

Vorläufiger Endbericht, Status 6.3.2013

Grundlagen einer Regionalen Innovationsstrategie Sachsen-Anhalt 2014 - 2020

Anlage 15:

Key Enabling-Technologies (KETs)

Auftraggeber:

Ministerium für Wissenschaft und Wirtschaft des Landes Sachsen-Anhalt

Auftragnehmer:

VDI Technologiezentrum GmbH

Dr. Bernhard Hausberg, Dr. Raimund Glitz, Dr. Silke Stahl-Rolf

GIB Gesellschaft für Innovationsforschung und Beratung GmbH

Prof. Dr. Carsten Becker, Dr. Thorsten Lübbers, Sebastian Mehlkopf

Düsseldorf, März 2013

Nachfolgende Analyse basiert auf Experteninterviews, der Auswertung von Dokumenten und den Antworten von Unternehmen und Forschungseinrichtungen in der öffentlichen Konsultation (November 2012) und in den Stakeholder-Roundtables (Februar 2013).

Bearbeiter

Dr.-Ing. Raimund Glitz, VDI Technologiezentrum GmbH

Tel.: 0211 6214546, glitz@vdi.de

Inhaltsverzeichnis

1	Kernaussagen.....	3
2	Ausgangslage und aktuelle Herausforderungen.....	3
3	Strategische Ziele	9
4	Drängende Aktivitäten und Maßnahmen	10

1 Kernaussagen

Hightech-Impulse für die Industrieentwicklung in der Region

Querschnittsthemen sind für die Zukunftsfelder des Landes wichtige Innovationsquellen und können die nationale und internationale Wettbewerbsfähigkeit bzw. die Wertschöpfung durch Produkt- und/oder Prozessinnovationen sichern.

Die EU identifiziert sechs Schlüsseltechnologien (Key Enabling Technologies, KET):

- Mikro-/Nanoelektronik
- Nanotechnologie
- Photonik
- Neue Materialien („advanced materials“)
- industrielle Biotechnologie und
- fortschrittliche Fertigungstechnologien.

Insbesondere auf den Gebieten effizienter Fertigungstechnologien, Mikrosystemtechnik, neue Materialien und Leichtbau sollen die bestehenden Kompetenzen im Land ausgebaut und für die heimische Wirtschaft besser nutzbar gemacht werden.

Kunststoffe und Kunststofftechnologien bieten beispielsweise für die Solarindustrie ein erhebliches Innovationspotenzial für neue Verfahren und Produkte. Die Arbeitsgebiete der am Fraunhofer-Innovationscluster Solarkunststoffe beteiligten Einrichtungen decken einen breiten Bereich der Wertschöpfungskette ab. Die angewandte Forschung am Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik nimmt die Themengebiete Siliziumkristallisation, Solarmodultechnologien und Solarwaferfertigung in den Blick.

Die Entwicklung von Super-Kondensatoren in Halle bietet gute Chancen als ein effektives, flexibles, ökologisches und sicheres System zur Energiespeicherung.

Im Bereich der Zuverlässigkeit, Sicherheit, Lebensdauer und Funktionalität von Bauteilen und Systemen ist das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM ein Ansprechpartner für die Industrie und für öffentliche Auftraggeber. Hierbei geht es darum, die Eigenschaften von Werkstoffen und Bauteilen für die im Einsatz auftretenden Belastungen und die geforderten Funktionen optimal einzustellen und innovative Fertigungsschritte zu entwickeln. Neben den „Advanced Materials“ geht es hierbei um „Advanced Technologies“, die in den Wachstumskernen des Landes zu finden sind.

Die Nanotechnologie bietet gute Ansatzpunkte, die Nachfragefelder Materialtechnik, Verkehr- und Logistik über Identifikations-/Erkennungslösungen zu erschließen. Ausbaufähig sind die Nachfragefelder umweltfreundliche Energieerzeugungs- und -speicherlösungen, Energieeffizienz und IKT sowie insbesondere Wasserwirtschaft. Die Grenzen zwischen Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie sind fließend - etwa bei den Themen Oberflächenmodellierung oder der Entwicklung von bioverträglichen

Materialien für die Medizintechnik. Um Wachstumsimpulse für die Industrieentwicklung in der Region zu gewinnen, sollte ein Roadmap-Prozess NanoMikro-Sachsen-Anhalt aufgesetzt werden.

2 Ausgangslage und aktuelle Herausforderungen

EU-Strategie für Schlüsseltechnologien

Schlüsseltechnologien (Key Enabling Technologies, KET) sind Gegenstand der Mitteilung COM(2012) 341 vom 26. Juni 2012: Eine europäische Strategie für Schlüsseltechnologien – Eine Brücke zu Wachstum und Beschäftigung. Schlüsseltechnologien

- ermöglichen in verschiedenen Branchen Innovationen bei Verfahren, Waren und Dienstleistungen,
- werden „zur treibenden Kraft für die Entwicklung völlig neuer Industrien“,
- schaffen Wirtschaftswachstum und Arbeitsplätze und steigern die Wettbewerbsfähigkeit,
- sind von „systemischer Bedeutung“ für die gesamte Wirtschaft,
- erfordern intensive Forschung und Entwicklung, hochqualifizierte Arbeitskräfte und hohen Kapitaleinsatz.

Die Kommission identifiziert für die EU sechs KET:

- Mikro-/Nanoelektronik
- Nanotechnologie
- Photonik
- Neue Materialien („advanced materials“)
- industrielle Biotechnologie und
- fortschrittliche Fertigungstechnologien.

Die Kommission entwickelt in der Mitteilung eine europäische KET-Strategie. Diese soll dazu führen, dass die KET-Förderung durch die EU und die Mitgliedstaaten besser koordiniert und effizienter eingesetzt wird. Die vorgeschlagenen Maßnahmen zielen auf drei Phasen („Säulen“) der Technologieentwicklung mit zunehmender Einsatzreife (Technology Readiness Levels, TRL), die sich an die Grundlagenforschung anschließen:

- Säule 1: technologische Forschung,
- Säule 2: Produktdemonstration,
- Säule 3: wettbewerbsfähige Fertigung.

Für ein KET-Förderprojekt sollen das EU-Förderprogramm „Horizont 2020“, die Strukturfonds und die Kreditvergabe der Europäischen Investitionsbank (EIB) aufeinander abgestimmt werden und kombiniert einsetzbar sein.

Forschungsschwerpunkte zu Schlüsseltechnologien in Sachsen-Anhalt

Das Profil der **Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg** umfasst den klassischen Fächerkanon in den Natur- und Geisteswissenschaften. Der naturwissenschaftliche Teil des Profils ist durch die Integration von Teilen der Ingenieurwissenschaft in die Schwerpunkte Material- und Biowissenschaften gestärkt worden. Forschungsschwerpunkte an der Martin-Luther-Universität sind zurzeit:

- Nanostrukturierte Materialien/Materialwissenschaften,
- Strukturen und Mechanismen der biologischen Informationsverarbeitung / Biowissenschaften,

Neben „dünnen Filmen“, „Nanostäben“ und Grenzflächencharakterisierung gibt es weitere wesentliche „verbindende Elemente“ wie Mikrostrukturdiagnostik auf höchstem Niveau und beachtlicher Breite von Halbleitertechnologie bis Biologie und Medizin! (Fraunhofer-CAM u. a. Partner auf dem Weinberg Campus).

Leistungs- und qualitätsorientiert gebildete Forschungsschwerpunkte der **Universität Magdeburg**, die sich unter Einbeziehung von außeruniversitären Forschungseinrichtungen horizontal als Forschungszentren organisieren, sind:

- Forschungszentrum Center for Behavioral Brain Sciences/ Neurowissenschaften
- Forschungszentrum Dynamische Systeme in Biomedizin und Prozesstechnik/ Systembiologie.

Zu den sechs oben genannten KET gehört der **Forschungsschwerpunkt "Nanostrukturierte Materialien / Materialwissenschaften"** der Martin-Luther-Universität, der Hochschule Anhalt, des Max-Planck-Instituts für Mikrostrukturphysik Halle, des Fraunhofer-Instituts für Werkstoffmechanik Halle und diversen Wirtschaftspartnern.¹ Verbindendes Element am Forschungsschwerpunkt ist die Herstellung dünner Filme, Übergitter und von Nanostäben. Die präparativen Schritte sind die Grundlage für den Erfolg der Forschungsarbeiten, da derartige Proben kommerziell nicht erhältlich sind. Zur Untersuchung der Grenzflächen wird eine Vielzahl traditioneller und neuartiger Verfahren eingesetzt. Zur Aufklärung der chemischen und geometrischen Ordnung der Grenzfläche werden die in der Oberflächenphysik üblichen Verfahren wie Rastersondenmethoden (Rastertunnelmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie, Rastertunnelspektroskopie) verwendet.

Darüber hinaus ist der Fraunhofer-Innovationscluster „Kunststoffe und Kunststofftechnologien für die Solarindustrie“ seit 2012 im Bereich der Schlüsseltechnologie Photonik aktiv.

¹ Quelle: <http://exzellenznetzwerk-nanoscience.uni-halle.de/mas/index.html>

Aktivitäten und Potenziale der bearbeiteten Schlüsseltechnologien

Die Nanotechnologie, ein sich in den letzten Jahren rasant entwickelnder, gebietsübergreifender Zweig der Forschung und Entwicklung, der sich mit der Herstellung und Anwendung nanostrukturierter Materialien befasst, hat seine Vorbilder in der Natur. Nanostrukturierte Materialien zeigen eine Vielzahl neuer und sowohl für die Grundlagenforschung als auch die Anwendung interessanter elektronischer, optischer, mechanischer und magnetischer Effekte und Eigenschaften. Insbesondere wird im Forschungsschwerpunkt "Nanostrukturierte Materialien / Materialwissenschaften" an folgenden Themen gearbeitet:

- **Thermoelektrik**

Thermoelektrische Materialien, die als Wandler von Abwärme in Elektroenergie oder in Peltierkühlern einsetzbar sind, können eine wichtige Rolle in der Lösung des globalen Problems der nachhaltigen Energienutzung spielen. Ein solcher Beitrag ist eng verbunden mit der Entwicklung von Materialien mit einer höheren thermoelektrischen Effizienz, als sie heute erreicht wird. Die Herausforderung der Materialwissenschaften beruht dabei auf der Kombination von Materialeigenschaften, die zueinander im Konflikt stehen. Entwicklungschancen liegen in modernen Synthese- und Charakterisierungstechniken, die eine neue Ära mit komplexen thermoelektrischen Materialien versprechen. Das gilt insbesondere für die Anwendung von Nanotechnologien für die Thermoelektrik.

(Quelle: Tendenzen der Thermoelektrik, Studie zum Innovationsforum „Neue thermoelektrische Werkstoffe, Technologien und Bauelemente“, H. S. Leipner, Interdisziplinäres Zentrum für Materialwissenschaften, Martin-Luther-Universität Halle–Wittenberg, Februar 2008)

- **Hochauflösende elektronenmikroskopische Analytik an siliziumbasierten Dünnschichtmaterialien (BMBF-Verbundprojekt: SINOVA)**

Solarzellen aus kristallinem Silizium stellen mit fast 90 % des Marktvolumens die technologische Grundlage für die derzeit rapide wachsende Photovoltaikindustrie dar. Die neuen Dünnschichttechnologien aus amorphem und mikrokristallinem Silizium werden wegen ihres Kostenvorteils einen zunehmenden Anteil des Marktvolumens übernehmen. Somit liefert das Element Silizium und die damit kombinierbaren Materialien die absolut dominierende Materialbasis der derzeitigen und auch der künftigen Photovoltaikindustrie. Der Laborrekord (Wirkungsgrad) für amorphe/bzw. mikrokristalline Si-Dünnschichtsolarzellen steht derzeit bei ca. 14 %, wobei hier schon Tandem- und Triple-Konzepte zum Tragen kommen. SINOVA soll unterschiedliche Möglichkeiten nanostrukturierter Materialien auf der Basis von Silizium und damit kompatibler Verbindungen (SiO_x , SiN_x , SiC , SiGe) zur Verwendung als funktionale Elemente in hocheffizienten Solarzellen untersu-

chen. Ziel von SINOVA ist es, alle diese funktionalen Elemente auf der Basis von nanostrukturierten Si-Verbindungen herzustellen

- **Versetzungaktivität und Rissbildung in Verbindungshalbleitern**
 Verbindungshalbleiter haben auf Grund ihrer elektrischen und optischen Eigenschaften eine große Bedeutung für technische Anwendungen. Viele Verbindungshalbleiter eignen sich wegen ihrer direkten Bandlücke zur Herstellung von optischen Bauelementen wie Leucht- und Laserdioden. Einige Vertreter dieser Materialien, insbesondere Galliumarsenid (GaAs), ermöglichen durch die hohe Beweglichkeit ihrer Ladungsträger den Einsatz in Hochfrequenzbauelementen. Die Herstellung von einkristallinen Verbindungshalbleitern stellt hohe Anforderungen an die Kristallzüchtung. Die effiziente Bearbeitung von Kristallen setzt eine gute Beherrschung der Rissbildung und Rissausbreitung voraus. Das Ziel des Projekts besteht darin, den Einfluss von Kristalldefekten - insbesondere von Versetzungen - auf die Rissbildung zu bestimmen.
- **Charakterisierung Strukturierung von Si-Ge-Schichtstrukturen**
 Technologien zur umweltschonenden Energienutzung und zur Verminderung der CO₂-Emission nehmen aktuell eine sehr hohe Bedeutung ein. Die Thermoelektrik kann mit der direkten Umwandlung von Wärme in Strom hierzu einen Beitrag leisten.
 Ziel des Verbundvorhabens „Thermoelektrische Charakterisierung und lithographische Strukturierung von Si-Ge-Schichtstrukturen“ (innerhalb des BMBF-Verbundprojekts Si-Ge-TE) ist die Verbesserung des Wirkungsgrads von thermoelektrischen Dünnschichtbauelementen auf Silizium- und Germaniumbasis über eine Nanostrukturierung. Hinsichtlich der Verwertung werden mittelfristig Anwendungen (Sensorik, Mikrokühlung, thermoelektrischer Generator) im Bereich von Raumtemperatur bis < 300°C gesehen. Im Rahmen des Verbundprojektes soll gezeigt werden, dass auf der Basis von Silizium und Silizium-Germanium hocheffektive thermoelektrische Bauelemente möglich sind, wenn moderne Nanostrukturierungsverfahren eingesetzt werden. Als Ergebnis des Verbundvorhabens sollen konkrete Designvorschläge für hocheffiziente, auf Siliziumtechnologie basierende thermoelektrische Bauelemente abgeleitet werden, die zunächst für den Einsatz nahe Raumtemperatur, letztlich aber auch für Hochtemperaturanwendungen zu evaluieren sind.
- **Neue Super-Kondensatoren als Energiespeicher**
 Die Thematik des Projekts „Neue Super-Kondensatoren als Energiespeicher“ (ForMaT-Projekt: Super-Kon) Super-Kon-Projekts ist die Speicherung von elektrischer Energie in neuartigen Dünnschichtbauelementen. Es geht dabei um die Entwicklung eines Super-Kondensator-Moduls als ein effektives, fle-

xibles, ökologisches und sicheres System zur Energiespeicherung.

Vorteile von Super-Kon sind:

- Robustheit
- hoher Wirkungsgrad
- Sicherheit
- Anpassungsfähigkeit der Super-Kon-Module
- geringere Herstellungskosten
- keine Wartungskosten, keine Verschleißteile

Die zu entwickelnden Super-Kondensatoren können zu einem modularen System zusammengeführt werden, um die verfügbare Leistung bzw. die gespeicherte Energie anzupassen. Die Arbeiten beziehen sich dabei auf die Marktanforderungen zur Speicherung von Windenergie und stellen die Basis für die Entwicklung eines Modulsystems zur Bedienung dieses Marktes dar. Die Modullösung hat den Vorteil, dass eine Anpassung an unterschiedlichste Anforderungen möglich ist. Sehr schnell können andere Anwendungsgebiete bedient werden, wie der Bereich des Energy harvestings, die Photovoltaik, Elektromobilität, Medizintechnik oder mobile Elektronik.

- Im Oktober 2012 startete der **Fraunhofer-Innovationscluster „Kunststoffe und Kunststofftechnologien für die Solarindustrie“**, kurz SolarKunststoffe. Der Cluster wird geführt von den Fraunhofer-Instituten für Werkstoffmechanik IWM, angewandte Polymerforschung IAP sowie dem Fraunhofer-Center für Silizium-Fotovoltaik CSP und dem Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ. Er verfolgt das Ziel, gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft die Aktivitäten von Solar- und Kunststoffindustrie in Mitteldeutschland und Brandenburg zu bündeln und zu stärken. Die beteiligten Fraunhofer-Institute, die regionale Polymer- und Solarindustrie und die wissenschaftlichen Einrichtungen haben drei Themengebiete identifiziert, die wesentlich für die wirtschaftliche Entwicklung in der Region sind:
 - Neue Modulaufbauten
 - Neue Einbettungsmaterialien für die Folienlaminierung
 - Neue Funktionskonzepte für Solarmodule

Sie bieten ein erhebliches Innovationspotenzial für neue Verfahren und Produkte, decken einen breiten Bereich der Wertschöpfungskette ab und passen zu den Kompetenzprofilen und Arbeitsgebieten der beteiligten Einrichtungen. Basierend auf Kunststoff-Trägerstrukturen können neue Module mittels etablierter Kunststofftechnologien wie Spritzguss oder Sandwichtechnologien effizient hergestellt werden. Mit neuen organischen photovoltaischen Zellen (OPV) werden insbesondere die Vorteile der möglichen mechanischen Flexi-

bilität und preisgünstigen Herstellung über Druckverfahren genutzt. Die Anwendungsbereiche umfassen Integrationskonzepte in der Architektur und im Fahrzeugbau sowie in der funktionalen Bekleidung, aber vor allem in der Stromversorgung von kleineren energieeffizienten Geräten.

Das **Fraunhofer-Center für Silizium-Photovoltaik CSP** betreibt angewandte Forschung in den Themengebieten der Siliziumkristallisation, der Solarmodul-technologien und Solarwaferfertigung. Mit höchster Kompetenz entwickelt das Fraunhofer CSP neue Technologien von der Ingotherstellung bis zur Modulfertigung und beschäftigt sich mit der Entwicklung neuer Materialien entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Ferner wird die Bewertung von Solarzellen und Modulen sowie die elektrische, optische und mikrostrukturelle Material- und Bauteilcharakterisierung durchgeführt. Hierfür stehen hochmoderne Forschungs- und Analysegeräte zur Verfügung.

- Das Fraunhofer Institut für Werkstoffmechanik IWM ist Ansprechpartner für die Industrie und für öffentliche Auftraggeber im Bereich der **Zuverlässigkeit, Sicherheit, Lebensdauer und Funktionalität von Bauteilen und Systemen**. Hierbei geht es darum, die Eigenschaften von Werkstoffen und Bauteilen für die im Einsatz auftretenden Belastungen und die geforderten Funktionen optimal einzustellen und innovative Fertigungsschritte zu entwickeln. Das Fraunhofer IWM nutzt neueste Erkenntnisse aus Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, um neue Funktionalitäten zu realisieren. Bei der virtuellen Werkstoff- und Bauteilentwicklung arbeitet das Fraunhofer IWM multiskalig und modelliert und simuliert Mechanismen auf der Nano-, Mikro- und Makroskala. Das FhG IWM ist außerdem aktiv auf den Gebieten Kunststoffverarbeitung, Polymertechnologien, Solarkunststoffe, Wasserstofftechnologie und Mikrosysteme.

3 Strategische Ziele

Leitfrage: Was könnte eine aussagekräftige Vision sein, die hinreichend weit und zugleich glaubwürdig ist, dass sie zur Mobilisierung der relevanten Akteure beiträgt?

- Insbesondere auf den Gebieten effiziente Fertigungstechnologien, Mikrosystemtechnik, neue Materialien und Leichtbau sollen die bestehenden Kompetenzen im Land ausgebaut und für die heimische Wirtschaft besser nutzbar gemacht werden. Gerade Regionen, die sich wie Sachsen-Anhalt im Strukturwandel befinden, können durch die Förderung von Hochtechnologien und einer innovationsstarken, wissensbasierten Wirtschaft profitieren.

- Die Vernetzung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen soll die Entwicklung innovativer Produkte fördern und einen entscheidenden Vorsprung im internationalen Wettbewerb erwirken.
- Im Fokus steht die Zusammenarbeit der regionalen Akteure aus den Branchen Solar und Kunststoffe mit den Forschungseinrichtungen für Nanotechnologie und Materialwissenschaften.

4 Handlungsfelder

Wissenschaft

- Ausrichtung anwendungsorientierter Forschung auf industrielle Umsetzung
- Sicherung eines hohen Qualifikationsniveaus in Studium, akademischer Weiterbildung sowie Wissens- und Technologietransfer

Wirtschaft

- Vervollständigen von Wertschöpfungsketten
- Roadmap-Prozess NanoMikro
- Steigerung der Standortattraktivität

Kooperation Wissenschaft-Wirtschaft

- Projektspezifischer, begleitender Tech-Transfer
- Nutzung und Ausbau der bestehenden Strukturen (Cluster, Netzwerke, Gründerzentren)
- Ermöglichung der Nutzung von Forschungsinfrastruktur zu günstigen Konditionen
- Vernetzung mit nationalen und internationalen Akteuren
- Professionelle Begleitung bei der Akquisition von Bundes- und EU-Fördermitteln

Gesellschaft

- junge Arbeitnehmer in Sachsen-Anhalt halten
- politische Unterstützung der Nanotechnologie

5 Drängende Aktivitäten und Maßnahmen

- Die Entwicklung von **Super-Kondensator-Modulen** hat das Potenzial für ein effektives, flexibles, ökologisches und sicheres System zur Energiespeicherung im Kurzzeitbereich als Ergänzung zu Mittel- und Langfristspeichern wie z.B. Druckluft- und Pumpspeicherkraftwerken.

- Die **Verbindung von Polymer- und Solartechnologie** ist ein hervorragender Ansatz für die Entwicklung anwendungsspezifischer und marktgerechter Lösungen für Unternehmen.
- **Etablierung des Netzwerkes NanoMikro-Sachsen-Anhalt** Die Nanotechnologie bietet gute Ansatzpunkte, die Nachfragefelder Materialtechnik, Verkehr und Logistik über Identifikations-/Erkennungslösungen zu erschließen. Ausbaufähig sind die Nachfragefelder Umwelt-freundliche Energieerzeugungs- und –speicherlösungen, Energieeffizienz und IKT sowie insbesondere Wasserwirtschaft. Die Grenzen zwischen Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie sind fließend - etwa bei den Themen Oberflächenmodellierung oder der Entwicklung von bioverträglichen Materialien für die Medizintechnik. Um Wachstumsimpulse für die Industrieentwicklung in der Region zu gewinnen, sollte ein Roadmap-Prozess NanoMikro-Sachsen-Anhalt aufgesetzt werden.

Hintergrund: Sachsen-Anhalt ist das sechste Bundesland, in dem der Deutsche Verband Nanotechnologie (DV Nano) eine Zweigstelle gegründet hat. Das Gründungsprotokoll unterzeichneten im Mai 2012 die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. mit ihrem Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik Halle, vertreten durch Prof. Dr. Manfred Fütting, und der Science2public e. V., vertreten durch Prof. Dr. Ralf Wehrspohn. (Quelle: Hightech-Impulse - Deutscher Verband Nanotechnologie gründet Geschäftsstelle in Sachsen-Anhalt, <http://www.dv-nano.de/presse>)