partikeleinbau noch genauer sowie das Wachstum von bestimmten Kristallbereichen bei der Kristallzüchtung besser zu verstehen, hat das Forscherteam vom Fraunhofer IISB und der Universität Freiburg Anfang des Jahres mit der Vorbereitung weiterer Schwerelosigkeitsexperimente begonnen.

Vor einigen Monaten starteten im Projekt InSituKris („In-situ Beobachtung von Fremdphasenpartikeln in Fluiden, ihrer Bewegungsprofile und ihrer Interaktion mit der Kristallfront“) die Vorbereitungen für ein Weltraumexperiment, bei dem der kritische Partikeleinbau während der Erstarrung des Kristalls in-situ – also live – in einer optisch transparenten Schmelze beobachtet werden kann.

Parallel wird im Projekt SaFari („Einfluss der Stabilität des Facettenwachstums auf die Entstehung von Kristalldefekten bei der Halbleiterkristallzüchtung“) ein Effekt untersucht,



Bergung der Nutzlast von TEXUS-55.

Bild: SSC Swedish Space Corporation

durch den sich in einzelnen, lokal stark begrenzten Bereichen das Kristallisationsverhalten vom Rest des erstarrenden Kristalls unterscheidet. Diese Bereiche werden Facetten genannt. Das Facettenwachstum beeinflusst sowohl die Stabilität des Kristallzüchtungsprozesses als auch die Kristallqualität und kommt besonders bei der industriellen Herstellung von Halbleiterkristallen für High-End-Anwendungen zum Tragen. Als Beispiele sind Indiumphosphid-Kristalle für Hochfrequenzbauelemente für den nächsten Mobilfunkstandard, hochreine Germanium-Kristalle für Detektoranwendungen oder hochdotierte Siliziumkristalle für energieeffiziente leistungselektronische Bauelemente zu nennen.

Die TEXUS-Flüge mit den Experimenten zu InSituKris und SaFari an Board werden frühestens im Jahr 2020 stattfinden. Bis dahin müssen die Forscher noch die theoretischen Modelle weiterentwickeln, verschiedene Voruntersuchungen und Referenzexperimente durchführen, Messmethoden verfeinern und die Auswertung der späteren Experimente vorbereiten.

ParSiWal, SaFari und InSituKris sind Bestandteile des Programms „Forschung unter Weltraumbedingungen“ des Deutschen Zentrums für Luft und Raumfahrt e.V. (DLR) und werden vom DLR-Raumfahrtmanagement mit Mitteln des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) gefördert.

Die Projekte ParSiWal, SaFari und InSituKris setzen die lange Tradition der Erlanger Weltraumexperimente auf dem Gebiet der Kristallzüchtung fort. So züchteten Erlanger Forscher bereits auf früheren Raketenflügen (1984, 1988, 1989, 1992, 2015, 2016) und sogar auf dem Space-Shuttle (1983, 1985, 1993) technische Kristalle. Zudem hat die am Fraunhofer IISB entwickelte Software CrysMAS[®] vor etwa 15 Jahren ein aufwendiges Qualifizierungsverfahren bei der Europäischen Raumfahrtagentur ESA bestanden. Seitdem wird das Programm CrysMAS[®], das Temperaturverteilungen in Ofenanlagen berechnet, von Forschern eingesetzt, um materialwissenschaftliche Experimente auf der Internationalen Raumstation ISS zu simulieren.

Ansprechpartner:

Dr. Jochen Friedrich
Fraunhofer IISB
Schottkystraße 10, 91058 Erlangen

Tel. +49 9131 761-270

Fax +49 9131 761-280

info@iisb.fraunhofer.de

Bericht zur gemeinsamen Sitzung der DGK und DGKK: "Characterization of defects in crystalline materials"

Andreas Danilewsky, Kristallographisches Institut, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Am Mittwoch, dem 7. März 2018, fand im Rahmen der 26. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kristallographie, DGK, in Essen gemeinsam mit der DGKK das gut besuchte Mikrosymposium zum Thema "Characterization of defects in crystalline materials" statt. Vorbereitet durch Claudia Weidenthaler, Sprecherin des DGK-Arbeitskreises Materialwissenschaften und Oberflächen (Max-Planck-Institut für Kohlenforschung, Abteilung für heterogene Katalyse, Mülheim a. d. Ruhr) und Andreas Danilewsky (Kristallographie, Freiburg). Aufgrund terminlicher Überschneidungen bei Frau Weidenthaler wurde die Sitzung dann gemeinsam von Helmut Ehrenberg (Institut für Angewandte Materialien (IAM-ESS) am Karlsruher Institut für Technologie, KIT, Eggenstein-Leopoldshafen) und Andreas Danilewsky geleitet. Eröffnet wurde die Sitzung durch Frau Christiane Frank-Rotsch (IKZ, Berlin) mit dem eingeladenen Vortrag "Semiconductor single crystal growth with reduced defect formation by optimized process parameters". Die Übersicht zur Versetzungsbildung in größeren Kristallen gab einen gelungenen Einstieg in die Problematik von Kristallwachstum und Defektbildung.

Ebenfalls zum Thema Versetzungen folgte der Vortrag von Mykhailo Barchuk et al. (Freiburg/DE) mit dem Titel "Effect of delayed coalescence of nucleation layers on defect structure in HTVPE GaN". Die lebhafte Diskussion zum Einfluss von Temperatur-bedingten Gitterschwingungen auf die Verbreiterung von Rocking-Kurven zur Bestimmung hoher Versetzungsdichten musste leider auf die Pause verschoben werden, um im Zeitschema der 4 parallelen Mikrosymposien zu bleiben. Frau Ella Schmidt (Physik, Erlangen) leitete zu den Punktdefekten über, mit Ihrem Vortrag "Characterizing complex molecular disorder using single crystal diffuse scattering". Sie präsentierte einen theoretischen Ansatz zur Beschreibung lokaler Fehlorderungen. Deren Vielzahl kann deutlich eingeschränkt werden, da verschiedene Moleküle in einer Einheitszelle orientierungsbedingt jeweils nur eine begrenzte Anzahl von Freiheitsgraden zur Bildung von Fehlorientierungen und zur Interaktion haben. Verwendet man molekulare Formfaktoren, können mit relativ geringem Rechenaufwand im Reziproken Raum verschiedene Varianten auch komplexer Fehlorderungen simuliert werden. Der Vergleich mit den experimentellen Messungen der diffusen Streuung erlaubt dann die Bestimmung der wahrscheinlichsten Defekt-Variante.

Dass Punktdefekte auch eine Rolle im Zusammenhang mit biologisch beeinflussten Systemen spielen, belegte der sehr interessante Beitrag von Ralph Michael Bolanz et al. (Geowissenschaften, Jena) "Structural incorporation of Mo⁶⁺ into akaganéite (β -FeOOH) and its microbial reduction by *Shewanella loihica* PV-4". In dieser experimentellen Arbeit wurden ebenfalls lokale Fehlorderungen untersucht, allerdings



Abb. 1: Gemeinsames DGK-DGKK-Mikrosymposium zum Thema "Characterization of defects in crystalline materials" am 7. März 2018 in Essen. Im Vordergrund links Helmut Ehrenberg, Sitzungsleiter der 2. Hälfte. (Photo: A. Danilewsky)

auf das Auflöseverhalten mittels Röntgenabsorptionsmethoden (XAS). Das Mineral Akaganéit kann erstaunlich viel Mo unter Fe-Verlust in sein Gitter einbauen und ist damit ein interessantes Erz für den Tiefseebergbau. Es resultieren verzerrte MoO₆-Oktaeder kombiniert mit Fe-Fehlstellen. Reduzieren die Tiefseebakterien vom Stamm PV-4 das Fe³⁺ im Akaganéit zu Fe²⁺ kann ebenfalls Mo⁶⁺ zu Mo⁴⁺ reduziert werden: $\text{Mo}^{6+} + 2 \text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Mo}^{4+} + 2 \text{Fe}^{3+}$ und die Auflösung von Mo-reichem Akaganéit wird erleichtert. Offen blieb allerdings die Frage des umgekehrten Mechanismus für den Einbau von Mo.

Den Abschluss bildete der Beitrag von Martin Rudolph et al. (Werkstoffwissenschaften, TU Freiburg) " γ -Al₂O₃ - a defect stabilized phase" zu den 3-dimensionalen Störungen und zur Domänenbildung. Da sich γ -Al₂O₃ über 700°C in andere metastabile Phasen und letztendlich in α -Al₂O₃ umwandelt, ist sein Einsatz z. B. als Katalysator oder andere Hochtemperaturanwendungen eingeschränkt. Die Autoren beschreiben zunächst die γ -Al₂O₃-Struktur als Derivat der Boehmit-Struktur, in der ein 3-dimensionales Netzwerk von Antiphasengrenzen zu einer mosaikartigen Anordnung von Spinell-artigen γ -Al₂O₃-Nanokristalliten führt. Diese Mikrostruktur wurde durch spezifische, anisotrope Linienverbreiterungen in Elektronen- und Röntgenbeugungsaufnahmen nachgewiesen und die mittlere Größe der Domänen kann so bestimmt werden. Die Stabilisierung dieser Mikrostruktur bei höheren Temperaturen kann somit systematisch untersucht werden.

Die folgende Postersession mit 7 Postern und angeregten Diskussionen rundete die sehr gelungene gemeinsame Veranstaltung ab. Sehr erfreulich auch, dass einer der 3 Posterpreise an eine Gruppe mit DGKK-Beteiligung vergeben wurde, an Frau Merve Kabukcuoglu et al. (ANKA, KIT, Eggenstein-Leopoldshafen und Kristallographie, Freiburg i. Br.) mit dem

Postertitel "Extension of X-ray diffraction laminography - a 4D imaging method for the investigation of defect dynamics in crystalline materials". Sie beschrieb die experimentelle Beobachtung der zeitlichen Entwicklung 3-dimensionaler Versetzungsstrukturen in Si und GaAs, sowie die Anwendung der Methode für andere einkristalline Materialien.

Zuletzt sollte noch die mehrfach wiederholte Frage nicht unerwähnt bleiben: warum sind DGK und DGKK eigentlich getrennte Gesellschaften? Eine weitere Gelegenheit der Zusammenarbeit wird es jedenfalls bei einer gemeinsamen Sitzung

anlässlich unserer nächsten Kristallzüchtungstagung DKT 2019 - 3rd German Polish Conference on Crystal Growth - GPCCG 2019 in Poznan geben. Hier hat sich dankenswerterweise Ullrich Pietsch (Physik, Universität Siegen) für die DGK bereiterklärt, zusammen mit Ewa Talik den Schwerpunkt "Characterization" zu leiten. Des Weiteren wird vom 8. - 10. Oktober 2018 ein DGK - Workshop mit DGKK - Beteiligung für Masterstudenten/Doktoranden angeboten: "Advanced Crystalline Materials: From Synthesis to Application", zu dem alle interessierten DGKK-Mitglieder herzlich eingeladen sind. Die Details werden noch rechtzeitig bekannt gegeben.

SciDre Gründer wird wissenschaftlicher Direktor des IFW Dresden

Prof. Dr. Bernd Büchner (56) ist seit dem 1. April 2018 Wissenschaftlicher Direktor des Leibniz-Instituts für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden (IFW).

Vor fast zehn Jahren wurde die SciDre GmbH als start-up Unternehmen aus dem IFW heraus gegründet. Seither behauptet sich das international agierende Technologieunternehmen sehr erfolgreich auf dem Markt für Forschungsgeräte. Mitbegründer und Gesellschafter der SciDre GmbH Prof. Dr. Bernd Büchner ist nun zum Wissenschaftlichen Direktor des IFW Dresden berufen worden.

Dresden, 27.4.2018. Prof. Bernd Büchner war von 2000 bis 2003 Professor für Experimentalphysik an der RWTH Aachen. Seit 2003 ist der studierte Physiker Direktor des Instituts für Festkörperforschung (IFF), eines der fünf IFW-Institute. Darüber hinaus ist er Professor für Experimentalphysik an der Technischen Universität Dresden. Im IFF leitet Büchner 21 Arbeitsgruppen, darunter drei ERC-Gruppen und drei weitere Nachwuchsgruppen.

Wissenschaftlich steht Bernd Büchner für die experimentelle Erforschung der elektronischen und magnetischen Eigenschaften von neuen sogenannten Quanten-Materialien. Dazu gehören Supraleiter, niedrigdimensionale magnetische Systeme, topologische Isolatoren, molekulare Nanostrukturen und zweidimensionale Materialien. In seiner Position als Wissenschaftlicher Direktor des IFW wird sich Bernd Büchner insbesondere um die Weiterentwicklung und Positionierung der Alleinstellungsmerkmale des Instituts kümmern: Die Erforschung neuer Phänomene in Quantenmaterialien und Nanostrukturen mit dem Ziel, auf dieser Basis neue Funktionalitäten und Anwendungen zu identifizieren und zu entwickeln. Prof. Dr. Bernd Büchner folgt in der Position des Wissenschaftlichen Direktors auf Prof. Dr. Burkard Hillebrands, der das Amt zum 31. März 2018 niedergelegt hat.

Bei seinen wissenschaftlichen Arbeiten stellt Prof. Bernd Büchner immer wieder die Entwicklung neuartiger experimenteller Methoden in den Vordergrund. So initiierte und begleitete der gebürtige Rheinländer den Bau der ersten lichtbeheizten Zonenschmelzanlage zur Züchtung von Einkristallen, die mit Gasdrücken bis zu 150 bar betrieben werden konnte. Das IFW verfügte damit bereits 2005 über die weltweit erste Anlage dieses Typs und zeigte in vielen Publikationen das hohe wissenschaftliche Potential der neuen Methode. Mit dieser Technologie wurde der Grundstein für die Gründung

der SciDre GmbH gelegt.

"Wir freuen uns sehr für Professor Büchner und gratulieren ihm ganz herzlich zu dieser Ernennung", sagt Robert Schöndube, Geschäftsführer der SciDre GmbH in Dresden. "Wir kennen ihn als sehr umsichtigen und verantwortungsvollen Wissenschaftler" so Schöndube weiter, "und sind davon überzeugt, dass er die neuen Aufgaben im Sinnes des IFW verantwortungsvoll bewältigen wird."

Mit der Einkristallzüchtung im Zonenschmelzverfahren unter hohen Gasdrücken – die Hochdruck-Kristallzüchtungsanlage HKZ – startete die SciDre GmbH im Jahr 2009. Im Rahmen einer Lizenzvereinbarung wurde das Knowhow als eines der ersten Produkte vom IFW an die junge Firma übergeben. SciDre führte eine grundlegende Weiterentwicklung dieser Anlage durch und vermarktet sie seitdem erfolgreich weltweit. Aufbauend auf der Erfahrung im Bereich hoher Gasdrücke und hoher Temperaturen entwickelt SciDre kontinuierlich weitere innovative Geräte zur Vorbereitung und Durchführung von wissenschaftlichen Kristallzüchtungen und anderen Experimenten aus unterschiedlichen Bereichen der Festkörperphysik und Materialwissenschaft.

Im Jahr 2011 hat SciDre den Sonderpreis für herausragenden Technologietransfer mit besonderem Entwicklungspotenzial des Sächsischen Staatsministeriums für Wissenschaft und Kunst (SMWK) verliehen bekommen.

SciDre GmbH
Gutzkowstr. 30, 01069 Dresden
info@scidre.de, Tel. +49 351 821 131 40

Pressekontakt:
Annette Lindackers
a.lindackers@scidre.de, M +49 171 834 893 4

The 10th International Workshop on Crystalline Silicon for Solar Cells (CSSC-10), Sendai, Japan, April 8-11, 2018

Kaspars Dadzis, Iryna Buchovska, Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Berlin

The CSSC workshop was initiated by Prof. Nakajima at the Institute for Materials Research (IMR) of Tohoku University in 2006 and this year returned to its birthplace in Sendai for the 10th anniversary. The present workshop was co-organized by Prof. Fujiwara (Tohoku Univ.) and Prof. Usami (Nagoya Univ.). It gathered about 90 scientists (about a half from Japan) working on various topics related to silicon solar cells - from feedstock characterization to module technology.

The opening session started with a welcome address from the director of IMR – Prof. Takanashi. He clearly emphasized the current priority of IMR on energy materials. The following three lectures outlined the topics of the workshop. A. Jouini (CEA-INES) presented bifacial modules based on n-type quasi-mono silicon with G6 ingot size as the future technology. K. Kakimoto (Kyushu Univ.) discussed several challenges of current growth methods such as the influence of resistivity and carbon concentration on carrier lifetime in Czochralski silicon. And finally G. Coletti (ECN Solar Energy) put forward an integrated development approach analyzing the carrier lifetime on ingot, wafer, and cell level. The following eight sessions within three days of the workshop are summarized below focusing on growth technologies as well as characterization and simulation. A part of contributions were also devoted to feedstock and sawing issues as well as cell/module technologies – these are out of scope of this report.

Growth Technology

From the classical silicon growth technologies the casting or directional solidification method with mono- or multi-crystalline seeding layers attracted the largest interest. S. Riepe (Fraunhofer ISE) demonstrated with G2 ingots an approach (codename SMART) to avoid ingrowth of parasitic grains from crucible walls by introducing functional defects – special grain boundary types in the seeds. X. Yu (Zhejiang Univ.) compared seed-assisted ingots grown in $\langle 100 \rangle$ and $\langle 110 \rangle$ directions and showed that in the latter case lateral spreading of dislocation clusters at the seed joints is suppressed resulting in increased cell efficiency. Multi-crystalline seeds were addressed in the contribution by S. Yuan (Zhejiang Univ.). B. Gao (Wuhan Univ.) set the goals to reduce carbon contamination to 0.1 ppma and the dislocation density to 10^4 cm^{-2} on an industrial scale. The first goal was reached for 1000 kg ingots using a new gas control system. S. Schwanke and M. Trempa (both Fraunhofer IISB) presented studies on the influence of crucible and its coating on the purity of directionally solidified ingots. For his outstanding contributions in this field M. Trempa received the Ulrich-Gösele Young Scientist Award at the workshop.

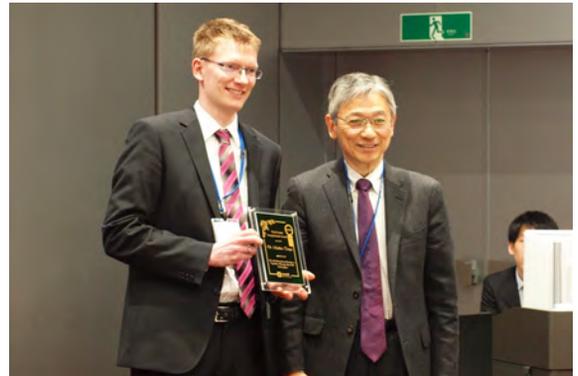


Abb. 1: Ulrich-Gösele Young Scientist Award Winner Matthias Trempa (left) presented by Koichi Kakimoto (right)

Photo: N. Usami

The Czochralski (CZ) growth process was addressed by H. Xu (GT Advanced Technologies). He analyzed the advantages of the continuous CCZ process with continuous feeding (constant melt volume) and Ga doping. It was shown that gallium is a possible solution to avoid light induced degradation in PERC solar cells, and the CCZ method enables a narrow resistivity distribution as well as higher process productivity. An important issue in CZ growth is structure loss, which may be caused by thermal fluctuations, particles, or other reasons. O. S. Sortland (Norwegian Univ. of Science and Technology) investigated the possible influence of gas bubbles and showed that they may cause local stress concentration during CZ growth. I. Kupka (Fraunhofer THM) analyzed the formation of bubbles in the crucible wall (possibly causing particle separation) for various process conditions and crucible materials.

In addition to the classical methods several novel growth technologies for silicon were presented. A. Nouri (SIMAP) investigated the role of melt flow on the crystal shape in the Kyropoulos growth with top-seeding. Prof. Nakajima reviewed his work on the dendritic cast method (nucleation of a layer of large dendrites on the crucible bottom) and the non-contact crucible method (seeding at melt surface and growth towards crucible walls) and offered to make the know-how available for other researchers. The NeoGrowth technique developed at SolarWorld was presented by N. Stoddard (now with II-VI Optical Systems). It uses feeding of liquid silicon and enables crucible-free growth of crystals up to 450 mm diameters with low dislocation densities and narrow resistivity distributions. J. M. Serra (Univ. of Lisbon) discussed the possibilities to grow silicon ribbons from a thin linear molten zone generated by electric currents or lasers. And finally, one of the authors of this report (K. Dadzis) showed the latest results from the granulate crucible method – crystals with 60 mm diameter and low oxygen content.

Characterization and simulation

Structural defects in multi-crystalline silicon was a prominent topic in the workshop. T. Riberi-Beridot (CNRS) presented in-situ x-ray-based analysis of grain boundary competition and twinning while M. G. Tsoutsouva (Norwegian Univ. of Science and Technology) focused on the interaction with dislocations. These processes were investigated by numerical simulations on various length scales in the report by W. Miller (IKZ). A series of contributions from the group of Prof. Usami as well as the work by T. Trötschler (Fraunhofer ISE) were devoted to a detailed (3D) reconstruction of grain structure and dislocation clusters. This is an important part of the previously mentioned SMART approach. The influence of structural defects on the electrical properties such as carrier lifetime were discussed by M. C. Schubert (Fraunhofer ISE), M. Albaric (INES), and M. G. Tsoutsouva.

Another important class of defects in silicon are various impurities. Y. Ohno (Tohoku Univ.) analyzed the general mechanisms of oxygen segregation at grain boundaries while R. L. Chin (Univ. of New South Wales) discussed the possible

causes for striations in CZ crystals such as SiO_x nanoprecipitates. M. Tajima (Meiji Univ.) presented low-temperature photoluminescence measurements for carbon concentrations below $2 \cdot 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ which is the limit for the standard infrared absorption technique. Several contributions were devoted to general problems in lifetime measurements. For example, N. E. Grant (Univ. of Warwick) discussed the methods for surface passivation and K. Kutsukake (Nagoya Univ.) proposed an adaptive mapping technique.

The topic of macroscopic simulations was addressed in several contributions from the group of Prof. Kakimoto at Kyushu University. X. F. Han presented a new 3D model for floating zone growth of silicon; X. Liu introduced global transient calculations of carbon transport in a CZ furnace; and S. Nakano demonstrated the effect of oxygen on dislocation multiplication below 1400 K using the Haasen-Alexander-Sumino model with an unlocking stress.

In the conclusion we all are invited to the next CSSC workshop which will take place in Lisbon (Portugal) in April 2020 and will be organized by Prof. Serra.



Abb. 2: In front of the Sakura Hall of Tohoku University



Abb. 3: The Organizers from left to right: Noritaka Usami, Kensaku Maeda, Kentaro Namura, Kozo Fujiwara. Photo: Kuroykr



Abb. 4: Visiting cherry blossom festival.

Photo: Kuroykr

Bessere Siliziumkristalle für die Photovoltaik durch optimierte Kristallisationstechnologie

Kristallzüchter des Fraunhofer IISB mit dem Ulrich-Gösele-Young-Scientist-Award 2018 ausgezeichnet

Dr.-Ing. Matthias Trempa vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB in Erlangen hat den Ulrich-Gösele-Young-Scientist-Award 2018 erhalten. Die Auszeichnung würdigt die herausragenden wissenschaftlichen Beiträge des Preisträgers im Bereich der Silizium-Kristallzüchtung. Die erzielten Erkenntnisse zur Verbesserung des Silizium-Materials helfen der deutschen Zulieferindustrie im Bereich der Siliziumkristallproduktion, ihre Position auf dem Photovoltaikmarkt zu sichern.



Dr.-Ing. Matthias Trempa, Preisträger des Ulrich-Gösele-Young-Scientist-Awards, beim Befüllen eines Tiegels mit Silizium-Rohstoff
Bild: Fraunhofer IISB

Die Verleihung des Ulrich-Gösele-Young-Scientist-Awards 2018 fand während der internationalen Konferenz „Crystalline Silicon for Solar Cells“ in Sendai in Japan statt. Der Preis ehrt junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die herausragende wissenschaftlich-technische Beiträge auf dem Gebiet des Silizium-Grundmaterials, der Züchtung von Siliziumkristallen, der Herstellung von Silizium-Wafern oder des so genannten Defect Engineering von Silizium speziell für Photovoltaikanwendungen erzielt haben. Namensgeber ist Prof. Dr. Ulrich Gösele, der auch nach seinem Tod als einer der weltweit renommiertesten Wissenschaftler auf dem Gebiet der Halbleiterphysik und -technik gilt.

Siliziumkristalle als Basis für Solarzellen werden aus einer über 1400 °C heißen Siliziumschmelze hergestellt, die kontrolliert abgekühlt wird und dabei – ausgehend von einem Kristallisationskeim – „gerichtet“ erstarrt. Die so produzierten Kristalle bestehen aus vielen kleinen, aneinandergrenzenden, einkristallinen Bereichen, den Körnern, und weisen ein multikristallines Gefüge auf. Bei der gerichteten Erstarrung werden allerdings Kristallfehler in den Siliziumkristall eingebaut, die letztendlich den Wirkungsgrad und damit die elektrische Leistungsfähigkeit der aus den Kristallblöcken gefertigten Solarzellen begrenzen. Die dafür verantwortlichen Kristallfehler sind insbesondere Versetzungen und metallische Verunreinigungen.

Für die Verringerung der schädlichen Versetzungen hat es sich als zielführend erwiesen, über eine entsprechende Vor-

gabe von Kristallisationskeimen zu Kristallisationsbeginn am Tiegelboden ein möglichst feinkörniges Gefüge des multikristallinen Siliziums einzustellen. Dieses sogenannte High Performance Multi-Silizium, kurz HPM, führt zu höheren Wirkungsgraden der Solarzellen als konventionelles multikristallines Silizium mit grobkörnigem Gefüge. Aufbauend auf grundlegenden Experimenten und theoretischen Überlegungen entwickelte Herr Trempa gemeinsam mit seinem Team ein fundiertes Verständnis der Keimbildungs- und Kornwachstumsprozesse, die während der Züchtung auftreten. „HPM-Silizium kann auf unterschiedliche Arten realisiert werden: Durch Ankeimen auf einem geeigneten Siliziumrohstoff, durch Optimierung der Morphologie der Siliziumnitridbeschichtung des Tiegels oder durch geeignete Konditionierung des Quarzguttiegels“, erläutert Matthias Trempa. „Jedoch gehen die Vorteile des HPM-Siliziums verloren, wenn die Siliziumkristalle sehr lang werden, da sich energetisch bedingt das feinkörnige Gefüge in ein eher grobkörniges Gefüge umwandelt.“

Für die Vermeidung der metallischen Verunreinigungen spielen ebenfalls die Siliziumnitridbeschichtung und insbesondere der Quarzguttiegel eine große Rolle. Hier arbeitet Herr Trempa derzeit mit seinen Kolleginnen und Kollegen an der Optimierung der Beschichtungszusammensetzung, um den Metalleintrag in das Silizium zu reduzieren. Zum anderen mindern spezielle diffusionshemmende Schichten auf den Innenflächen des Quarzguttiegels die Eindiffusion von Metallen aus dem Tiegel in das Silizium. „Mit beiden Varianten bestehen einfache und damit kostengünstige technologische Maßnahmen, die Ausbeute an gutem Material zu steigern“, so Trempa.

Die von Matthias Trempa gewonnenen wissenschaftlich-technologischen Ergebnisse zur Defektvermeidung bei der Siliziumkristallproduktion helfen der deutschen Zulieferindustrie, ihre spezifischen Produkte auf dem hart umkämpften Weltmarkt besser platzieren zu können.

Ansprechpartner:

Dr. Jochen Friedrich
Fraunhofer IISB
Schottkystraße 10, 91058 Erlangen

Tel. +49 9131 761-270

Fax +49 9131 761-280

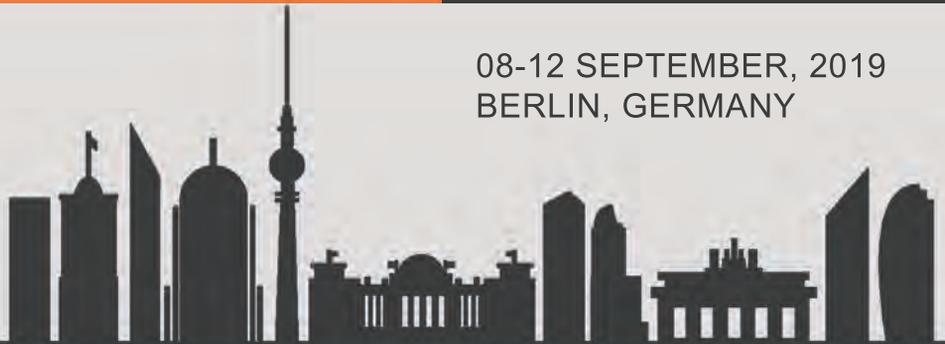
info@iisb.fraunhofer.de



DRIP XVIII

18th CONFERENCE ON
DEFECTS-RECOGNITION,
IMAGING AND PHYSICS
IN SEMICONDUCTORS

08-12 SEPTEMBER, 2019
BERLIN, GERMANY



organized by

FBH
Ferdinand-Braun-Institut
Leibniz-Institut für
Höchstfrequenztechnik

and

IKZ
Leibniz Institute
for Crystal Growth



drip18.fbh-berlin.de



drip18@fbh-berlin.de

08-12 SEPTEMBER, 2019
BERLIN, GERMANY

DRIP XVIII

Materials

- Wide band-gap materials (SiC, group III-nitrides, ZnO)
- Group IV semiconductors (Si, Ge, diamond, etc.)
- III-V compound semiconductors (GaAs, InP, ternary and diluted magnetic materials)
- Materials for oxide electronics
- Photovoltaic materials
- Nanomaterials
- Novel device structures
- Novel 2D semiconductors

Topics

- Recognition, Imaging and Physics of point and extended defects in semiconductors
- Diagnostics techniques of crystal growth and processing of semiconductor materials
- Device imaging and mapping for performance and reliability evaluation
- Defect and degradation analysis in optoelectronic and electronic devices
- Imaging techniques and instruments (scanning microscopies, X-ray, electron beam, noncontact electrical, optical and thermal imaging techniques)
- New frontiers of atomic-scale defect assessment (STM, AFM, SNOM, TEM, etc.)
- Multi-dimensional characterization with nano-scale space resolution (spectroscopic, X-ray, etc.)

Conference Chairs

Dr. Anna Mogilatenko
Ferdinand-Braun-Institut,
Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik

Prof. Dr. Matthias Bickermann
Leibniz Institute of Crystal Growth

 drip18.fbh-berlin.de

 drip18@fbh-berlin.de

Schülerwettbewerb zum Thema „Silber der Zukunft“

Carolin Kaufhold (Referentin des Oberbürgermeisters) Freiberg, Berndt Weinert, Stefan Eichler, Freiburger Compound Materials GmbH

Anlässlich des 60. Jahrestages der Gründung des VEB Spurenmetalle Freiberg am 01.04.1957 wurde auf dem Neujahrsempfang 2017 der Schülerwettbewerb „Silber der Zukunft“ unter Leitung von Oberbürgermeister Sven Krüger ins Leben gerufen. Mit diesem Wettbewerb, für den der Freiburger Ehrenbürger Prof. Dr. Peter Woditsch als Schirmherr gewonnen werden konnte, wurden die Schüler aufgerufen, das „Silber der Zukunft“ in Freiberg zu suchen und für alle sichtbar zu machen. Das Thema basiert auf dem historischen Bergbau, den Halbleiterwerkstoffen der Gegenwart und lässt auch für die Zukunft einig offen.

Für die Teilnahme am Wettbewerb bewarben sich drei Freiburger Schulen, die Oberschulen Clemens Winkler und Gottfried Pabst von Ohain sowie das Geschwister Scholl Gymnasium, denen Vertreter der drei Nachfolgeunternehmen des VEB Spurenmetalle Freiberg - Siltronic AG, SolarWorld und Freiburger Compound Materials GmbH - als Paten unterstützend zur Seite standen. Der Ehrgeiz der jungen Teilnehmer war geweckt, die Schüler entwickelten und bearbeiteten ihre Ideen im Verlaufe des Jahres 2017 und reichten die Ergebnisse zum Jahresende bei der Stadt ein. Dem Sieger des Wettbewerbes winkte ein nicht unwesentliches Preisgeld in Höhe von 11.600 Euro, gesponsert von den drei genannten Halbleiterunternehmen, der Stadt Freiberg und dem Freiburger Ehrenbürger und Projekt-Schirmherren Prof. Dr. Peter Woditsch. Zusätzlich honoriert wurde das Engagement der Schüler durch das Mittelsächsische Theater mit je einer Freikarte.

Am 10.01.2018 präsentierten die Schüler im Ratssaal des Freiburger Rathauses ihre Ergebnisse. Eine Jury, der auch der Oberbürgermeister, der Schirmherr des Projektes und Vertreter der betreuenden Unternehmen angehörten, hatte nun die Leistungen zu beurteilen. Mit Gesang und Experimenten, Präsentationen und Videos kämpften die Schüler um die Gunst der Jury.

Auf der Suche nach dem „Silber der Zukunft“ spürten die Zwölfklässler aus dem Geschwister Scholl Gymnasium zunächst dem Wert des Edelmetalls für Freiberg in der Vergangenheit nach, ehe sie über den Ursprung von Silizium und Germanium auf die Fährte von Galliumarsenid kamen. Zusammen mit der Freiburger Compound Materials GmbH erstellten sie ein Video, das auf einfache und anschauliche Art erklärt, wie Galliumarsenid hergestellt und genutzt wird. Das Fazit ihrer Präsentation lautete: Weder ein Rohstoff, noch ein Produkt allein sind Freibergs „Silber der Zukunft“. Es ist die Zusammenarbeit von Forschern, Unternehmen und Instituten in der Region, die für hochwertige Spitzentechnologien notwendig ist.

Die Schüler der Oberschule Clemens Winkler illustrierten



Gewinner des Schülerwettbewerbs von der Gottfried Pabst von Ohain Schule mit dem Werkleiter des Patenbetriebes, der Siltronic AG Freiberg, Dr. Christian Heedt (rechts)
Bild: FCM

ihren Beitrag ebenfalls mit einem Video. Unterstützt durch SolarWorld, gestalteten sie ihr eigenes Solarmodul, das sich, basierend auf vorgegebenen Formeln und Daten wie dem Neigungswinkel der Sonne in Freiberg, immer in optimale Position zur Energiegewinnung ausrichtete. Zur Demonstration bewegte ein Schüler einen Taschenlampenstrahl über das konstruierte Solarmodul, das dem Licht stets folgte.

„Wir sind die Zukunft!“ - so beantworteten die Schüler der Oberschule Gottfried Pabst von Ohain die Frage nach Freibergs „Silber der Zukunft“. Sie erstellten gemeinsam mit der Siltronic AG ein Arbeitsheft mit begleitender CD, mit dem Schüler der ersten bis vierten Klassen in den Fächern Sachkunde, Deutsch oder Musik einen Rundgang durch ihre Heimatstadt machen können. Auf einer Reise durch das Arbeitsheft erklärten die Schüler den Jurymitgliedern ihre Idee, die sie im nächsten Schuljahr gern selbst in den Grundschulen testen würden.

Die präsentierten Beiträge wurden von den Jurymitgliedern in geschlossener Sitzung bewertet. Beeindruckt von der Kreativität, mit der die Schüler der Gottfried Pabst von Ohain Schule das Thema bearbeiteten, setzte die Jury diesen Beitrag auf Platz 1, gefolgt von der Oberschule Clemens Winkler und dem Geschwister Scholl Gymnasium.

Das Ergebnis wurde vom Oberbürgermeister der Stadt Freiberg Sven Krüger auf dem Neujahrsempfang 2018 verkündet. Die feierliche Auszeichnung der Teilnehmer mit Übergabe des Preisgeldes erfolgte durch Sachsens Wirtschaftsminister Martin Dulig.

Der Schülerwettbewerb „Silber der Zukunft“ war ein gelungener Beitrag zur Würdigung der 60jährigen Halbleiterentwicklung in Freiberg, durch den eine Gruppe junger Menschen die Möglichkeit erhalten hat, sich mit der Bedeutung der Industrialisierung für eine Region im Besonderen und der Entwicklung der Halbleiterindustrie im Speziellen auseinanderzusetzen.

DGKK-Nachwuchs

Thermoanalytische Untersuchungen und Einkristallzüchtung von dotiertem Niob(V)-Oxid

Julia Hidde, Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Berlin

Die Oxide des Niobs bilden ein komplexes System, das aus zahlreichen Phasen unterschiedlicher polymorpher Formen besteht. Durch die Möglichkeit verschiedene Strukturen einzunehmen, besitzen Nioboxide eine Vielzahl interessanter Eigenschaften, die Anwendungen in Wissenschaft und Technik eröffnen. In der aktuellen Forschung wird unter anderem das resistive Schaltverhalten des Niob(V)-Oxids untersucht. Diese Eigenschaft könnte den Bau von sogenannten Memristoren und ihre Anwendung als nicht-flüchtige Speicherelemente ermöglichen. Um die Herstellung funktionaler Memristoren zu ermöglichen, ist eine genaue Kenntnis der Strukturen und Vorgänge während der Einstellung des Widerstands hilfreich. Zur Untersuchung dieser Fragestellung sollen zunächst Nioboxidschichten auf Nb_2O_5 -Einkristallen abgeschieden und daran anschließend weiterführende Analysen durchgeführt werden. Allerdings bereitet die Einkristallzüchtung des Niob(V)-Oxids durch instabile Züchtungsbedingungen Probleme. Ziel der hier vorgestellten Arbeit ist es, zu überprüfen, ob die Einkristallzüchtung des Nb_2O_5 durch Dotierung mit den Elementen der fünften Gruppe im Periodensystem stabilisiert werden kann.

Eine wichtige Fragestellung in diesem Zusammenhang ist, ob eine Mischkristallbildung von Niob(V)-Oxid mit den beiden Oxiden Ta_2O_5 bzw. V_2O_5 möglich ist und ob dotierte Einkristalle des Nb_2O_5 erhalten werden können. Daher befasst sich die hier vorgestellte Arbeit mit der Untersuchung der pseudo-binären Systeme Nb_2O_5 - V_2O_5 und Nb_2O_5 - Ta_2O_5 . Neben der Interpretation erhaltener Messwerte wurden im Rahmen dieser Arbeit auch thermodynamische Modellierungen der beiden Systeme durchgeführt und anschließend Kristallzüchtungsversuche vielversprechender Zusammensetzungen vorgenommen. Da außerdem zu den unter Normaldruck stabilen Modifikationen des Niob(V)-Oxids sowie des Tantal(V)-Oxids mehrere widersprüchliche Literaturdaten existieren, war es ebenfalls eine entscheidende Aufgabe dieser Arbeit, Klarheit über die Phasenbeziehungen der reinen Oxide zu schaffen.

Zur experimentellen Bearbeitung dieser Fragestellungen wurden sowohl die reinen Oxide als auch binäre Mischungen verschiedener Zusammensetzung der beiden Systeme Nb_2O_5 - Ta_2O_5 und Nb_2O_5 - V_2O_5 mittels Differenz-Thermoanalyse und simultaner Thermogravimetrie (DTA/TG) untersucht. Um einen Überblick über die unter den jeweiligen Bedingungen vorliegenden Kristallstrukturen zu gewinnen, wurden zusätz-

lich mehrere Sinterproben erstellt und anschließend mittels Röntgenpulverdiffraktometrie (XRD) untersucht.

Durch die Interpretation der dabei erhaltenen Messergebnisse wurden zwei Modifikationen des Niob(V)-Oxids in der festen Phase vorgefunden. Dabei handelt es sich um die monokline Hochtemperaturmodifikation H- Nb_2O_5 , die bereits 1941 von Brauer beschrieben wurde [1], und eine orthorhombische Tieftemperaturmodifikation, welche dem von Brauer genannten T- Nb_2O_5 entspricht [1]. Letztere konnte durch langzeitige Sinterung von über vier Tagen bei Temperaturen von etwa 600°C aus H- Nb_2O_5 erhalten werden. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Phasenumwandlung von der H- in die T-Modifikation des Nioboxids eine kinetisch gehemmte Reaktion darstellt, bei der das thermodynamische Minimum nur schwer erreicht wird.

Brauer beschreibt weiterhin das Auftreten einer dritten Modifikation, dem M- Nb_2O_5 , welche im Temperaturbereich zwischen 900°C und 1100°C beobachtet wurde [1]. Holtzberg et al. beobachteten diese Modifikation bereits bei tieferen Temperaturen, allerdings nur im Gemisch mit H- Nb_2O_5 [2], und auch aktuellere Untersuchungen beschreiben Stabilitätsbereiche dreier Modifikationen, welche mit den von Brauer aufgelisteten Modifikationen vergleichbar sind [3, 4].

Obwohl in der vorgestellten Arbeit keine dem M- Nb_2O_5 oder anderen Modifikationen entsprechende Phase vorgefunden wurde, soll prinzipiell ein Auftreten weiterer Modifikationen nicht ausgeschlossen werden. In die Phasendiagramme dieser Arbeit wird allerdings den Beobachtungen entsprechend nur eine Phasenumwandlung des Niob(V)-Oxids eingetragen.

Auch für Tantal(V)-Oxid wurden im Rahmen der vorgestellten Arbeit zwei feste Modifikationen gefunden, welche in der Literatur nach ihrem Auftreten als α -Tantaloxid (Hochtemperatur oder H-Form) bzw. β -Tantaloxid (Tieftemperatur oder T- bzw. L-Form) bezeichnet werden [5-7]. Uneinigkeit besteht jedoch bei der Phasenübergangstemperatur. Lagergren et al. berichten von der Existenz einer Hochtemperaturmodifikation ab 1320°C [5], während Waring et al. diese Modifikation erst ab Temperaturen von 1360°C beobachten [6]. Aktuelle Arbeiten von Füglein et al. beschreiben einen Übergang des orthorhombischen β -Tantaloxids zum tetragonalen α -Tantaloxids bei 1482°C [7]. Da diese Beobachtung mit den Ergebnissen der vorgestellten Arbeit bestätigt werden konnten, wurde

in den Phasendiagrammen die entsprechende Temperatur verwendet.

Vanadium(V)-Oxid tritt laut Literatur über den gesamten Bereich der festen Phase in einer orthorhombischen Modifikation auf, welche die Raumgruppe Pmmn aufweist [8-9]. Diese Beobachtungen stehen im Einklang mit der hier vorgestellten Arbeit.

Durch die Untersuchung verschiedener Mischungen der beschriebenen Oxide konnten anschließend Phasenbeziehungen der pseudo-binären Systeme Nb_2O_5 - V_2O_5 und Nb_2O_5 - Ta_2O_5 aufgeklärt werden. Zur Berechnung

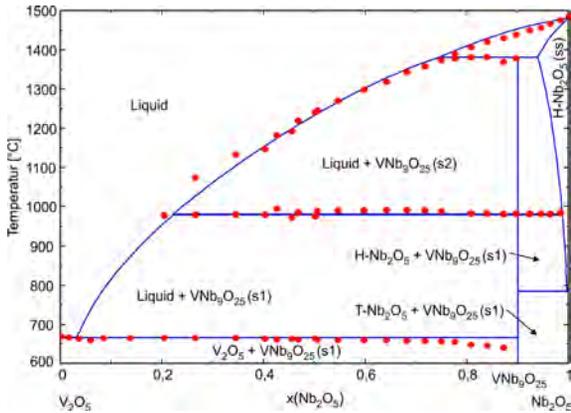


Abb. 1: Zusammenfassung der DTA-Signale verschiedener Mischungen des Systems Nb_2O_5 - V_2O_5 in Abhängigkeit von der Temperatur und Simulation der Phasendiagramme.

thermodynamischer Zusammenhänge wurde die Software FactSage 7.1 verwendet. Dabei handelt es sich um ein Programm zur Bestimmung des Gleichgewichtszustandes in chemischen Systemen, welche mithilfe vorgegebener Datensätze charakterisiert sind. In Abb. 1 und 2 sind die berechneten Phasendiagramme im Vergleich mit den experimentell erhaltenen DTA-Signalen dargestellt. Dabei sind für jede Messung die Temperaturen der detektierten Signale gegen die Zusammensetzung der untersuchten Probe aufgetragen.

Das Phasendiagramm des Systems Nb_2O_5 - V_2O_5 wird in großen Bereichen durch eine Entmischung der festen Phasen von Niob(V)-Oxid und Vanadium(V)-Oxid bestimmt. Die dadurch entstehende Eutektikale erstreckt sich nahezu über den gesamten Konzentrationsbereich und wird lediglich von einer intermediären Verbindung VNb_9O_{25} unterbrochen. In den DTA-Kurven ist dementsprechend ein scharfes, endothermes Signal bei etwa 663°C sichtbar, welches dem eutektischen Schmelzen zuzuordnen ist. Zusätzlich weisen die Kurven ein breites Signal auf, welches stets bei etwa 990°C endet. Da dieses Phänomen nicht mit in der Literatur beschriebenen Zusammenhängen erklärt werden kann, erfolgte die Interpretation dieser Signale unter der Annahme, dass die intermediäre Verbindung eine Phasenumwandlung bei einer Temperatur etwa 990°C vollzieht.

Ab einer Zusammensetzung von $x(Nb_2O_5) = 0,1$ tritt in den DTA-Kurven ein weiteres Signal bei etwa 1375°C auf, welches der peritektischen Zersetzung einer intermediären Verbindung zugeordnet wird. Da dieses Signal vor der genannten Zusammensetzung nicht sichtbar ist, kann davon ausgegangen werden, dass Nb_2O_5 eine deutliche Randlöslichkeit für V_2O_5 besitzt, was sich auch mit den erhaltenen Röntgendiffraktogrammen deckt.

Das Phasendiagramm des Systems Nb_2O_5 - Ta_2O_5 wird durch stark ausgeprägte Randlöslichkeiten von Niob(V)-Oxid und Tantal(V)-Oxid bestimmt, welche nur im Konzentrationsbereich von etwa $x(Nb_2O_5) = 0,3$ bis $x(Nb_2O_5) = 0,6$ unterbrochen wird. Die dazwischen liegende Mischungslücke weist zusätzlich eine intermediäre Verbindung $Ta_2Nb_4O_{15}$ auf. Diese Verbindung besitzt eine Phasenumwandlung bei etwa 1560°C (grüne Markierungen) und zersetzt sich peritektisch

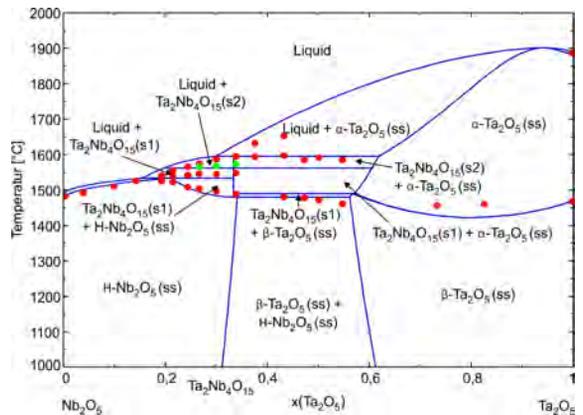


Abb. 2: Zusammenfassung der DTA-Signale verschiedener Mischungen des Systems Nb_2O_5 - Ta_2O_5 in Abhängigkeit von der Temperatur und Simulation der Phasendiagramme. Die grünen Markierungen zeigen die Phasenumwandlung der intermediären Verbindung $Ta_2Nb_4O_{15}$.

bei einer Temperatur von 1590°C. Dadurch ergibt sich eine annähernd horizontal verlaufende Gerade im genannten Temperaturbereich, die von der Liquidus-Kurve überdacht wird. Ab einer Zusammensetzung von $x(Nb_2O_5) = 0,2$ tritt ein flaches DTA-Signal auf, welches sich mit steigender Ta_2O_5 -Konzentration zu niedrigeren Temperaturen verlagert. Darunter befindet sich eine Phase, die mithilfe der Röntgendiffraktogramme als feste Lösung von Nb_2O_5 und Ta_2O_5 identifiziert werden konnte. Der Verlauf der entsprechenden Signalfolge beschreibt dabei die Phasengrenzlinie zwischen der festen Lösung von Nb_2O_5 und Ta_2O_5 und einem Zweiphasengebiet, in dem die intermediäre Verbindung neben der festen Lösung vorliegt.

Da die beiden untersuchten Systeme eine Randlöslichkeit für Niob(V)-Oxid aufweisen, sollte es theoretisch möglich sein, mit V_2O_5 bzw. Ta_2O_5 dotierte Nb_2O_5 -Einkristalle zu züchten. Im Rahmen der vorgestellten Arbeit wurden daher mehrere Züchtungsversuche von dotiertem Niob(V)-Oxid mithilfe

des Optischen Zonenschmelzens unternommen. Dabei wurden verschiedene Substanzmischungen verwendet, die mit den bestimmten Phasendiagrammen im Einklang stehen. Um geeignete Züchtungsbedingungen zu finden, wurden im Rahmen der durchgeführten Experimente neben der Zusammensetzung weitere Faktoren (wie z.B. Zusammensetzung der Züchtungsatmosphäre, Zieh- und Rotationsgeschwindigkeit, Druck während der Züchtung) variiert.

Im Rahmen der hier vorgestellten Arbeit konnten Züchtungsbedingungen gefunden werden, unter denen es möglich war, dotierte Niob(V)-Oxid-Kristalle mit einer Größe von bis zu 5 cm und einem Durchmesser von 1 cm zu ziehen, welche jedoch eine polykristalline Struktur besaßen. Durch Schneiden dieser Polykristalle konnten anschließend kleinere Einkristalle mit einer Länge von etwa 6 mm eines mit Ta_2O_5 dotierten Nb_2O_5 -Kristalls isoliert werden, während mit V_2O_5 sogar Einkristalle mit einer Länge von 10 mm erreicht wurden (siehe Abbildung 3).



Abb. 3: Durch Schneiden der gezüchteten Polykristalle konnten kleinere Einkristalle erhalten werden. Links: Mit Ta_2O_5 dotierte Nb_2O_5 -Kristalle, Rechts: Mit V_2O_5 dotierte Nb_2O_5 -Kristalle.

Eine besondere Herausforderung bei der Kristallzüchtung von dotierten Nb_2O_5 -Kristallen stellte die Ausbildung eines Kranzes am Übergang vom Vorratsstab in die Schmelzzone dar, was zu instabilen Züchtungsbedingungen führte. Über die Ursache dieser Kranzbildung kann zu aktuellen Zeitpunkt nur spekuliert werden. Da auch in der Literatur nur sehr wenige Beobachtungen über ein solches Verhalten beschrieben werden, sind weiterführende Untersuchungen auf diesem Gebiet notwendig.

Trotz der teilweise stabilen Züchtungsbedingungen wiesen die in dieser Arbeit erhaltenen Kristalle stets Risse auf. Dabei konnte noch nicht geklärt werden, ob die polykristalline Struktur durch die Ausbildung mehrerer Körner während der Züchtung oder im Nachhinein durch Spannungen wegen eines zu schnellen Abkühlens bedingt ist. Um eine weitere Optimierung der Züchtungsbedingungen zu bewirken, wäre die Nutzung eines Nachheizers denkbar. Dadurch wird der gezüchtete Kristall langsamer bei erhöhten Temperatu-

ren abgekühlt. Solche Experimente können auch Aufschluss darüber liefern, wodurch die Polykristallinität hervorgerufen wird. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass bei einer ausreichend langen Haltezeit die kinetisch gehemmte Phasenumwandlung von $H-Nb_2O_5$ zu $T-Nb_2O_5$ stattfindet.

An dieser Stelle möchte ich noch allen danken, die durch ihre fachliche und persönliche Unterstützung zum Erfolg dieser Masterarbeit beigetragen haben. Besonders erwähnt seien hierbei Dr. Detlef Klimm, Prof. Dr. Erhard Kemnitz, Dr. Christof Gugushev und Albert Kwasniewski.

[1] G. Brauer, Die Oxyde des Niobs, Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, 248(1):1-31, 1941.

[2] F. Holtzberg, A. Reisman, M. Berry und M. Berkenblit, Chemistry of the group VB pentoxides. VI. The polymorphism of Nb_2O_5 , Journal of the American Chemical Society, 79(9):2039-2043, 1957.

[3] L. Mestres, M.L. Martínez-Sarrion, O. Castaño, and J. Fernández-Urbán, Phase diagram at low temperature of the system ZrO_2/Nb_2O_5 , Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, 627(2):294-298, 2001.

[4] B. Pilarek, A.J. Pelczarska und I. Szczygiel, Characterization of niobium(v) oxide received from different sources, Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 130(1), 2017.

[5] A. Byström, K. Wilhelmi und O. Brotzen, Vanadium pentoxide - a compound with five-coordinated vanadium atoms, Acta Chemica Scandinavica, 4:1119-1130, 1950.

[6] R.S. Roth, J.L. Waring und H.S. Parker, Effect of oxide additions on the polymorphism of tantalum pentoxide. IV. The system $Ta_2O_5-Ta_2WO_8$, Journal of Solid State Chemistry, 2(3):445-461, 1970.

[7] E. Füglein und R. Hock, Untersuchungen zur Polymorphie des Tantaloxids Ta_2O_5 , Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie, 628(9-10):2154-2154, 2002.

[8] R. Enjalbert und J. Galy, A refinement of the structure of V_2O_5 , Acta Crystallographica Section C, 42(11):1467-1469, 1986.

[9] P. Balog, D. Orosel, Z. Cancarevic, C. Schön und M. Jansen, V_2O_5 phase diagram revisited at high pressures and high temperatures, Journal of Alloys and Compounds, 429(1):87-98, 2007.

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). Die Arbeit der Gesellschaft ist in Arbeitskreisen organisiert.

1. 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

2. Vorsitzender

Prof. Dr. Andreas N. Danilewsky
Kristallographie
Institut für Geo- und Umweltwissenschaften
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Hermann-Herder-Str. 5, 79104 Freiburg
Tel.: 0761 / 201 - 6450
E-Mail: a.danilewsky@krist.uni-freiburg.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

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

Beisitzer

Dr. Ulrike Wunderwald
Fraunhofer Technologiezentrum Halbleitermaterialien
THM
Am St.-Niclas-Schacht 13, 09599 Freiberg
Tel.: 03731 / 2033-101
E-Mail: Ulrike.Wunderwald@thm.fraunhofer.de

Dr. Ludwig Stockmeier
Siltronic AG
Berthelsdorfer Straße 113, 09599 Freiberg
Tel.: 03731 / 278-7295
E-Mail: ludwig.stockmeier@siltronic.com

Dr. Götz Meisterernst
Siltronic AG
Johannes-Hess-Straße 24, 84489 Burghausen
Tel.: 08677/ 83 - 3930
E-Mail: goetz.meisterernst@siltronic.com

Bankverbindung:

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

Redaktion:

Dr. Klaus Böttcher
Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)
Tel.: 030 / 6392 3073
Fax: 030 / 6392 3003
E-Mail: redaktion@dgkk.de

Anzeigen:

Dr. Ulrike Wunderwald
Fraunhofer Technologiezentrum Halbleitermaterialien
(THM)
Tel.: 03731 / 2033-101
E-Mail: Ulrike.Wunderwald@thm.fraunhofer.de

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

Redaktionsschluss:

30. Juni 2018

ISSN 2193-374X (Druck)
ISSN 2193-3758 (Internet)
Gesetzt mit pdfL^AT_EX.

Internetredaktion:

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

E-Mail: internet.redaktion@dgkk.de

Sabine Bergmann

Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)
Tel.: 030 / 6392 3093
E-Mail: webmaster@dgkk.de
WWW: <http://www.dgkk.de>

Mitgliedschaft:

Der Mitgliedsbeitrag kostet zur Zeit im Jahr 30 € und für Studenten ermäßigt 20 €. Beiträge für juristische Personen erhalten Sie auf Anfrage. Sie können sich über die Internetseite der DGKK online anmelden. Dort finden Sie auch die DGKK Stichwortliste.

Anzeigenpreise:

Die Anzeigenpreise gelten pro Anzeige in Abhängigkeit von der Größe und sind Brutto-Preise. Bitte wenden Sie sich bei Interesse an die Redaktion.

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: Dr. Andreas Erb
 Walther-Meißner-Institut, Walther-Meißner-Straße 8, 85748 Garching
 Tel.: (089) 2891 4228 E-Mail: a.erb@wmi.badw.de

Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik

Sprecher: Dr. Klaus Dupré
 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 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

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

2018

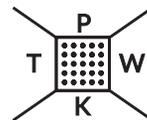
- **13. – 14. September 2018**
7 th French-German Workshop on Oxide, Dielectric, and Laser Crystals 2018
FEE in Idar-Oberstein
- **10. – 11. Oktober 2018**
DGKK - Arbeitskreistreffen "Massive HL-Kristalle"
Erlangen
- **11. – 12. Oktober 2018**
DGKK - Arbeitskreistreffen "Intermetallika"
München
- **06. – 07. Dezember 2018**
DGKK - Arbeitskreistreffen "Epitaxie von III-V-Halbleitern"
Paderborn

2019

- **17. – 21. März 2019**
GPCCG-3 / DKT 2019
Poznań, Polen
<http://www.gpccg2019.put.poznan.pl>
- **21. – 27. Juli 2019**
17th Int. Summer School on Crystal Growth (ISSCG-17)
Colorado, USA
Leitung: Thomas Kuech, Joan Redwing
- **28. Juli – 2. August 2019**
19th Int. Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE-19)
Keystone, Colorado, USA
Leitung: Vincent Fratello, Jeffrey Derby
<http://www.iccge19.org>



**3rd German-Polish Conference
on Crystal Growth
March 17 – 21, 2019
Poznań, Poland**



www.gpccg2019.put.poznan.pl



Sunday, March 17, 2019

Registration & welcome party

Monday, March 18, 2019

9:00 Opening Ceremony
9:15 Plenary Lecture
10:00 Parallel Sessions
13:40 Lunch
15:00 Poster Sessions
17:30 General Assemblies

Tuesday, March 19, 2019

9:00 Plenary Lecture
10:00 Parallel Sessions
13:30 Lunch
15:00 Excursions

Wednesday, March 20, 2019

9:00 Plenary Lecture
10:00 Parallel Sessions
13:10 Lunch
14:30 Parallel Sessions
19:30 Conference Dinner

Thursday, March 21, 2019

9:00 Plenary Lecture
10:00 Parallel Sessions
13:10 Lunch
14:30 Optional: Lab tour FTP

Plenary Speakers

Martin Wegener (KIT Karlsruhe) • Kimberly Dick (Lund University)
Sabine Wurmehl (IFW Dresden) • Tomasz Dietl (Polish Acad. of Science, Warszawa)

Biocrystals

Chair: Jolanta Prywer (Lodz University of Technology, Łódź)

Laser Materials

Chairs: Andrzej Majchrowski (Military University of Technology, Warszawa), Christian Kränkel (IKZ, Berlin)

Layers & microstructures

Chairs: Michał Leszczyński (UNIPRESS, Warszawa), Michael Heuken (Aixtron GmbH, Aachen)

Nanocrystals

Chairs: Ludwika Lipińska (ITME, Warszawa), Knut Deppert (Lund University)

Novel materials

Chairs: Dorota Pawlak (ITME, Warszawa), Tomasz Klimczuk (Gdańsk University of Technol.)

Semiconductors

Chairs: Peter Wellmann (FAU, Erlangen), Jochen Friedrich (IISB, Erlangen)

Dielectrics & Intermetallics

Chairs: Matthias Bickermann (IKZ Berlin), Andreas Erb (TU München)

Characterization

Chairs: Ewa Talik (University of Silesia, Katowice), Ulrich Pietsch (Universität Siegen)

Simulation

Chairs: Lev Kadinsky (Siltronic AG, Burghausen), Stanislaw Krukowski (UNIPRESS, Warszawa)

Deadlines

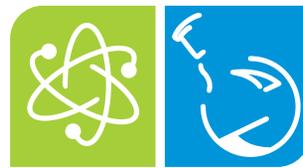
Abstract submission 15.1.2019
Notification of acceptance 31.1.2019
Early bird registration 10.2.2019



The best poster will be awarded by a prize sponsored by Elsevier.



High Pure Metals and Inorganics
Rare Earth Metals and Compounds
Precious Metals and Compounds
Organometallics
Precious Metals Catalysts
Sputtering Targets
Evaporation Materials
Laboratory Equipment
Nanopowders
Customized Synthesis



chemPUR
Ihr Partner für Chemie & Physik

Wir schaffen Verbindungen



- individueller Service
- bezugsnahe Betreuung
- fachkundige Beratung
- enge Zusammenarbeit
- zertifiziert nach
ISO 9001:2008

ChemPur Feinchemikalien und Forschungsbedarf GmbH

Rüppurrer Straße 92
D-76137 Karlsruhe

Tel.: + 49 (0) 7 21 - 9 33 81 40
info@chempur.de

www.chempur.de