

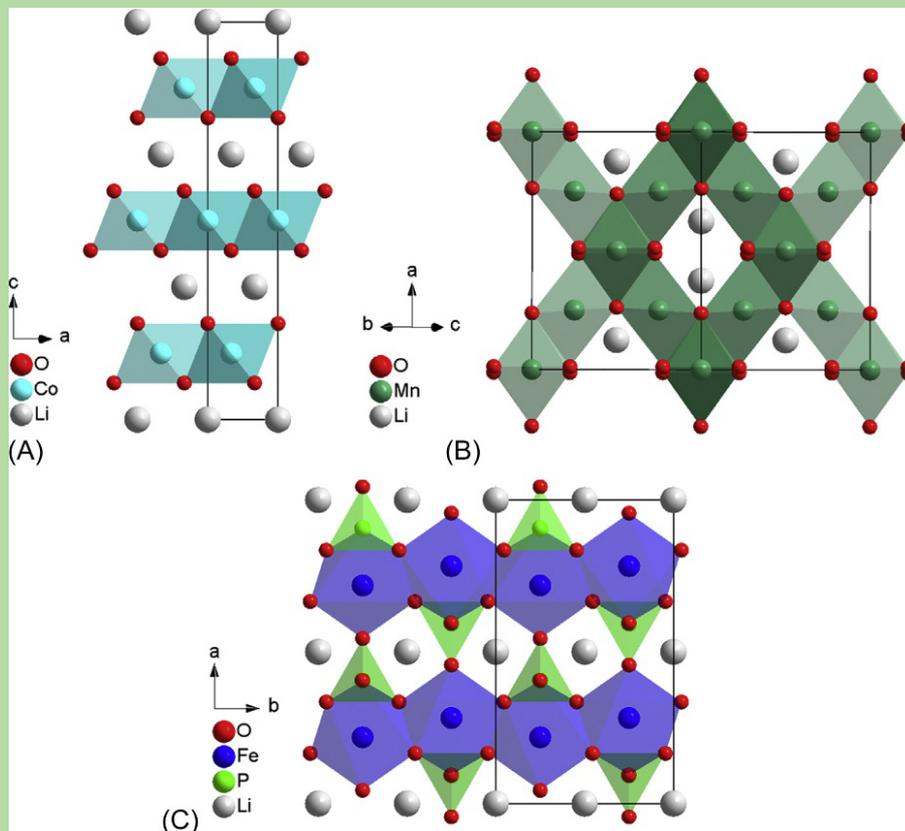


ISSN 2193-3758

Mitteilungsblatt
Nr. 109 / 2020



Deutsche Gesellschaft
für Kristallwachstum und
Kristallzuchtung e.V.

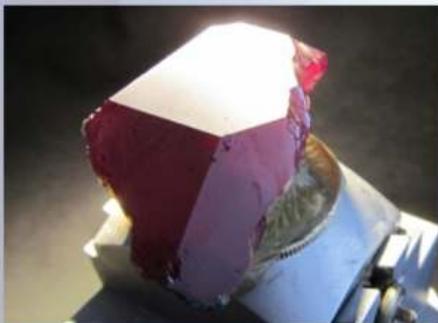


Inhaltsverzeichnis

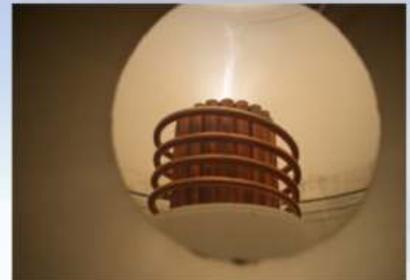
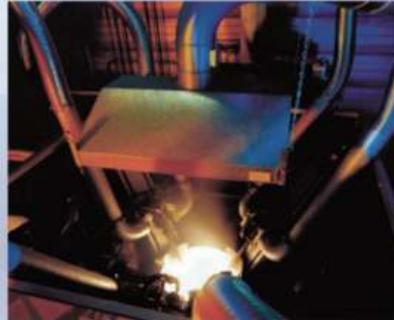
Der Vorsitzende / Editorial	3
DGKK intern	5
DGKK Fokus	17
DGKK Nachrichten	21
DGKK Personen	25
Über die DGKK	29
Tagungskalender	30

SurfaceNet

Crystals



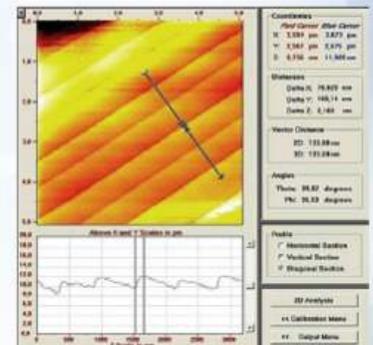
Crystal Puller



Wafers



Analytical Services



Substrates Custom Parts

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,

50 Jahre Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung ist wahrlich ein Anlass zur Freude! Aber nicht nur die 50-jährige Erfolgsgeschichte Revue passieren zu lassen, sondern auch die Perspektiven für eine weiterhin so erfolgreiche Zukunft aufzuzeigen waren die Anliegen unserer diesjährigen Deutschen Kristallzüchtungstagung DKT 2020, die vom 11.-13. März in München-Garching, nahe dem Gründungsort München stattfand. Überschattet wurde diese Veranstaltung durch die in der heißen Vorbereitungsphase beginnende Ausbreitung des Coronavirus, deren Folgen uns ja immer noch stark einschränken. Ich möchte nicht verheimlichen, dass es im Vorstand durchaus kontroverse Diskussionen zum Für und Wider einer Durchführung der Tagung gab. Ausdrücklich möchte ich mich bei allen unseren Mitgliedern für den sehr offenen und sehr kritischen Austausch aller Argumente bedanken. Nur so konnten wir letztendlich mehrheitlich zu einem Konzept finden, das uns die Durchführung einer sehr schönen Tagung mit über 100 Teilnehmern und 9 Ausstellern ermöglichte. Dank der großzügig bemessenen Räumlichkeiten konnte der Sicherheitsabstand eingehalten werden, ohne dass man sich verloren fühlen musste. Es ist natürlich unendlich traurig, dass ausgerechnet unsere Mitglieder der ersten Stunde mehrheitlich fern bleiben mussten. Aber aufgeschoben ist nicht aufgehoben und wir denken an eine entsprechende Ehrung unserer Honoratioren und Ehrenmitglieder bei nächster Gelegenheit! Mein besonderer Dank gilt an dieser Stelle den Organisatoren Wolfram Miller und Andreas Erb mit seinem engagierten Team Susanne Mayr, Katarzyna Danielewicz und Michael Stanger, die immer die Übersicht und Nerven behalten haben und uns diese sehr schöne und besondere 50iger-Jahrestagung ermöglicht haben! Und glücklicherweise sind bis zum heutigen Tag keine Infektionen aus unserem Kreis bekannt geworden.

Nachzulesen ist die geschichtliche Entwicklung unserer Gesellschaft im Sonderband des Crystal Research & Technology 55 (2020), und die Tagungsbeiträge sind im erweiterten Abstract-Band der DKT 2020 verfügbar (s. Webseiten der

DGKK). Sie geben eine sehr gute Übersicht über die nach wie vor große Vielfalt und Interdisziplinarität unserer Gesellschaft. Auch die zukunftsweisenden Aspekte finden sich hier. Es lohnt sich auch einen Blick in die Grußworte der thematisch benachbarten Gesellschaften zu werfen. In Zeiten, in denen immer mehr, auch traditionsreiche, Kristallzüchtungs-Standorte verschwinden und Fördermittel immer spärlicher fließen, wird neben der wissenschaftlichen auch eine politische Sichtbarkeit und Vernetzung immer wichtiger. Die Pflege und der Ausbau von Kooperationen durch gemeinsame Strategien und Veranstaltungen wird daher mein wichtiges Anliegen bleiben. Mit gutem Beispiel geht hier unsere "Junge DGKK" zusammen mit den "Jungen Kristallographen" der DGK voran, deren nächstes, im Oktober geplantes Treffen in Freiberg hoffentlich stattfinden kann. Apropos Jugend: Der wieder sehr erfolgreiche Schülerwettbewerb "Wer züchtet den schönsten Kristall" belegte durch die Teilnahme zahlreicher Schüler aller Altersgruppen und aus ganz Deutschland nachdrücklich, dass wir uns um den Nachwuchs nicht sorgen müssen. Und Jochen Friedrich hat bereits erfreulicherweise angedeutet, dass er sich wieder eine ähnliche Aktion vorstellen könnte. Die tatkräftige ideelle und finanzielle Unterstützung durch die DGKK ist ihm gewiss! Eines der für die DKT geplanten Zukunfts- und Schwerpunkt-Themen gewinnt durch die anhaltende Corona-Krise eine noch aktuellere Bedeutung: die Digitalisierung, Datenvernetzung und künstliche Intelligenz, um nur die Stichworte zu nennen. Was dies für die Kristallzüchtung bedeutet und welche Chancen sich für uns nicht nur auf technologischem Gebiet ergeben, müssen wir auf der Agenda behalten. Bleibt die Hoffnung und der Wunsch, dass Sie alle möglichst unbeschadet durch diese schwierigen Zeiten kommen und vielleicht schon im Spätsommer und Herbst unsere so wichtigen Arbeitskreistreffen und Workshops wieder stattfinden können.

Mit den besten Wünschen, dass wir uns alle bald gesund wiedersehen,

Andreas Danilewsky

Inhaltsverzeichnis

Der Vorsitzende	3	Elektrochemische Energiespeicherung	17
Editorial	4	DGKK-Nachrichten	21
Titelbild	4	ZORRO: PERC Solarzellen	21
DGKK-intern	5	MOVPE-Schichten auf AlN-Substraten	22
DKT 2020 in München: 50 Jahre DGKK	5	Neues Rastermikroskop am IKZ	24
Mitglieder 2020, erste Jahreshälfte	8	DGKK-Personen	25
Protokoll der Mitgliederversammlung 2020	10	Zum 80. Geburtstag von Dr. Manfred Jurisch	25
Der DGKK-Vorstand 2020-2021	14	Prof. Dr. Peter Rudolph anlässlich seines 75. Geburtstages	27
DGKK-Fokus	17	The ECMetAC consortium	28
		Über die DGKK	29
		Arbeitskreise der DGKK	30
		Tagungskalender	30

Editorial

Verehrte Leserinnen und Leser,

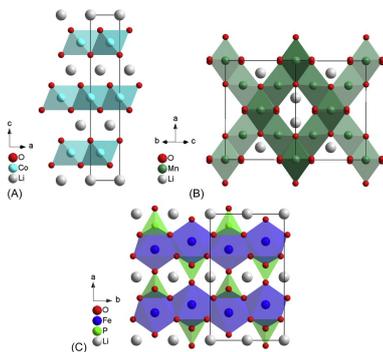
nachdem wir das Glück hatten, dass unsere diesjährige Kristallzüchtungstagung DKT 2020 im März gerade noch vor Beginn der strengeren Maßnahmen gegen die Ausbreitung des Corona-Virus stattfinden konnte, gibt es in dieser Ausgabe natürlich auch einen Beitrag, der insbesondere das Festliche zum 50-jährigen Bestehen der DGKK reflektiert. Infolge der im März aber schon begonnenen Dienstreisebeschränkungen konnte Prof. Olivier Guillon aus dem For-

schungszentrum Jülich zu seinem geplanten DKT-Vortrag über "Kristalline Materialien für die elektrochemische Energiespeicherung" nicht mehr anreisen. Freundlicherweise hat er seinen Beitrag nachträglich schriftlich verfasst, zu lesen in diesem MB als Fokusartikel.

Eine interessante Lektüre dieses Heftes wünscht Ihnen

Klaus Böttcher

Titelbild



Quelle: O. Guillon, Jülich

Elektrochemische Batteriezellen können reversibel betrieben werden, um elektrische Energie über verschiedene Redoxreaktionen an Anode und Kathode zwischenspeichern. Aktuelle und zukünftige Entwicklungen konzentrieren sich bei Li-Ionen-Batterien (LIB) auf die Verwendung neuer Elektrodenmaterialien und die Einführung von Festkörperelektrolyten für höhere Sicherheit und Kapazität sowie auf alternative Chemie wie Na-Ion (NIB). Anorganische Kristalle und Polykristalle spielen bei all diesen Zelltypen eine Schlüsselrolle. Heute werden drei Hauptkathodenklassen in kommerziellen LIBs verwendet, deren Kristallstruktur in der Abbildung dargestellt sind (LiCoO₂ Schichtoxid, LiMn₂O₄ Spinell und polyanionisches LiFePO₄). (siehe ausführlichen Artikel ab S. 17)

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

DGKK-intern

DKT 2020 in München: Festakt und Festsitzung zum 50-jährigen Bestehen der DGKK

Andreas Erb, Walther-Meißner-Institut, Garching, Wolfram Miller, Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Berlin, Andreas Danilewsky, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Am zweiten Tag der DKT begann gegen 15 Uhr die Sitzung zum 50-jährigen Bestehen der DGKK. Eröffnet wurde sie durch den Vorsitzenden Andreas Danilewsky. Vier Grußworte waren zu diesem Ereignis eingegangen, alle nachzulesen im Abstract-Band der DKT2020 (die pdf-Version ist auf der Webseite der DGKK verfügbar: <https://www.dgkk.de/profil/50-jahre-dgkk.html>): Die Deutsche Gesellschaft für Kristallographie e. V., DGK, hebt besonders die gemeinsamen wissenschaftlichen Interessen hervor und freut sich auf weitere gemeinsame Veranstaltungen. Leider konnte keiner der Vertreter nach München kommen und auch der DGK-Vorsitzende Prof. Ralf Ficner (Georg-August-Universität Göttingen) musste auf Grund der Umstände kurzfristig absagen. Auch die Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e. V., DGM, - selbst gerade 100 Jahre alt geworden - hebt die vielen Gemeinsamkeiten und Wechselwirkungen zwischen unseren Gesellschaften hervor, die sich nicht auf Jan Czochralski beschränken. Besonders unsere Aktivitäten im Bereich von Aus- und Fortbildung sowie der Nachwuchsförderung werden gelobt. Die Bundesvereinigung Materialwissenschaft und Werkstofftechnik e.V., BV Matwerk, hebt neben unserer fachlichen Kompetenz im Bereich Materialwissenschaft und Werkstofftechnik unsere - als Gründungsmitglied langjährige - vertrauensvolle Zusammenarbeit hervor und bedankt sich ausdrücklich für das große Engagement der DGKK: "Beide Institutionen eint das Anliegen, die kontinuierliche interdisziplinäre Zusammenarbeit unter ihren Mitgliedern ebenso wie den wissenschaftlichen Nachwuchs zu fördern, den Austausch mit Politik, Wirtschaft und Gesellschaft zu intensivieren und die Wahrnehmung von Materialwissenschaft und Werkstofftechnik in Politik und Öffentlichkeit positiv zu beeinflussen".

Mit dem Exzellenzcluster Universe der TU München beste-



Abb. 1: Wolf Aßmus berichtet zur Geschichte der DGKK, Foto: K. Böttcher

hen seit langem Kollaborationen mehrerer Arbeitsgruppen der DGKK im Bereich der für die Teilchenphysik verwendeten Detektorkristalle. Neben dem freundlichen Grußwort, in welchem die Bedeutung der Kristallzüchtung und deren Weiterentwicklung für die Forschung im Bereich Teilchenphysik betont wird, ist die überaus großzügige finanzielle und organisatorische Unterstützung vor Ort hervorzuheben.

Und damit zur Geschichte der DGKK, detailreich und spannend vorgetragen von Prof. Wolf Aßmus (Abb. 1) und Dr. Manfred Jurisch (Abb. 2), beide sehr kompetente und engagierte Zeitzeugen. Beiden gilt unserer besonderer Dank, dass sie so kurzfristig eingesprungen sind! Zur Historie der DGKK sei an dieser Stelle auf den Artikel "The History of the German Association for Crystal Growth, DGKK" im Sonderband *Crystal Research & Technology* 55 (2020), 1900202 verwiesen (gedruckte Exemplare können über A. Danilewsky bezogen werden).



Abb. 2: Manfred Jurisch berichtet zur Geschichte der Arbeitsgruppe "Kristallisation" in der Vereinigung für Kristallographie (VfK) der damaligen DDR, Foto: K. Böttcher

Nach diesem Rückblick stürmte unter Führung von Herrn Dr. Jochen Friedrich, FhG-IISB Erlangen, der Nachwuchs auf die Bühne, zur Preisverleihung für den Wettbewerb "Wer züchtet den schönsten Kristall?" (Abb. 3). Die zahlreichen Schüler aller Altersgruppen und aus ganz Deutschland belegten mit Ihrem Enthusiasmus und ihren phantastischen Kristallen eindrucksvoll, dass die Kristallzüchtung nicht nur eine große Vergangenheit sondern auch hoffnungsvolle Zukunft hat. Dr. J. Friedrich übergibt den 1. Preis an die Gewinner aus dem Theodor-Fließner-Gymnasium in Düsseldorf (Abb. 4).

Hier sei für mehr Details auf den Artikel im letzten Mitteilungsblatt 108 verwiesen und Herrn Dr. Jochen Friedrich noch



Abb. 3: Die ausgezeichneten Teilnehmer des Wettbewerbs "Wer züchtet den schönsten Kristall?" Foto: K. Böttcher

einmal für seinen großartigen persönlichen Einsatz gedankt, der den Schülern sicher eindrucksvolle kristallzüchterische Erfahrungen (siehe Zitate im Artikel) und einen unvergesslichen Tag in München beschert hat!



Abb. 4: J. Friedrich mit den Preisträgern, Foto: Th. Jauß



Abb. 4a: Die 1.-Platz-Kristalle Foto: A. Grabinger, IISB

Fortgesetzt wurden die Preisvergaben mit dem Posterpreis. Dieses Jahr gratulieren wir Frau Iryna Buchovska (Abb. 5) vom Leibniz-Institut für Kristallzüchtung, Berlin, mit ihrem



Abb. 5: Poster-Preis für Iryna Buchovska, Foto: Th. Jauß

Beitrag "Parameter study on n-type multicrystalline ingots with tailored resistivity profiles" von Iryna Buchowska, N. Dropka, M. Pietsch und F. M. Kießling, der thematisch zur Photovoltaik und damit direkt zu unserem DGKK-Nachwuchspreisträger überleitete.

Den mit 2.500 € dotierten DGKK-Nachwuchspreis erhielt Herr Robin Mathis Lang, Fraunhofer Institut für solare Energiesysteme, Freiburg, für seine herausragenden wissenschaftlichen Leistungen auf dem Gebiet der MOCVD von III-V-Verbindungshalbleitern für die Photovoltaik (Abb. 6). Gewürdigt wurden seine Arbeiten insbesondere zum schnellen



Abb. 6: DGKK-Nachwuchspreis für Robin M. Lang, Foto: Th. Jauß

Wachstum von Galliumarsenid mit der metallorganischen Gasphasenepitaxie, das nun die Herstellung von bis zu 100 μm dicken GaAs-Schichten in kurzen Zeiten zu wirtschaftlichen Kosten für photovoltaische und Detektor-Anwendungen erlaubt.

Unseren DGKK-Preis erhielt Frau Dr. Stacia Keller, Electrical and Computer Engineering Department der University California in Santa Barbara (Abb. 7).



Abb. 7: DGKK-Preis für St. Keller, Foto: Th. Jauß

Sie wurde gewürdigt für ihre herausragenden Verdienste in der Grundlagenforschung auf dem Gebiet der N-polaren III-Nitride und Nitrid-basierten elektronischen und opto-elektronischen Bauteilen. Besonders hervorzuheben sind hier ihre Arbeiten zu N-polarem GaN auf Silizium mithilfe eines MOCVD-Verfahrens, das Rekorde im Bereich der Output-Power von N-polaren Transistoren aufzustellen erlaubte. Erfreulicherweise ist es ihr am 13. März gelungen, mit einem der letzten Flüge in die USA zurückzureisen.

Der diesjährige Festvortrag wurde von Dr. Anton Jesche, Experimentalphysik VI, Universität Augsburg übernommen (Abb. 8). Herr Dr. Jesche erhielt 2015 selbst den DGKK-



Abb. 8: Anton Jesche bei seinem Festvortrag, Foto: Th. Jauß

Nachwuchspreis und 2019 den Schieber-Preis auf der ICCGE-19 in Keystone, USA. Mit seinem Vortrag "Solution Growth as a Powerful Tool for Solid State Physics", rundete er die wissenschaftlich hochkarätigen Vorträge perfekt ab, indem er den Bogen von den anwendungsbetonten zu den grundlagenorientierten Kristallzuchtungsarbeiten spannte.

Nach diesem ersten Teil der Festveranstaltung ging es in drei Bussen in die Münchner Innenstadt zum Rathauskeller. Über den Marienhof waren es nur wenige Schritte in die "Alte Küferei", wo uns in sehr gepflegter Atmosphäre der Aperitif, ein ausgezeichnetes Buffet und weitere Ehrungen erwarteten (Abb. 9).



Abb. 9: Blick in die "Alte Küferei", Foto: A. Haase

Es liegt in der Natur der Sache, dass bei einem 50-jährigen Jubiläum nicht mehr allzu viele Mitglieder der 1. Stunde persönlich dabei sein können. Um so größer die Freude mit Herrn Dr. Dieter Mateika ein Gründungsmitglied begrüßen und ehren zu dürfen! Herr Dr. Dieter Mateika (stehend in Abb. 9, Abb. 10) erhält als Gründungsmitglied neben seiner Urkunde auch einen gravierten Wafer mit der Aufschrift:

Dr. Dieter Mateika
Teilnehmer der Gründungsversammlung
der DGKK in Bensheim-Auerbach
in Erinnerung an die Gründung
am 9. April 1970
München, 12. März 2020



Abb. 10: Dieter Mateika erhält neben der Urkunde eine besondere Plakette (s. Text), Foto: Th. Jauß

Neben ihm (in Abb. 9) sitzen Herr Dr. Franz Wallrafen (Mitte, auch Abb. 11) und Herr Dr. Jörg U. Korth (rechts, auch Abb. 12), die ebenso für ihre 50 Jahre Mitgliedschaft in der DGKK mit einer Urkunde und Ehrennadel geehrt wurden.



Abb. 11: Franz Wallrafen mit Urkunde, Foto: Th. Jauß



Abb. 12: Jörg U. Korth erhält Urkunde, Foto: Th. Jauß



Abb. 13: Die Ehrennadel, Foto: Th. Jauß

Ganz herzlich möchten wir unseren Mitgliedern zu ihrer 50-jährigen Mitgliedschaft gratulieren, die leider nicht persönlich anwesend sein konnten: Prof. Dr. Ladislav Bohatý, Dr. Roland Diehl, Prof. Dr. Christa Grabmaier, Prof. Dr. Helmut Klapper, Herr Wilhelm Kneipp, Prof. Dr. Volker Krämer, Prof. Dr. Henning von Philippsborn, Prof. Dr.-Ing. Hans Scheel, Prof. Dr. Wolfgang Tolksdorf.

Sobald wie möglich wollen wir ihnen aber ihre Urkunden und Ehrennadeln in einem würdigen Rahmen überreichen.

Mitglieder 2020, erste Jahreshälfte

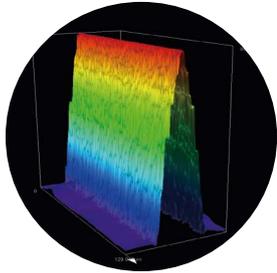
Wir begrüßen seit dem 19.12.2019 als neue Mitglieder (Stand 03.06.2020):

Neumitglieder / Privatpersonen:

Frau Dr. Darren Peets	Technische Universität, Dresden
Frau Ella Supik	Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg
Herr Tobias Schwaigert	Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Berlin
Herr Thomas Wostatek	Fürth

Neumitglieder / Firmen:

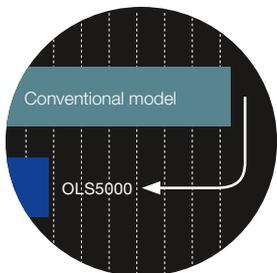
Vishay Siliconix Itzehoe GmbH (VSIG)	ltzehoe
--------------------------------------	---------



4K Scan Technology



Smart Scan



PEAK Algorithm



Extension Frame

Reach the Next Level of Surface Metrology The New LEXT OLS5000

Uncovering more detail than ever before, the intuitive LEXT OLS5000 3D measuring laser microscope delivers reliable data quickly – from any surface and any sample.

- **Capture any surface**

Capture steep slopes up to 87.5° with 4K Scan Technology

- **Measure any sample**

Elevated Extension Frame accommodates tall samples up to 210 mm

- **Save time**

PEAK Algorithm enables 4X faster scanning at all magnifications

- **Easy and reliable**

Automatically and easily acquire accurate data in just one click with Smart Scan

 www.olympus-ims.com

Protokoll der Mitgliederversammlung 2020

Anwesende:

DGKK Mitglieder:

N. Abrosimov, W. Aßmus, M. Bickermann, St. Birner, K. Böttcher, I. Buchovska, K. Dadzis, A. Danilewsky, M. Dietrich, A. Erb, Ch. Frank-Rotsch, J. Friedrich, P. Gille, P. Görnert, S. Gruner, M. Hahne, J. Härtwig, M. Heuken, M. Hornung, F.-M. Kießling, L. Kirste, D. Kok, K. Kliemt, C. Krellner, Th. Jauß, A. Jesche, K.-P. Luther, W. Miller, D. Peets, M. Roder, H.-J. Rost, P. Saß, H. Schleich, R. Schöndube, T. Sorgenfrei, K. Stolze, Th. Straubinger, R.R. Sumathi, E. Supik, J. Tonn, N. van Well, J.P. Wöhrle, N. Wolff, U. Wunderwald

Gäste:

C. Kaiser, M. Peters, A. Schneider

Ort:

München-Garching

Zeit:

Dienstag, 11. März 2020, 18:45 Uhr

TOP 1 Begrüßung und Feststellen der Beschlussfähigkeit

Es sind **44** Mitglieder und **3** Gäste anwesend, d.h. laut Satzung ist die Versammlung beschlussfähig. Der Vorsitzende der DGKK, Andreas Danilewsky, begrüßt die anwesenden Mitglieder und Gäste. Er stellt fest, dass frist- und formgerecht eingeladen worden ist. Er dankt den Anwesenden für das Kommen trotz der besonderen Situation.

TOP 2 Bericht des Vorsitzenden

Der erste Teil des Berichts des Vorsitzenden wird durch Wolfram Miller, der bis zum Jahresende 2019 Vorsitzender der DGKK war, gegeben. Er begrüßt besonders die Mitglieder, die kürzlich der DGKK beigetreten sind und gratuliert den Jubilaren seit der letzten Mitgliederversammlung.

Weiterhin gratuliert er zu herausragenden Leistungen auf dem Gebiet der Kristallzüchtung, die im letzten Jahr ausgezeichnet wurden. Im vergangenen Jahr waren DGKK-Mitglieder besonders erfolgreich.

Der Frank-Prize der IOCG 2019 ging an Dr. Reinhard Uecker gemeinsam mit Prof. Darrell Schlom.

Auch der von der DGKK eingebrachte Vorschlag zum Schieber-Prize der IOCG 2019 war erfolgreich und ging an Dr. Anton Jesche.

Den DGKK-Preis 2020 erhält Dr. Stacia Keller und den DGKK-Nachwuchspreis 2020 erhält Robin Lang.

Leider ist auch ein langjähriges Mitglied für immer von uns gegangen. Die DGKK-Mitgliederversammlung gedenkt des verstorbenen Gründungsmitgliedes Josef Grabmaier.

W. Miller gibt eine Übersicht von Veranstaltungen, die unter Schirmherrschaft und Beteiligung der DGKK im letzten Jahr stattgefunden haben. Er hob dabei die 3rd German - Polish Conference on Crystal Growth GPCCG3 in Poznan mit ca. 125 Teilnehmern hervor.

Die Junge DGKK traf sich 2019 erstmalig gemeinsam mit den Jungen Kristallographen in Köln mit ca. 25 Teilnehmern. Auch im Jahr 2020 soll es ein gemeinsames Treffen geben. Er informierte, dass sehr wenig junge Wissenschaftler die Möglichkeit genutzt haben, einen Antrag auf Reisekostenzuschuss zu stellen.

Weiterhin berichtet er, dass der Vorstand seine Arbeit vor allem auf zwei Vorstandssitzungen und einer Telefonkonferenz abgestimmt hat.

Er informierte, dass die DGKK-Webseite jetzt bei einem kommerziellen Anbieter (Alphahosting) gehostet ist und dankte Sabine Bergmann für die Unterstützung bei Umzug der Webseite. Die Webseite enthält jetzt auch die Rubrik „Kurse“, in diesem Zusammenhang bat er um Zusendung von aktuellen Angeboten.

Hinweise können per Email an: internet.redaktion@dgkk.de gesendet werden. Die Mitteilungsblätter 107 und 108 sind termingerecht erschienen. Es geht ein Dank an Klaus Böttcher für die bereits geleistete Arbeit und an die Inserenten. Er rief dazu auf, Beiträge zu abgeschlossenen Masterarbeiten und Dissertationen zuzusenden. Der Redaktionsschluss für Beiträge im MB ist jeweils Ende Mai und Ende November.

Die DGKK ist gegenwärtig bereits international gut vernetzt und auch national konnte die Zusammenarbeit mit anderen Verbänden gestärkt werden. So wurde z.B. gemeinsam mit der DGK eine Sitzung auf der GPCCG-3 organisiert.

Die DGKK ist weiterhin Mitglied im BV Matwerk und beobachtet dessen Entwicklung kritisch. U. Wunderwald hat die DGKK am 17.06.2019 in Dresden bei der Jahresversammlung vertreten, es war 2019 noch nicht möglich, endgültig über das weitere Vorgehen der DGKK bzgl. BV Matwerk zu entscheiden.

Basierend auf der Mitgliedschaft im BV Matwerk war es dem DGKK-Vorstand möglich, Hinweise zur „Materialstrategie“ des BMBF zu äußern. Diese Zuarbeit des BV Matwerk wurden dem Vorsitzenden vertraulich übergeben, so dass keine Informationen an die Mitglieder weitergegeben werden konnten. Die Mitgliederversammlung diskutiert im Anschluss an den Bericht diesen Punkt ausführlich und bittet um die Entwicklung von Mechanismen, um die Mitglieder wie beispielsweise als Vertreter die Arbeitskreissprecher zukünftig in vertrauliche Informationsprozesse miteinzubeziehen.

Einen Erfolg in der Außendarstellung gelang der DGKK auch bei der DFG: Es war ihr gelungen, einen Vorschlag für die DFG Fachkollegienwahl zu platzieren. Matthias Bickermann wurde für Fachkolleg 406 (Materialwissenschaft / Fach-Nr. 406-03) vorgeschlagen und ist gewählt worden. Wolfram Miller gratuliert dem anwesenden M. Bickermann und dieser

dankt den Kollegen für ihre Unterstützung und das entgegengebrachte Vertrauen.

Auch in Sachen Außendarstellung der DGKK sind 2019 Aktivitäten erfolgt, die neue Image-Broschüre ist fertiggestellt und als Druck verfügbar. Hier geht ein besonderer Dank an Ulrike Wunderwald für ihren Einsatz. Hierzu wurde von M. Bickermann angefragt, ob es möglich ist, diese Broschüre auch zum Download auf der Webseite zur Verfügung zu stellen.

Auch ist der Sonderband Crystal Research & Technology, Vol. 55, (2), 2020: "The 50th Anniversary of the German Association for Crystal Growth" planmäßig erschienen, die zur DKT registrierten Teilnehmer erhalten ein Exemplar mit den Tagungsunterlagen. Es ist auch möglich, Exemplare zu erwerben; die Bestellungen sind dabei an Andreas Danilewsky zu richten. Im Zusammenhang mit dem Sonderband gilt Prof. Dr. Wolfgang Neumann ein besonderer Dank.

Der 2. Kristallzüchtungswettbewerb, der vom Gymnasium Eckental und dem Fraunhofer IISB organisiert wurde, war ein sehr großer Erfolg, es nahmen ca. 3500 Schülerinnen und Schüler von 250 Schulen aus ganz Deutschland daran teil. Die Preisverleihung erfolgt im Rahmen der Jahrestagung. Wolfram Miller dankt Jochen Friedrich und seinem Team für das große Engagement. Nähere Informationen zu den Preisträgern sind im Mitteilungsblatt Nr. 108 nachlesbar. W. Miller dankt am Ende seines Berichts den Anwesenden für die Aufmerksamkeit und es erfolgt nachfolgend eine rege Diskussion, insbesondere zur möglichen Einbeziehung der Mitglieder bei wissenschafts-politischen Fragestellungen, wie schon im Zusammenhang mit BV Matwerk ausgeführt.

Am Ende des Berichts dankt W. Miller noch persönlich allen Vorstandskollegen für die Unterstützung während seiner Amtszeit; dieser Dank geht auch an die ehemaligen Vorstandsmitglieder und an alle Mitglieder, die sich in die Gesellschaft eingebracht haben. Anschließend dankt der neue Vorsitzende W. Miller für seine geleistete Arbeit.

TOP 3 Bericht der Schriftführerin

Die Mitgliederzahl der DGKK ist gegenwärtig zum Stand 05.03.2020 stabil bei 366, dies ist eine Veränderung von "+1" im Vergleich zu 2019 bei insgesamt 10 Eintritten.

Von den 366 Mitgliedern sind 311 Vollmitglieder, 32 Studenten und 23 Firmen.

Besonders erfreulich ist auch der Anstieg der Firmenmitglieder. Die Schriftführerin bat 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 Bericht des Schatzmeisters wird in Vertretung durch den Vorsitzenden gegeben.

Der Kassenstand der DGKK beträgt zum 31.12.2019:

Sparkasse Karlsruhe	: 12.319,81 €
Tagesgeldkonto	: 19.116,72 €
	31.436,53 €

3|5
power electronics



**3-5 Power Electronics
GmbH**

Gostritzer Str. 61 – 63,
01217 Dresden
Tel.: +49 (0)351 8728200,
Fax: +49 (0)351 8728202
E-Mail: info@3-5pe.com



Der Spezialist für directWide-Band Gap Dioden

Anwendungsorientierte Entwicklung von
Gallium Arsenid Leistungshalbleitern

Durchbruchspannungen 400V – 1700V
Stromtragfähigkeit bis 100A pro Chip

Hoher Wirkungsgrad Bestes Preis/
Leistungsverhältnis

Herstellungsverfahren und
Baulemente
Weltweit patentiert



Der Kassenstand hat sich im Vergleich zu 2018 um 3.375,80 € verringert.

Die Einnahmen 2019 stammen zum Großteil aus den Mitgliedsbeiträgen sowie aus Einnahmen aus Anzeigen und Tagungsüberschüssen.

TOP 5 Bericht der Kassenprüfer und Entlastung des Vorstandes

Die Kassenprüfung erfolgte bereits vorab am 03.03.2020 in Erlangen durch E. Meissner und F. Ritter und wird von H.-J. Rost verlesen. Er bemerkt, dass die Anzeigeeinnahmen in 2019 etwas geringer waren als üblich, aber in 2020 wieder steigen.

Es bestätigt eine korrekte Kassenführung. Für das Jahr 2020 wird eine Verminderung des Kassenbestandes um ca. 15000 € für das kommende Jahr erwartet, durch z.B. die Druckkosten für den Jubiläumsband. Er weist darauf hin, dass die jDGKK einen Überschuss erwirtschaftet hat, Jochen Friedrich weist darauf hin, dass dieser auch für zukünftige Aktivitäten der jDGKK genutzt werden soll.

H. J. Rost beantragt die Entlastung des Vorstandes.

Der Antrag wird einstimmig unter Enthaltung des Vorstandes angenommen.

TOP 6 Planung für 2020

A. Danilewsky stellt den Ansatz des Haushaltes 2020 vor, hier ist eine Auflösung von Rücklagen geplant, um vor allem die

Kosten für den anlässlich 50 Jahre DGKK erschienenen Sonderband der Crystal Research and Technology zu finanzieren. Weiterhin sind Ausgaben für das Mitteilungsblatt sowie für die Vergabe von Reisekostenzuschüssen geplant.

Es wird nochmal auf die Thematik der Zusammenarbeit mit BV Matwerk eingegangen, wie bereits unter TOP 2 ausgeführt.

Jochen Friedrich fragt den Vorstand an, ob es für das Jahr 2020 einen detaillierten Plan gibt. Er bittet den Vorstand in der Mitgliederversammlung 2021 anhand einiger Folien die zukünftigen Ziele darzulegen.

In der nachfolgenden Diskussion erläutert der stellvertretende Vorsitzende und Organisator der DKT 2020, dass ein wesentliches Ziel des Vorstandes ist, eine bessere Vernetzung des DGKK anzustreben und diese breiter aufzustellen. So erfolgten zur DKT auch gezielt die Einladungen in andere Fachrichtungen wie z.B. Energiekonversion.

Es wird von den anwesenden Mitgliedern auch angeregt und unterstützt, dass zukünftig die Arbeitskreise neue Themen aufgreifen.

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt, der diskutiert wird, besteht in der konsequenten Förderung der jDGKK, um insbesondere die Studenten mit Themen der Kristallzüchtung zu erreichen. Auch die Förderung von Aktivitäten an Schulen soll weiterverfolgt werden. Wolf Aßmus gibt dabei zu Bedenken, dass die Kristallzüchtung langfristig eher am Rande eine Berufsperspektive darstellt, die es zu fördern gilt.

Polymorphe
charakterisieren.
MIT RAMAN.

Kristallreinheit
überprüfen.
MIT FT-IR.



Wir helfen Ihnen dabei.
www.bruker.com/contact-us

Innovation with Integrity



Polymorphie

Tina Sorgenfrei fragt den Vorstand an, ob es zukünftig möglich ist sich noch mehr in Berufungsfragen einzubringen. Eine aktive Einflussnahme in Berufungsverfahren ist dem Vorstand nicht möglich, sondern nur direkt über die Auswahl der Mitglieder von Berufungskommissionen.

Thomas Jauß wirft die Frage nach der zukünftigen Strategie der jDGKK zur DKT auf, um die Teilnehmer des jDGKK-Treffens auch auf die DKT zu bekommen. Hieran schließt sich eine weiterführende Diskussion der jüngeren DGKK-Mitglieder an. Die aufgeworfenen Fragen wie z.B. von J. P. Wöhrle, ob die Postersitzung besser direkt auf der DKT abgehalten werden sollte, sind Fragen, welche die jDGKK für sich unter Leitung ihres Sprechers Ludwig Stockmeier, der auch gewähltes Vorstandsmitglied ist, zunächst für sich klären sollte. Wenn die jDGKK der Meinung ist, zusätzliche studentische Vertreter zu benennen, soll sie dies bitte dem Vorstand formlos schriftlich mitteilen.

TOP 7 Abschließende Diskussion und Beschluss über die DKT 2021

Matthias Bickermann erneuert auch im Auftrag des IKZ-Direktors Thomas Schröder die Bereitschaft die DKT 2021 in Berlin unter Organisation des IKZ durchzuführen. Als Termin ist der 17.-19.03.2021 vorgesehen. Dieser Termin wurde unter Berücksichtigung in Berlin stattfindender Messen und auf dem Gebiet der Physik und DGK geplanter Tagungen gewählt.

Es wird einstimmig der Vorschlag angenommen, die Deutsche Kristallzüchtungstagung 2021 in Berlin durchzuführen.

TOP 8 Deutsche Kristallzüchtungstagung 2022

Nachfolgend erfolgt eine vorbereitende Diskussion zur DKT 2022. Es wird Augsburg für die Durchführung der DKT 2022 vorgeschlagen. Anton Jesche sondiert mit Matthias Schreck bis zum Sommer 2020 die Möglichkeit der Durchführung und informiert den Vorstand.

TOP 9 Ehrenmitglieder (Vorschläge und Abstimmung)

A. Danilewsky erläutert den Paragraphen 4 der Satzung zur Thematik „Ehrenmitglieder“, bevor er vorstellt, welche Kriterien der Vorstand für Vorschläge zu Ehrenmitgliedern herangezogen hat. Die Kriterien orientierten sich sowohl am Einsatz für die DGKK als auch an der wissenschaftlichen Reputation. Auf Basis dieser Kriterien schlägt der Vorstand drei Kandidaten zur Wahl als Ehrenmitglied vor, die A. Danilewsky im Folgenden kurz vorstellt.

Der Vorschlag umfasst folgende drei Mitglieder: **Klaus Werner Benz**, **Georg Müller** und **Peter Rudolph**.

Die Wahl zum Ehrenmitglied erfolgt in geheimer Wahl, alle drei Vorschläge werden von den anwesenden 40 Mitgliedern

in geheimer Wahl mehrheitlich bestätigt, so dass diese Mitglieder ab sofort Ehrenmitglieder der DGKK sind. Leider sind die Kollegen nicht persönlich anwesend, so dass die Übergabe der Urkunden im Verlauf des Jahres im würdigen Rahmen nachgeholt werden soll.

TOP 10 Berichte zu den DGKK – Arbeitskreisen

Epitaxie von III/V – Halbleitern:

M. Heuken berichtet über die Aktivitäten des Arbeitskreises, dieser traf sich im Dezember 2019 mit ca. 100 Teilnehmern in Dresden. Der nächste Arbeitskreis ist vom 03.12. bis 04.12.2020 in Bremen geplant.

Arbeitskreis Massive Verbindungshalbleiter:

J. Friedrich berichtet über den letzten Arbeitskreis, der in Berlin unter Organisation des IKZ mit ca. 50 Teilnehmern stattfand. Das nächste Treffen findet vom 07.10. bis 08.10.2020 in Freiberg statt.

Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelation:

A. Erb berichtet vom letzten Treffen in Augsburg. Das nächste Treffen ist vom 08.10. bis 09.10.2020 am IFW in Dresden geplant.

Kristalle für Laser und Nichtlineare Optik:

M. Bickermann berichtet vom inzwischen europäisch gewordenen letzten Treffen des Arbeitskreises in Lyon (19.09.-20.09.2019). 2020 ist wieder ein gemeinsamer Workshop mit den französischen Kollegen geplant, dieser inzwischen 9. gemeinsame Workshop findet im Zeitraum 17.09 bis 18.09.2020 in Berlin statt.

Junge DGKK:

2019 fand erstmalig das Treffen der jDGKK in Kooperation mit der jDGK in Köln statt. Im Jahr 2020 sind sogar zwei Treffen geplant, das erste fand im Vorfeld der DKT in Garching statt und für Oktober 2020 ist noch ein weiteres gemeinsames Treffen mit der jDGK geplant, welches in zeitlicher Nähe zum Arbeitskreis Massive Halbleiter (04.-06.10.2020) in Freiberg durchgeführt werden soll. Die lokale Organisation erfolgt durch Sebastian Gruner.

TOP 11 Verschiedenes

Zu diesem Tagesordnungspunkt teilt M. Bickermann mit, dass aufgrund der aktuellen Entwicklungen die für Juni 2020 geplante IWCGT-8 verschoben werden muss, sie soll aber auf jeden Fall zu einem neuen Termin durchgeführt werden.

A. Danilewsky schließt um 20:30 Uhr die Mitgliederversammlung und bedankt sich bei allen Anwesenden.

Christiane Frank-Rotsch
Schriftführerin der DGKK

Andreas Danilewsky
1. Vorsitzender

Der DGKK-Vorstand 2020-2021



1. 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 und seit 2018 Außerplanmäßiger Professor
- 2006 bis 2010 Beisitzer im DGKK-Vorstand; 2018 bis 2019 2. Vorsitzender des DGKK-Vorstands
- 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



2. Vorsitzender

Andreas Erb aus München

- Studium der Experimentalphysik, Universität Karlsruhe
 - 1994 Prom. Univ. Karlsruhe: zum HT-Supraleiter $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$
 - 1994-2000 Maître Assistant, Dép. de Physique de la Matière Condensée, Univ. Genf, Schweiz
 - 1999 Habilitation an der Universität Genf, Schweiz, Privatdozent
 - Seit 2000 am Walther Meißner-Institut für Tieftemperaturforschung der Bayer. Akad. d. Wiss.; seit 2001 Wiss. Leiter der Kristalllabors der Fak. für Physik, TUM; seit 2013 Honorarprof. für Experimentalphysik, Universität Leipzig; seit 2013 Akad. Direktor, Walther Meißner-Institut; seit 2013 Sprecher d. AKs „Intermetall. Verbind. mit Spin und Ladungskorrelationen“ der DGKK
 - 2015 Preis der DGKK für die Kristallzüchtung insbesondere komplizierter Oxidverbindungen
- Arbeitsgebiete:
- Supraleitende und magnetisch ordnende Oxidmaterialien, Kristallzüchtung
 - Tieftemperatur-Teilchendetektoren, Detektorkristalle, Laser-Materialien, Röntgenbeugung

andreas.erb@wmi.badw.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, 2019-2021 deren Präsident) sowie im Programm- und Organisationskomitee zahlreicher Fachtagungen.

peter.wellmann@fau.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 verschiedenen Halbleiterkristallen sowie der Modellierung von Züchtungsprozessen am Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ) in Berlin und seit 2011 Leitung der Arbeitsgruppe III-V-VGF
- seit 2006 Schriftführerin der DGKK
- Mitglied des Executive Committee's der IOCG und Vertreterin der DGKK 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@iisb.fraunhofer.de

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

- Studium an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg mit Studiengang Werkstoffwissenschaften.
- 2011 bis 2012 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer IISB mit dem Forschungsschwerpunkt Siliciumkristallzüchtung mittels des String-Ribbon-Verfahrens.
- 2012 bis 2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer THM mit Promotion über die Versetzungsentstehung während der Züchtung von hochdotiertem, einkristallinem Silicium mittels des Czochralski-Verfahrens (Auszeichnung mit DGKK-Nachwuchswissenschaftlerpreis).
- Seit 2018 Prozesstechnologie für Czochralski Anlagen bei Siltronic AG in Freiberg.

ludwig.stockmeier@siltronic.com

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

- Studium der Mineralogie an der Ludwig-Maximilians-Universität in München,
- Promotion 2006 in der Sektion Kristallographie auf dem Gebiet der Quasikristalle
- seit 2007 in der Siltronic AG tätig in der Prozesstechnologie für Czochralski-Kristalle
- seit 2012 auch für Float Zone-Kristalle für Power-Anwendungen
- 2007 DGKK-Preis für Nachwuchswissenschaftler
- seit 2014 Sprecher des Arbeitskreises „Industrielle Kristallzüchtung“
- seit 2016 Teamleiter im Bereich Kristallzüchtung Float Zone.

goetz.meisterernst@siltronic.com

**Hinweis auf den Sonderband 50 Jahre DGKK in Crystal Research & Technology:**

Gedruckte Exemplare des Sonderbandes Crystal Research & Technology, Vol. 55, Issue 2, 2020:

„The 50th Anniversary of the German Association for Crystal Growth
(Deutsche Gesellschaft für Kristallwachstum und Kristallzüchtung, DGKK)“

können bei A. Danilewsky bestellt werden!

(Mitglieder 25 €, Studierende/Beitragsreduzierte Mitglieder 15 €, Institutionelle Mitglieder 35 € und Externe 55 €)

SILTRONIC – EFFIZIENTE WAFERLÖSUNGEN FÜR WELTWEITE INNOVATIONEN

- **WIR** sind einer der Top 5-Hersteller von Siliziumwafern für die Halbleiterindustrie.
- **WIR** sind in Ihrem Smartphone, Ihrem Auto oder auch Ihrem Laptop zu finden.
- **WIR** stehen für technologische Innovation, Qualität und Flexibilität.
- **WIR** sind kompetenter Partner aller Top-20 Halbleiterhersteller.
- **WIR** besitzen ein Netzwerk von modernsten Fertigungslinien in Europa, Asien und Amerika.



Siltronic AG
München
Hanns-Seidel-Platz 4
81737 München
☎ 089 8564 3000
www.siltronic.com



DGKK-Fokus

Kristalline Materialien für die elektrochemische Energiespeicherung

Olivier Guillon, Forschungszentrum Jülich GmbH, Institut für Energie- und Klimaforschung, Jülich; Jülich-Aachen Research Alliance, JARA-Energy; Institut für Gesteinshüttenkunde, RWTH Aachen; Helmholtz-Institut Münster

Elektrochemische Batteriezellen können reversibel (im Lade-/Entlademodus) betrieben werden, um elektrische Energie über verschiedene Redoxreaktionen an Anode und Kathode zwischen zu speichern. Die elektrochemische Energiespeicherung spielt eine Schlüsselrolle beim Übergang zu erneuerbaren Energiequellen, Elektromobilität und Industrie 4.0 [1]. Unter den bereits kommerziell verfügbaren Batteriesystemen wurde die Li-Ionen-Technologie seit ihrer Entdeckung, die 2019 mit dem Nobelpreis für Chemie ausgezeichnet wurde, kontinuierlich weiterentwickelt. Li-Ionen-Batterien (LIB), die hohe Energiedichten erreichen, haben neue Anwendungen in der Verbraucherelektronik, in Elektrowerkzeugen, batterieelektrischen Fahrzeugen oder sogar im elektrischen Fliegen ermöglicht. Aktuelle und zukünftige Entwicklungen konzentrieren sich auf die Verwendung neuer Elektrodenmaterialien und die Einführung von Festkörperelektrolyten für höhere Sicherheit und Kapazität sowie auf alternative Chemie wie Na-Ion (NIB).

Anorganische Kristalle und Polykristalle spielen bei all diesen Zelltypen eine Schlüsselrolle [1]. Als Elektrodenmaterialien werden einerseits Verbindungen verwendet, die mobile Li- oder Na-Ionen reversibel in ihrem Gitter aufnehmen können. Kommerzielle Kathodenmaterialien für Li-Ionen-Batterien sind heute alle Oxidpartikel mit wohldefinierter Stöchiometrie und Struktur. Auf der anderen Seite sind kristalline Ionenleiter mit vernachlässigbarer elektronischer Leitfähigkeit potentielle Kandidaten für Elektrolyten in Festkörperbatterien. Ihre größere elektrochemische Stabilität könnte es ermöglichen, eine metallische Anode mit hoher Kapazität mit Hochspannungskathodenmaterialien zu kombinieren.

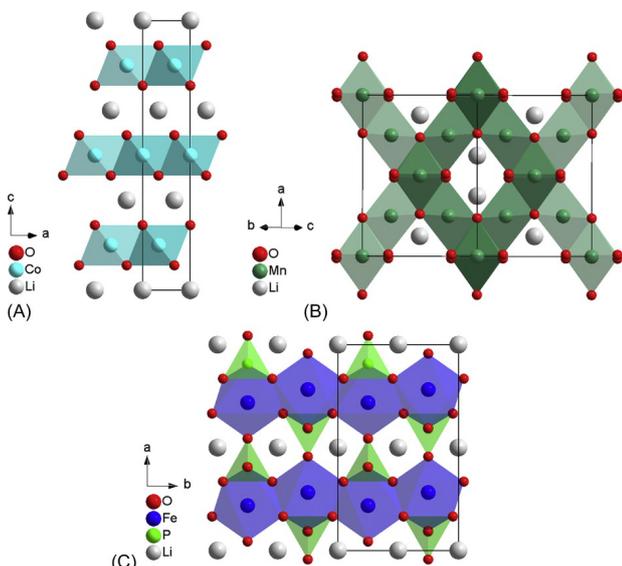


Abb. 1: Kristallstruktur (mit hervorgehobenen Einheitszellen) aus (A) geschichtetem Oxid Lithium-Kobalt-Oxid, (B) Lithium-Mangan-Oxid vom Spinnell-Typ und (C) Lithium-Eisen-Phosphat vom Olivin-Typ [1].

Kathodenmaterialien

Heute werden drei Hauptmaterialklassen in kommerziellen LIBs verwendet, nämlich Schichtoxide, Spinelle und polyanionische Kathoden (insbesondere olivinartige Phosphate). Die Kristallstrukturen der entsprechenden Ausgangsverbindungen LiCoO₂, LiMn₂O₄ und LiFePO₄ sind in Abb. 1 dargestellt. Während Schichtoxide derzeit den Markt der Hochenergie-LIBs dominieren, werden Spinnell- und Olivin-Typ-Kathoden in verschiedenen Hochleistungsanwendungen eingesetzt.

Feste Lösungen von LiNi_xMn_yCo_zO₂ sind in den meisten der heutigen Hochenergie-LIBs aufgrund ihrer hohen Energiedichte, ihrer guten Rate und ihrer langen Lebensdauer weit verbreitet. Diese Kathoden werden üblicherweise als NMC abgekürzt, gefolgt von drei Zahlen, die die Zusammensetzung des Übergangsmetalls angeben, z.B. NMC111 für x=y=z=1/3 oder NMC811 für x=0,8; y=z=0,1. Bei NMC hat jedes Übergangsmetall seinen individuellen Einfluss auf die physikalischen und elektrochemischen Eigenschaften der Kathode. Nickel erhöht die erreichbare Kapazität und verbessert die elektronische Leitfähigkeit. Mangan tritt als elektrochemisch inaktives Mn⁴⁺ auf und verbessert die thermische Stabilität und damit die Sicherheitseigenschaften der Kathode. Die Zugabe von Kobalt verbessert die elektronische Leitfähigkeit und die strukturelle Ordnung der Schichtstruktur (Unterdrückung der Li/Ni-Vermischung). Da Kobalt aber ein teures und kritisches Element ist, wird es versucht, den Kobalt-Gehalt zu minimieren.

Degradation des Kathodenmaterials beim Zyklieren ist ein großes Forschungsthema. Vielversprechende Lösungsansätze sind komplex gradierte Pulveragglomeraten (Abb. 2) oder im Gegenteil einkristalline Partikel. Multikompositionale teilchenförmige Li[Ni_{0,9}Co_{0,05}Mn_{0,05}]O₂-Kathode, in der Li[Ni_{0,94}Co_{0,038}Mn_{0,022}]O₂ im Teilchenzentrum durch eine 1,5 μm dicke Schale mit Konzentrationsgradienten eingekapselt ist [2]. Die mikroskalige Elementaufteilung auf Teilchenebene in Kombination mit der radialen Texturierung der Primärteilchen in der Schalenschicht ermöglicht eine effektive Dissipation der im tief geladenen Zustand erzeugten internen Dehnung. Dadurch werden das Zyklenverhalten und die thermochemische Stabilität im Vergleich zu denen der herkömmlichen Kathoden mit einer einzigen Zusammensetzung deutlich verbessert.

Andererseits wurden stark zyklisierte NMC-Einkristalle weiter mit entsprechenden frischen Elektroden verglichen und zeigten nur geringe Unterschiede im physikalischen Erscheinungsbild. Die Autoren um J. Dahn [3] gehen davon aus, dass die Robustheit der einkristallinen Partikel gegenüber Mikrorissen signifikant zu ihrer ausgezeichneten Kapazitätserhaltung beiträgt.

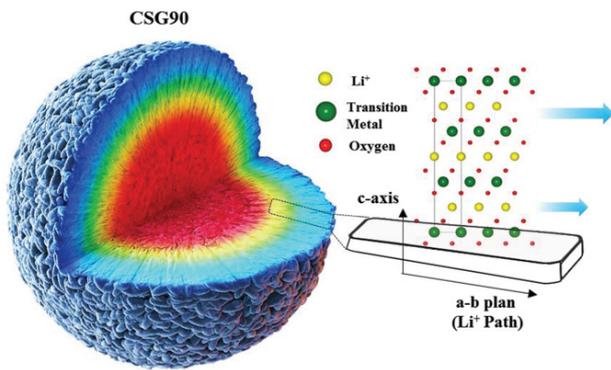


Abb. 2: Schematische Darstellung eines gradierten-Partikels mit Ni-reichem Kern.

Die Bemühungen, geeignete Kathodenelektrodenmaterialien für Na-Ionen-Batterien zu erzeugen, konzentrierten sich hauptsächlich auf die Duplizierung der berichteten lithiumbasierten Elektrodenmaterialien, die an das Natriumsystem angepasst sind. Dies ist der Grund, warum in der Literatur in den letzten 5 Jahren rasch dieselben Materialklassen veröffentlicht wurden (Abb. 3).

Anodenmaterialien

Anoden (negative Elektroden) von wiederaufladbaren Batterien sollten idealerweise ein möglichst niedriges Potential und eine hohe reversible gravimetrische und volumetrische Kapazität aufweisen, um eine maximale Energiedichte zu erreichen. Aus der Sicht des elektrochemischen Energiespeichermechanismus können keramische Anoden grob in drei Klassen eingeteilt werden: Insertion-Typ-, Umwandlungs-Typ- und Legierungs-Typ-Materialien. Materialien vom Insertionstyp können ohne wesentliche strukturelle Veränderungen zusätzliche Ionen in ihre Struktur einbauen (wie die oben benannte Kathodenmaterialien). Die Vorteile solcher Materialien sind geringe Volumenänderungen und niedrige Strukturorganisationsenergien, die ein reversibles Einfügen/Extrahieren und eine lange Lebensdauer gewährleisten. Der Nachteil für die Strukturstabilität ist jedoch die unvermeidlich geringere Kapazität, die durch die verfügbaren Ionenleerstellen in der Wirtsstruktur bestimmt wird.

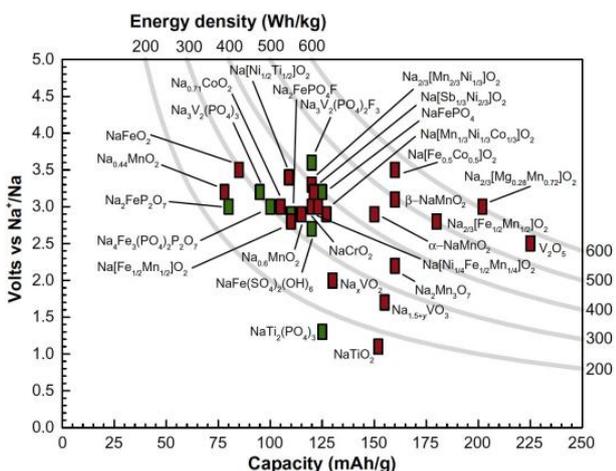


Abb. 3: Vergleich einiger Kathodenmaterialien für Na-Ionen-Batterien; in Rot die Oxide und in Grün die Materialien auf polyanionischer Basis [1].

TiO₂-basierte Materialien gehören zu den am besten untersuchten und attraktivsten keramischen Anoden für die Li-ion und zunehmend auch für Na-ion-Batterien. TiO₂ existiert in acht Polymorphen, unter diesen Phasen sind Anatas, Rutil und Bronze als Batterieanoden am meisten untersucht. Darüber hinaus ist Li₄Ti₅O₁₂ (LTO) das prominenteste Mitglied der kristallinen Anodenmaterialien und Li_{3+x}Ti_{6-x}O₁₂ (0 < x < 1) wurde zu einem marktfähigen Produkt. Die Eigenschaften von LTO als LIB-Anodenmaterial werden hauptsächlich durch seine Spinell-Struktur verursacht, die drei Li+-Ionen pro Formeleinheit aufnehmen kann. Dies geschieht mit einer vernachlässigbaren Änderung von 0,07% der Gitterparameter ("Nulldehnung"-Anode). Das elektrochemische Potential dieser nicht-kohlenstoffhaltigen Anoden ist jedoch vergleichsweise hoch (>1 V vs. Li/Li+), wodurch das anwendbare Potentialfenster der Zelle gesenkt wird. Darüber hinaus ist die praktische reversible Kapazität geringer als die von Graphit und die meisten keramischen Materialien besitzen eine eher begrenzte elektronische Leitfähigkeit.

Anodenmaterialien vom Konversionstyp werden vollständig umgewandelt von oxidiert (Übergangsmetallionen) bis vollständig reduziert (Metallzustand: Fe, Sn, usw.) während der Ladung und Entladungszyklen. In einigen Fällen kann die Metallphase weiter reduziert werden mit Bildung von Lithium- (oder Natrium-) Legierungen (Umwandlungs- und Legierungsmechanismus). Wegen der mehrfachen Elektronenreaktionen, der Umwandlung und der kombinierten Umwandlungs- und Legierungsbildung-Typ-Anoden können viel höhere Speicherkapazitäten bieten als die Insertion-Anoden. Ein bedeutender Nachteil solcher Anoden ist jedoch eine große strukturelle Reorganisation, die mit einer erheblichen (bis zu mehreren 100%) Volumenveränderung einhergeht, die typischerweise zu einer sehr schnellen Degradation während des Aufladens/Entladens führen und schnellen Kapazitätsverlust.

Elektrolyte

Festelektrolyte sollten solche technologischen Anforderungen erfüllen wie hohe Ionenleitfähigkeit (über 10⁻⁴ S cm⁻¹) in Kombination mit vernachlässigbarer elektronischer Leitfähigkeit (<10⁻¹² S cm⁻¹), ein breites Spannungsfenster, chemische Kompatibilität mit Kathoden- und Anodenmaterialien sowie eine relativ einfache Herstellung in großem Maßstab mit geringen Kosten. Der Ionentransport in festen anorganischen Elektrolyten wird durch die Konzentrationen beweglicher Ionen und Leerstellen, die relativen Abstände in Kristallstrukturen mit Punktdefekten sowie durch die Ionendifusionseigenschaften an den Korngrenzen bestimmt. Da einige der heutigen festen Li- und Na-Ionen-Leiter diese Anforderung bereits erfüllen (Tab. 1), wird der Grenzflächenwiderstand zwischen Festelektrolyt und Elektrodenmaterialien mehr und mehr zum leistungsbegrenzenden Faktor. In diesem Zusammenhang kommt der Materialverträglichkeit von Elektrolyten

Klasse	Beispiel	Leitfähigkeit @ RT	Anmerkung
Perowskite	$\text{Li}_{3-x}\text{La}_{2/3-x}\square_{1/3-2x}\text{TiO}_3$	1 mS/cm (Einkristall)	Blockierende Korngrenzen, Reduzierung von Ti^{4+} mit Li
NASICON	$\text{Li}_{1-x}\text{Al}_x\text{Ti}_{1-x}\text{(PO}_4)_3$	1 mS/cm (Polykristall)	Günstige Synthese; Reduzierung von Ti^{4+} mit Li; Substitution möglich
LISICON	$\text{Li}_{1-x}\text{ZnGe}_x\text{O}_{16}$	max. 10^{-5} S/cm (Polykristall)	Substitution möglich, aber bisher ohne Verbesserung
Granat	$\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ (substituiert)	1 mS/cm (Polykristall)	Stabil gegenüber Li; Oberfläche empfindlich; hohe Dichte und Rohstoffpreise
Gläser	LIPON Phosphate, Borate	10^{-6} S/cm	Nur als Dünnschicht möglich, kommerzielle Zellen; Moderate Verarbeitungstemperatur

Tab. 1: Darstellung bekannter Li-Ionenleiter für Festkörperbatterien.

und Elektroden eine immer größere Bedeutung zu. Insbesondere die Verträglichkeit mit metallischem Lithium (oder Natrium) auf der Anodenseite ist ein entscheidender Faktor, um eine echte Verbesserung der Energiedichte für zukünftige Festkörperbatterien zu erreichen.

Perowskite mit der allgemeinen Formel $\text{Li}_{3x}\text{La}_{2/3-x}\square_{1/3-2x}\text{TiO}_3$ erregten große Aufmerksamkeit in der Batterie-Community, als Inaguma et al. 1993 bei Raumtemperatur hohe Werte der ionischen Volumenleitfähigkeit für $x=0,11$ entdeckten [4]. Die Struktur wird als eine typische ABO_3 -Perowskitstruktur beschrieben, wobei Lithium, Lanthan und Leerstellen (gekennzeichnet durch \square) auf der A-Seite und Ti auf der B-Seite sitzen. Obwohl die Leitfähigkeit im Korn einen bemerkenswert hohen Wert aufweist, ist die Gesamtleitfähigkeit bei Raumtemperatur im Vergleich zu anderen keramischen Ionenleitern niedrig, da Korngrenzen den Li-Transfer blockieren. In Kontakt mit Li-Metall wird das Ti^{4+} reduziert, was zu elektronischer Leitfähigkeit führt und es als Elektrolyt für Batterien mit metallischen Li-Anoden ungeeignet macht. Daher wurden mehrere Elemente getestet, um das reduzierbare Titan zu ersetzen und die Stabilität im Kontakt mit Li-Metall zu erhöhen. Optimierung von Stöchiometrie und Prozessierung führen zum Beispiel zu $\text{Li}_{3/8}\text{Sr}_{7/16}\text{Ta}_{3/4}\text{Zr}_{1/4}\text{O}_3$ mit einer Gesamtleitfähigkeit von $2,7 \cdot 10^{-4} \text{ S cm}^{-1}$.

Eine weitere Materialklasse, die sehr gute Li- und Na-Ionenleiter umfasst, besteht aus den sogenannten NASICON-artigen Materialien. Die Bezeichnung NASICON lautet kurz für "NA Super Ion Conductor" und geht zurück auf Berichte von Goodenough und Hong im Jahr 1976 mit der Formel $\text{Na}_{1+x}\text{Zr}_2\text{Si}_x\text{P}_{3-x}\text{O}_{12}$ ($0 < x < 3$) [5]. Unter den verschiedenen berichteten Kompositionen stammen einige der vielversprechendsten Li-Ionen-Leiter der NASICON-Familie aus den Materialsystemen $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ti}_{2-x}\text{(PO}_4)_3$ (LATP) und $\text{Li}_{1+x}\text{Al}_x\text{Ge}_{2-x}\text{(PO}_4)_3$ (LAGP). Die Substitution des vierwertigen Kations (Ti^{4+} , Ge^{4+}) durch dreiwertige Al^{3+} -Ionen erhöht die Li-Konzentration und verbessert die Verdichtung der Keramik und die Ionenleitfähigkeit des Materials. Mangelnde Stabilität von Ti gegenüber Li-Metall bleibt wie bei Perowskit eine Begrenzung. Vollkeramische Festkörperbatterien auf NASICON-Basis werden kommerziell für mikroelektronische

Anwendungen hergestellt.

Der erste Ionenleiter mit Granatstruktur, $\text{Li}_5\text{La}_3\text{Ta}_2\text{O}_{12}$, wurde 2003 in der Gruppe um Weppner entdeckt [6]. $\text{Li}_7\text{La}_3\text{Zr}_2\text{O}_{12}$ hat bei niedrigen Temperaturen eine tetragonale Struktur, während die kubische Hochtemperaturphase eine höhere Ionenleitfähigkeit aufweist. Die kubische Struktur kann durch verschiedene Substitutionen an der Li- (z.B. mit Al und Ga) oder Zr-Stelle (Ta oder Nb) stabilisiert werden. Obwohl sie eine hohe chemische Stabilität gegenüber Lithium aufweisen, wurden Lithiumdendriten aufgrund der heterogenen Benetzung des Elektrolyten bei höheren Stromdichten beobachtet. Granatdünnschichten können durch gepulste Laserabscheidung, Sputtern, CVD, nasschemische Verfahren sowie Folien gießen im dickeren Bereich abgeschieden werden.

Zusammenfassung

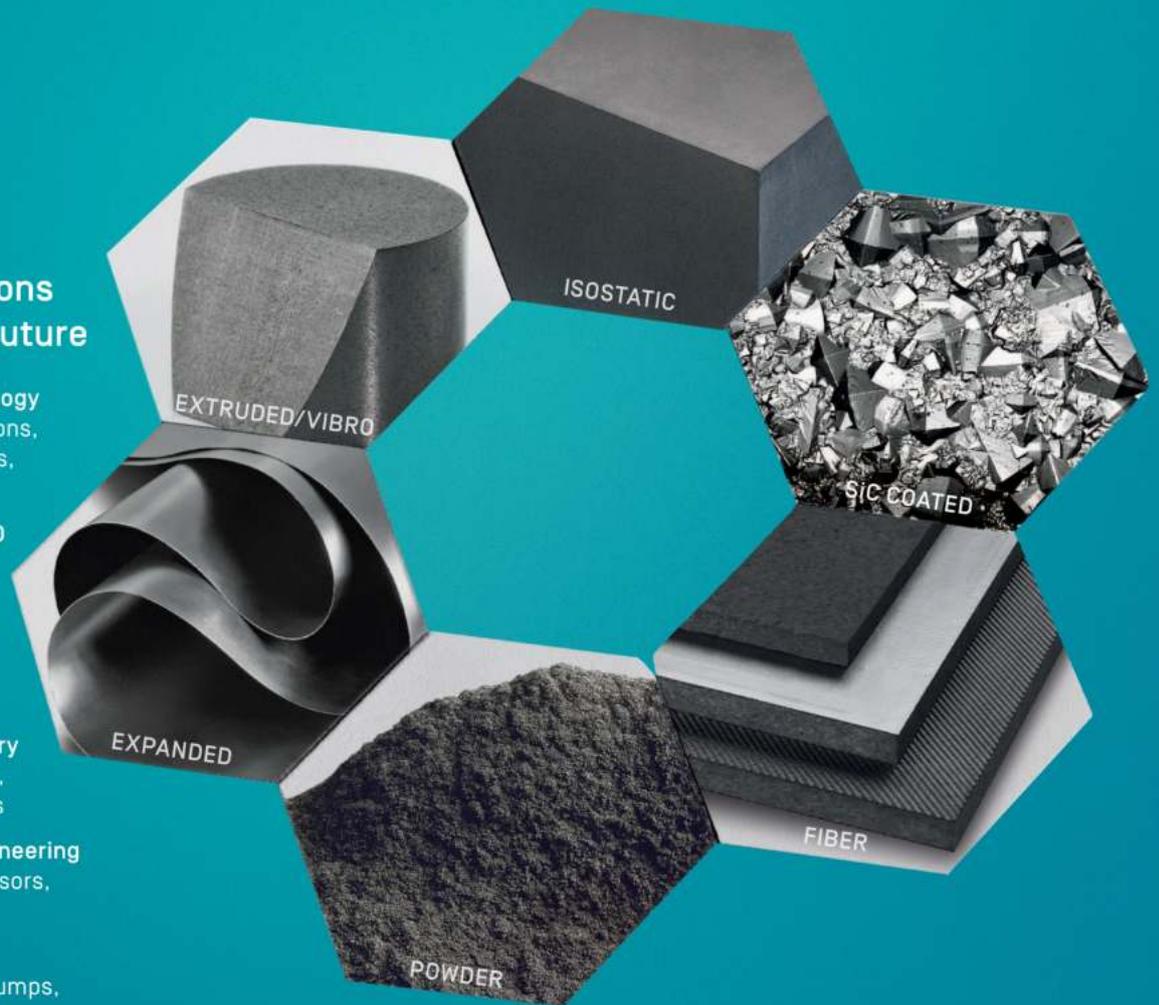
Während die etablierte LIB-Technologie für die nächsten Jahre ihre Position bei der Elektromobilität halten wird, können neue Technologien (wie z.B. Feststoff- und alternative Metall-Ionen-Batterien) zuerst für spezialisierte Anwendungen herauskommen, insbesondere dort, wo höhere Energie- und Leistungsdichte, schnelleres Aufladen, und/oder geringere Kosten erforderlich sind. Für all diese Anwendungen sind spezifische anorganische kristalline Materialien für Kathoden, Anoden und Elektrolyte erforderlich. Reproduzierbare, kostengünstige Synthese- und Herstellungstechnologien werden für die Massenfertigung von zuverlässigen Zellen benötigt.

Referenzen:

- [1] Y. Arinicheva, M. Wolff, S. Lobe, C. Dellen, D. Fattakhova-Rohlfing, O. Guillon, D. Böhm, F. Zoller, R. Schmuck, J. Li, M. Winter, E. Adamczyk, V. Pralong, *Ceramics for electrochemical storage*, in "Advanced Ceramics for Energy Conversion and Storage", Herausgeber O. Guillon, Elsevier, 2020.
- [2] U.H. Kim, H.H. Ryu, J.H. Kim, R. Mücke, P. Kaghazchi, C.S. Yoon, Y.K. Sun, *Microstructure-Controlled Ni-Rich Cathode Material by Microscale Compositional Partition for Next-Generation Electric Vehicles*, *Advanced Energy Materials*, vol. 9[15], 2019
- [3] Y. Liu, J. Harlow, J. Dahn, *Microstructural Observations of SSingle Crystal Positive Electrode Materials Before and After Long Term Cycling by Cross-section Scanning Electron Microscopy*, *Journal of the Electrochemical Society*, vol. 167[2], 2020
- [4] Y. Inaguma, C. Liqun, M. Itoh, T. Nakamura, T. Uchida, H. Ikuta, M. Wakihara, *High ionic conductivity in lithium lanthanum titanate*. *Solid State Communications*, 86, 1993
- [5] J.B. Goodenough, H.Y.P. Hong, J.A. Kafalas, *Fast Na⁺-ion transport in skeleton structures*, *Mater. Res. Bull.* 11, 1976
- [6] V. Thangadurai, H. Kaack, W. Weppner, *Novel Fast Lithium Ion Conduction in Garnet-Type $\text{Li}_5\text{La}_3\text{M}_2\text{O}_{12}$ (M = Nb, Ta)*, *Journal of the American Ceramic Society*, vol. 96[3], 2003

Smart solutions for a better future

- **Furnace Technology**
Heaters, insulations,
charging systems,
crucibles
- **Epitaxy & MOCVD**
Wafer carriers
and platters
- **Energy Storage**
Powder and
bipolar plates
- **Chemical Industry**
Heat exchangers,
gaskets, sealings
- **Mechanical Engineering**
Pumps, compressors,
vessels
- **Automotive**
Fuel and water pumps,
sealings, gaskets
- **Industrial Applications**
Molds, dies, EDM electrodes



Graphite Specialties

SGL Carbon is a leading supplier of carbon and graphite based products for automotive, industrial and semi-conductor applications. We offer the broadest graphite portfolio by a full integration from feedstock production to engineering and customized services.

All our graphite products are well known throughout the industry for their high performance and lowest cost of ownership. We are qualified by major OEMs and enjoy a preferred supplier status at leading crystal growth companies, foundries and device producers.



SGL CARBON GmbH
Soehnleinstrasse 18
85201 Wiesbaden
www.sglcarbon.com/gms



Follow us on LinkedIn

DGKK-Nachrichten

Zero Degradation - PERC Solarzellen ohne Wirkungsgradverlust

Presseinformation |ZORRO| Erlangen, 03.06.2020

Hocheffiziente Siliziumsolarzellen ohne Wirkungsgradverlust nach der Inbetriebnahme: Darauf zielt das kürzlich gestartete, vom BMWi geförderte Verbundprojekt "Zero-Degradation in mono- und multikristallinen PERC-Solarzellen (ZORRO)" ab. ZORRO wird vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB in Erlangen koordiniert.



Abb. 1: Herstellung von maßgeschneiderten Siliziumkristallen am Fraunhofer IISB für Degradationsuntersuchungen im Rahmen des ZORRO-Vorhabens. Im Bild Dr. Matthias Trempa, ZORRO-Projektkoordinator und Projektleiter am Fraunhofer IISB. Foto: Kurt Fuchs/Fraunhofer IISB

Erneuerbare Energien sind heute ein fester Bestandteil des Energiemixes. Eine Vorreiterrolle nimmt dabei die Nutzung des Sonnenlichts durch Photovoltaik-Solarmodule ein. Hierbei besitzt die kristalline Silizium-Technologie einen Anteil von ca. 95 % am Photovoltaik-Weltmarkt. Mit der Entwicklung der sog. PERC (Passivated Emitter and Rear Contact)-Solarzelle konnten in den letzten Jahren die Zellwirkungsgrade nochmal deutlich angehoben werden. Sie liegen derzeit über 22 % für einkristallines und bei rund 20 % für multikristallines Silizium-Basismaterial. Das Problem: Die PERC-Solarzellen sind sehr anfällig für Degradation, d. h. der Wirkungsgrad der Solarzelle kann im Betrieb um mehrere Prozentpunkte absinken. Eine

der Ursachen für diesen Wirkungsgradverlust ist Beleuchtung bei erhöhter Temperatur, das so genannte LeTID (Light and elevated Temperature Induced Degradation)-Phänomen. Der Wirkmechanismus und die Ursache des LeTID-Phänomens sind derzeit aber noch nicht ausreichend verstanden.

Im Rahmen des ZORRO-Verbundvorhabens wird ein Zero-Degradationskonzept für die industrielle Produktionstechnologie von multi- und monokristallinen PERC Solarmodulen erarbeitet. Grundlagenuntersuchungen sollen zunächst ein umfassendes, vertieftes Verständnis für die Prozess- und Materialabhängigkeit von LeTID und artverwandten Degradationseffekten in mono- und multikristallinen PERC-Solarzellen ermöglichen. Die Ursache für die auftretende Degradation wird dabei einerseits im hergestellten mono- und multikristallinen Wafermaterial gesucht. Andererseits werden einzelne Schritte der Solarzellenprozessierung im Detail analysiert und die Teilergebnisse schließlich zielführend verknüpft. Im Fokus steht das Zusammenspiel aus unterschiedlichsten Verunreinigungselementen im Wafergrundmaterial mit Wasserstoff, der während der Herstellung der Solarzelle im Oberflächenpassivierungsschritt eingebracht wird.

Das Projektkonsortium zu ZORRO besteht aus einem Zusammenschluss von vier Forschungseinrichtungen sowie zwei assoziierten Industriepartnern. Das Fraunhofer IISB aus Erlangen, welches das Vorhaben koordiniert, bringt seine Expertise im Bereich der Kristallzüchtung ein und übernimmt die Herstellung von gezielt verunreinigtem Silizium-Grundmaterial. Das International Solar Energy Research Center Konstanz e.V. (ISC) ist für die Herstellung von PERC-Solarzellen zuständig. Die Defekt- und Degradationsuntersuchungen werden von der Universität Konstanz (UKN) sowie dem Institut für angewandte Physik (IAP) der Technischen Universität Bergakademie Freiberg (Sachsen) durchgeführt. Als assoziierte Industriepartner sind die Wacker Chemie AG und die centrotherm international AG am ZORRO-Projekt beteiligt.

Ansprechpartner

Christian Reimann

Fraunhofer IISB, Schottkystraße 10, 91058 Erlangen

Tel. +49 9131 761-272 | Fax +49 9131 761-280

christian.reimann@iisb.fraunhofer.de | www.iisb.fraunhofer.de

Defektarme MOVPE-Schichten auf chemisch-mechanisch-polierten AlN-Substraten demonstriert

News des IKZ, Berlin, Mai 2020

Aluminiumnitrid (AlN)-basierte Ultraviolett (UV)-Technologien versprechen ein großes Anwendungspotential etwa im Bereich der Desinfektion, der Landwirtschaft und der Prozesstechnologie. Zum Beispiel könnten kompakte, integrierte UV Strahler hoher Intensität bei der Trinkwasserreinigung in entlegenen Gebieten sowie bei der Desinfektion von Oberflächen in Krankenhäusern und öffentlichen Räumen zur Anwendung kommen.

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Konsortiums Advanced UV for Life entwickelt das IKZ Prozesse zur Herstellung von AlN-Kristallen und Substraten als Basis für die Herstellung von Leuchtdioden mit ultrakurzen Wellenlängen (UVC-LED). Ziel ist es, die aluminiumreichen $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ -Schichten, in denen die UV-Strahlung erzeugt wird, auf den AlN-Substraten epitaktisch aufzuwachsen. Durch die geringe Gitterfehlpassung und die dadurch erwarteten niedrigen Versetzungsdichten sollen niedrige, typischerweise durch nichtstrahlende Rekombination verursachte Verluste, realisiert werden. Dazu wird zuerst eine AlN-Schicht aufgewachsen, deren Qualität für die weiteren Schichten entscheidend ist.

Voraussetzung für das Wachstum defektarmer Epitaxie-Schichten sind neben einer geringen Versetzungsdichte in den Volumenkristallen auch eine exakte und über die gesamte Scheibe homogene Orientierung der Substrate sowie die Herstellung einer defektfreien Oberfläche durch geeignete Polierprozesse. Die zusammen mit dem Projektpartner Ferdinand-Braun-Institut (FBH) und der Gruppe von Prof. Kneissl an der TU Berlin ermittelte ideale Orientierung (0.2° verkippt zur Kristallachse) konnte mittels einer zusammen mit dem Projektpartner CrysTec GmbH entwickelten Bearbeitungs- und Mess-Technologie exakt eingestellt werden. Nach der Verwen-

dung eines Standard-Prozesses zur chemisch-mechanischen Politur (CMP) sind noch Schädigungen unter der Oberfläche vorhanden, die zwar mit üblichen Oberflächencharakterisierungsmethoden nicht mehr erkennbar sind, aber in den mit metallorganischer Gasphasenepitaxie (MOVPE) am FBH gewachsenen AlN-Schichten typische linienförmige Versetzungsanhäufungen generieren (Abb. 1: links).

Man kann die Defektschicht vor der Epitaxie z. B. mittels Plasmaätzen (ICP) entfernen (Abb. 1: rechts). Mittels Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) konnte nachgewiesen werden, dass diese Schädigungen bereits mit einem am IKZ optimierten CMP-Prozess vollständig entfernt werden können (Abb. 2).

In jedem Fall steht mit den defektarmen AlN-Epitaxie-Schichten auf exakt orientierten AlN-Substraten eine ideale Basis für Forschungsarbeiten zu aluminiumreichen $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ -Schichten bzw. UVC-LEDs mit ultrakurzen Wellenlängen zur Verfügung.

Ansprechpartner:

Thomas Straubinger

Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Max-Born-Str. 2, 12489 Berlin

Tel. +49 30 6392 3123 | Fax +49 30 6392 3003

thomas.straubinger@ikz-berlin.de | www.ikz-berlin.de

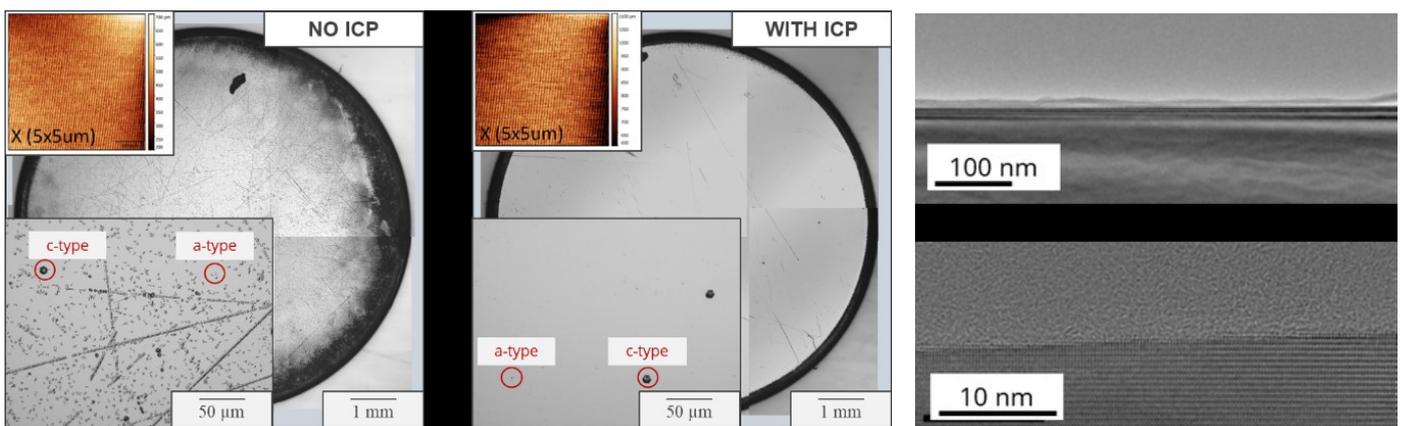


Abb. 1: AlN-Substrate mit MOVPE-gewachsener AlN-Schicht und anschließender Defektätzung mit geschmolzenen Salzen. Die Einsätze zeigen AFM-Bilder mit Step-Flow vor der Defektätzung.

Links: Keine Vorbehandlung vor MOVPE-Wachstum und daraus resultierende Kratzer unter der Oberfläche, die durch Defektätzung und anschließende hohe Versetzungsdichte ($\text{DD} > 10^8 \text{ cm}^{-2}$) sichtbar werden.

Rechts: ICP-Ätzvorbehandlung vor dem MOVPE-Wachstum und daraus resultierende gute Oberflächenqualität und geringe Versetzungsdichte ($\text{DD} < 10^6 \text{ cm}^{-2}$). Foto: IKZ

Abb. 2:

TEM-Aufnahmen einer AlN-Substratoberfläche nach chemisch-mechanischer Politur.

Oben: Oberflächennahes Kristallvolumen (dunkel) in niedriger Vergrößerung.

Unten: Oberflächennahe, geordnete atomare Struktur ohne Schädigungen in hoher Auflösung. Foto: IKZ



Verfolgen und messen Sie Partikel in situ und in Echtzeit

Für eine schnellere Entwicklung zweckgerechter Partikel

Das sondenbasierte Bildgebungsinstrument EasyViewer liefert hochauflösende Bilder von Kristallen, Partikeln und Tröpfchen während der laufenden Reaktion.

Das EasyViewer-Gerät verbindet außergewöhnlich leistungsfähige Datenerfassung mit ausgezeichneter Benutzerfreundlichkeit. So wird es zu

einem überzeugenden Werkzeug für die schnellere Entscheidungsfindung und optimierte Prozessentwicklung in der Wissenschaft.

Leistungsstarke Analysen

Nutzen Sie EasyViewer in Kombination mit den Bildanalysemöglichkeiten von iC Vision für die leistungsfähige Beurteilung von Partikelgrößen.

Überwachen Sie Prozessänderungen anhand einfacher Analysen oder bestimmen Sie Partikelgrößen und -formen mit speziellen Algorithmen. Vergleichen Sie Daten und erfasste Bilder, um Ihre Resultate zu überprüfen, und bringen Sie die Partikelentwicklung mit diesen umfassenderen Daten und Informationen voran.

Mettler-Toledo GmbH, Ockerweg 3, 35396 Gießen | Tel.: +49 (0)641 507 444 | MTVerkaufD@mt.com ► www.mt.com/EasyViewer

METTLER TOLEDO

Neues Rasterelektronenmikroskop und Kathodolumineszenzspektrometer am IKZ Installiert

News des IKZ, Berlin, Februar 2020

Die Verbesserung neuartiger Halbleitermaterialien, die als aktive Materialien in Leuchtdioden oder Halbleiterlasern verwendet werden, erfordert das grundlegende Verständnis der Beziehung zwischen strukturellen und optischen Eigenschaften. Kathodolumineszenz im Rasterelektronenmikroskop ist eine der vielseitigsten Methoden zur Untersuchung optischer Eigenschaften mit einer räumlichen Auflösung bis zu 10 nm. Kathodolumineszenz, die Emission von Photonen bei Anregung durch beschleunigte Elektronen hat gegenüber optischen Verfahren den Vorteil, dass die Bandlücke der untersuchten Materialien nicht durch die Verfügbarkeit optischer Anregungsquellen begrenzt ist.

Die Sektion "Experimentelle Charakterisierung" am IKZ untersucht den Zusammenhang zwischen strukturellen und optischen Eigenschaften von Halbleitern mittels modernster elektronenmikroskopischer Methoden. Die Sektion hat dazu in der Vergangenheit wichtige Beiträge auf dem Gebiet der III-Nitride geleistet. Um die Ausstattung auf dem neusten Stand zu halten und der Forschung neue Möglichkeiten zu eröffnen, hat das Institut im Rahmen einer größeren Investition ein Rasterelektronenmikroskop und ein Kathodolumineszenzspektrometer der neuesten Generation beschafft.

Das Rasterelektronenmikroskop (Abb. 1, Apreo S HiVac von Thermo Fisher Scientific) verfügt über ein völlig neues Linsendesign mit drei In-Lens-Detektoren, die es erlauben, komplementäre Informationen mit einer Auflösung von bis zu 0,7 nm zu erhalten. Die völlig neu gestaltete Elektronenoptik des Mikroskops kombiniert eine elektrostatische Linse und eine magnetische Dispersionslinse, die kombiniert und entsprechend abgestimmt werden können. Dies ermöglicht auch die Abbildung von isolierenden Proben mit hoher räumlicher Auflösung. Der Rasttransmissionsdetektor ermöglicht die Untersuchung dünner Proben in Transmission mit einer Auflösung von 0,8 nm. Das Mikroskop bietet einen weiten Bereich von Emissionsströmen von bis zu 400 nA und ist mit einer He-Kühlstufe ausgestattet.

Das komplett neu entwickelte Gatan Monarc CL-Spektrometer verfügt über eine stark verbesserte optische Transmission, eine hohe Empfindlichkeit im tiefen UV-Bereich und eine spektrale Auflösung bis zu 0,1 nm. Drei Detektoren, ein CCD Detektor und ein Photomultiplier im UV und sichtbare Spektralbereich und ein mit flüssigem Stickstoff gekühlter Photomultiplier decken den Wellenlängenbereich von 190 nm bis 1,7 μm ab. Zwei austauschbare Spiegel mit Brennweiten von 10 mm und 5 mm ermöglichen ein weites Sichtfeld (10.000 μm^2) bzw. eine hohe räumliche Auflösung (<10 nm).

Die Sektion wird diese neuen Möglichkeiten nutzen, um sich aktuellen Fragen der III-Nitride im tiefen UV und im roten Spektralbereich zuzuwenden. Abb. 2 zeigt als Beispiel ein monochromatisches Bild einer 20 nm dicken (Al, Ga)N-Schicht auf einem AlN-Substrat. Es sind Ga-reiche AlGaIn-Inseln sichtbar, die sich entlang der Stufenkanten des abgeschnittenen Substrats ausrichten. Das Bild wurde bei Raumtemperatur aufgenommen. Solche Bilder bieten wertvolle Einblicke in den Wachstumsprozess solcher Schichten und werden helfen, diese im Hinblick auf UV-Emitter mit verbesserten Eigenschaften zu optimieren.



Abb. 1: Das neue Rasterelektronenmikroskop (Apreo S HiVac von Thermo Fisher Scientific), Foto: IKZ

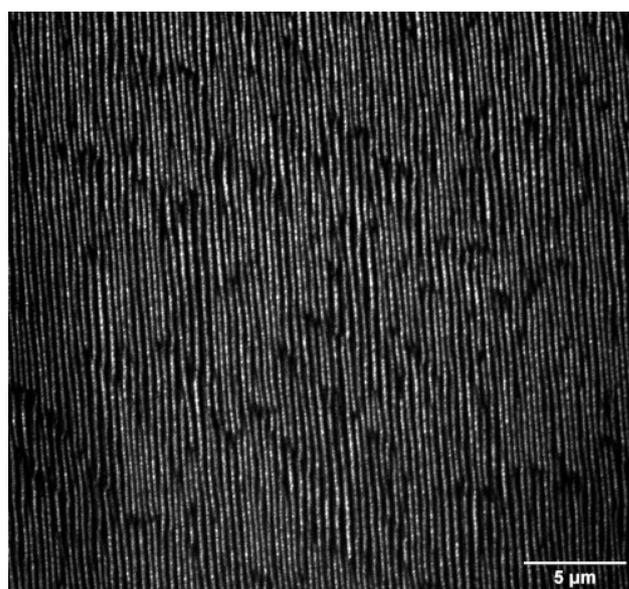


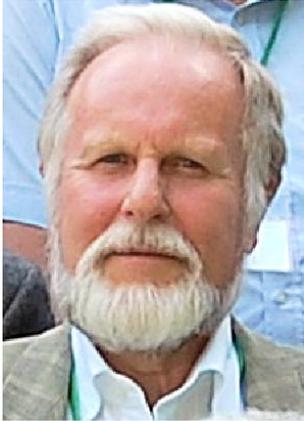
Abb. 2: Panchromatisches Kathodolumineszenzbild einer kohärent gewachsenen 20 nm dicken (Al, Ga)N-Schicht auf einem AlN-Substrat bei 300 K. Helle Linien entsprechen der Lumineszenz entlang der Stufenkanten, die die Fehlorientierung des Substrats von 0,1° vermitteln. Foto: IKZ

Ansprechpartner: Martin Albrecht, Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Max-Born-Str. 2, 12489 Berlin
Tel. +49 30 6392 3094 | Fax +49 30 6392 3003 , martin.albrecht@ikz-berlin.de | www.ikz-berlin.de

DGKK-Personen

Ein Mann, der die gesamte Kristallzucht im Kopf hat. Zum 80. Geburtstag von Dr. Manfred Jurisch

Peter Rudolph (Berlin), Berndt Weinert (Freiberg) und Stefan Eichler (Freiberg)



Am 14. Februar diesen Jahres beging der hochbegabte Wissenschaftler auf dem Gebiet der Kristallzucht und Materialforschung sowie das aktive DGKK-Mitglied seinen 80. Geburtstag. Dazu nachträglich, lieber Manfred, alles, alles Gute und noch viel Gesundheit für Dich und Deine Familie! Es ist typisch für ihn, dass dieser Tag "still und leise" an uns vorüberging, so, als solle dies gar nicht erst publik

gemacht werden. Er gehört nämlich zu den Großen unserer Branche, die persönliche Bescheidenheit als wesentlichen Charakterzug praktizieren. Aber wehe dem, der in den Grundlagen der Kristallzucht nicht Bescheid weiß oder gar falsche Schlüsse darlegt - der erlebt den anderen, streitbaren Jurisch und muss sich von ihm die detailliert wissenschaftlich begründete Wahrheit anhören - unter Umständen vor großem Publikum. Dabei achtet er seinen Mitstreiter und setzt sich mit seinen Argumenten tiefgreifend auseinander. Es ist tatsächlich so: Manfred ist ein wandelndes Lexikon. Man kann mit ihm über alle Grundlagen und Abhandlungen auf unserem Gebiet und noch weit darüber hinaus diskutieren, sei es die Thermodynamik, Kinetik, der Transport von Wärme und Masse, Defekte, Analysemethoden, Kristallbearbeitung und Waferbruch, numerische und thermochemische Modellierungen, ja sogar über das Ausarbeiten einer Software.

Genauso breit sind auch seine Materialkenntnisse - wohl kaum eine/r von uns hat sich mit so vielen unterschiedlichen Substanzen befasst. Blättert man sein reiches Schrifttum durch, so findet man in einem Buch zur Kristallisation (Dt. Vlg. f. Grundstoffindustrie 1969) einen ersten Beitrag über sein Promotionsthema von 1969, zur Korngrenzendiffusion und zu Versetzungssubstrukturen in gezüchteten Aluminium-Bikristallen, verfasst am Institut für Metallkunde und Materialprüfung an der Bergakademie Freiberg in Sachsen, wo er von 1964 bis 1968 eine Aspirantur absolvierte. Davor hatte er 1964 sein Studium zur Kernphysik/Physik an der Technischen Universität Dresden als Diplom-Physiker mit einer Diplomarbeit zur Messung des Selbstdiffusionskoeffizienten von Wolfram erfolgreich abgeschlossen. Ab 1968 war er am Zentralinstitut für Festkörperphysik und Werkstoffforschung der AdW der DDR in Dresden tätig. Als Abteilungsleiter war er ab 1978 dort zuständig für die Arbeitsgebiete Festkörperdiffusion, Einkristallzucht hochschmelzender Metalle und Interme-

tallischer Verbindungen sowie Hochgeschwindigkeitserstarung. In dieser Zeit publizierte er mit seinem Forscherteam Arbeiten zur Züchtung und Dotierung von z.B. Molybdän, zu Supraleitern wie hochreinem Nb, zur „striation“-Bildung durch kombiniertes Zusammenwirken von natürlicher, Marangoni- und erzwungener Konvektion. Auch beschäftigte sich seine Arbeitsgruppe neben der Herstellung und Untersuchung amorpher Metalle mit der besonderen Wachstumskinetik an Core-Facetten. Gezüchtet wurden die äußerst reinen hochschmelzenden Metalle und intermetallischen Verbindungen mit dem tiegelfreien Elektronenstrahl-Zonenschmelzen und durch Abscheidung aus der Gasphase. Von 1976 bis 1977 arbeitete er innerhalb eines Kooperationsvertrages am Institut für Metallforschung in Kiew auf dem Gebiet der Struktur von Schmelzen.

Eine besonders technologisch anspruchsvolle Entwicklung gelang ab Mitte der 80-er mit der Schnellzucht von Fe-6.5wt% Si - Bändern mit ausgezeichneten weichmagnetischen Eigenschaften. Manfred Jurisch war für den wissenschaftlichen Part zuständig. Wer diese Ein- und Zweiwalztechnik einmal bewundern durfte, schwärmt heute noch von der unglaublichen Geschwindigkeit, mit der die Bänder in hoher Qualität aus der riesigen Prozessmaschine herausflogen. Man erzählt sich, dass im Jahre 1990 der damalige Minister für Forschung und Technologie der Bundesrepublik, Herr Heinz Riesenhuber, bei seinem ersten Besuch begeisterter Zeuge eines besonders gelungenen Vorführeffektes war.

Im Jahre 1988 erschien das von K.-Th. Wilke und J. Böhm herausgegebene Kompendium zur Kristallzucht im Vlg. d. Wissenschaften Berlin und gleichzeitig bei H. Deutsch and Thun, Frankfurt a.M. Manfred Jurisch schrieb dazu den ausführlichen Teil zu Transportphänomenen und beteiligte sich an weiteren Abschnitten, wie zur morphologischen Stabilität und zum Einfang fremdphasiger Teilchen.

Noch vor dem Zusammengehen beider deutscher Staaten wurde er im Jahre 1989 als renommierter ostdeutscher Vertreter in die Delegation der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde zur EUROMAT'89 in Brüssel berufen. Nach der deutschen Wiedervereinigung und Umorientierung des ZFW-Dresden (heute Leibniz-Institut f. Festkörper- u. Werkstoffforschung) auf neue Funktionsmaterialien und Nanoskaligkeit war Manfred Jurisch zunächst bis 1993 als wissenschaftlicher Berater der Thyssen Stahl AG in Duisburg tätig. Gleichzeitig forschte und publizierte er mit der Dt. Forschungsanstalt für Luft- u. Raumfahrt Köln zur Kristallisation und Dotierung von Ni unter elektromagnetischer Levitation.

Ab 1993 lag der Schwerpunkt seiner wissenschaftlichen Arbeit auf der Halbleiterzucht und Materialforschung von III-V-Halbleitern bei der Freiburger Compound Materials (FCM).

Hier konnte er durch sein Grundlagenverständnis von Phasenübergängen und Transportphänomenen die Technologieentwicklung der Züchtungsverfahren LEC, VGF und HVPE wesentlich prägen. Außerdem trug er zur Neuentwicklung bzw. Anwendung existierender Charakterisierungsverfahren für III-V-Halbleiter bei.

Eine umfassende Darstellung seiner Aktivitäten, Veröffentlichungen und Patente würde Seiten füllen - deshalb seien hier nur die wichtigsten genannt: Kristallzüchtung sowie deren Modellierung insbesondere von GaAs, InP, GaP, GaN, Tempern von Kristallen und Wafern, thermochemischen/thermodynamischen Betrachtungen, Bruchverhalten von GaAs und GaN, Charakterisierung von Defekten in Einkristallen und Wafern, Ausscheidungen, Versetzungen, Verunreinigungen, Dotierungen und (Rest-)Spannungen sowie Untersuchungen von Oberflächen. Eine Koautoren-Übersicht zur vertikalen Bridgmanzüchtung erschien im Handbook of Crystal Growth Vol IIA (Elsevier 2015). Er hat sich sehr intensiv mit den für die Industrie besonders wichtigen Patentfragen und deren Anwendbarkeit befasst. Noch heute berät er FCM mit seinem reichen Wissens- und Erfahrungsschatz. Neben seinem enormen Engagement und auch Erfolg bei der Lösung wissenschaftlich-technologischer Fragen ist seine ungemein freundliche, aufgeschlossene und kollegiale Art der Zusammenarbeit hervorzuheben.

Dr. Manfred Jurisch hat eine sehr aktive Rolle bei der Vermittlung wissenschaftlicher Kenntnisse an die junge Generation, an Industriearbeiter, Technologen und Forscher an wissen-

schaftlichen Institutionen und in der Industrie geleistet. So rief er 1977, angeregt durch die damaligen Schulen zum Kristallwachstum der Bulgarischen Akademie der Wissenschaften in Varna, unter Leitung von Prof. Kaishev und Mitwirkung von Prof. Chernov, die Winterschulen des Arbeitskreises „Kristallisation“ der Vereinigung für Kristallographie in der damaligen DDR ins Leben, die er alle zwei Jahre bis ins Jahr 1990 organisierte und leitete. Von diesen Veranstaltungen profitieren bis heute viele gestandene Kristallzüchter in Deutschland. 1987 wurde er für diese und zahlreiche andere Aktivitäten mit der Ehrennadel der VfK ausgezeichnet. Mit dem Beitritt des o.g. Arbeitskreises in die DGKK im Jahre 1991 wurde Manfred Jurisch gemeinsam mit Herrn Dr. Joachim Bohm in den ersten vereinigten Vorstand gewählt. Im Arbeitskreis „Züchtung massiver HL-Kristalle“ spielte er stets eine sehr profunde Rolle.

Wie eh und je kann man auch noch heute mit ihm über die unterschiedlichsten Dinge der Materialforschung sprechen und bekommt stets ein tiefgründiges Wissen quasi druckreif präsentiert. Dabei ist er immer bereit Probleme auszudiskutieren und die Gesprächspartner in seine Überlegungen einzubeziehen, um eine fundierte Lösung herauszufinden. Und nebenbei bemerkt, es gibt noch viele andere interessante Gesprächsthemen mit ihm, der selbst gern zuhört und herzlich lachen kann und enthusiastisch über seine Wanderungen durch ferne anspruchsvolle Bergwelten und zu Naturwundern und deren Erhaltung berichtet. Mach weiter so, lieber Manfred!

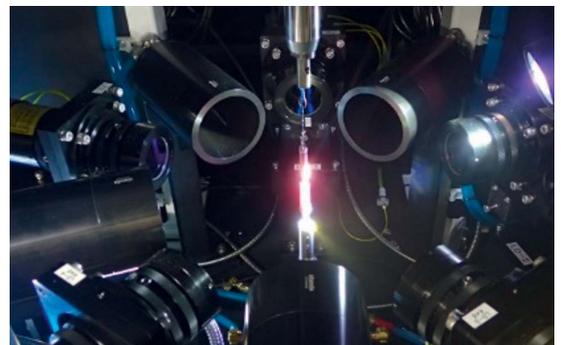


qd-europe.com

Innovativer Schmelzzonenofen mit Diodenlaser für die Kristallzucht

Die ideale Lösung auch für schwierig zu erzeugende Kristalle

- Geeignet für Temperaturen bis zu 3.000 °C
- Exzellente Homogenität der eingestrahelten Energie
- Strahlprofile sind für die Kristallzucht optimiert
- Temperaturmessung und Steuerung in Echtzeit



Sr_2RuO_4



Rubin, $T_m \sim 2072 \text{ °C}$



SmB_6 , $T_m \sim 2345 \text{ °C}$



YIG, $\text{Y}_3\text{Fe}_5\text{O}_{12}$

Prof. Dr. Peter Rudolph anlässlich seines 75. Geburtstages

Frank M. Kießling und Torsten Boeck, Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Berlin



Wir gratulieren dem Ehrenmitglied der DGKK Herrn Prof. Dr. Peter Rudolph nachträglich ganz herzlich zu seinem 75. Geburtstag! Geboren am 01. Juli 1945 in Gera, blickt Peter Rudolph auf ein erfülltes und erfolgreiches wissenschaftliches Leben zurück. Begonnen hat sein beruflicher Werdegang mit einem Studium an der Technischen Universität in Lwiw, Ukraine.

Mit dem Diplom als Elektroingenieur in der Tasche, promovierte und habilitierte er dann an der Humboldt-Universität zu Berlin (HUB). Von da an galt sein Interesse der Erforschung von Kristallwachstumsprozessen. Dabei legte er stets darauf Wert, die akademische Sichtweise zu verbinden mit angewandter Forschung bis hin zur industriellen Technologieentwicklung. 1985 wurde er zum Universitätsprofessor an den Bereich Kristallographie der Sektion Physik der HUB berufen. Bis 1993 arbeitete er am Institut für Kristallographie und Materialwissenschaften der HUB. Bevor Peter Rudolph ab 1994 bis 2011 seine umfangreichen Kenntnisse und Erfahrungen in vielen Projekten am Leibniz-Institut für Kristallzüchtung im Forschungsverbund Berlin e.V. einbrachte, nahm er einen einjährigen Gastaufenthalt am Institute for Materials Research der Tohoku Universität in Sendai (Japan) wahr.

Auch der verdiente Ruhestand führte nicht dazu, dass sich Peter Rudolph nunmehr ausschließlich seinen lange vernachlässigten Talenten, wie der Musik oder dem Malen von Aquarellen, widmete. Vielmehr bot und bietet er als selbständiger wissenschaftlich-technischer Berater seine umfangreichen Kenntnisse auch international der Kristallzüchtungscommunity an. Seine Vorlesungen sind gefragt und er leistet mit seinem unermüdlichen Engagement einen wichtigen Beitrag zur Ausbildung des dringend notwendigen Nachwuchses im Bereich der Kristallzüchtung.

Peter Rudolph ist ein begeisterter Materialwissenschaftler, der nicht nur Ideen umsetzt und Wissen vermittelt, sondern der sowohl Studenten als auch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter begeistern kann. Als Hochschullehrer betreute er zahlreiche Diplomanden und Doktoranden und befähigte sie zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten. Dabei fand er stets ein rechtes Maß von Ansporn und Leistungsdruck auf der einen Seite und freundlicher Zuwendung und kollegialer Unterstützung auf der anderen. Lernen und Arbeiten sollten auch Spaß machen, so seine Devise.

Basierend auf einem außerordentlich profunden Literaturwissen bringt er bis heute den Kristallzüchtern und Interessierten mit didaktischem Geschick sowohl die klassischen Grundlagen der Thermodynamik, der Kinetik oder des Wärme- und Massetransports nahe und hat dabei stets den Blick auf moderne Entwicklungen in diesen Gebieten. Dabei hindern ihn auch Kontakteinschränkungen nicht, wie beispielsweise im Mai diesen Jahres in Online-Präsentationen bei der Indische Sommerschule für Kristallzüchtung. Seine Ideen und Erkenntnisse zu den verschiedensten kristallinen Materialien, wie z.B. PbTe, Pb(Sn,Te), CdTe, (Cd,Zn)Te, GaAs, InP oder Si, zu Kristallzüchtungstechnologien, zu den Grundlagen des Kristallwachstums und der dynamischen Defektbildung hat er im Laufe seines langen Berufslebens in mehr als 200 Wissenschaftsbeiträgen, zuzüglich 35 Patenten, in zwei Monographien und 29 Buchbeiträgen veröffentlicht.

Sein Name ist eng verbunden mit der Entwicklung der KRISTMAG[®]-Technologie, bei der die Wirkung dynamischer Magnetfelder auf halbleitende Schmelzen zu einer Verbesserung der Materialeigenschaften der gezüchteten Kristalle führt und die vom Konzept bis zur industriellen Anwendung umgesetzt werden konnte. Hierfür wurde das Entwicklerkollektiv unter seiner Leitung mit dem Innovationspreis Berlin-Brandenburg im Jahr 2008 ausgezeichnet. Des Weiteren ist Peter Rudolph Mitherausgeber von 8 Büchern und man konnte ihn bis heute bei zirka 500 wissenschaftlichen Vorträgen auf nationalen und internationalen Konferenzen erleben.

Er ist Mitherausgeber verschiedener wissenschaftlicher Zeitschriften und engagierte sich in nationalen und internationalen Organisationen. So wirkte er bis 2011 in der IUCr-Kommission "Kristallzüchtung und Charakterisierung" und als Ratsmitglied der Internationalen Organisation für Kristallzüchtung (IOCG). Er gründete den Arbeitskreis "Kinetik" der DGKK und leitete ihn bis 2009. Er war Vorsitzender unserer Gesellschaft in den Jahren 2010/2011 und wurde für die sich anschließenden zwei Jahre als ihr stellvertretender Vorsitzender gewählt. Sehr anerkennenswert sind auch seine Bemühungen, zusammen mit Herrn Prof. Roberto Fornari, dem damaligen Direktor des IKZ, die europäische Kristallzüchtungsgemeinschaft zu stärken, so geschehen mit der Gründung des Europäischen Netzwerkes für Kristallzüchtung (ENCG) im Jahr 2010.

Peter Rudolph ist eines der prägenden Gesichter der internationalen Kristallzüchtergemeinschaft. Wir wünschen ihm, dass das in vielen weiteren erfolgreichen Schaffensjahren bei bester Gesundheit so bleibt und dass er dennoch genügend Zeit für seine Hobbys findet. Ihm und seiner Familie alles Gute und persönliches Wohlergehen!

The ECMetAC consortium (www.ecmetac.eu) is looking to expand its partners in the field of crystal growth

Julian Ledieu, CNRS - Universität Lorraine (F), Marc Armbrüster, Technische Universität Chemnitz (D)

If you recently attended one of our annual events, you probably came across references to Fibonacci, Czochralski, Thermoelectricity, Complexity, Gender Equality and Diversity all within the same event.

Indeed, the ECMetAC consortium benefits from a wide range of expertise across disciplines gathering twenty universities or national research institutes, with twenty-five laboratories, located in twelve different European countries. One of the main objectives of the consortium is to promote a collaborative research at the European level in the **field of metallic alloys and compounds**, working on ambitious scientific targets both on fundamental as well as application driven research. To optimise its efficiency, the operational research relies on eight Research and Activity Domains focussing on specific topics (Materials for energy, Surface and coating technologies, Catalysis, Development of new materials...).

Another objective of the ECMetAC consortium is to promote higher education in the field of metallic alloys at the European level in particular through the organization of an annual Euroschool. Dedicated to PhD students and young scientists working in the fields of Crystallography, Chemistry, Materials Science or Solid State Physics, the Euroschool alternates between lectures given by experts and tutorials.

The next ECMetAC Days will be organised by the University of Split from **7th to 10th December 2020**. With the Euroschool, this is the second major annual event of the ECMetAC consortium during which fruitful scientific exchanges regularly transform to collaborative studies, the network facilitating and

supporting direct access to state-of-the-art instruments via young scientist exchanges.

With the number of new metallic alloys and compounds increasing rapidly, so is the interest in understanding the associated properties and their potential use. Thus, we are currently looking to increase our capabilities in several fields including crystal growth. If you are interested in joining us in December in Split or to join the network as a consortium member, we invite you to visit our website (www.ecmetac.eu) or to contact us for more information.

Dr. J. Ledieu (CEO),
Tel: +33 (0)372 / 74 25 07,
julian.Ledieu@univ-lorraine.fr

Prof. Dr. M. Armbrüster (Deputy CEO),
Tel: +49 (0)371 / 531-36176,
marc.armbruester@chemie.tu-chemnitz.de

European C-MetAC



Participants of the ECMetAC yearly meeting December 2019 at the Max Planck Institute for Chemical Physics of Solids, Dresden.
Foto: ECMetAC

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.

1. Vorsitzender

Prof. Dr. Andreas N. Danilewsky
Kristallographie
Institut für Geo- und Umweltwissenschaften
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Hermann-Herder-Str. 5, 79104 Freiburg
Tel.: 0761 / 203 - 6450
E-Mail: a.danilewsky@krist.uni-freiburg.de

2. Vorsitzender

Prof. Dr. Andreas Erb
Walther-Meißner-Institut für Tieftemperaturphysik
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
Walther-Meißner-Straße 8, 85748 Garching
Tel.: (089) 2891 4228
E-Mail: andreas.erb@wmi.badw.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@fau.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:

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@iisb.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 2020

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

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.

Beisitzer

Dr. Ulrike Wunderwald
Fraunhofer Technologiezentrum Halbleitermaterialien
(THM)
Am St.-Niclas-Schacht 13, 09599 Freiberg
Tel.: 03731 / 2033-101
E-Mail: ulrike.wunderwald@iisb.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

Internetredaktion:

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

E-Mail: internet.redaktion@dgkk.de

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@fau.de

Intermetallische und oxidische Systeme mit Spin- und Ladungskorrelationen

Sprecher: Prof. Dr. Andreas Erb
 Walther-Meißner-Institut, Walther-Meißner-Straße 8, 85748 Garching
 Tel.: (089) 2891 4228 E-Mail: andreas.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 SE, Dornkaulstr. 2, 52134 Herzogenrath
 Tel.: (2407) 9030 154 Fax: (2407) 9030 125 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

2020

- **7. – 8. September 2020**
 12. IKZ Summer School: Fundamentals of vapor phase thin film deposition (Y.-H. Xie)
IKZ, Berlin-Adlershof
- **17. – 18. September 2020**
 9. French-German Workshop on Oxide, Dielectric, and Laser Crystals (WODIL 2020)
IKZ, Berlin-Adlershof
- **04. – 06. Oktober 2020**
 2nd Joint Meeting of the "Young Crystallographers" (DGK) and the "Young Crystal Growers" (DGKK)
<https://dgk-home.de/aks/jkyc/freiberg-2020/>
TU Bergakademie Freiberg
- **07. – 08. Oktober 2020**
 DGKK-Arbeitskreistreffen "Massive Halbleiter",
TU Bergakademie Freiberg
- **08. – 09. Oktober 2020**
 DGKK-Arbeitskreistreffen "Intermetallika",
IWF Dresden
- **30. November – 2. Dezember 2020**
 2. IKZ Winter School: Synergy of experimental and numerical studies for crystal growth (K. Kakimoto)
IKZ, Berlin-Adlershof
- **03. – 04. Dezember 2020**
 DGKK-Arbeitskreistreffen "Epitaxy III-V Halbleiter",
Bremen

2021

- **17. – 19. März 2021**
 Deutsche Kristallzüchtungstagung DKT 2021,
IKZ, Berlin-Adlershof
- **13. – 17. Juni 2021**
 8th Int. Workshop on Crystal Growth Technology (IWCGT-8), <https://iwcgt-8.ikz-berlin.de/>, **Berlin**
- **6. – 9. Juli 2021**
 10th Int. Conf. on adv. Mat. (ROCAM 2020) ,
Bucharest, Romania
- **26. – 28. Juli 2021**
 7th Europ. Conf. on Crystal Growth (ECCG-7) ,
Marriot Rive Gauche, Paris

Feedback furnace

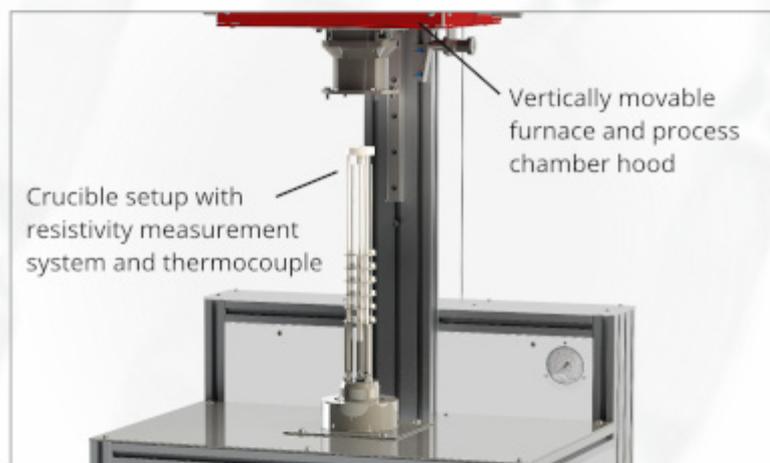
Novel equipment for flux crystal growth:
Direct process control by in-situ detection of phase transitions

Heating power of the furnace is directly linked to conversion processes in the sample material:

- Detect crystallization onset by latent heat monitoring directly from the solution
- Perform seed selection by temperature oscillation at the crystallization point
- Suppress supercooling and uncontrolled crystallization

Technical specifications in the standard configuration:

- Max. temperature: 1300 °C
- Max. crucible dimensions: d = 25 mm, h = 50 mm
- Precise sample temperature monitoring by lock-in amplified resistivity measurements AND thermocouples
- Automatic detection of temperature anomalies down to 10^{-4} abs(T)
- Fully computer-controlled and automatable via GUI or python scripts
- Vacuum and gas connections
- Comfortable crucible installation due to a vertically movable furnace hood

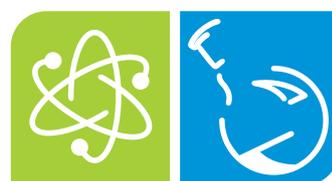


A high-precision measurement system directly detects ongoing crystallization during flux growth by the onset of characteristic signatures in the temperature profile of the sample. This signal is caused by the latent heat associated with the phase transition. The in-situ detection of nucleation allows to significantly reduce the relevant temperature regime and enhances the applicability of lower cooling rates than previously practical. The feedback furnace combines crystal growth with a thermal analysis of the sample material to provide a powerful instrument for the creation of heretofore poorly studied multicomponent compounds.



SCIDRE
SCIENTIFIC INSTRUMENTS DRESDEN GMBH

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 Tel.: + 49 (0) 7 21 - 9 33 81 40
D-76137 Karlsruhe info@chempur.de

www.chempur.de