

**„KRISTALLE! – Schlüsselmaterialien für
das 21. Jahrhundert“**
Ausstellung im Museum Industriekultur in Nürnberg



Seit Jahrtausenden faszinieren Kristalle als Mineralien und Edelsteine den Menschen durch ihre Formen, Farben und ihren Wert. Mit dem technischen Wandel im 20. Jahrhundert erhielten Kristalle eine völlig neue Bedeutung: Ihre besonderen physikalischen Eigenschaften ermöglichen die moderne Kommunikations- und Medientechnik. Viele zentrale Entwicklungen in der Halbleiterkristalltechnik und Mikroelektronik stammen aus der Metropolregion Nürnberg. Die Ausstellung "KRISTALLE! – Schlüsselmaterialien für das 21. Jahrhundert" präsentiert vom 22. Februar bis zum 30. April im Museum Industriekultur Nürnberg die Welt der technischen Kristalle, ihre Herstellung, Anwendung und Bedeutung sowie historische Hintergründe.

Bild: Kurt Fuchs / IISB

[Bitte lesen Sie weiter auf Seite 2](#)

Ausstellung "KRISTALLE!" im Museum Industriekultur

Die Ausstellung „KRISTALLE! – Schlüsselmaterialien für das 21. Jahrhundert“ basiert auf wissenschaftlichen Projekten des IISB. Sie veranschaulicht anhand von zahlreichen Exponaten und Informationstafeln den Einsatz von Kristallen für die Mikro- und Leistungselektronik, die Photovoltaik, den Mobilfunk sowie die LED-Beleuchtung.

Jede moderne Elektronik, ob im Haushaltsgerät, im Smartphone, in der Energieversorgung oder in Fahrzeugen, basiert heute wesentlich auf der Verwendung von Silizium-Kristallen. Silizium kommt in der Natur beispielsweise als Quarzsand (Siliziumdioxid) vor. Ein künstlich hergestellter, (fast) perfekter Kristall aus elementarem Silizium ist ein Halbleiter, bei dem die elektrische Leitfähigkeit zwischen der von elektrischen Leitern und der von Isolatoren liegt. Durch Einbringen von Fremdatomen (Dotieren) können die elektrischen Eigenschaften des Siliziums gezielt eingestellt werden. Lässt man mikroskopisch kleine verschieden dotierte Gebiete im Siliziumkristall aneinanderstoßen, so lassen sich damit winzige Dioden und Transistoren realisieren – die Grundbausteine der Mikroelektronik. Damit haben Kristalle fast unbemerkt unser tägliches Leben erobert.

Die Ausstellung zeigt weiterhin, wie Forscher mit grundlegenden Experimenten im Weltraum Herstellung, Qualität und Wirtschaftlichkeit industriell hergestellter Kristalle – zum Beispiel für Solarzellen – verbessern. Sie ist daher die ideale Ergänzung zur gleichzeitig gezeigten DLR-Ausstellung "ALL.TÄGLICH!", die den Einfluss von Weltraumforschung auf Alltagsgegenstände beleuchtet.



Die Organisatoren der Kristall-Ausstellung im Museum Industriekultur (von links): Dr. Jochen Friedrich, Leiter der Abteilung Materialien am IISB, Dr. Christian Reimann, Leiter der Gruppe Silizium am IISB, und Matthias Murko, Direktor des Museums Industriekultur Nürnberg. Bild: Kurt Fuchs / IISB

„KRISTALLE! – Schlüsselmaterialien für das 21. Jahrhundert“ ist noch bis zum 30. April im Museum Industriekultur Nürnberg, Äußere Sulzbacher Straße 62, 90491 Nürnberg, zu sehen. Das Museum ist von Dienstag bis Freitag von 9:00 bis 17:00 Uhr sowie am Samstag und Sonntag von 10:00 bis 18:00 Uhr geöffnet.

Weitere Informationen:

museen.nuernberg.de/museum-industriekultur/

Auszeichnung für IISB-Forscherin

Alicia Zörner, Mitarbeiterin in der Gruppe Dünnschichtsysteme des IISB, erhielt für ihre Arbeiten den „Best Student Paper Award“ der „10th International Conference on Biomedical Electronics and Devices (BIODEVICES/BIOSTEC)“, die vom 21. bis 23. Februar in Porto stattfand.

In ihrer wissenschaftlichen Arbeit „Determination of the Selectivity of Printed Wearable Sweat Sensors“ beschäftigen sich Alicia Zörner und ihre Co-Autoren vom Fraunhofer IISB und Fraunhofer IIS mit der Charakterisierung und Ansteuerung von Sensoren, die in Bekleidungsstücken eingesetzt werden können und den menschlichen Schweiß analysieren. Damit lassen sich zum Beispiel körperbezogene Parameter bei sportlicher Aktivität bestimmen, die der Sportler zur Optimierung seines Trainings nutzen kann. Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass mit Hilfe des Sensors – trotz verschiedenster Störparameter im Schweiß – zuverlässig vor einer Überlastung der Muskeln während der sportlichen Betätigung gewarnt werden kann. Die Arbeiten sind Teil des Pilotprojekts „Low-Power-Elektronik für Sport- und Fitnessanwendungen“ im Leistungszentrum Elektroniksysteme LZE.



Die Preisträgerin Alicia Zörner auf der BIODEVICES/BIOSTEC 2017 in Porto, Portugal. Bild: INSTICC BIOSTEC

Erfolgreicher Abschluss des Projekts CoLiSA.MMP

Die gerichtete Selbstorganisation (engl. „Directed self-Assembly – DSA“) von Blockcopolymeren ist eine der vielversprechendsten Techniken, um die fortgesetzte Miniaturisierung von integrierten Schaltungen zu ermöglichen. In CoLiSA.MMP arbeiteten daher Wissenschaftler unter Federführung des IISB gemeinsam daran, neue Simulationsmodelle für DSA zu entwickeln und in den Lithographiesimulator Dr.LiTHO des IISB zu integrieren.

DSA kombiniert die Top-down-Photolithographie zur Erstellung von Führungsstrukturen mit neuartigen Materialien und Prozessen, um kostengünstige Bottom-up-Techniken für die Musterdichtevervielfachung und die Fehlerbehebung zu ermöglichen. Eine Anwendung von DSA für die Fertigung von integrierten Schaltungen steht jedoch noch vor zwei Herausforderungen:

- Die Geometrie und die chemischen Eigenschaften der Führungsstrukturen wirken sich stark auf das Ergebnis der DSA aus. Die resultierende Musterbildung muss gut verstanden und modelliert werden, um ihre Effizienz zu optimieren und Fehler zu vermeiden.
- Die spezifischen Eigenschaften von DSA müssen frühzeitig im Designprozess für integrierte elektronische Schaltungen berücksichtigt werden.

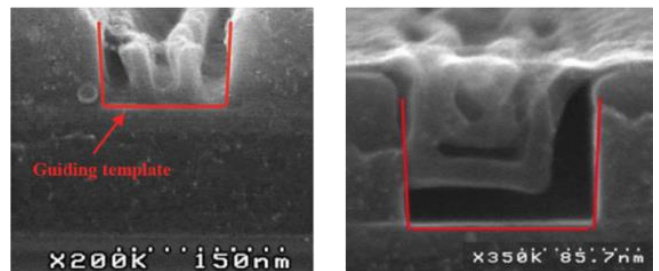
In diesem Umfeld war das EU-Forschungsprojekt CoLiSA.MMP (Lithographiesimulation für gerichtete Selbstorganisation: Materialien, Modelle und Prozesse - engl. „Computational Lithography for Directed Self-Assembly: Materials, Models and Processes“) angesiedelt. In dem vom IISB koordinierten Projekt arbeiteten Wissenschaftler mit den Spezialgebieten Physik der weichen Materie, Blockcopolymerchemie sowie lithographische Prozessierung und Lithographiesimulation eng zusammen. Die Forscher entwickelten neue Modelle und integrierten diese in den IISB-Lithographiesimulator Dr.LiTHO. Die Modelle wurden anhand experimenteller Daten kalibriert und durch den Vergleich mit Experimenten verifiziert.

Im Januar fand das Projekt mit der abschließenden Begutachtung seinen erfolgreichen Abschluss. Die in CoLiSA.MMP entwickelten Rechenverfahren und die Software erlauben die Beantwortung aktueller Fragestellungen der Prozess- und Materialentwicklung für zukünftige Verfahren zur Herstellung von integrierten Schaltungen.

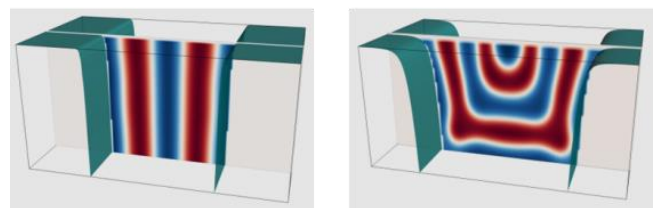
Beispiel für die Anwendung der Simulation zur Untersuchung des Einflusses der Oberflächenchemie auf das Ergebnis der Selbstorganisation



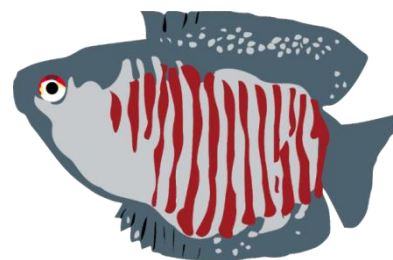
Schematische Darstellung der involvierten Materialien, oberer grauer Bereich: Führungsstruktur, rot/blauer Bereich: Blockcopolymer nach Selbstorganisation, gelber Bereich: mittels Spezialbehandlung präparierte chemisch neutrale Substratoberfläche



Elektronenmikroskopische Aufnahmen der Strukturen



Simulationsergebnisse für diese Strukturen



CoLiSA.MMP

Weitere Informationen: www.colisa.eu

Erlanger Kristallzüchter feiern mit Freunden und Förderern

Gleich drei Jubiläen gaben den Anlass: 20 Jahre Kristallzüchtung am IISB, der 75. Geburtstag von Prof. Georg Müller, dem ehemaligen Leiter des Erlanger Kristall-Labors, und der 50. Geburtstag von Dr. Jochen Friedrich, dem Leiter der Abteilung Materialien des IISB. Am 27. Januar trafen sich am IISB 140 Freunde und Förderer der Erlanger Kristallzüchtung zum 5. Erlanger Symposium über Kristallzüchtung.

Die heutigen Erlanger Aktivitäten zur Kristallzüchtung am IISB gehen zurück auf die 40er-Jahre. Damals begann die Firma Siemens unter Leitung von Prof. Walter Schottky und Dr. Eberhard Spenke in Pretzfeld in der Fränkischen Schweiz und später in Erlangen, die theoretischen Grundlagen und die fundamentalen Herstellungsprozesse von Kristallen aus Halbleitermaterialien zu entwickeln. Zu den bedeutendsten Erfindungen dieser Pioniere der Mikroelektronik zählen der Siemens-Prozess zur Reinigung von Silizium und das Zonenziehen von Silizium. Dieses spezielle Kristallzüchtungsverfahren wird noch heute eingesetzt, um Silizium-Kristalle mit sehr hohem elektrischem Widerstand herzustellen. Dr. Heinrich Welker, ein weiterer Pionier, der ab den 50er-Jahren in Erlangen arbeitete, entdeckte die Verbindungshalbleiter wie beispielsweise Galliumarsenid, Galliumnitrid und Siliziumkarbid.

Die bahnbrechenden Arbeiten in den Siemens-Laboren waren ab den 70er-Jahren der Anlass für vielfältige Forschungsaktivitäten zur Herstellung und Anwendung von Halbleitern und deren Kristallen an der Technischen und der Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Erlangen-Nürnberg. Daher wurde 1974 am Lehrstuhl für Werkstoffe der Elektrotechnik unter der Leitung von Prof. Georg Müller mit dem Aufbau eines Kristall-Labors begonnen. In der Folgezeit trug das Kristall-Labor unter anderem mit Weltraumexperimenten signifikant zum Verständnis der Konvektionsvorgänge bei der Kristallzüchtung aus Schmelzen bei. Als weiterer Forschungsschwerpunkt kam Mitte der 90er-Jahre die Entwicklung des VGF-Verfahrens zur Herstellung von Galliumarsenid-Kristallen hinzu. Heute finden sich weltweit in fast jedem Smartphone mehrere Galliumarsenid-Chips, die auf den in Erlangen mit entwickelten verfahrenstechnischen Grundlagen basieren.

Mitte der 90er-Jahre wurde am IISB eine Arbeitsgruppe Kristallzüchtung ins Leben gerufen, aus der die heutige Abteilung Materialien des IISB hervorgegangen ist. Unter Leitung von Dr. Jochen Friedrich betreibt diese am IISB in Erlangen und am Fraunhofer THM in Frei-

berg/Sachsen in enger Kooperation mit der deutschen Industrie angewandte Forschung auf dem Gebiet der Halbleiterkristallzüchtung und Epitaxie. Etwa 30 Forschungspreise rund um die Kristallzüchtung und Epitaxie in den letzten 20 Jahren sind ein eindrucksvoller Beleg für die erfolgreiche Arbeit der Abteilung. Aktuelle Forschungsschwerpunkte sind Halbleiterkristalle aus Silizium und spezielle Verbindungshalbleiter – wie in den Siemens-Laboren in den 50er-Jahren.

Im Symposium beleuchteten die Vortragenden historische Aspekte der Kristallzüchtung, stellten neueste Entwicklungen auf dem Gebiet der Kristallzüchtung vor und präsentierten ihre sehr persönlichen Sichtweisen zur Erlanger Kristallzüchtung. Die Teilnahme zahlreicher Absolventen und enger Weggefährten des Kristall-Labors gaben dem Symposium den Charakter eines Klassentreffens: Bis in die frühen Morgenstunden wurde über alte Zeiten philosophiert und die Gelegenheit zur Auffrischung von Kontakten genutzt.



Prof. Georg Müller blickt zurück auf die Entwicklung des Erlanger Kristall-Labors.

Weitere Informationen

Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB

Schottkystraße 10, 91058 Erlangen

Tel. 09131 761-0, www.iisb.fraunhofer.de, info@iisb.fraunhofer.de

Förderkreis für die Mikroelektronik e.V.

Kontakt: IHK Nürnberg für Mittelfranken, Dipl.-Ing. (FH) Richard Dürr

Tel. 0911 1335-0, www.foerdkreis-mikroelektronik.de

richard.duerr@nuernberg.ihk.de

Impressum

Herausgeber: Fraunhofer IISB, Schottkystraße 10, 91058 Erlangen

Redaktion: Dr. Eberhard Bär, eberhard.baer@iisb.fraunhofer.de