

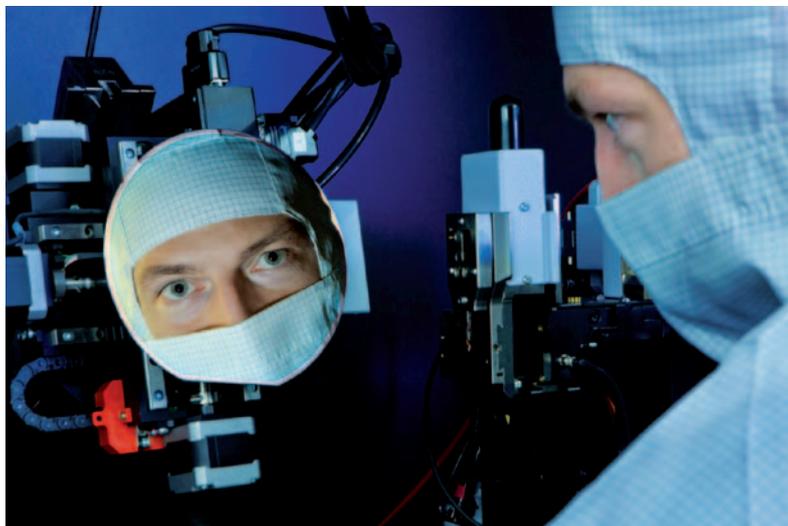
Exzellente Elektronik für übermorgen

Das Center for Advancing Electronics Dresden erforscht die Zukunft der Halbleiterindustrie.

Oliver Dreissigacker

Der Begriff „Silicon Saxony“ ist zu Recht weit über die Landesgrenzen hinaus bekannt. In Anlehnung an das kalifornische Silicon Valley steht er für die Region von und um Dresden – dem größten europäischen Standort für Mikroelektronik und organische Elektronik. Rund 300 Firmen mit 40.000 Mitarbeitern haben sich in einem Verband gleichen Namens zusammengeschlossen, in dieser Branche der größte in Europa. Aber auch die Forschungslandschaft ist dicht bevölkert, mit mehreren Max-Planck-, Fraunhofer-, Helmholtz- und Leibniz-Instituten sowie den TUs in Chemnitz und Dresden. Letztere erhielt 2012 das Prädikat einer Exzellenz-Universität, im gleichen Jahr erhielt sie auch den Zuschlag für den Exzellenzcluster „Center for Advancing Electronics Dresden“ (cfaed).

Die Dimensionen der CMOS-Halbleiterbauelemente gehen derzeit in schnellen Schritten von 28 auf 14 Nanometer herunter. Es ist zwar absehbar, die CMOS-Technologie bis auf 5 Nanometer weiter skalieren zu können, bei einem Abstand der Siliziumatome im Gitter von 0,5 Nanometer liegen



Jürgen Lösel/TU Dresden

Den Forschern des Clusters steht eine ganze Reihe von Einrichtungen für ihre Arbeit zur Verfügung, wie etwa der Reinraum der Nanoelectronic Materials Labo-

ratory gGmbH (NaMLab). Das Unternehmen, eine Ausgründung der Technischen Universität Dresden, ist eines der insgesamt elf cfaed-Partnerinstitute.

dann aber Strukturen vor, die nur noch eine Kantenlänge von zehn Atomen haben. Experten bei Intel halten sogar 3,5 Nanometer noch für machbar. Damit ist die physikalische Grenze unweigerlich erreicht und die CMOS-Technologie, die mit ihrer Dynamik die rasante Entwicklung der „digitalen Revolution“ mit Internet, Smartphones und Mobilfunk erst möglich gemacht hat, ist endgültig ausgereizt. „Die

alte ITRS Roadmap sah die Grenze noch im Jahr 2020, wenn wir jetzt auf 5 oder 3,5 Nanometer gehen, haben wir vielleicht noch bis 2030“, schätzt Gerhard Fettweis vom Institut für Nachrichtentechnik der TU Dresden, der Sprecher des Exzellenzclusters. Daher geht es im cfaed darum, elektronische Systeme aller Art auf anderem Wege voranzutreiben.

Dazu wählten die Dresdner und Chemnitzer Forscher eine umfassende, ehrgeizige und weltweit einzigartige Strategie: Sie umfasst innovative neue Materialien, darauf basierende Bauelemente und Schaltkreise und reicht bis hin zu heterogenen Gesamtsystemen. Welcher Weg letztendlich erfolgreich ist, lässt sich nur schwer abschätzen. Daher verfolgt das cfaed ein „Pfad“-Konzept, das der Pharmaforschung entlehnt ist. Unter dem Ansatz „more shots on goal“ arbeiten die Forscher parallel an ganz unterschiedlichen Strategien und prüfen, wo sich am schnellsten Erfolge einstellen. Ist es im Bereich der Silizium-Nanodrähte, bei Poly-

DER EXZELLENZCLUSTER „CFAED“

Beteiligte Institutionen:

Technische Universität Dresden, Technische Universität Chemnitz, Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR), Leibniz-Institute für Polymerforschung Dresden e.V. (IPF) und Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden (IFW), Max-Planck-Institute für Molekulare Zellbiologie und Genetik (MPI-CBG) und Physik komplexer Systeme (MPI-PKS), Fraunhofer-Institute für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) und Elektronische Nanosysteme (ENAS), Nanoelectronic Materials Laboratory gGmbH (NaMLab), Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik e.V. Meinsberg (KSI).

Forschungsgebiete:

■ Material-inspirierte Pfade

A: Silizium-Nanodrähte; B: Kohlenstoff; C: Organische/Polymer-Materialien; D: Biomolekularassemblierte Schaltkreise; E: Chemische Informationsverarbeitung;

■ Systemorientierte Pfade

F: Heterogene Adaptive Systeme; G: Ausfallsicherheit/Zuverlässigkeit; H: SFB 912 „HAEC – Highly Adaptive Energy-Efficient Computing“

■ Inspirationspfad

I: Biologische Systeme



meren, Biomolekülen oder eher beim hochadaptiven energieeffizienten Rechnen? Einer oder mehrere dieser Forschungspfade könnten sich als erfolglos herausstellen. „Wir sind absolut gewillt, neue Wege zu gehen. Wenn sich ein Weg als Sackgasse erweist, ziehen wir die Konsequenz und geben ihn auf“, erläutert Fettweis.

Bei der Beschreitung der Pfade ziehen die Forscher alle Register, denn nur eine kreative und interdisziplinäre Zusammenarbeit bietet Chancen für echte technologische Durchbrüche. „Wenn wir uns die Fortschritte der heutigen CMOS-Elektronik anschauen, dann basieren diese vielfach auf dem Einsatz neuer Materialien“, erklärt Fettweis. So kommt heute fast das gesamte Periodensystem im Mikrochip vor, ein ganzer Cocktail von neuen Materialien ist nötig, um überhaupt zu den erforderlichen kleinen Strukturbreiten zu kommen. Die Dresdner wollen daher zum einen verschiedene Materialansätze nebeneinander setzen, verknüpfen und funktionalisieren, zum anderen aber auch neuartige Bauelemente, Transistoren oder Gatter entwickeln, um daraus schnellere informationsverarbeitende Systeme konstruieren zu können. Bei allen Pfaden gilt dabei jeweils der Anspruch, dass die Forschungsgruppen innerhalb von fünf Jahren zu den Top-10-Teams in der Welt zählen, sofern das nicht jetzt schon der Fall ist. Als Maß dafür gelten die Besuche von Gästen aus Wissenschaft und Industrie, die sich vor Ort über Methoden und deren Erfolge informieren wollen, die eingeladenen Vorträge von cfaed-Forschern auf Konferenzen in aller Welt und natürlich, ob sich die Publikationen und Arbeiten als Trendsetter erweisen und entsprechend oft zitiert werden.

Bei den Forschungstätigkeiten sieht der Ingenieur die Stärken seiner Kollegen aus der Physik insbesondere bei der Nanoanalytik, der im cfaed große Bedeutung zukommt. „Um voran zu kommen, müssen wir über die neuesten Möglichkeiten verfügen, insbesondere 4D-Nanoanalytik, also mit



Jürgen Lösel/TU Dresden

Im Pfad „Chemische Informationsverarbeitung“ kombinieren die cfaed-Forscher Mikrofluidik und Elektronik zu neuartigen Ansätzen. Mit diesen wollen sie zum einen – als „Lab on a Chip“ – Flüssigkeiten analysieren und diese Information elektronisch weiterverarbeiten, zum anderen aber auch Materialien in „Chemochips“ kontrolliert zu neuen Substanzen zusammenbauen.

Auflösung in allen drei Raumdimensionen und in der Zeit“, erklärt Fettweis. Dazu entsteht derzeit das Dresden Center for Nanoanalysis, das nicht nur dem Cluster, sondern der gesamten Universität zur Verfügung steht. In diesem Bereich stünden die Physiker in vorderster Linie. Aber auch im Organik-Pfad und in der chemischen Informationsverarbeitung sind etliche Physiker beteiligt: Sie entwickeln Modelle für die spezifische Einbeziehung von Graphen oder Kohlenstoff-Nanoröhrchen, sowie für die Funktionalisierung neuer Materialien. Gerade hierfür gibt es eine neue Professur, die Verhandlungen sind im Gange.

Insgesamt beruft das cfaed auf strategisch besonders bedeutsamen und entwicklungsfähigen Forschungsgebieten fünf neue Professoren und stellt zehn Nachwuchsgruppenleiter ein. Die Gesamtzahl der beteiligten Mitarbeiter steigt dann von derzeit 300 auf 400, rund ein Drittel der Stellen sind direkt durch die Exzellenz- oder zusätzliche Drittmittel finanziert. Nach der Bewilligung bis 2017 rechnen die Sachsen fest mit einer Verlängerung. „Wir könnten somit bis 2022 weiter arbeiten und hätten bis dahin relativ viel Technologie so weit ausgearbeitet, dass die Industrie die Ergebnisse in die Entwicklung und

schließlich in Produkte überführen kann“, schätzt Fettweis.

Als Erfolgsfaktor sieht er hierbei die sich im cfaed beispielhaft ergänzenden unterschiedlichen Herangehensweisen der Ingenieure und Naturwissenschaftler. Kürzlich sagte ihm ein Max-Planck-Direktor, gerade diese Zusammenarbeit mit so vielen spannenden Leuten und interessanten Themen würde eine inspirierende Arbeitsatmosphäre schaffen. Fettweis schließt sich dem voll und ganz an: „Forschung macht nicht nur Spaß an der eigenen Gleichung, sondern auch im Zusammenhang mit all den spannenden Aufgabenstellungen neben der eigenen.“

Als Erfolgsfaktor sieht er hierbei die sich im cfaed beispielhaft ergänzenden unterschiedlichen Herangehensweisen der Ingenieure und Naturwissenschaftler. Kürzlich sagte ihm ein Max-Planck-Direktor, gerade diese Zusammenarbeit mit so vielen spannenden Leuten und interessanten Themen würde eine inspirierende Arbeitsatmosphäre schaffen. Fettweis schließt sich dem voll und ganz an: „Forschung macht nicht nur Spaß an der eigenen Gleichung, sondern auch im Zusammenhang mit all den spannenden Aufgabenstellungen neben der eigenen.“

DIE EXZELLENZCLUSTER

In loser Folge stellt das Physik Journal die Cluster der zweiten Runde der Exzellenzinitiative mit Schwerpunkt in der Physik bzw. starker Beteiligung von Physikern vor:

- Center for Advancing Electronics Dresden (cfaed), Dresden
- Hearing4all, Oldenburg
- Precision Physics, Fundamental Interactions and Structure of Matter (PRISMA), Mainz (Juni 2013, S. 24)
- Ruhr Explores Solvation (RESOLV), Bochum
- The Hamburg Centre for Ultrafast Imaging (CUI), Hamburg (November 2013, S. 20)