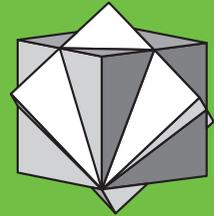


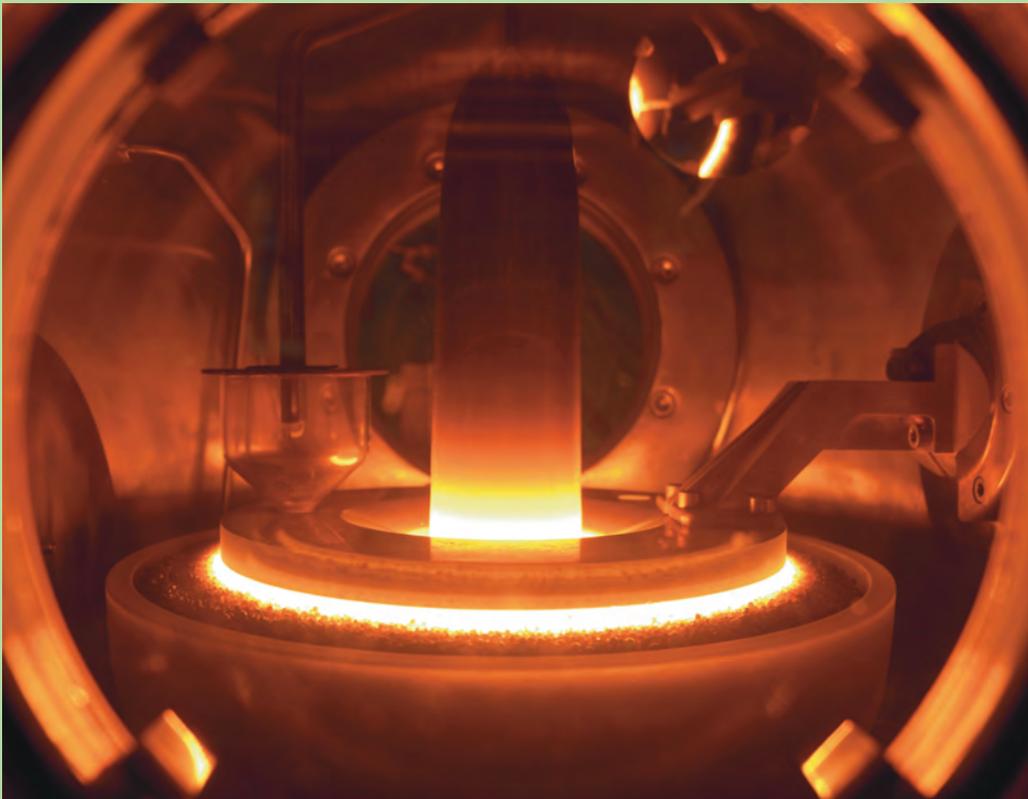


ISSN 2193-374X

Mitteilungsblatt
Nr. 104 / 2017



Deutsche Gesellschaft
für Kristallwachstum und
Kristallzüchtung e.V.

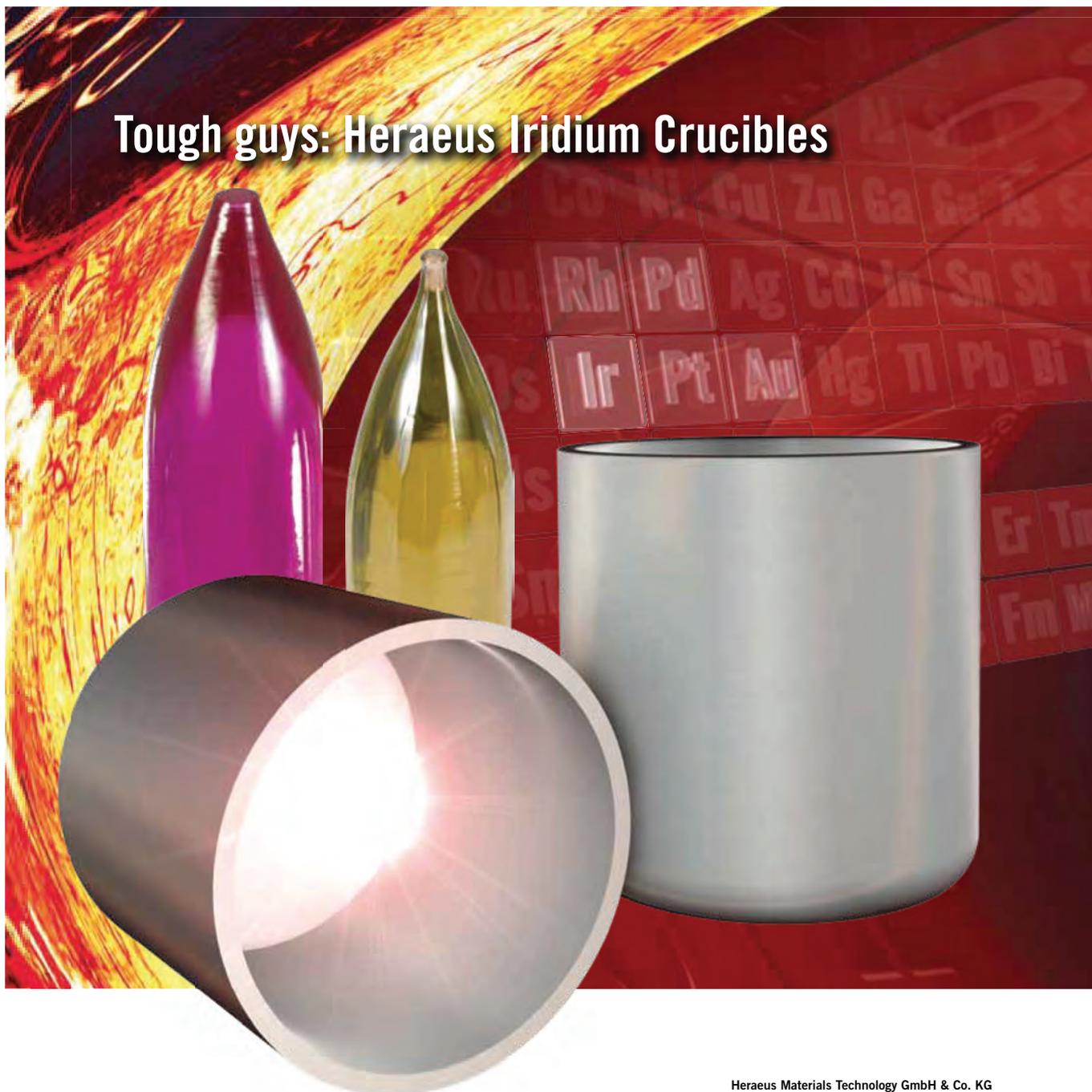


Inhaltsverzeichnis

Der Vorsitzende / Editorial	3
DGKK intern	5
DGKK Personen	9
DGKK Nachrichten	18
DGKK Nachwuchs	12
Über die DGKK	21
Tagungskalender	22

Heraeus

Tough guys: Heraeus Iridium Crucibles



Precious Metals

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

www.pt-labware.com

Heraeus Materials Technology GmbH & Co. KG

Engineered Materials Division

Business Unit Precious Metals Technology

Heraeusstr. 12 - 14

63450 Hanau, Germany

Phone +49 6181.35-5123

Fax +49 6181.35-3533

precious-metals-technology@heraeus.com

Der Vorsitzende

Liebe Kolleginnen und Kollegen,

Ich hoffe, Sie sind gut in das neue Jahr gekommen. Ich wünsche Ihnen Gesundheit, Freude und Erfolg im Jahr 2018! Früher als gewohnt werden wir dieses Jahr unsere Kristallzüchtungstagung haben. Nach den beiden letzten Tagungen zusammen mit unseren tschechisch-slovakischen und schweizerischen KollegenInnen werden wir dieses Jahr nach Wien gehen, wo freundlicherweise Andrey Prokofiev die Organisation übernommen hat. Ich würde mich freuen, wenn wir dort einen engeren Kontakt zu den Österreichischen Kollegen bekommen würden, die auf dem Gebiet der Kristallzüchtung und der Epitaxie arbeiten und dass dieser Kontakt sich dann auch mittelfristig konsolidieren läßt.

Eine der führenden Persönlichkeiten, die die Kristallzüchtung als eigenständiges Fachgebiet etabliert haben, ist im vergangenen Jahr verstorben: Micheal Schieber. Der Vorstand der DGKK hatte umgehend ein Beileidsschreiben an die IOCG verschickt. Die gesammelten Beileidsschreiben aus aller Welt können von <http://www.iocg.org/history/inmemoriam/MichaelSchieber.pdf> herunter geladen werden. Michael Schieber war eine aussergewöhnliche Persönlichkeit, die wir immer in Erinnerung behalten werden.

Im Vorstand hat es zum 1.1.2018 einen Wechsel bei den Beisitzern gegeben. Alfred Miller, Tina Sorgenfrei und Bernd Weinert sind nach zwei Amtszeiten (gemäß Satzung) ausgeschieden. Allen drei möchte ich an dieser Stelle ganz herzlich für die Arbeit im Vorstand danken. Es sind häufig die vielen kleinen Dinge, die Arbeit machen und es sind die großen Dinge, wo Ideen und neue Wege gefragt sind. In beiden Fäl-

len konnte man sich auf die drei verlassen. Auf der anderen Seite begrüße ich die drei neuen Beisitzer, Götz Meisterernst, Ludwig Stockmeier und Ulrike Wunderwald.

Ein wichtiges Ziel bleibt auch weiterhin, unser Arbeitsfeld und seine Bedeutung für das moderne Leben in der Gesellschaft bekannt machen. Eine gute Kurzinformation ist die DGKK-Broschüre, die vor vier Jahren an die Mitglieder verteilt worden ist. Sie ist jetzt in einer Auflage von 500 Stück neu gedruckt worden und steht zur Verfügung, um sinnvoll verteilt zu werden. Wenn Sie da eine Idee haben, wenden Sie sich einfach an ein Vorstandsmitglied. Ein weiterer Punkt ist die Aus- und Weiterbildung in Kristallographie, Kristallzüchtung und Epitaxie. Als ein erster Schritt sollen die gegenwärtigen Angebote auf die DGKK-Webseite gebracht werden. Wir wollen an dieser Stelle in Zukunft eng mit der DGK zusammenarbeiten. Natürlich ist auch das Mitteilungsblatt selbst ein wichtiger Teil der Außendarstellung. Ich danke allen, die sich hier mit Artikeln oder Inseraten beteiligt haben. Und ich bitte Sie, hier auch in Zukunft aktiv zu sein und über Konferenzen, Arbeitskreise oder andere wichtige Dinge einen Artikel an die MB-Redaktion zu senden. Insbesondere bitte ich die Betreuer von Master- und Promotionsarbeiten, nach Abschluss derselben, eine Zusammenfassung der Arbeit erstellen zu lassen. In diesem Heft ist die Zusammenfassung von Thomas Jauß' Arbeit zu lesen.

Ich wünsche Ihnen einen guten Start in das Jahr 2018 und hoffe, viele von Ihnen in Wien zur GACCG/DKT2018 zu treffen,

Ihr Wolfram Miller

Inhaltsverzeichnis

Der Vorsitzende	3	LIMTECH-Preis für Modellierung in der Kristallzüchtung	12
Editorial	4	DGKK-Preis für effizientere Herstellung von Siliziumkristallen	13
Titelbild	4	Einladung zur European School on Crystal Growth 2018 . . .	14
DGKK-intern	5	Partikel-Einbau in kristallinem Silicium	15
Einladung zur Jahreshauptversammlung 2018	5	Einladung zur European Crystal Growth Conference 2018 . .	15
DGKK-Vorstand 2018-2019	6	DGKK-Nachrichten	18
Jubilare	7	Modelling for Materials Processing, Riga	18
Mitglieder 2017, zweite Jahreshälfte	7	20 Jahre Fraunhofer-Verbund Materials	19
DGKK-Personen	9	Über die DGKK	21
In memoriam: Prof. Michael Schieber (1928-2017)	9	Arbeitskreise der DGKK	22
DGKK-Nachwuchs	12	Tagungskalender	22

Editorial

Verehrte Leserinnen und Leser,

geht es Ihnen auch so: Um den Jahreswechsel herum beschleicht einen oftmals das Gefühl, dass die gerade zurückliegende Zeit zwischen Neujahr und Silvester kürzer war als im Jahr zuvor. Wir wissen natürlich, dass das so nicht stimmt Aber vielleicht ist doch etwas Wahres dran? Zumindest für die aktuelle Ausgabe des DGKK-Mitteilungsblattes war die Zeit wie immer recht knapp, was zu einer eher schlanken,

aber nicht weniger interessanten Ausgabe führte.

An dieser Stelle verabschiede ich mich aus der Redaktion des DGKK-MB, bedanke mich bei Ihnen und meinen Kollegen für die erwiesene Unterstützung und wünsche Ihnen allen ein erfolgreiches Jahr 2018.

Uwe Rehse

Titelbild

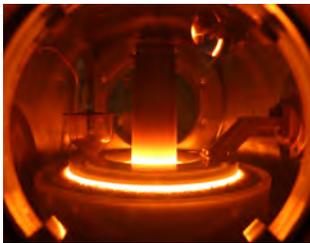


Bild: IKZ

Am Leibniz-Institut für Kristallzüchtung wurde ein neuartiges Verfahren zum Ziehen versetzungsfreier Silizium-Einkristalle für die Photovoltaik und die Halbleiterelektronik erfunden und patentiert: das "Silizium Granulat Eigentiegelverfahren" (SiGrEt). Dieses ist konzeptionell in der Lage, die Vorteile der industriell etablierten Verfahren hinsichtlich der Kosten, der erreichbaren Materialqualität und des Kristalldurchmessers zu vereinen und gleichzeitig deren Nachteile zu vermeiden.

Im Rahmen eines von der Leibniz-Gemeinschaft geförderten Forschungsprojektes wird zurzeit ein stabiler Züchtungsprozess für Kristalle mit industrierelevanten Abmessungen entwickelt und die Tauglichkeit des gezüchteten Materials für Hochleistungssolarzellen und elektronische Bauelemente untersucht. Das Titelbild zeigt einen Blick durch das Anlagenfenster während des Züchtungsprozesses. Unter dem Hochfrequenzinduktor befindet sich ein Quarzbehälter mit Silizium-Granulat.

Aus dem im Granulatbett liegenden Schmelzensee wird ein Kristall mit einem Durchmesser von zurzeit ca. 60 mm gezogen, während neues Granulat durch eine kleine Öffnung im Induktor kontinuierlich nachgeliefert wird.

CARBOLITE[®]

IGERO 30-3000°C

part of **VERDER**
scientific

Hochtemperaturöfen bis 3.000 °C

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



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

www.carbolite-gero.de



An alle Mitglieder

Schriftführerin

Dr. Christiane Frank-Rotsch
Leibniz Institut für Kristallzuchtung
Max-Born-Str.2
D-12489 Berlin
Telefon (030) 6392 3031
Telefax (030) 6392 3003
Email christiane.frank-rotsch@ikz-berlin.de
30.11.2017

Jahreshauptversammlung 2018 in Wien

Liebe Mitglieder,

der Vorstand lädt Sie herzlich zur Jahreshauptversammlung 2018 ein, die anlässlich der Deutschen Kristallzuchtungstagung 2018 in Wien stattfindet.

Ort: Physikalische Fakultät der Technischen Universität Wien (Freihaus)

Zeit: Mittwoch, 14.02.2018, 19:00 Uhr

weitere Informationen : <http://gaccg18.conf.tuwien.ac.at/>

Vorläufige Tagesordnung:

1. Begrüßung und Feststellung der Beschlussfähigkeit
2. Bericht des Vorsitzenden
3. Bericht der Schriftführerin
4. Bericht des Schatzmeisters
5. Bericht der Kassenprüfer und Entlastung des Vorstandes
6. Planung für 2018
7. Deutsche Kristallzuchtungstagung 2019
Abschließende Diskussion und Beschluss über die DKT 2019
8. Deutsche Kristallzuchtungstagung 2020
Sonderband CRT (50 Jahre DGKK)
9. Berichte zu den DGKK – Arbeitskreisen
10. Verschiedenes

Anträge auf Erweiterung der Tagesordnung sind dem Vorstand gemäß § 9 (2) der Satzung rechtzeitig mitzuteilen.

Wir möchten Sie bitten, Ihre Teilnahme an der Jahreshauptversammlung 2018 möglich zu machen.

Mit freundlichen Grüßen

Christiane Frank-Rotsch
Schriftführerin DGKK

DGKK-Vorstand 2018-2019



1. Vorsitzender

Wolfram Miller aus Berlin

Studium der Physik an der Freien Universität Berlin mit Abschluss in theoretischer Physik. Anschließend Promotion mit einer am Fritz-Haber-Institut angefertigten Arbeit zu kinetischen Prozessen von Wasserstoff auf Rhodium. Von 1990 bis 1993 Forschungsaufenthalt an der ETH Zürich in der technischen Chemie und Beschäftigung mit der numerischen Simulation von Strömungen in chemischen Reaktoren. 1993/1994 Forschungsaufenthalt am CRS4 in Cagliari. Seit 1996 am Leibniz-Institut für Kristallzüchtung in der Numerischen Modellierung. Durchführung von Konstruktions- und Prozess-begleitenden numerischen Simulationen. Untersuchung von Wachstumskinetik mit Hilfe unterschiedlicher numerischer Verfahren. In der DGKK seit 2009 Sprecher des Arbeitskreises „Wachstumskinetik und Nanostrukturen“. Beteiligung am Gründungstreffen des European Network of Crystal Growth (ENCG) und seit 2013 Sekretär des ENCG.

wolfram.miller@ikz-berlin.de



2. Vorsitzender

Andreas N. Danilewsky aus Freiburg i. Br.

- Studium der Mineralogie und Kristallchemie an der Universität Stuttgart
- seit 1991 am Kristallographischen Institut der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg: Promotion zu Wachstumskinetik und Dotierstoffeinbau bei III-V-Verbindungshalbleitern; seit 1991 Wissenschaftlicher Angestellter; 2014 Habilitation und *venia legendi* für das Fach Kristallographie und Materialwissenschaften, seither dort Privatdozent
- 2006 bis 2010 Beisitzer im DGKK-Vorstand
- Lehr- und Forschungsschwerpunkte:
 - Kristallzüchtung von Halbleitern, auch aus metallischen Lösungen (THM)
 - Einfluss externer Felder auf Kristallwachstum und -eigenschaften
 - Wachstumskinetik
 - Charakterisierung von Defekten mittels Röntgentopographie, Diffraktometrie, Polarisations-, Infrarot- und Rasterelektronenmikroskopie
 - In-situ Untersuchungen von Defektentstehung und Phasenumwandlungen unter extremen Druck-/Temperaturbedingungen

a.danilewsky@krist.uni-freiburg.de



Schatzmeister

Peter Wellmann aus Erlangen

Peter Wellmann (Jahrgang 1966) ist seit Oktober 2007 Inhaber der W2-Professur für Werkstoffe der Elektrotechnik am Department Werkstoffwissenschaften der Universität Erlangen-Nürnberg. Forschungsschwerpunkte sind Kristallwachstum und Charakterisierung von Halbleitermaterialien. Die Arbeiten im Kristallzüchtungslabor umfassen Volumen kristallwachstum und Epitaxie von neuen Halbleitern für die Leistungselektronik, Herstellung und Untersuchung von Dünnschicht solarzellen-Materialien sowie das Verdrucken nano-partikulärer elektronischer Schichten. Im Bereich der Lehre wird an der Etablierung eines Europäischen Kristallzüchtungsstudiums gearbeitet. In der internationalen Fachcommunity liegt der Schwerpunkt auf der Mitarbeit in der European Materials Research Society (E-MRS) sowie in Programm- und Organisationskomitee zahlreicher Fachtagungen.

peter.wellmann@uni-erlangen.de



Schriftführerin

Christiane Frank-Rotsch aus Berlin

Studium der Kristallographie an der Humboldt-Universität zu Berlin. Promotion auf dem Gebiet der VGF-GaAs-Züchtung an der TU Bergakademie Freiberg (1996); seit 1998 Beschäftigung mit der Züchtung und Charakterisierung von Halbleiterkristallen sowie der Modellierung von Züchtungsprozessen am Leibniz-Institut für Kristallzüchtung in Berlin; seit 2006 Schriftführerin der DGKK.

Sie vertritt die DGKK im Council IOCG und im ENCG.

christiane.frank-rotsch@ikz-berlin.de

Beisitzerin**Ulrike Wunderwald aus Freiberg**

Studium der Chemie an der TU Bergakademie Freiberg.
 Promotion auf dem Gebiet der Anwendung magnetischer Wechselfelder bei Kristallzüchtungsprozessen aus der Schmelze an der TU Bergakademie Freiberg (2006).
 Seit 2006 am Fraunhofer IISB, Außenstelle Fraunhofer Technologiezentrum Halbleitermaterialien THM in Freiberg.

Forschungsschwerpunkte: Anlagen und Prozessentwicklung für die Herstellung von Halbleiter-Volumenkristallen, Herstellung und Charakterisierung von Funktionsmaterialien, Entwicklung von alternativen Batteriesystemen, insbesondere Al-Ionen-Systemen.

Ulrike.Wunderwald@thm.fraunhofer.de

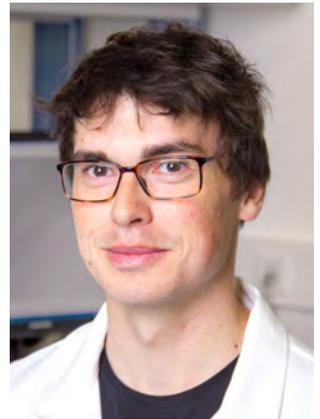
**Beisitzer****Ludwig Stockmeier aus Freiberg**

Bis 2006 Studium an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg mit dem Studiengang Werkstoffwissenschaften, Vertiefung Materialien der Elektronik und Energietechnologie mit einer Diplomarbeit zu „Einfluss von Σ -Korngrenzen und Kristallorientierung auf den Defekthaushalt in kristallinem Solar-Silizium“ (Auszeichnung mit Georg-Kurlbaum-Preis).

2011/2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IISB mit dem Forschungsschwerpunkt Silicium-kristallzüchtung mittels des String Ribbon Verfahrens.

Seit 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer THM mit einer Promotionsarbeit über die Versetzungsentstehung während der Züchtung von hochdotiertem, einkristallinem Silicium mittels des Czochralski Verfahrens (Auszeichnung mit DGKK-Nachwuchswissenschaftlerpreis).

Ludwig.Stockmeier@thm.fraunhofer.de

**Beisitzer****Götz Meisterernst aus Burghausen**

goetz.meisterernst@siltronic.com

Jubilare

Wir gratulieren herzlich zum Geburtstag:

Herrn Prof. Dr. Klaus-Werner Benz, Freiburg zum 80. Geburtstag

Mitglieder 2017, zweite Jahreshälfte

Wir begrüßen seit dem 06.06.2017 als neue Mitglieder (Stand 14.12.2017):

Neumitglieder / Privatpersonen:

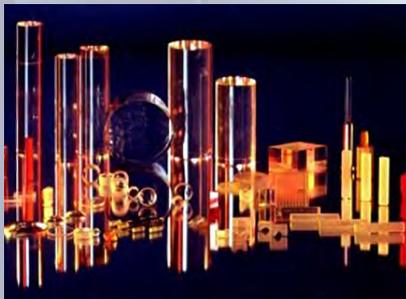
Herr Dipl.-Phys. Waldemar Hergett	Kirchhoff-Institut für Physik, Heidelberg
Frau M.S. Nora Wolff	Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Berlin
Frau Patrizia Fritsch	Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg
Herr Michael Schöler	Friedrich-Alexander-Universität, Erlangen-Nürnberg
Herr Prof. Dr. Thomas Schröder	Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Berlin

Verstorben:

Frau Cornelia Fischer-Suffin Lübeck

SurfaceNet

Crystals



Crystal Puller



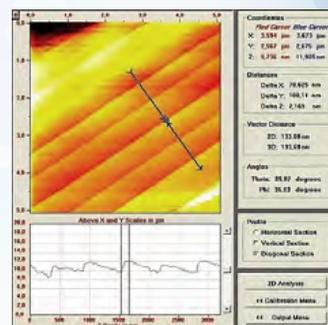
Wafers



Substrates Custom Parts

Sputter Targets PLD Targets Custom Crystal Growth

Analytical Services



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

DGKK-Personen

In memoriam: Prof. Michael Schieber (1928-2017)

Michael Schieber, one of the organizers of the 1st International Conference on Crystal Growth (ICCG-1, held in Boston in summer of 1966) and the first Principal Editor of the Journal of Crystal Growth passed away on October 17, 2017. With this article we want to remember Michael Schieber's contribution to science in the field of crystal growth and to the consolidation of the international crystal growth community. An obituary written by his nearest colleagues is still to appear, so that we will refer to an article by M. Roth (Department of Applied Physics, The Hebrew University of Jerusalem, Israel) in Journal of Crystal Growth from the year 2013 [1].

Michael Schieber was born in November 1928 in Bukovina, northern Romania, where he grew up. In 1940, he and his family were deported to Transnistria (then Ukraine), after the war the family returned to Bukovina. M. Schieber finished the high school and entered the Bucharest Polytechnical Institute, where he received the bachelor degree in Chemical Engineering in the early 1950s. After that M. Schieber immigrated to Israel. There he continued the education at the Department of Electronics at the Feinberg Graduate School of the Weizmann Institute of Science, Rehovot, in conjunction with The Hebrew University of Jerusalem. He received the M.Sc. and Ph.D. degrees in Electronic Materials during 1956–1962. The Ph.D. thesis was about the magnetic structure of novel ferritic magnetic oxides.

The postdoc years M. Schieber spent in Great Britain and the USA. At Imperial College in London in the lab of Prof. J.C. Anderson he continued his research on ferrites (1962–1963). There he received a Diploma in Electronic Materials and wrote eight papers on preparation and characterization of various ferritic oxides. As a result, Prof. J.H. van Vleck of Harvard University (awarded the 1977 Nobel Prize in Physics) invited him to join his group as a Research Fellow and to work on the synthesis of magnetic garnets (1963–1965). Partly in parallel, he worked for Prof. B. Lax at the National Magnet Laboratory, MIT, Boston, on crystal growth of rare earth oxides and their magnetic properties (1964–1966).

Already in 1966 Michael Schieber joined formally The Hebrew University of Jerusalem (HUJI) as a Senior Lecturer



During ICCG17, Warsaw, Poland, August 2013. From left to right: Hanna Dabkowska, Michael Schieber, Ralph James

Bild: G. Anandha babu

in Experimental Physics. In 1967 he became an Associate Professor, after his book on Experimental Magnetochemistry was published, and a Full Professor in Material Science and Applied Physics in 1974.

Beyond the magnetic garnets, his research interests covered also the growth of single crystals for physicists, working in the fields of EPR and high band gap semiconductors among other subjects. During that period 1967–1974, M. Schieber got several Visiting Professor Appointments in the USA and in Germany.

In 1972 M. Schieber took a Sabbatical leave from university to EG& G Energy Measurements Inc., Santa Barbara, USA, to participate in the nuclear radiation detection program. He introduced the Scholz method of growing HgI₂ crystals from vapor there, being also involved in the crystal characterization and device fabrication, and prepared also a HgI₂ crystal growth experiment for the 1985 Space Shuttle Challenger mission. After return to HUJI, he and students refined the methods of HgI₂ crystal growth and developed the electronics for low-noise detectors with improved energy resolution. Professor M. Schieber's activity as a Senior Advisor and Scientific Consultant for EG& G continued for over 20 years (1972–1993), later he was Senior Advisor at Sandia National Laboratories, Livermore, concerning CdZnTe radiation detectors (1993–2001).

Editorial / Journal of Crystal Growth 243 (2002) 1–7



Some delegates at the 7th International Union of Crystallography Congress, Moscow 1966. Standing, from left: Slavio Osiko (Moscow), Michael Schieber (Israel, ICCG1 cttee), Joe Wenckus (USA, ICCG1 cttee), Yuri Voronkov (Moscow). Kneeling: George de Kruiff (Netherlands) and Bob Laudise (USA, ICCG1 cttee). (Orig. Photo courtesy by Joe Wenckus, Photo and caption from: Editorial, D.T.J. Hurlle, J. of Crystal Growth 243 (2002) 1-7).

After retirement in 1998 M. Schieber got Professor Emeritus at the Nahman Jaller Chair of Applied Physics and worked still as Head of the Crystal Growth and Nuclear Spectroscopy Laboratory at The Hebrew University of Jerusalem. He and his students continued the research, especially, in the development of polycrystalline detector grade HgI₂ sheets. Michael Schieber had an ongoing research activity at HUJI until the end of the last decade. Michael Schieber was also active in industrial implementation of his university research. E.g., a start-up company, Real-time Radiology (RTR) was established in Jerusalem, in 1994; it was co-founded by Prof. Schieber, and until the end of the last decade he served as the company's Chief Scientist.

But now back to the 1960s when Michael Schieber was in Boston and when a group of metallurgists headed by Prof. B. Chalmers (Harvard) felt that it was the right time to designate crystal growth as a new daughter discipline: This was the time for crystal "farmers" to become legitimate recognized scientists.

In the text by M. Roth [1] we read: "The first truly international conference on crystal growth, ICCG-1, was held in Boston (1966), and Michael Schieber actually chaired its organizing committee, while B. Chalmers overlooked the program. An international committee that was destined to become the international organization for crystal growth (IOCG) was created at the ICCG-1 as well, initially chaired by Dr. B. Bardsley, with M. Schieber as its Secretary. After the conference, Michael also became the most ecstatic advocate for launching a new

publication platform for the community interested in theory and practice of growing crystals, namely the Journal of Crystal Growth (JCG)."

And further: "The first issue was published in January 1967 with Michael Schieber as the Principal Editor, ... Few people understand today the enigmatic reasons behind the decision made by the cohort of world's leading Materials scientists to promote a postdoc to the position of IOCG Secretary and, especially, the Principal Editor of the JCG. One obvious explanation is Michael's unlimited energy, willingness to serve and his organizational talent. Hurle and Feigelson (refs. in [1]) define it more poetically as vision, determination and wisdom. ... I will only mention that Michael Schieber served as the IOCG Secretary until 1995, and had been an Honorary Founding Officer thereafter. He kept the position of the JCG Principal Editor for 31 years and passed the torch to Prof. G. Stringfellow (University of Utah) in 1998 remaining the Editorial Board member as the journal's Founding Editor."

Since 2004 at ICCG-14 (Grenoble), in recognition of Michael Schieber's contribution to the Journal of Crystal Growth, Elsevier Publishers have sponsored a triennial IOCG Schieber Prize for outstanding young authors in the field of Crystal Growth.

Klaus Böttcher, Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)

[1] M. Roth: Michael Schieber – Short Scientific Biography, J. Cryst. Growth 379 (2013), 12-13

Material-Technologie & Kristalle für Forschung, Entwicklung und Produktion

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

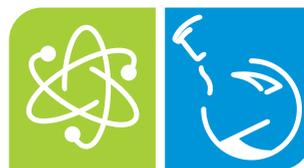


MaTeck

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

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



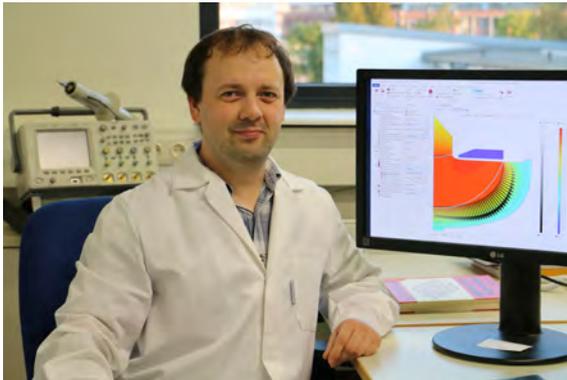
- individueller Service
- bezugsnahe Betreuung
- fachkundige Beratung
- enge Zusammenarbeit
- zertifiziert nach
ISO 9001:2008

DGKK-Nachwuchs

Internationale Auszeichnung für Forschung in der Modellierung der Kristallzüchtung

Für seine herausragenden wissenschaftlichen Beiträge auf dem Gebiet der Flüssigmetalltechnologie wurde Herr Dr. Kaspars Dadzis, Leibniz-Institut für Kristallzüchtung – IKZ, mit dem LIMTECH Preis für Nachwuchswissenschaftler 2017 ausgezeichnet. Der Preis wird jährlich von der LIMTECH Allianz, einer von der Helmholtz-Gemeinschaft geförderten Forschungsinitiative, verliehen. Im Rahmen des Abschluss Symposiums der Allianz am 19. September in Dresden hielt er einen Vortrag zum Thema "Modellexperimente in der Kristallzüchtung". Dieses Thema bildet einen wichtigen Schwerpunkt seiner bisherigen Forschungsarbeit und unterstreicht auch die enge Beziehung zwischen Flüssigmetallen, Kristallzüchtung und Modellierung.

Eine Besonderheit der Kristallzüchtung ist die große Vielfalt an physikalischen Erscheinungen oder Vorgängen. Diese umfassen zahlreiche Gebiete der Physik von der Festkörpertheorie bis zur Strömungsmechanik und erscheinen auf unterschiedlichsten Zeit- und Längenskalen. Um diese komplexen Prozesse zu beherrschen, ist die Modellierung kombiniert mit der Erfahrung des Kristallzüchters ein sehr mächtiges Werkzeug, erklärt Kaspars Dadzis. Dabei sei die Modellierung im erweiterten Sinne zu verstehen und beinhaltet sowohl Modellexperimente, in denen die physikalischen Grundlagen überprüft werden, als auch die numerische Simulation, mit der ein konkreter Kristallisationsprozess theoretisch erforscht wird. Er zitiert gern den berühmten Physiker Richard Feynman: "It doesn't matter how beautiful your theory (your guess) is, it doesn't matter how smart you are or what your name is. If it disagrees with experiment, it's wrong".



Der mit dem LIMTECH Preis ausgezeichnete Nachwuchswissenschaftler Dr. Kaspars Dadzis an seinem Arbeitsplatz im IKZ

Bild: IKZ

Den ersten Kontakt mit der Kristallzüchtung erlebte Kaspars Dadzis schon als junger Physikstudent an der Universität Lettland in Riga in 2002. Damals suchte Prof. Andris Muižnieks Nachwuchs für seine Forschergruppe und bot den Studenten die einzigartige Chance, unmittelbar an der industriellen Forschung teilzunehmen. In Kooperation mit dem deutschen Unternehmen Siltronic AG wurden numerische Modelle für die Float-Zone-Züchtung von Siliziumkristallen entwickelt. Ein besonderer Schwerpunkt war die Strömung in der geschmolze-

nen Zone. Hierbei wurden sowohl die Gebiete der Flüssigmetalle (flüssiges Silizium) als auch der Magnetohydrodynamik (induzierte Lorentzkräfte) berührt. In seiner Masterarbeit erforschte Kaspars Dadzis neue Effekte in der Wechselwirkung zwischen der Schmelzströmung, der Form der Phasengrenzen und der Prozesssteuerung. Er betont die hervorragende Betreuung sowohl der theoretischen als auch der praktischen Aspekte der wissenschaftlichen Forschung durch Prof. Muižnieks. Das hat es ihm ermöglicht, seine Arbeiten auf dem Gebiet der Modellierung von Kristallzüchtungsprozessen im Ausland fortzusetzen und zu vertiefen.

Im Jahr 2008 zog Kaspars Dadzis mit seiner Familie nach Freiberg in Sachsen, um eine Promotionsstelle bei dem Photovoltaikunternehmen SolarWorld anzutreten. Die Arbeit wurde durch Dr. Jochen Friedrich in Kooperation mit den Fraunhofer Instituten IISB und THM sowie der TU Bergakademie Freiberg organisatorisch und fachlich betreut. In Freiberg befasste sich Kaspars Dadzis mit der gerichteten Erstarrung von Silizium und entwickelte in Zusammenarbeit mit Dr. Olf Pätzold vom INEMET Institut der Bergakademie Modellexperimente für Schmelzströmungen im Wandermagnetfeld. So konnten die numerischen Modelle mit direkten Geschwindigkeitsmessungen in niedrigschmelzenden Metallen validiert werden. Nach dem Abschluss der Promotion in 2012 blieb Kaspars Dadzis bei SolarWorld und beschäftigte sich unter anderem mit der Anwendung des Alexander-Haasen-Modells für die Versetzungsdynamik im quasi-mono-Silizium. Er erarbeitete eine Methodik zur Modellentwicklung bestehend aus den Schritten *Validierung, Verifikation und Benchmarking*, die vor kurzem im Journal of Crystal Growth veröffentlicht wurde (Vol. 474 (2017) 171–177).

Mit dem Wechsel zum IKZ in Berlin im Jahr 2016 will er sich neuen wissenschaftlichen Herausforderungen in der Modellierung und der Kristallzüchtung stellen, erklärt Kaspars Dadzis. Derzeit arbeitet er an einem neuen Kristallzüchtungsverfahren für Silizium in dem SiGrEt Projekt (Silizium-Granulat-Eigentiegel), welches durch Dr. Robert Menzel geleitet wird.

Anspruchsvolle theoretische Fragestellungen sind bei diesem Verfahren beispielsweise mit der Anwendung vom Rohstoff in Granulatform oder mit einem vielfältigen Einsatz von Hochfrequenzinduktoren verbunden. Siliziumgranulat weist ungewöhnliche temperaturabhängige physikalische Eigenschaften auf, während das hochfrequente Magnetfeld ein komplexes Wechselspiel zwischen dem Generator, der Temperaturverteilung und Phasengrenzen sowie der Schmelzströmung zur Folge hat. "Insbesondere bei der Entwicklung von solchen

neuartigen Kristallzüchtungsmethoden ist eine begleitende physikalische und numerische Modellierung von zentraler Bedeutung", resümiert Kaspars Dadzis.

Ansprechpartner:

Stefanie Grüber

Leibniz-Institut für Kristallzüchtung

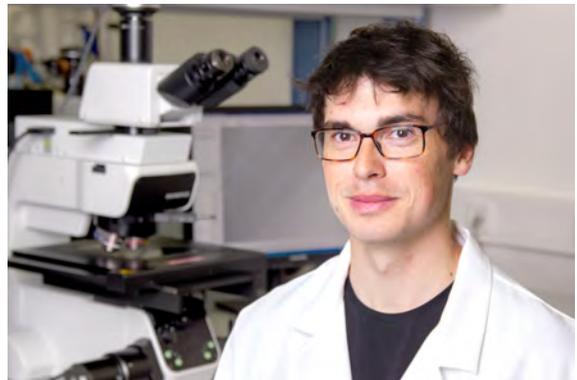
Tel. +49 30 6392 3263

E-Mail: stefanie.grueber@ikz-berlin.de

DGKK-Preis für Nachwuchswissenschaftler Ludwig Stockmeier vom Fraunhofer THM in Freiberg – Steigerung der Ausbeute bei der Herstellung von hochdotierten Siliciumkristallen für sparsame Netzteile und effiziente Motorsteuerungen

Um elektrische Schaltungsverluste zu minimieren und damit den Energieverbrauch von Netzteilen oder Elektromotoren zu senken, werden Silicium-Kristalle mit einem sehr geringen elektrischen Widerstand benötigt. Jedoch treten dabei gehäuft Kristallfehler auf, die die Ausbeute in der Produktion verringern und somit die Herstellungskosten erhöhen. Herr Dipl.-Ing. Ludwig Stockmeier vom Fraunhofer Technologiezentrum für Halbleitermaterialien THM in Freiberg hat nun herausgefunden, dass gewisse Instabilitäten im Wachstumsprozess diese Defekte im Silicium-Kristall entstehen lassen. Für seine wissenschaftlich-technischen Arbeiten zur Identifizierung dieser Defektursache wurde Herr Stockmeier mit dem DGKK-Preis für Nachwuchswissenschaftler 2017 ausgezeichnet. Mit dem von ihm erarbeiteten Wissen können Maßnahmen ergriffen werden, um die Entstehung der Kristallfehler in der industriellen Produktion zu vermeiden.

Leistungselektronische Bauelemente für die Energieversorgung, die Automobil- und die Industrieelektronik leisten einen erheblichen Betrag zu den Themen Energieeffizienz und CO₂-Reduktion. Speziell für Anwendungen bei niedriger bis mittlerer Leistung und mittleren bis höheren Frequenzen kommen sogenannte PowerMOS-Bauelemente zum Einsatz – beispielsweise in Schaltnetzteilen, Robotern, der Autoelektronik oder zur Ansteuerung von Motoren. Bei diesen vertikalen Bauelementstrukturen werden zur Minimierung der Schaltverluste in Durchlassrichtung Silicium-Kristalle mit einem sehr geringen elektrischen Widerstand – bis hin zu 0,001 Ωcm – benötigt. Den elektrischen Widerstand erreicht man durch gezielte Zugabe von Phosphor oder Arsen in die 1500°C heiße Silicium-Schmelze, aus der die Silicium-Kristalle nach dem sogenannten Czochralski-Verfahren hergestellt werden. Die benötigten hohen Mengen an Phosphor oder Arsen führen jedoch beim Herstellungsprozess häufiger zum Auftreten von Kristallfehlern in Form von Versetzungen. Als Folge dieser Kristallfehler kommt es zum Verlust der einkristallinen Struktur des Siliciums und damit zur Minderung der Kristallausbeute. Warum aber gerade diese Kristallfehler sehr viel häufiger bei der Herstellung von hoch Arsen- oder Phosphordotierten Siliciumkristallen auftreten als bei normal oder hoch Bor-dotiertem Material, war bislang nicht geklärt. Herr Dipl.-Ing. Ludwig Stockmeier vom Fraunhofer THM in Freiberg hat nun die Ursache der Versetzungsentstehung bei der Züchtung von hochdotierten Siliciumkristallen nach dem



DGKK-Nachwuchspreisträger Ludwig Stockmeier vom Fraunhofer THM an seinem Labor-Arbeitsplatz. Den Nachwuchspreis der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e.V. erhielt Stockmeier für seine Arbeit zur Steigerung der Ausbeute bei der Herstellung hochdotierter Siliciumkristalle

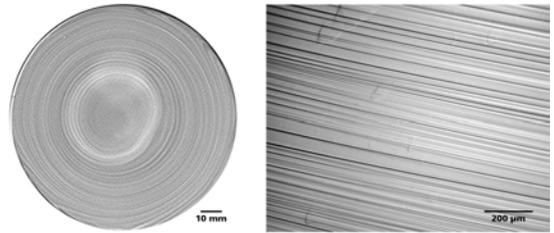
Bild: Fraunhofer IISB

Czochralski-Verfahren im Detail untersucht. So konnte Herr Stockmeier den Zeitpunkt der Versetzungsentstehung aus der Analyse von Prozessdaten aus Kristallzüchtungsversuchen, die vom Projektpartner Siltronic AG durchgeführt wurden, und mithilfe von röntgenographischen Untersuchungen an den Kristallen lokalisieren. So entstehen die Versetzungen meist in einer Phase am Anfang des Kristallzüchtungsprozesses. Aus den asymmetrischen Versetzungsstrukturen, die in den Röntgenbildern der Kristalle auftraten, hat Stockmeier geschlossen, dass sich der Versetzungsursprung am Kristallrand selbst befinden muss. Durch hochauflösende Röntgenmessungen an ausgewählten Proben am ANKA („Angström-

quelle“) in Karlsruhe ließ sich diese Vermutung erhärten.

Nachdem nun Zeitpunkt und Ort der Versetzungsentstehung lokalisiert wurden, galt es noch die Ursache für die Versetzungsentstehung herauszufinden. Dazu untersuchte Ludwig Stockmeier den Einbau des Phosphors und Arsens in den Silizium-Kristall auf mikroskopischer Ebene. Es zeigte sich, dass die Phosphor- und Arsen-Konzentration schwankt. Ursächlich sind dabei Temperaturschwankungen beim Kristallzuchtprozess, die in der Anfangsphase des Kristallzuchtprozesses auch gehäuft auftreten. Diese Temperaturschwankungen führen wiederum zu Schwankungen der Wachstumsgeschwindigkeit des Kristalls und somit zu Fluktuationen der Phosphor- und Arsen-Konzentration im Kristall. Die Konzentrationsschwankungen, die an gewissen Stellen am Kristallrand am größten sind, sind wiederum mit mechanischen Spannungen im Silizium verbunden. Herr Stockmeier entwickelte nun ein einfaches Modell, um die mechanischen Spannungen in Abhängigkeit von den Konzentrationsschwankungen zu berechnen. Damit konnte er zeigen, dass bei normal-dotiertem Silicium die Spannungen, die durch die Konzentrationsschwankungen verursacht werden, gering sind. Das gleiche gilt auch bei hoch Bor-dotiertem Material. Aus

diesem Grund führen die Temperaturfluktuationen, die bei der Herstellung von Silicium-Kristallen nach dem Czochralski-Verfahren immer auftreten, in diesen beiden Fällen nicht zur Versetzungsentstehung. Bei hoch Phosphor- oder Arsen-dotiertem Material sind die mechanischen Spannungen aber sehr viel höher, so dass Versetzungen, die sich durch eine Instabilität im Wachstumsprozess aufgrund der Temperaturfluktuationen bilden, sich sehr leicht ausbreiten können. Somit konnte Stockmeier ein schlüssiges Indiz für die Wahrscheinlichkeit der Versetzungsentstehung in Abhängigkeit von der Dotierung geben.



Charakterisierung von Dotierstoffinhomogenitäten mittels Photolumineszenz (links) und mittels chemischen Ätzens (rechts) an hochdotierten Siliciumwafern
Bild: Fraunhofer IISB

The **Second European School on Crystal Growth** is organized by the European Network on Crystal Growth and the Institute of Physical Chemistry, Bulgarian Academy of Sciences.

ESCG2 is a satellite event to the **Sixth European Conference on Crystal Growth**.

We invite all young researchers and PhD students from all over Europe and the rest of the World to participate in ESCG2.

ESCG2 Chairs
P. Müller, A. Zappettini

Dedicated to **Iwan N. Stranski**

ESCG2

13-16 September 2018



SECOND
EUROPEAN SCHOOL
ON
CRYSTAL GROWTH

www.escg2.eu

Venue and Accommodation:
Riviera Holiday Club, Varna, Bulgaria



School Topics and Lecturers:

Classical approach of crystal growth

Andrey Milchev, Institute of Physical Chemistry, BAS, Bulgaria

Statistical physics and mechanisms of crystal growth

Pierre Müller, CINaM, Aix-Marseille University, Marseille, France

Bulk growth methods

Roberto Fornari, University of Parma, Italy

Protein crystallization

José Antonio Gavira Gallardo, NRC CSIC, Granada, Spain

Multiscale modeling of crystal growth

Daniel Vizman, West University of Timisoara, Romania

Fundamentals of vapor growth and epitaxy

Geoffroy Prével, Paris Institute of Nanosciences, Paris, France

Monolayer material growth

Matteo Bosì, IMEM-CNR, Parma, Italy



ENCG
European Network of Crystal Growth



Students Award:

The Council of the German Association of Crystal Growth (DGKK) awards a prize for the best poster of master and PhD students, who attend the School ESCG2 and present a poster at the conference ECCG6.



Mit dem von Ludwig Stockmeier erarbeiteten Wissen kann die Industrie jetzt technologische Maßnahmen entwickeln und umsetzen, um die Versetzungsentstehung bei der Züchtung von hoch Arsen- oder Phosphor-dotiertem Silicium zu minimieren und somit die Kristallausbeute zu steigern.

Der Nachwuchspreis der Deutschen Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung e.V. (DGKK) honoriert diese wissenschaftliche Leistung. Ludwig Stockmeier führte seine Arbeiten im Rahmen des Vorhabens „PowerOnSi“ durch, welches vom Sächsischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst und im Rahmen des ECSEL-Projekts „PowerBase“

gefördert wurde. ECSEL steht dabei für »Electronic Components and Systems for European Leadership« und ist als Private-Public-Partnership-Programm ein wichtiger Baustein der Initiative »Europa 2020« der EU-Kommission.

Ansprechpartner:

Dr. Jochen Friedrich

Fraunhofer THM

Am St. Niclas Schacht 13, 09599 Freiberg / Sachsen

Tel. +49-3731-2033-102 Fax +49-3731-2033-199

info@thm.fraunhofer.de | www.thm.fraunhofer.de

Abgeschlossene Promotion an der Universität Freiburg

Partikel-Einbau in kristallinem Silicium

Thomas Jauß, Universität Freiburg

Die hier vorgestellte Arbeit befasst sich mit dem Einbau von festen Fremdphasen, wie sie bei der VGF-Kristallisation von multikristallinem Solarsilicium entstehen. Es wurde das Einbauverhalten der beiden wichtigsten Fremdphasen Siliciumcarbid (SiC) und Siliciumnitrid (Si₃N₄) untersucht. Solche Einschlüsse können als Nukleationspunkte zur Versetzungsbildung wirken, zu einer feinkörnigen Netzwerkstruktur führen und die elektrische Eigenschaften negativ beeinflussen.

Bei der Weiterprozessierung der Ingots verursachen diese Fremdphasenpartikel auf Grund ihrer Härte Schwierigkeiten beim Drahtsägen zu Wafern. Durch die Partikel abgelenkt, laufen die Sägedrähte nicht parallel durch den Ingot und können sich bei zu großer Ablenkung überkreuzen und reißen, was zum Verlust des Ingots führt. Der Einbau solcher bis zu mehreren cm langen Einschlüsse muss also verhindert werden.

The Sixth European Conference on Crystal Growth (ECCG6) is organized by the **European Network of Crystal Growth** and the **Institute of Physical Chemistry**, Bulgarian Academy of Sciences. The conference will be held in September **16-20, 2018** in **Riviera Holiday Club, Varna, Bulgaria**. As a satellite event the Second European School on Crystal Growth for young researchers and PhD students (ESCG2) will take place in September 13-16, 2018 at the same place.

Both ECCG6 and ESCG2 are dedicated to the famous Bulgarian scholar **Iwan N. Stranski**. Professor Stranski (1897-1979) played a crucial role in the last century in setting up the theoretical fundamentals of nucleation and crystal growth phenomena.

The aim of ECCG6 is to excite discussions and stimulate fundamental and applied research in the field of crystal growth and to inspire multidisciplinary approach to scientific problems closely related to the demands of the human society in different fields of the modern life.

Welcome to ECCG6!
Conference chairs
B. Rangelov, M. Michailov, V. Tsakova

Dedicated to **Iwan N. Stranski**




16-20 September 2018

SIXTH
**EUROPEAN CONFERENCE
ON
CRYSTAL GROWTH**

www.eccg6.eu

Venue and Accommodation:
Riviera Holiday Club, Varna, Bulgaria



ECCG6 Scientific Committee

Chernov, Alexander USA / RUSSIA
Cölfen, Helmut GERMANY
Dabkowska, Hanna CANADA
Derby, Jeffrey USA
Dieguez, Ernesto SPAIN
Dubrovskii, Vladimir RUSSIA
Florence, Alastair UK
Fornari, Roberto ITALY
Frenken, Joost THE NETHERLANDS
Jochen, Friedrich GERMANY
Kakimoto, Koichi JAPAN
Kashchiev, Dimo BULGARIA
Kvach, Thomas F. USA
Markov, Ivan BULGARIA
Miller, Wolfram GERMANY
Morales, Jaime Gomez SPAIN
Pawlak, Dorota POLAND
Ristic, Rile UK
Roberts, Kevin UK
Sekerka, Robert USA
Voesler, Stephane FRANCE
Vizman, Daniel ROMANIA
Vlieg, Elias THE NETHERLANDS
Yakimova, Rositsa SWEDEN
Zappettini, Andrea ITALY









Zur Beschreibung des Einbauverhaltens von Fremdphasen vor der sich bewegenden fest/flüssig Phasengrenze existieren zahlreiche numerische Modelle. Diese definieren ein kritisches Verhältnis von Partikelradius zur Verschiebegeschwindigkeit V der sich bewegenden Phasengrenze, über dem ein Partikel eingefangen wird und unter dem es vor der Phasengrenze hergeschoben wird. Verschiedene Versuchsreihen haben gezeigt, dass die berechneten kritischen Partikelgrößen, ab derer es bei gegebener Wachstumsrate zum Einfang kommen soll, um Größenordnungen größer sind, als die experimentell beobachteten. Der Grund für diese Diskrepanz kann in den Modellparametern gefunden werden, wo zur Vereinfachung Schmelzbewegung, Schwerkraft und chemische Interaktion zwischen Partikel, Schmelze und fest/flüssig Phasengrenze ausgeschlossen werden.

Obwohl der Hauptteil der Experimente in dieser Arbeit unter terrestrischen Bedingungen durchgeführt wurde, beinhaltet sie auch zwei Experimente unter Schwerelosigkeit auf den TEXUS Missionen 51 & 53. In den 6 Minuten Mikrogravitation wurde jeweils das Einbauverhalten von SiC- und Si₃N₄-Partikeln untersucht. Diese beiden Experimente bieten Bedingungen, die den Annahmen der numerischen Modelle so nahe wie möglich kommen und damit zur Validierung und Anpassung dienen. Die verwendeten Kristalle sind 8 mm Durchmesser (100) Siliciumkristalle, auf denen zur Unterdrückung der Marangoni-Konvektion eine 5 µm dicke Oxidschicht aufgebracht wurde. Unter Mikrogravitation erzeugt diese Maßnahme annähernd diffusive Bedingungen, wie bereits während der TEXUS 12 Mission gezeigt werden konnte. Unter diesen Bedingungen ist es möglich, die Einfanggeschwindigkeit eines Partikels als Funktion der Partikelgröße und der Wachstumsrate ohne konvektive Einflüsse zu untersuchen.

In verschiedenen Experimentreihen, in denen SiC- oder Si₃N₄-Pulver in verschiedenen Einwaagen, in Korngrößen von 7 µm - 300 µm, vor der Oxidation in die Stäbe eingebracht und welche bei Translationsraten von 0.1 mm/min bis 10 mm/min prozessiert wurde, konnte beobachtet werden, dass sich SiC- und Si₃N₄-Partikel unter µg- und unter terrestrischen Bedingungen unterschiedlich verhalten. Am gezüchteten und präparierten Kristall wurde nach defektselektivem Ätzen die Wachstumsrate mittels Interferenzkontrastmikroskopie aus den Rotationsstreifen analysiert und mit der aus dem Infrarottransmissionsbild ermittelten Einfangposition verglichen. Somit ist eine orts aufgelöste Wachstums- und Einfanggeschwindigkeitenbestimmung möglich.

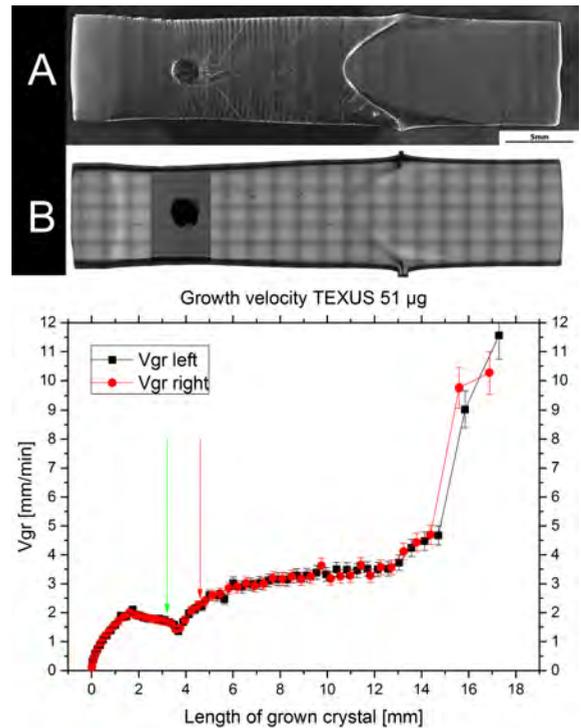


Abb. 1: Der Weltraumkristall der TEXUS 51 Mission. Es wurden ca. 4mg SiC Partikel der Korngrößen 7 µm und 60 µm zur Untersuchung eingebracht. A) zeigt den polierten und geätzten Kristall im Interferenzkontrast. B) den doppelseitig polierten Kristall im Infrarottransmissionsbild. In beiden Aufnahmen ist das Partikeldepot noch in seiner ursprünglichen kreisrunden Form erkennbar. Unter den Mikroskopbildern ist der Verlauf der aus den Rotationstreifen ermittelten Wachstumsrate über die gewachsene Kristalllänge aufgetragen. Die Startposition ist durch den grünen Pfeil markiert, die Einfangposition durch den roten Pfeil. Die Partikel wurden als Agglomerat ca. 1.4 mm verschoben und bei 2.2 mm/min eingefangen und überwachsen.

Abb. 1 zeigt den TEXUS 51 Kristall. Die Wachstumsrichtung ist von links nach rechts, es wurden ca. 4mg SiC-Partikel der Korngrößen 7 µm und 60 µm eingebracht. Teil A ist die Interferenzkontrast-Aufnahme der polierten und geätzten Scheibe zur Bestimmung der Wachstumsgeschwindigkeiten durch die Auswertung der Rotationsstreifen, Teil B ist das Infrarottransmissionsbild des gleichen Kristalls. In beiden Scheiben ist das Partikeldepot noch in seiner ursprünglichen kreisrunden Form erkennbar. Unter den Mikroskopbildern ist der Verlauf der Wachstumsrate über die gewachsene Kristalllänge aufgetragen. Die Startposition ist durch den grünen Pfeil markiert, die Einfangposition durch den roten Pfeil. Die Partikel wurden als Agglomerat ca. 1.4 mm verschoben und bei 2.2 mm/min eingefangen und überwachsen.

SiC besitzt in Mikrogravitation eine niedrigere Einfanggeschwindigkeit als Si₃N₄, wird aber bei niedrigeren Geschwindigkeiten eingebaut als unter terrestrischen Bedingungen. Für Si₃N₄ zeigt sich die Tendenz, dass es sich bei den Bodenex-

perimenten weniger weit transportieren lässt und bei höheren Geschwindigkeiten eingebaut wird. Allerdings bereitet die Tatsache, dass nur Partikelagglomerate und keine Einzelpartikel zusammen mit einer starken Streuung in den Transportwegen beobachtet werden konnten, große Schwierigkeiten eine klare und einfache Antwort auf die Frage nach dem kritischen Partikelradius bei einer gegebenen Wachstumsgeschwindigkeit zu finden. In neueren numerischen Untersuchungen zeigt sich außerdem, dass unter dynamischen Bedingungen mit Oszillationen in der Wachstumsrate auch Partikeleinbau unterhalb der kritischen Einfanggeschwindigkeit möglich sein kann. Am Synchrotron ANKA, KIT wurden Röntgen-Topogramme der unter μg -Bedingungen gezüchteten Kristalle angefertigt (Abb. 2).

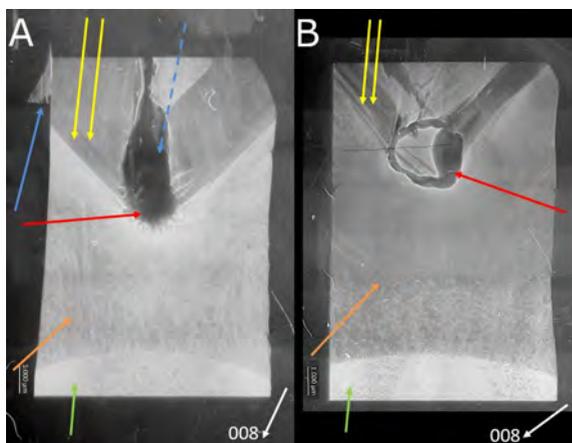


Abb.2: Gezeigt sind die Röntgentopogramme des 008 Reflexes (der Beugungsvektor ist als weißer Pfeil eingezeichnet) der beiden Weltraumkristalle der TEXUS 51 & 53 Missionen. A) zeigt den Kristall der TX51 Mission zur Untersuchung von SiC Partikeln, B) den TX53 Kristall mit dem Si₃N₄ Partikel untersucht wurden. Der Keim mit konvexer Phasengrenze (grüne Pfeile) erscheint auf Grund der hohen Versetzungsdichte heller als der gewachsene Bereich in dem sich einzelne Versetzungslinien ausmachen lassen (orangene Pfeile). Erst nach dem Einbau der Depots (rote Pfeile) zeigt sich Zwillingsbildung mit erkennbaren Zwillingslamellen (gelbe Pfeile). In Teil A) zeigt sich über dem Depot ein dunkler Bereich mit sehr wenig gebeugter Intensität (blauer gestrichelter Pfeil), aus dem zum Beispiel der dreckige Kontrast (blauer Pfeil) durch die Rotation des verzwilligten Materials weggebeugt wird. Hinweise auf eine Interaktion der Phasengrenze und dem Partikeldepot lassen sich nicht erkennen.

Gezeigt sind die Röntgentopogramme des 008 Reflexes (der Beugungsvektor ist als weißer Pfeil eingezeichnet) der beiden Weltraumkristalle der TEXUS 51 & 53 Missionen. A) zeigt den Kristall der TEXUS 51 Mission zur Untersuchung von SiC

Partikeln, B) den TEXUS 53 Kristall mit dem Si₃N₄-Partikel untersucht wurden. Der Keim mit konvexer Phasengrenze (grüne Pfeile) erscheint auf Grund der hohen Versetzungsdichte heller als der gewachsene Bereich, in dem sich einzelne Versetzungslinien ausmachen lassen (orangene Pfeile). Erst nach dem Einbau der Depots (rote Pfeile) zeigt sich die typische Zwillingsbildung mit erkennbaren Zwillingslamellen (gelbe Pfeile). In Teil A) zeigt sich über dem Depot ein dunkler Bereich mit sehr wenig gebeugter Intensität (blauer gestrichelter Pfeil), aus dem zum Beispiel der dreckige Kontrast (blauer Pfeil) durch die Rotation des verzwilligten Materials weggebeugt wird. Hinweise auf eine Interaktion der Phasengrenze und dem Partikeldepot lassen sich nicht erkennen. Hier konnte beobachtet werden, dass der Einbau der Partikeldepots zur Bildung von polykristallinem Wachstum führt, nicht aber, dass Korngrenzen für den Einbau verantwortlich waren. Es finden sich keine Hinweise auf eine Interaktion der Partikeldepots mit der herannahenden Phasengrenze.

An dieser Stelle soll auch nochmals Dank ausgesprochen werden an Alle, die durch ihre Unterstützung zum Gelingen der Arbeit beigetragen haben. Besonders erwähnt seien hierbei Prof. A. Cröll, PD Dr. A. Danilewsky, Dr. T. Sorgenfrei, sowie die Projektpartner am Fraunhofer IISB für die gute Zusammenarbeit und die Bereitstellung der IR-Mappings und das DLR für die Finanzierung der Projekte ParSiWal 1 (FKZ 50WM1146) und ParSiWal 2 FKZ (50WM1446).

Kurzlebenslauf Thomas Jauß

Geburtsdatum:	26.07.1984
Geburtsort:	Leonberg
1996-2004	Albert-Schweitzer-Gymnasium Leonberg
2005-2011	Studium der Geowissenschaften an der Albert-Ludwigs-Universität mit Abschluss BSc Geowissenschaften
	Studium Master MSc Crystalline Materials an der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Masterarbeit zum Thema „Influence of Mechanical Defects on the Lattice of Silicon“
2012-2017	Doktorand am Lehrstuhl Kristallographie Universität Freiburg unter Prof. A. Cröll
seit 2017	Postdoc an der Kristallographie Universität Freiburg

DGKK-Nachrichten

Modelling for Materials Processing, Riga, 21.-22. September 2017

Jan Seebeck, Fraunhofer IISB, Erlangen



Das Konferenzgebäude: die Bibliothek Bild: www.modlab.lv

Vom 21.-22. September trafen sich ca. 50 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Riga zum Austausch über die Anwendung numerischer Simulationen im Bereich der Materialherstellung. Organisiert wurde der Workshop gemeinsam von der Universität Lettland und der Leibniz-Universität Hannover unter der Federführung von Prof. A. Jakovics (Riga).

Das Konferenzprogramm strukturierte sich inhaltlich um die Anwendung von Magnetfeldern in metallurgischen Prozessen. Weitere Schwerpunkte waren die Anwendung von Magnetfeldern in Kristallzüchtungsprozessen sowie in Wärmebehandlungsprozessen. Ein besonderes Highlight war der Beitrag von Prof. J.J. Derby, Universität Minnesota, zum Thema Parti-

keleinfang bei der gerichteten Erstarrung von Silizium, welcher durch die "Baltic-American Freedom Foundation" ermöglicht wurde. Eine Vielzahl der präsentierten von Anwendungen unterstrich immer wieder die Relevanz und den Nutzen der Forschungsergebnisse für industrielle Anwendungen.

Auch wurden beeindruckende Ergebnisse und Fortschritte numerischer Methoden bei der Beschreibung von Magnetfeldgetriebener Schmelzströmung in Kombination mit freien Oberflächen präsentiert. Darüber hinaus erhielten von der Universität Lettland ausgegründete junge StartUps die Möglichkeit ihre Aktivitäten vorzustellen. Schwerpunkt war die die Entwicklung von Benutzerschnittstellen sowie Kopplungsmöglichkeiten verschiedener Open Source Softwareprogrammen.

Begleitet wurde der Workshop von einem interessanten Rahmenprogramm, welches die beeindruckende Entwicklung Lettlands seit der Wiedererlangung der Unabhängigkeit im Jahre 1990 unterstrichen hat. Besonders hervorzuheben ist die Entstehung eines komplett neuen Campus der Universität. Bereits in diesem frühen Stadium zeigt sich, welche Möglichkeiten eine konsequente Nutzung moderner digitaler Technologien in der Ausbildung von Studenten bietet.

Für Interessierte sind Programm, Proceedings und Impressionen unter <http://www.modlab.lv/mmp2017> online verfügbar.



Gruppenfoto der Teilnehmer

Bild: www.modlab.lv

20 Jahre Fraunhofer-Verbund Materials - Auf dem Weg zur Industrie 4.0

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

Vor nunmehr 20 Jahren, am 7. Mai 1997, wurde der Fraunhofer-Verbund "Werkstoffe" gegründet. Aus diesem Grund gab es am 19. Juni 2017 in den Räumlichkeiten der Leopoldina in Halle eine Festveranstaltung. Fünfzehn Institute gehören heute zu dem Verbund, in der Mehrzahl Institute für Strukturwerkstoffe. Eine Ausnahme bildet das ISE in Freiburg - dagegen ist das IISB nur ein Gastinstitut. Neben einer Übersicht der Arbeitsfelder der Institute durch Prof. Peter Elsner, dem Verbundvorsitzenden, gab es einen Vortrag vom Geschäftsleiter Forschung und Vorausbildung der Robert Bosch AG, Dr. Jürgen Kirschner, zur Forschung im neuen Zentrum in Abstatt, einen Vortrag vom Direktor des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung, Prof. Dierk Raabe, und einen Vortrag "Maßgeschneiderte Werkstoffe für den automobilen Leichtbau" von Prof. Frank Henning. Und dann gab es noch den Vortrag von Prof. Ralf Wehrspohn zur Industrie 4.0. Diese Thema ist auch für industriellen Prozesse im Bereich Kristallzüchtung und Epitaxie von Interesse und deshalb ist es vielleicht interessant, auf diesen Vortrag genauer einzugehen. In der Abb. 1 ist die Einteilung in die vier Industrialisierungsstufen zu sehen. Rund vierzig Jahre nach der Einführung von elektronischen Kontrolleinheiten gibt es eine neue Revolution, die auch die Material- und Prozessentwicklung betrifft. Ein zentraler Punkt ist das machine learning. Die neuronalen Netzwerke sind inzwischen so weit entwickelt, dass sie aus Eingangsdaten sinnvolle Entscheidungsalgorithmen ableiten können, um Prozesse zu steuern. Voraussetzung dafür sind

entsprechend große Datenmengen, d.h. machine learning ist unmittelbar mit Big Data verbunden. Dem Sammeln und Archivieren von Daten kommt somit eine zentrale Bedeutung zu. Während man bisher Prozesse bei der Analyse möglichst vereinfacht hat, um sie zu verstehen und auf dieser Grundlage zu steuern, muss man beim machine learning die Prozesse möglichst in ihrer gesamten Komplexität erfassen, d.h. man muss möglichst viele Daten erfassen. Das stellt auch neue Herausforderungen an die Sensorik. Die kontinuierliche Erfassung und Analyse der Meßdaten wird dann auch zur kontinuierlichen Kontrolle und Verbesserung des Prozesses verwendet werden. Das gilt auch für die Produkte, so dass die gesamte Prozesskette beständig angepasst werden kann. Diese Anpassung basiert auf der Auswertung der Korrelation von Daten, nicht auf einem Verständnis der Prozesskette im herkömmlichen Sinne.

Die Fraunhofer-Gesellschaft beschäftigt sich seit einiger Zeit mit Industrie 4.0 und den damit einhergehenden Veränderungen. Dieses erfolgt auch in Bezug auf Materialien, wobei der Fokus allerdings auf Strukturmaterialien liegt. Im folgenden soll kurz das Konzept des "Material Data Space[®]" (<https://www.fraunhofer-materials-data-space.de/>) erläutert werden. Wie in Abb. 2 dargestellt, ist das Ziel, von vornherein einen kompletten Zyklus zu planen - vom Rohstoff bis zum Recycling und dem erneuten Einsatz der wieder gewonnenen Rohstoffe. Der gesamte Zyklus wird begleitet von Datenerfassung, Datenauswertung und Prozessanpassung. Für die

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. Tischzustellung
Digitalanzeige für Upm,
Tischposition und Schnitvorschub.

Schneiden



Weitere Produkte: Fadensägen nach dem Läppprinzip

Bitte besuchen Sie unsere Internetseite

www.ibs-grafrath.de

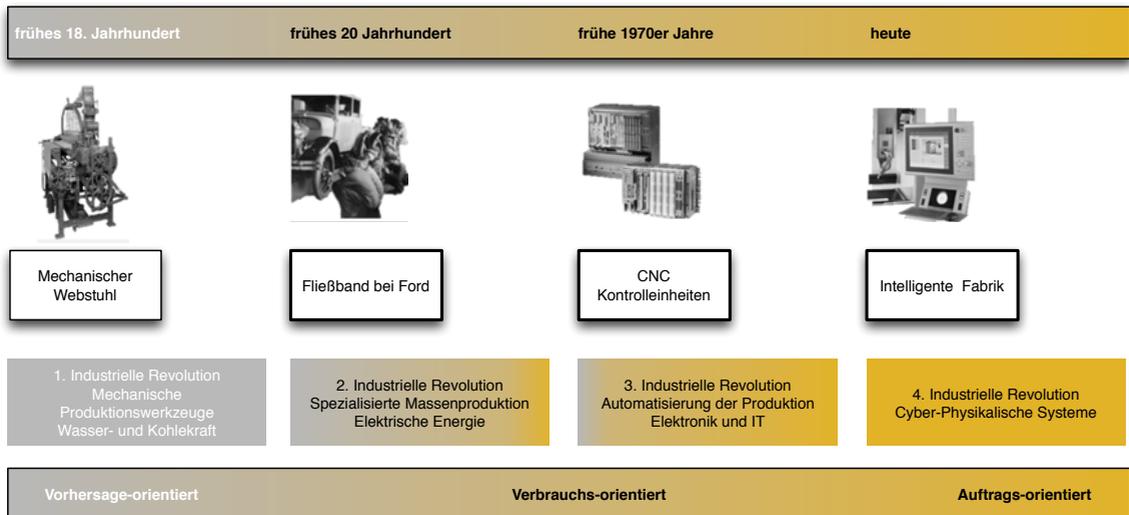


Abb. 1: Industrie 4.0

(nach www.fraunhofer-materials-data-space.de)

gesamte Prozesskette wird ein digitaler Zwilling entwickelt. Kurz gefasst umfasst der Material Data Space:

- Digitaler Zwilling
- Selbstlernende Maschinen
- In-situ Realzeit-Monitoring der Materialien
- Sensor-Materialien
- Adaptive Materialien

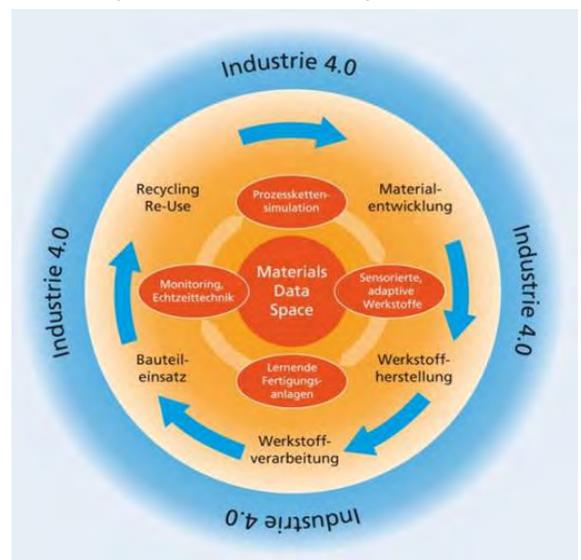
Diese Entwicklung erfordert auch neue Geschäftsmodelle:

- Neue Materialien werden deutlich schneller und günstiger entwickelt werden. Der Herstellungsprozess wird durch virtuelles Prototyping vereinfacht werden.
- Die geforderten Materialeigenschaften werden direkt im Prozess berücksichtigt. Das ermöglicht eine größere Variation bzw. die Gesamtansprüche zu verringern.
- Selbstlernende Herstellungsprozesse erlauben die Anpassung von Funktionalität dynamisch im Prozess. So werden Kleinserien ökonomisch.
- Jedes Bauelement kann über seine gesamte Lebenszeit spezifiziert werden. Die Erfassung systemrelevanter Daten durch entsprechende Sensoren ermöglicht auch eine dynamische Vorhersage der Lebensdauer des Bauelements.

Die digitale Begleitung stellt Herausforderungen an die numerische Simulation, die hier von atomaren Skalen bis zur Kontinuumsmechanik ihren Beitrag leisten muss. Anhand der Strukturmechanik ist dieses in "Three-dimensional sampling of material structure for property modeling and design" von McLean P. Echlin, William C. Lenthe, and Tresa M. Pollock (Integrating Materials and Manufacturing Innovation 2014, 3:21) dargestellt. Auf europäischer Ebene beschäftigt sich The European Materials Modelling Council (EMMC) mit der Vernetzung unterschiedlicher Software auf unterschiedlichen Zeit- und Raumskalen. Numerische Modellierung ist ein Baustein, um Entwicklung neuer Materialien zu beschleunigen. Hier haben insbesondere ab initio Berechnungen Eingang

in die Materialentwicklung gefunden, seit die Berechnungszeiten aufgrund der gestiegenen Rechengeschwindigkeiten stark gesunken sind. Unter einem "neuem Material" ist dabei auch zu verstehen, dass sich aufgrund der Analyse beim Einsatz des Materials ein leicht geändertes Anforderungsprofil ergeben hat. Aufgrund der oben beschriebenen zyklischen Planung ergibt sich ein dauerhaft dynamischer Prozess. Die Konzeption von Industrie 4.0 ermöglicht auch Kleinserien und dezentrale Fertigung. Gerade im 3D-Druck gibt es in dieser Richtung viele Perspektiven. Inwieweit dieses auch auf Kristallzüchtung und Epitaxie zutrifft, wird man sehen. In jedem Fall wird eine stärkere vertikale Integration erfolgen, vom Rohstoff zum finalen Produkt. Wobei nach dem Ansatz des "Material Data Space[®]" diese vertikale Linie geschlossen ist, d.h. vom finalen Produkt geht es auch wieder zu den Ausgangsstoffen.

Der Fraunhofer-Verbund "Materials" hat mit dem Materials Data Space[®] eine Werkstoffstrategie für Industrie 4.0 entwickelt. Vielleicht läßt sich bereits auf der Feier zum 25-jährigen Bestehen sagen, was davon wie umgesetzt werden konnte.

Abb. 2: Materials Data Space[®]

(www.fraunhofer-materials-data-space.de)

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

PD 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

Redaktion und Anzeigen:

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

Redaktionsschluss:

31. Oktober 2017

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

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

Anzeigenpreise:

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

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
Fraunhofer Technologiezentrum Halbleitermaterialien
THM
Am St.-Niclas-Schacht 13, 09599 Freiberg
Tel.: 03731 / 2033-108
E-Mail: ludwig.stockmeier@thm.fraunhofer.de

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

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
Fax: 030 / 6392 3003
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. Das Aufnahmeformular finden Sie auf der letzten Seite in diesem Heft. Sie können sich aber auch über die Internetseite der DGKK online anmelden. Dort finden Sie auch die DGKK Stichwortliste.

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

Arbeitskreise der DGKK

Herstellung und Charakterisierung von Massiven Halbleiterkristallen

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

Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelationen

Sprecher: Dr. Andreas Erb
 Walter-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. Februar 2018**
7th Seminar of the Junge DGKK
Wien, Austria
Leitung: Ludwig Stockmeier, Sami Dzaber
- **14. – 16. Februar 2018**
1st German-Austrian Conference on Crystal Growth
Wien, Austria
Leitung: Andrey Prokofiev
<http://gaccg18.conf.tuwien.ac.at/>
- **5. – 8. März 2018**
26th Annual Meeting of DGK
Essen, Germany
Leitung: Matthias Epple
<http://www.dgk-conference.de>
- **10. – 13. Juni 2018**
26th ACCGE Western Section Conference
Fallen Leaf Lake, USA
- **13. – 19. September 2018**
2nd European School on Crystal Growth (ESCG-2)
Riviera Holiday Club, Varna, Bulgaria
Leitung: B. Ranguelov, M. Michailov, V. Tsakova
<http://escg2.eu/>
- **16. – 20. September 2018**
6th European Conference on Crystal Growth (ECCG-6)
Riviera Holiday Club, Varna, Bulgaria
Leitung: B. Ranguelov, M. Michailov, V. Tsakova
<http://eccg6.eu/>
- **21. – 24. Oktober 2018**
9th International Workshop on Modeling in Crystal Growth (IWMCG-9)
Big Island, Hawaii, USA
Leitung: Koichi Kakimoto, Jeffrey Derby
<https://iwmcg-9.cems.umn.edu/>

2019

- **21. – 27. Juli 2019**
17th International Summer School on Crystal Growth (ISSCG-17)
Colorado, USA
Leitung: Thomas Kuech, Joan Redwing
- **28. Juli – 2. August 2019**
19th International Conference on Crystal Growth and Epitaxy (ICCGE-19)
Keystone, Colorado, USA
Leitung: Vincent Fratello, Jeffrey Derby

FURNACE TECHNOLOGY LEADERSHIP

linn
High Therm



info@linn.de

www.linn.de



Induction heating

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

Crystal growth system

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



Tube furnace

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



Horizontal zone melting system

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

Micro-Crystal growth system

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

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

Tube furnace

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



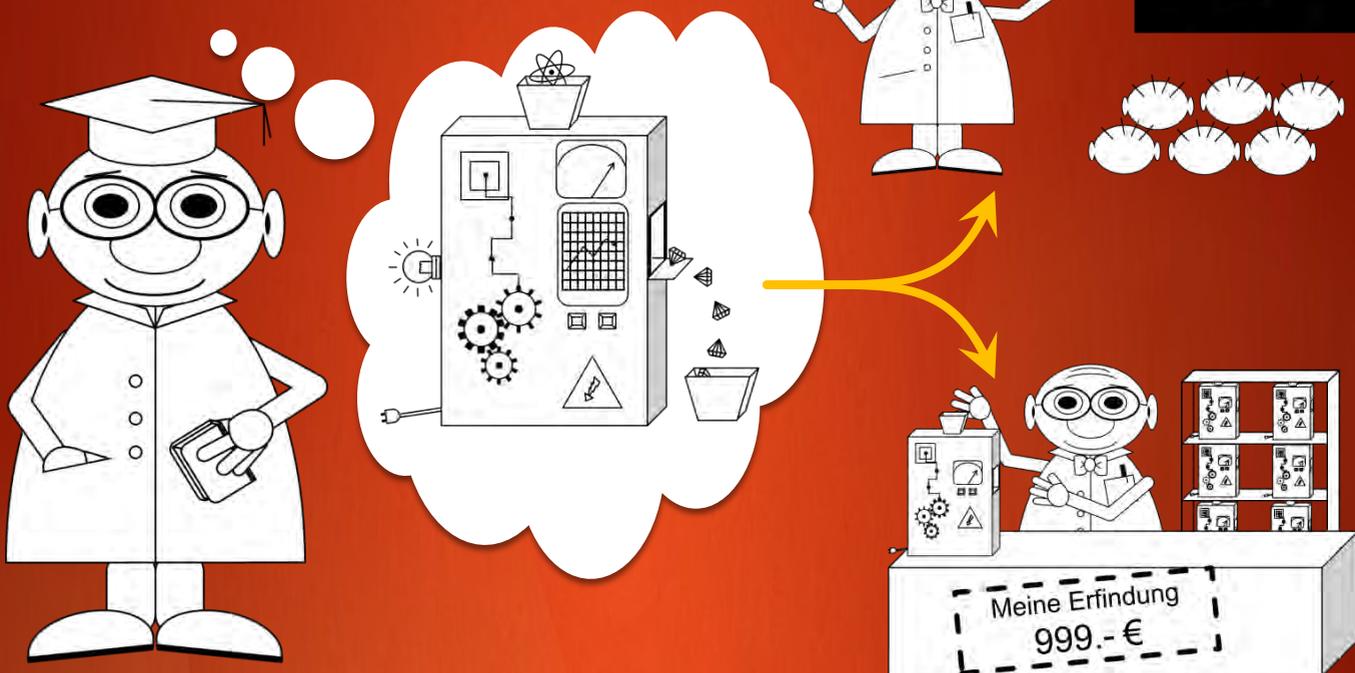
Special systems according to customer specifications!

Produktideen realisieren?



Wissenschaftler oder Unternehmer?

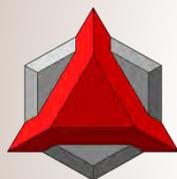
Mit uns geht beides!



- ▶ Wissenschaftliche Arbeit und Ideenvermarktung ist vereinbar – mit dem richtigen Partner!
- ▶ Auch Forschungstechnologien haben Marktpotential
- ▶ Sprechen Sie uns an – gemeinsam machen wir aus Ihren Ideen erfolgreiche Produkte!
- ▶ www.scidre.de, info@scidre.de
- ▶ 0351 821 131 464

Ihre Vorteile:

- ▶ Keine Beeinträchtigung Ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit
- ▶ Sie werden als Erfinder und Entwickler sichtbar
- ▶ Sie verdienen an jedem verkauften Produkt; Ihre Einrichtung profitiert vom erfolgreichen Technologietransfer
- ▶ Sie tragen kein unternehmerisches Risiko und haben wenig Aufwand – wir übernehmen der Produktsupport



SCIDRE
SCIENTIFIC INSTRUMENTS DRESDEN GMBH