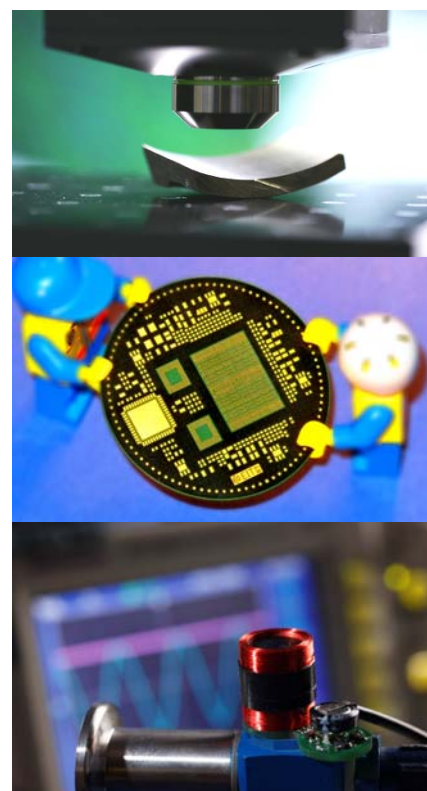
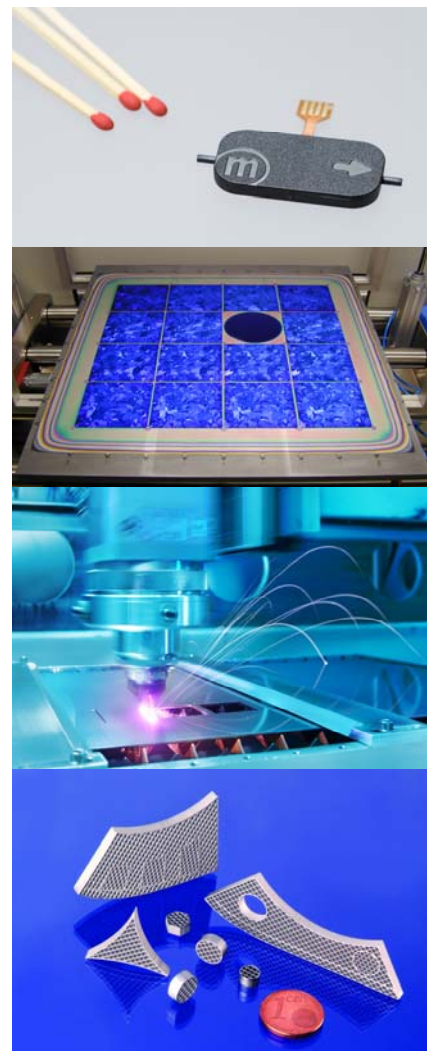


# Energie und Effizienz

2010

Einsatz von  
Mikro- und Nanotechnologien  
für effiziente, energiesparende  
Produktion und Produkte



Impressum

**Kompodium Energie und Effizienz**

**Einsatz von Mikro- und Nanotechnologien für effiziente,  
energiesparende Produktion und Produkte**

Redaktion:

Dr. Uwe Kleinkes, Iris Lehmann, Inga Overthun

Titelbilder:

Bartels Mikrotechnik GmbH  
Fraunhofer ISE  
LIMO Lissotschenko Mikrooptik  
Fraunhofer IFAM  
Nanofocus AG  
alpha board gmbh  
HSG-IMIT

Herausgeber:

IVAM Research – Ein Geschäftsbereich der IVAM GmbH  
Emil-Figge-Straße 76  
44227 Dortmund  
Deutschland  
[www.ivam-research.de](http://www.ivam-research.de)

2. Auflage, Dortmund, April 2010

## Inhaltsverzeichnis

### Kompendium "Energie und Effizienz"

„Klein, sparsam, effizient – wir helfen mit, dass Ihre Produkte mit weniger Energie mehr leisten“ - Uwe Kleinkes, IVAM Fachverband für Mikrotechnik .....	4
„Green Technologies“ und Mikrosystemtechnik .....	8
alpha-board gmbh, Berlin .....	9
Bartels Mikrotechnik GmbH, Dortmund .....	10
Fraunhofer- Einrichtung für Elektronische Nanosysteme, Abteilung Advanced System Engineering (ENAS ASE), Paderborn .....	11
Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP), Dresden .....	12
Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE), Gelsenkirchen .....	13
Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie (ISIT), Itzehoe .....	14
Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM), Dresden .....	15
Hochschule Niederrhein, IMH - Institut für Modellbildung und Hochleistungsrechnen, Krefeld	16
HSG-IMIT, Villingen-Schwenningen	17
JENOPTIK Polymer Systems GmbH, Triptis .....	18
LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH, Dortmund .....	19
NanoFocus AG, Oberhausen .....	20
UST Umweltsensortechnik GmbH, Ilmenau .....	21

Anhang 1: Hannover Messe 2010 – Forum „Innovations for Industry“

Anhang 2:  
MST Regionalkonferenz 2008 spezial: „Energieeffizienz durch Mikro- und Nanotechnologie“

Klein, sparsam, effizient.

Wir helfen mit, dass Ihre Produkte mit weniger Energie mehr leisten

Uwe Kleinkes

Das Thema Energieeffizienz und speziell das Thema AAL (Ambient Assisted Living) und drahtlose Sensornetzwerke, sind derzeit wichtige Aspekte im Bereich der Mikro- und Nanotechnik. Dieses Thema wurde am 25. März 2010 während des Arbeitskreises besprochen.

Für die Themen im Bereich Ambient Assisted Living, die eng mit den Themen Mikrosensorik, drahtlose Sensornetzwerke und Energy Harvesting verwoben sind, gibt es für die IVAM Mitglieder in Europa gute Marktchancen.

1. Die Wertschöpfungskette in Europa ist anspruchsvoll und anspruchsvolle Produkte können wir herstellen.
2. Die Produkte sind systemisch und komplex -> auch hier können wir mitwirken.
3. Ein sehr großer Markt gewinnt an Fahrt (Thema z.B. „die Wohnung wird zum Gesundheitsmarkt“, „Energieversorgung von mobilen Geräten u.v.m.).
4. Es gibt noch keine Geschäftsmodelle. Das ist negativ, weil wir keine Anknüpfungspunkte haben. Das ist gleichzeitig positiv, weil wir welche schaffen können.

Wettbewerbsfähige Produkte bieten mehr Funktionalität bei weniger Gewicht und geringerem Energieverbrauch, sie erhöhen Mobilität, Komfort und andere Leistungen. Wir, der IVAM Fachverband für Mikrotechnik und seine knapp 300 Mitglieder, möchten Sie dabei unterstützen, dass Ihre Produkte oder Produktionsmethoden noch effizienter werden. Unsere Komponenten und Systeme kommen ins Spiel, wenn Sie wenig Bauraum haben, wenn Sie Gewicht und Energie sparen wollen oder Ihre Applikation mobil einsetzen möchten.

Unsere Komponenten und Systeme können mit batterielosen Sensornetzwerken komplexe Systeme überwachen. Die Energie dazu „ernten“ sie aus der Umgebung.<sup>1</sup> Unsere Mikrokomponenten tragen dazu bei, medizinische Geräte so klein und robust zu machen, dass man einen Herzinfarkt beim Patienten ambulant binnen Minuten über eine Enzymmessung erkennen kann. Unsere Display-Systeme können stromlos Systemzustände anzeigen, und wir helfen mit, neue energieeffiziente Beleuchtungstechnologien herzustellen. Für die Solarindustrie bieten unsere Mitglieder Laserprozesse, um Solarzellen besser und preisgünstiger herzustellen.

Die Bandbreite an Mikro- und Nanotechnologien, die Produkte und Prozesse effizienter machen können, ist groß, und dieses Kompendium ist ein Start, um Ihnen einen Überblick und Orientierung zu geben. Klein heißt nicht, dass wir erst beim Nanometer starten. Energy-Harvester in der Produktion von Betonsteinen müssen 50 G, die fünfzigfache Erdbeschleunigung, aushalten und sind von daher

---

<sup>1</sup> Zahlreiche Beispiele für den Einsatz von „Micro Energy Harvesting“ – autarken Energiesysteme für den Antrieb von Mikrosystemen – zeigt das Programm der Session „Energy Harvesting and Wireless Sensor Networks“ auf dem Forum „Innovations for Industry“ während der Hannover Messe 2010, das Sie im Anhang dieses Kompendiums finden.

---

etwas robuster. Wir können aber auch Mess- und Prüfsysteme und komplette Labors auf die Größe einer Scheckkarte schrumpfen.

Die aktuelle Marktbereinigung in der Weltwirtschaft hat Themen wie „Cleantech“ in den Hintergrund treten lassen, die noch kurz vor dem Lehman-Desaster im September 2008 dominierend waren. Während der Ölpreis Ende Juni 2008 mit 140 US-Dollar pro Barrel einen Peak erreichte, schmolzen die Eisberge in der Arktis. Sinnbild dafür sind die Eisbären, die von Scholle zu Scholle paddeln müssen. Eva Augsten schreibt in der „Technology Review“, „die Sorge, im nächsten Jahr unterm Weihnachtsbaum zu bibbern, weil kein Gas aus der Leitung kommt; die Ahnung, dass der Klimawandel nicht nur die Eisbären, sondern auch die eigenen Kinder betrifft“, hätte Viele motiviert, über erneuerbare Energien für den Privatgebrauch nicht nur nachzudenken, sondern auch eine Solaranlage für das Dach zu bestellen.<sup>2</sup>

„Cleantech“ oder „clean technologies“ (engl., saubere Technologien) ist ein Schlagwort, das Produkte oder Dienstleistungen beschreibt, welche die operationale Leistung, Produktivität oder die Effizienz steigern und gleichzeitig Kosten, natürliche Ressourcen, den Energieverbrauch, Abfälle oder die Verschmutzung reduzieren. Laut der US-amerikanischen Cleantech Goup verbirgt sich dahinter ein ganzheitlicher Ansatz, der Umweltprobleme mit Hilfe neuer Technologien nachhaltig an ihren Wurzeln anpackt, anstatt nur die Folgen zu beseitigen, und dabei zahlreiche Marktbereiche einbezieht.<sup>3</sup>

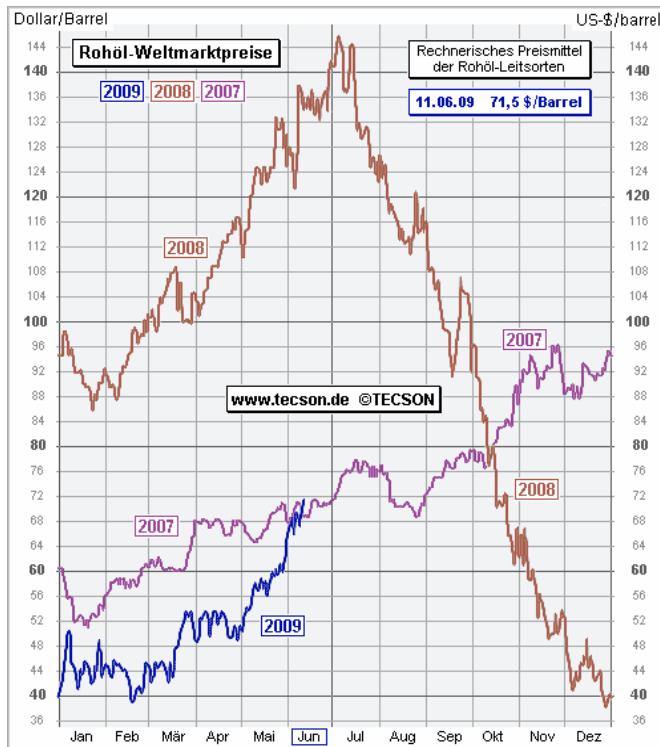
Es gibt weitere Schlagworte und Visionen, wie die „Null-Emissionsgesellschaft“ und den „Green New Deal“. Auch aus den USA kommt mit einem milliardenschweren Programm für „grüne Technologien“ ein Schub für die Umwelttechnologien. Was am Ende von den Schlagwörtern übrig bleiben wird, wird man sehen. Tatsache ist, dass jetzt erstmals mehr Geld in regenerative Energien investiert wurde als in konventionelle Technologien.<sup>4</sup>

---

<sup>2</sup> Eva Augsten, „Sonnige Aussichten“, in: Technology Review 06.2009, S. 60.

<sup>3</sup> [www.cleantech.com](http://www.cleantech.com)

<sup>4</sup> Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung (FAS) vom 14.6.2009, S. 43.



Grafik 1: Die Entwicklung der Rohölpreise.

Quelle: Tecson.

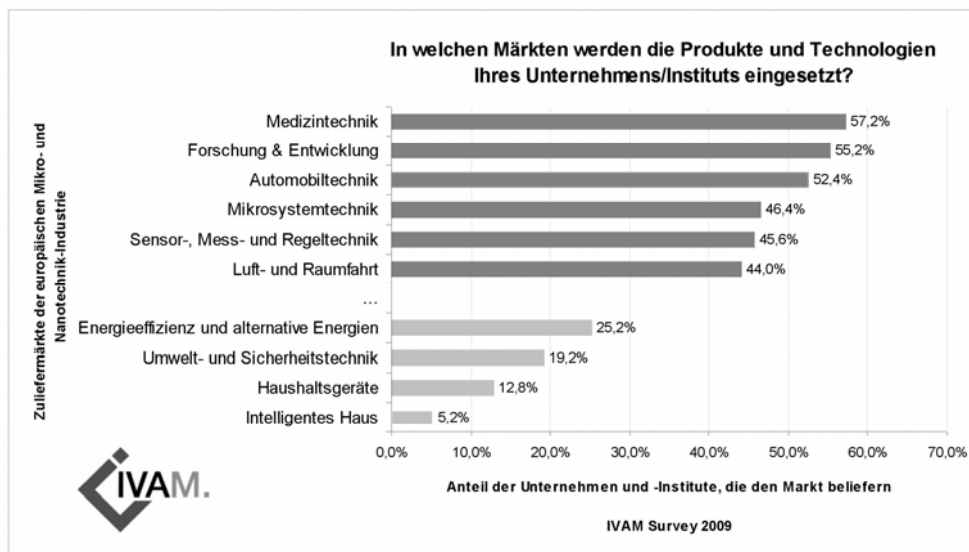
Für uns bei IVAM heißt das übersetzt, dass ein riesiger Markt rund um die Themen Energie und Effizienz in den Blickpunkt gerückt ist. Mit Mikro- und Nanotechnologien werden altbewährte Produkte effizienter gemacht oder es entstehen völlig neue Märkte. Die Solartechnologie ist ein Beispiel für einen Boom. Zusammen mit der MST.factory und dem dortmund-project haben wir die MST-Regionalkonferenz NRW im Jahr 2008 unter das Thema „Energie und Effizienz“ gestellt und geschaut, wo wir in diesen Märkten eine Rolle spielen.<sup>5</sup> Gleichzeitig haben wir auf dieser Konferenz den IVAM-Arbeitskreis „Energie und Effizienz“ gebildet. Dort treffen sich aus dem Kreis der IVAM-Mitglieder Geschäftsführer, die Marketingleiter der Unternehmen, Ingenieure und Wissenschaftler, um darüber nachzudenken, wie wir Ihnen mit unseren Technologien weiterhelfen können.

Beim Treffen des IVAM-Arbeitskreises im Januar 2009 stand der Preis für einen Liter Diesel zum Teil bei 94 Cent. Es wurde mehr oder weniger rhetorisch gefragt, ob wir jetzt überhaupt weitermachen sollen. Der Kostenfaktor spielt beim Thema Energieeffizienz eine zentrale Rolle. Die Möglichkeiten, energieeffiziente Produkte herzustellen, sind vorhanden, jedoch ist eine Umsetzung und erfolgreiche Vermarktung nur dann realisierbar, wenn die Produkte nicht zu teuer werden. Umweltfreundliche Produkte müssen sich innerhalb eines überschaubaren Zeitraumes auch finanziell für die Kunden rentieren, damit sie gekauft werden. („Wie teuer ist das Problem?“) Effizienz bedeutet für den Kunden also nicht nur Energie sparend, sondern auch Geld und Ressourcen sparend.

<sup>5</sup> Das Programm der MST-Regionalkonferenz NRW 2008 finden Sie im Anhang.

Das vorliegende Kompendium unterstreicht, dass wir an die Notwendigkeit, diese Themen voranzutreiben, glauben. Wir möchten dabei mithelfen, dass Sie für Ihre Problemstellung schnell die richtige Lösung finden. Der Dieselpreis ist nicht mehr bei 94 Cent pro Liter und auch alle anderen Energie- und Rohstoffpreise steigen, selbst wenn die Wirtschaft nicht schnell wieder Tritt fasst. Fossile Brennstoffe werden knapp, der CO<sub>2</sub>-Ausstoß soll weiter gemindert werden.

Die Entwicklung neuer Produkte ist in der Regel kein Vorgang, der von heute auf morgen stattfindet. Wir gehen auch davon aus, dass auch neue Märkte Zeit brauchen, um sich zu entwickeln, wie Sie unserer Datenerhebung<sup>6</sup> bezüglich der Zielmärkte der Mikro- und Nanotechnik-Unternehmen entnehmen können. Erneuerbare Energien sind bei den Zielmärkten noch deutlich unterhalb unserer „klassischen Märkte“ wie Medizintechnik und Automobiltechnik vertreten. Die Entwicklung von energieeffizienten Produkten und Produktionsmethoden braucht sicherlich Zeit. Um im Wettbewerb zu bestehen, sollten wir heute gemeinsam anfangen, neue Lösungen zu entwickeln. Einige davon stellen wir Ihnen in diesem Kompendium vor. Nutzen Sie unser Potenzial zu Ihrem Vorteil.



Grafik 2:

Die Zielmärkte der Unternehmen und Institute der Mikro- und Nanotechnologien in Europa. Quelle: IVAM Survey, Februar 2009.

<sup>6</sup> Die Erhebung wurde im Februar 2009 unter 2.300 Unternehmen und Instituten der Mikro- und Nanotechnologien in Europa durchgeführt.

---

## „Green Technologies“ und Mikrosystemtechnik

Produkte und Prozesse effizienter und umweltfreundlicher zu machen, ist heute das erklärte Ziel von Politik, Wirtschaft und Forschung weltweit. Der Trend, Treibhausgase und Energieverbrauch zu reduzieren und mehr Energie aus alternativen Quellen zu gewinnen, wird durch gesetzliche Vorgaben der Europäischen Union im Bereich Emissionsschutz und erneuerbare Energien verstärkt. So sollen bis 2020 die Emissionen in Deutschland um 14 Prozent reduziert werden. Zwanzig Prozent des Energiebedarfs soll bis zu diesem Zeitpunkt durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Diese Vorgaben und globale Entwicklungen wie Rohstoffknappheit, die zu einem effizienteren Umgang mit Ressourcen auffordern, stellen eine Herausforderung für technologieorientierte Unternehmen dar und eröffnen zahlreiche neue Märkte für Mikrosystemtechnik-Applikationen.

In der aktuellen Debatte um „Green Technologies“ und Smart Systems zur Senkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen kommt der Mikrosystemtechnik auch eine besondere Rolle zu, da drahtlose Sensornetzwerke zur Überwachung und Senkung des Energieverbrauches zum Beispiel von Gebäuden oder Industrieanlagen sehr gefragt sind. Auch im Bereich „Condition Monitoring“ von Fahrzeugen und Maschinen spielen diese Netzwerke eine Rolle.<sup>7 8</sup>

Weiterhin gibt es für diese Systeme ein großes Marktpotenzial in der Logistik bei RFID-Tags in Warenverfolgungssystemen, bei sicherheitsrelevanten Produkten aus den Bereichen Pharma oder Luft- und Raumfahrt sogar in der kompletten Supply-Chain. Hier werden auch Energiegeneratoren und Empfänger- und Sendeeinheiten in das „Smart System“ integriert. Für die drahtlose Datenübertragung werden energieautarke Systeme benötigt, und auch hier müssen die Systeme in der Regel klein und daher mikrotechnisch sein. Die Energie für den Betrieb der drahtlosen Sensornetzwerke wird über das „Energy Harvesting“<sup>9</sup> bzw. „Energy Scavenging“<sup>10</sup> zum Beispiel aus der Sonnen-, Wärme- oder Bewegungsenergie aus der Umgebung gewonnen.

Weitere Applikation für drahtlose Sensornetzwerke sind im Bereich „Intelligentes Haus“ oder „Ambient Assisted Living“ zu finden. Bei vielen erneuerbaren Energien sind Mikrotechnologien bei der Energiegewinnung oder bei der Herstellung, zum Beispiel von Solarzellen, ein entscheidender Vorteil in der Produktion oder als Komponente im System.

Dr. Uwe Kleinkes ist Geschäftsführer beim IVAM Fachverband für Mikrotechnik.

---

<sup>7</sup> Hannover Messe 2009, Forum „Innovations for Industry“, Self-powered Radio Systems in Practice: Concepts, Products and Prospects, Markus Kreitmair, EnOcean.

<sup>8</sup> „Energy for free – wireless technology without batteries“ – EnOcean Whitepaper, Armin Anders, 2006.

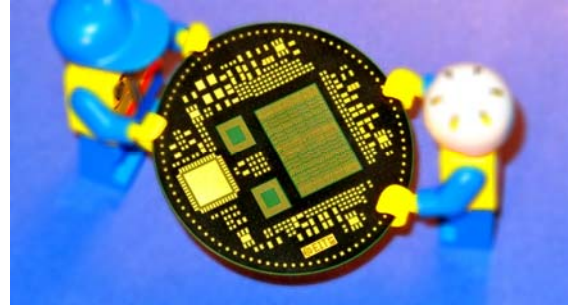
<sup>9</sup> Prof. Dr. Peter Woias, IMTEK, University of Freiburg Micro Energy Harvesting – Power Supply for Distributed and Embedded Systems, Tagung Energy Harvesting, Hannover Messe 2009.

<sup>10</sup> Al Pisano, BSAC, Harsh Environment Wireless MEMS Sensors for Energy & Power, 15th International Micro-Machine/Nanotech Symposium – MEMS World - , Tokio, 2009.



## alpha-board gmbh

Saarbrücker Straße 38A  
10405 Berlin  
Germany  
Gregor Gross  
Tel.: 0049 30. 92 70 32.0  
Fax: 0049 30. 92 70 32.20  
E-Mail: [info@alpha-board.de](mailto:info@alpha-board.de)  
Internet: [www.alpha-board.de](http://www.alpha-board.de)



## Aktivitäten

Für Sie übernehmen wir die gesamte Prozesskette vom Schaltungsdesign über Simulation, Layout, Verifikation und Prototypenaufbau bis zur Serienproduktion.

## Technologien

PCB-Design  
Miniaturisierung (SiP) von Elektronik  
Hardware-Entwicklung  
Simulation von Signalintegrität und EMV  
Re-Design von Leiterplatten  
Lieferung von Leiterplatten  
Bestückung von Leiterplatten  
RFID auf der Leiterplatte

## Märkte

Luft- und Raumfahrt  
Medizintechnik  
Automotive  
Industrieelektronik

## Beispielrechnung

Wir miniaturisieren Ihre Elektronik-Produkte um den Faktor 20-30!

Sie profitieren durch:

- kleinere Flächen
- geringeres Gewicht
- verbesserte elektrische Eigenschaften
- geringerer Energieverbrauch
- günstigere Fertigungskosten

## Bartels Mikrotechnik GmbH

Emil-Figge-Straße 76a  
44227 Dortmund  
Germany  
Dr. Frank Bartels  
Tel.: 0049 231 9742 500  
Fax: 0049 231 9742 501  
E-Mail: [company@bartels-mikrotechnik.de](mailto:company@bartels-mikrotechnik.de)  
Internet: [www.bartels-mikrotechnik.de](http://www.bartels-mikrotechnik.de)



*Mikropumpe mp6*



*Mikrofluidische 7-Segment-Anzeige*

## Mikropumpen

### Aktivität

- Energiesparenden Transport von Gasen und Flüssigkeiten mit Mikropumpen
- Sparsamer Umgang mit Reagenzien durch Einsatz mikrofluidischer Systeme

### Technologie

- Mikropumpen mit Piezoaktoren
- Miniaturisierte Ansteuerlektroniken
- Mikrofluidische Funktionsbausteine für effiziente Systeme

### Märkte

Konsumprodukte, Medizintechnik, Maschinenbau, Sensortechnik

### Beispielrechnung

Neben einen verringerten Energieverbrauch werden darüber hinaus je nach Anwendungsgebiet Öle, Chemikalien oder medizinische Reagenzien durch kleinere Fördervolumina eingespart.

Wurden bei einem medizinischen System bislang Reagenzien von insgesamt 10 ml verbraucht, kann dies durch den Einsatz miniaturisierter Pumpen um einen Faktor 10 bis 100 verringert werden. Da diese Tests meist mit teuren Grundsubstanzen durchgeführt werden, bedeutet selbst eine Einsparung von 100 Litern im Jahr beispielsweise bei Blutgerinnungshemmern bereits eine Ersparnis von einigen tausend Euro.

## Mikrofluidisches Display

### Aktivität

- Energieeffiziente Informationsdarstellung
- Informationsdarstellung unter extremen Wetterbedingungen

### Technologie

- Energieeffiziente Displaytechnologie
- Unikale Technologie für Innen- und Außenbereich ohne externe Kühlung oder Heizung
- Sehr hohe Kontrastwerte
- Hohe Skalierbarkeit und Flexibilität

### Märkte

Anzeigeelemente, Displays, Reklame, Werbetafeln

### Beispielrechnung

Die mikrofluidischen Displays bringen bis zu 90% Leistungsvorteile im Vergleich zu herkömmlichen LED-Anzeigen. Bei dem Einsatz von einer 7-Segment Anzeige mit einer Spannungsversorgung von 20V und einem Stromverbrauch von bis zu 300  $\mu$ A ist der Leistungsverbrauch von bis zu 6mW um Faktor 6 kleiner als bei herkömmlichen LED-Anzeigen (Spannungsversorgung 2V, Stromaufnahme 20mA). Wird die Information dauerhaft angezeigt, geht die Leistungsaufnahme der Anzeigen auf Null zurück, während die herkömmliche LED-Anzeige eine permanente Leistungsaufnahme aufweisen.

## Fraunhofer ENAS ASE

Warburger Straße 100  
33098 Paderborn  
Germany  
Dr. Christian Hedayat  
Tel.: 0049 5251 60-5630  
Fax: 0049 5251 60-5621  
E-Mail: hedayat@enas-  
pb.fraunhofer.de  
Internet: www.enas.fraunhofer.de



## Aktivitäten

- Entwicklung von drahtlosen, parallelen Daten- und Energieübertragungssystemen
- Anbindung von Sensoren an RFID-Systeme
- Berechnung von RFID-Antennensystemen

## Beispielrechnung

- Entwurf eines Energieübertragungssystems für ein RFID-Label mit Display. Übertragung von 80mW bei 13.56 MHz bei gleichzeitiger Datenübertragung über eine Entfernung von etwa 5cm mit Hilfe eines Lesegerätes mit 1W Sendeleistung.
- Berechnung und Optimierung von Antennensystemen

## Technologien

- Erfahrungen in der Anwendung von numerischen Feldberechnungsprogrammen
- Entwicklung von angepassten Berechnungsverfahren
- Layout von Systemkomponenten
- Prototypische Umsetzung

## Märkte

- Logistik
- Luftfahrtindustrie
- Automotive
- Maschinenbau
- Medizintechnik
- Möbelindustrie

## Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik (FEP)

Winterbergstraße 28  
 01277 Dresden  
 Germany  
 Prof. Dr. Eberhard Schultheiß  
 Tel.: 0049 351 2586 102  
 Fax: 0049 351 2586 55 102  
 E-Mail: ee-ivam@fep.fraunhofer.de  
 Internet: www.fep.fraunhofer.de

### Aktivitäten

Elektronenstrahl- und Plasmatechnik

Beschichtung

- Schichten und Schichtsysteme für die Optik, Sensorik, Mikrosystemtechnik
- Schichten und Schichtsysteme für die Photovoltaik und Solarthermie

Oberflächenmodifizierung

- Schichtsysteme für effiziente Wärmetauscher
- Härtung von hybriden Schichtmaterialien
- Plasmareinigung

Prozesskomponenten

- Elektronenstrahl-, Magnetronspalter-, Magnetron-PECVD- und Plasma-Quellen
- Hochleistungsstromversorgungen für die Puls-Plasmatechnologie
- Geräte und Komponenten für die Prozessregelung und Prozessüberwachung

### Technologien

- Hochleistungsbeschichtungstechnologien (Magnetronspaltern, Magnetron-PECVD und Elektronenstrahlverdampfung) für effizientere Produktion im Großflächenmaßstab
- Aufskalierung und Produktionseinführung von plasmagestützten Beschichtungs- und Vorbehandlungstechnologien
- Prozessautomatisierung



### Integriertes Paket zur stationären Beschichtung von 8“-Substraten

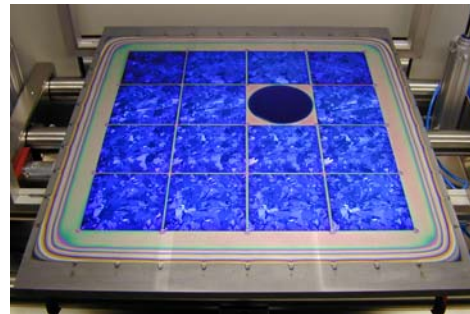
Rechnergesteuerter autarker Beschichtungsmodul mit Doppel-Ring-Magnetron-Sputterquelle DRM 400, Pulsstromversorgung und Prozessregelung für die Ausrüstung von Forschungs- und Produktionsanlagen

### Märkte

- Optik und Photonik
- Sensorik
- Automotive
- Medizintechnik
- Verpackung
- Solarindustrie
- Forschung und Produktion

**Fraunhofer ISE  
Labor- und Servicecenter Gelsen-  
kirchen**

Auf der Reihe 2  
45884 Gelsenkirchen  
Germany  
Dr. Dietmar Borchert  
Tel.: 0049 209-15539-11  
Fax: 0049 209 1209093  
E-Mail: borchert@ise.fraunhofer.de  
<http://gelsenkirchen.ise.fraunhofer.de>



**Aktivitäten**

- Materialcharakterisierung
- Solarzellencharakterisierung
- Solarzellenprozessierung
- Zellkonzeptentwicklung
- Trouble Shooting für PV Industrie
- Entwicklung von Messtechnik
- Aufbau von Messplätzen

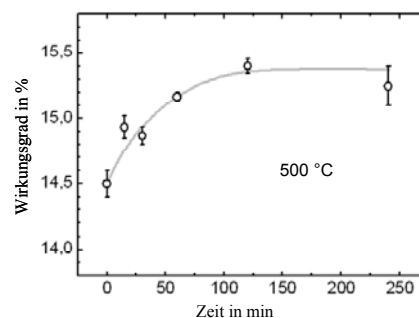
**Beispiel**

Durch eine geeignete zusätzliche Temperaturbehandlung lassen sich für einige Materialien die Wirkungsgrade deutlich steigern, die mit dem industriellen Standardprozess erreichbar sind.

Somit sinken die Herstellungskosten für die Solarzellen und in Folge auch die Kosten für Solarstrom.

**Technologien**

- Nasschemie
- Siebdrucktechnologie
- Gasphasenabscheidung
- Aufdampftechnik
- Sputtertechnologie
- Lasertechnik



**Märkte**

- PV Industrie
- Produktionstechnologie
- Qualitätssicherung
- Halbleitertechnologie

## Fraunhoferinstitut für Siliziumtechnologie

Fraunhoferstraße 1  
25524 Itzehoe  
Germany  
Prof. Ralf Dudde  
Tel.: 0049 4893 17 0  
Fax: 0049 4893 17 4250  
E-Mail: [info@isit.fraunhofer.de](mailto:info@isit.fraunhofer.de)  
Internet: [www.isit.fraunhofer.de](http://www.isit.fraunhofer.de)



### Aktivitäten

Die Arbeitsgruppe Leistungselektronik und IC-Technologie entwickelt und fertigt sowohl aktive, integrierte Schaltkreise als auch passive Einzelbauelemente. Bei den aktiven Komponenten geht es vor allem um Leistungsbau-elemente wie Smart-Power-Bausteine, IGBTs, bidirektionale Bauelemente, PowerMOS-Schaltungen und Dioden. Die passiven Komponenten, die am ISIT entwickelt und gefertigt werden, sind vor allem Chip-Kondensatoren, Präzisionswiderstände und Induktivitäten.

### Technologien

- PowerMOS und IGBT Technologien
- CMP-Prozesse, Waferdünnung und Rückseitenprozesse
- Aufbau- und Verbindungstechnik
- Analyse von Qualität und Zuverlässigkeit
- Mikrosystemtechnologien
- Li-Akkumulator Herstellung

### Ausstattung

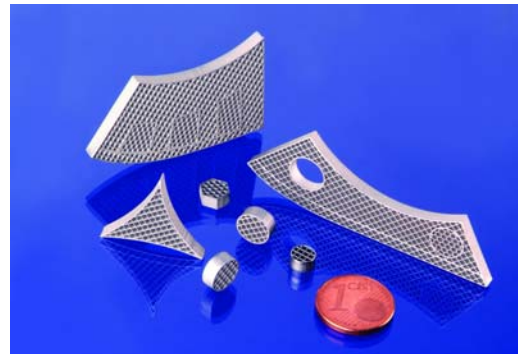
Die räumlichen und technischen Gegebenheiten des Fraunhofer ISIT bilden eine ideale Grundlage sowohl für die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten als auch für die Produktion. Das ISIT verfügt über eine Silizium-Technologielinie auf 2500 m<sup>2</sup> Reinraumfläche (Klasse 1) für Wafer mit einem Durchmesser von 200 mm.

### Dienstleistungsangebot

Das Institut wendet sich mit seinem Dienstleistungsangebot an Unternehmen der unterschiedlichsten Branchen: etwa der Medizintechnik, der Kommunikationstechnik, dem Automobilbau oder der Industrieelektronik. Die Kunden spezifizieren die Anforderungen an die benötigten Bauelemente und Systeme. In enger Zusammenarbeit mit den Auftraggebern entwerfen, simulieren und realisieren die ISIT-Ingenieure die Bauelemente, Systeme und Fertigungsprozesse.

## Fraunhofer IFAM Dresden

Winterbergstraße 28  
01277 Dresden  
Germany  
Dr. Thomas Studnitzky  
Tel.: 0049 351 2537 339  
Fax: 0049 231 2537 399  
E-Mail: [thomas.studnitzky@ifam-dd.fraunhofer.de](mailto:thomas.studnitzky@ifam-dd.fraunhofer.de)  
Internet: [www.ifam-dd.fraunhofer.de](http://www.ifam-dd.fraunhofer.de)



## Aktivitäten

- F&E in Pulvermetallurgie
- Herstellung von metallischen Mikrostrukturen
- Effiziente Brennstoffzellenkomponenten
- Strukturen für Wärme- und Energiemanagement

## Beispielrechnung

Poröse und nanostrukturierte Werkstoffe vom IFAM Dresden erlauben angepasste und verbesserte Eigenschaften für viele Anwendungen. Durch die Anwendung von neuen Strukturierungstechniken wie 3D-Siebdruck, die nahezu unbegrenzte pulvermetallurgische Werkstoffauswahl und ein hohes Oberflächen-Volumen-Verhältnis können Steigerungen in der Energieeffizienz ermöglicht werden.

## Technologien

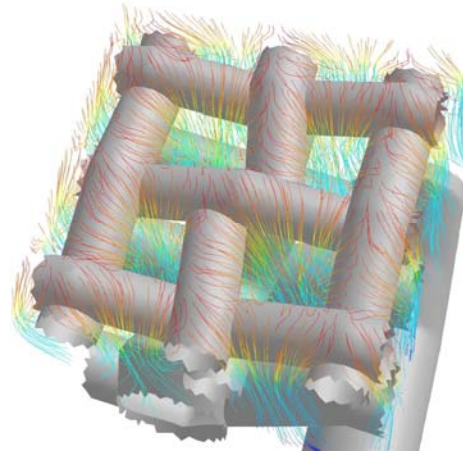
- Dreidimensionaler Siebdruck
- Metallische Fasertechnologie
- Offenzellige Schäume
- Nanostrukturierte Werkstoffe

## Märkte

- Brennstoffzellentechnik
- Wärmetauscher
- Filtration
- Wasserstoffspeicherung
- Medizintechnik

## IMH – Institut für Modellbildung und Hochleistungsrechnen

Reinarzstraße 49  
47805 Krefeld  
Germany  
Prof. Dr.-Ing. Peter Farber  
Tel.: 0049 2151 822 - 5038  
Fax: 0049 2151 822 - 5013  
E-Mail: peter.farber@hsnr.de  
Internet: www.imh.hsnr.de



### Aktivitäten

- Numerische Strömungssimulation
- Parallelisierung von Software
- Entwicklung von mathematischen Modellen

### Technologie und Ausstattung

- Mehrere Computercluster mit bis zu 64 Kernen und 512 GB RAM
- Mehrere Hochleistungsgrafikworkstations mit bis zu 96 GB RAM
- Kommerzielle marktführende Software ANSYS FLUENT und ICEM CFD

### Märkte

- Branchenübergreifend

### Dienstleistungsangebot

Mit Numerischer Strömungssimulation (CFD) lassen sich Strömungsprozesse schneller, kostengünstiger und mit höherer Qualität verbessern.

Das IMH bietet die Verbindung von Informatik, Hochleistungsrechnen und CFD und hat besondere Kompetenz in der Durchführung maßgeschneiderter F&E-Projekte mit persönlicher Beratung in jedem Teilschritt. Dies wird bestätigt durch die Verleihung des Qualitätslabels der InnovationsAllianz der NRW-Hochschulen.

Mit seinen Hochleistungsrechenanlagen und seinen Lizenzen marktführender kommerzieller Software ist das IMH eines der leistungsfähigsten Hochschulinstitute für Numerische Strömungssimulation in Deutschland.

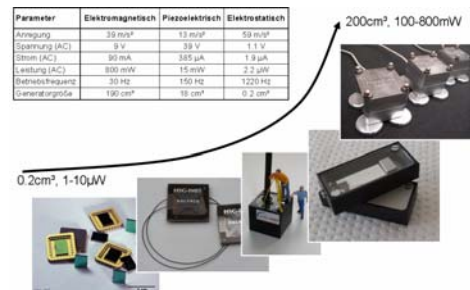
Das Team des Instituts besteht aus Fachleuten verschiedener Bereiche (Informatik, Verfahrenstechnik und Gittergenerierung) mit langjähriger Erfahrung in der Bearbeitung von geometrisch und physikalisch komplexen Aufgabenstellungen der Mikrotechnik.

Das IMH bildet kontinuierlich Studenten in CFD aus und bietet die Möglichkeit der Weiterbildung für Unternehmen an.



## HSG-IMIT

Wilhelm-Schickard-Straße 10  
78052 Villingen-Schwenningen  
Germany  
Bernd Folkmer  
Tel.: 0049 7721 943-145  
Fax: 0049 7721 943-210  
Email: bernd.folkmer@hsg-imit.de  
Internet: www.hsg-imit.de



## Aktivitäten

Energy-Harvesting, Sensorsysteme

Entwicklung von miniaturisierten Komponenten und Systemlösungen für energieautonome, mobile Anwendungen, unabhängig von Netzspeisung und Akkus zur

*Energy-Harvester Funktionsmuster*

## Technologien

- Modellierung und Design elektromechanischer Wandler
- Schaltungsentwicklung
- Mikroelektronik-Entwurf
- Prototypen und Musterbau
- Silizium-Fertigung
- Messtechnik/Charakterisierung

## Märkte

- Automatisierungstechnik
- Condition-Monitoring
- Automobilindustrie
- Logistik
- Consumer Produkte
- Mobile IT-Systeme

## Beispielrechnung

Kinetische Wandler nutzen Maschinenschwingungen oder Schock und Stöße aus der Umwelt zur elektrischen Energieversorgung von elektronischen Systemen. Auf Basis von kapazitiven, induktiven und piezoelektrischen Prinzipien erstellt das HSG-IMIT mikrotechnische Kleinstgeneratoren mit wenigen Millimetern Abmessungen bis hin zu robusten Lösungen mit einigen hundert mW Ausgangsleistung für extreme Umweltbedingungen.

Durch den Einsatz von Low-Power/ Low-Voltage Technologien, neuesten µProzessoren und die Möglichkeit zur Umsetzung von Designs in mikro-elektronische Schaltkreise werden die Bereiche: Energie-Erzeugung, effiziente Umsetzung und Speicherung sowie der energieeffiziente Betrieb von Wireless-Sensorsystemen vollständig abgedeckt.

## JENOPTIK Polymer Systems GmbH

Am Sandberg 2  
07819 Triptis  
Germany  
Dipl.-Ing. Mathias Goebel  
Tel.: 0049 36482 45-0  
Fax: 0049 36482 45 226  
Email: sales@jenoptik-ps.de  
www.jenoptik-ps.de



### Aktivitäten

Herstellung kunststoffoptischer Komponenten, über die Aufbau- und Verbindungstechnik bis hin zur Montage komplexer optoelektronischer und optomechanischer Module.

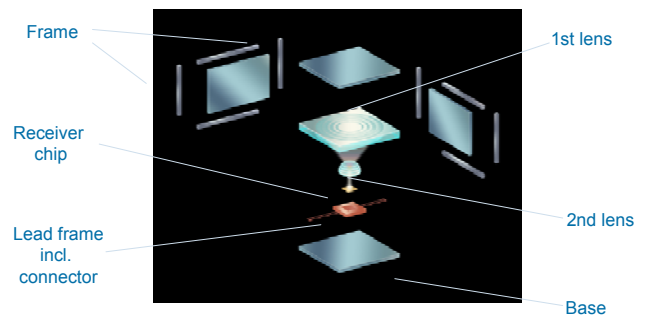
### Technologien

- Produktdesign
- Chipentwicklung
- Prototypen
- Optische Komponenten
- Optische Beschichtungen
- Aufbau-/Verbindungstechnik
- Systemintegration

### Märkte

- Life Science, Biotechnologie, Medizin
- Automotive
- Beleuchtung, LED-Technik, Solar
- Industrielle Messtechnik, Sensorik

### Aufbau



### Effizienz

Durch Integration der Einzelkomponenten zu einem Linsenarray konnten einerseits die Pannellkosten beim Kunden drastisch gesenkt und andererseits bestätigt werden, dass durch hohe Fertigungsautomation auch in Deutschland hochvolumige Produktion zu sehr weltmarktfähigen Preisen stattfinden kann.

**LIMO Lissotschenko Mikrooptik GmbH**

Bookenburgweg 4-8  
44319 Dortmund  
Germany  
Dr. Lutz Aschke  
Tel.: 0049 231 222 41 0  
Fax: 0049 231 222 41 140  
E-Mail: kontakt@limo.de  
Internet: www.limo.de

**Aktivitäten**

- Effizientere Produktion von Solarzellen
- Produktion von effizienteren Solarzellen
- Energieeffiziente Leistungselektronik
- Energieeffizientere Materialbearbeitung

**Technologien**

- Einzigartige Lasertechnologien für die effizientere Produktion
- kontaktfreie Materialbearbeitung für beliebige Bauteilgeometrien
- lokal begrenzter Energieeintrag ohne Erwärmung von thermisch sensiblen Komponenten

**Märkte**

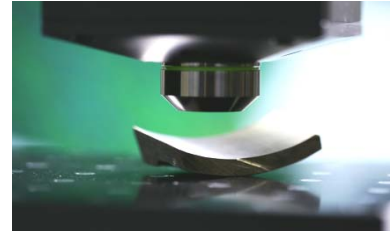
- Solarindustrie
- Produktion
- Halbleiterindustrie
- Automotive
- Medizintechnik
- und viele andere

**Beispielrechnung**

Die modernen Laserbearbeitungsmethoden von LIMO sparen im Vergleich zu herkömmlichen Methoden bis zu 50% Energie bei der Strukturierung und bis zu 90% Energie bei thermischen Umformungsprozessen in der Solarzellenfertigung. Bei dem Einsatz von klassischen Temper-Öfen mit einer Anschlussleistung von 2,0 MW können Lasersysteme z.B. mit 0,5 MW dieselbe Produktivität erreichen und sparen bis zu 1 Mio. Euro Stromkosten pro Anlage.

## NanoFocus AG

Lindnerstraße 9  
46149 Oberhausen  
Germany  
Heinz-Peter Hippler  
Tel.: 0049 208-62000-50  
Fax: 0049 208-62000-99  
E-Mail: [hippler@nanofocus.de](mailto:hippler@nanofocus.de)  
Internet: : [www.nanofocus.info](http://www.nanofocus.info)



## Aktivitäten

Entwicklung, Herstellung und weltweiter Vertrieb berührungsfreier Messgeräte, Meßsysteme und Messanlagen zur:

- Qualitätssicherung fertiger und halbfertiger Erzeugnisse bei denen es auf nanometergenaue Mikrostrukturen ankommt
- Prozesssteuerung in-line und off-line in kontinuierlichen und diskontinuierlichen Produktionsabläufen
- wissenschaftlichen Analyse neuer Materialien, neuer Bearbeitungsmethoden und Produktionsprozesse
- Auftragsentwicklung, anwendungsspezifische Lösungen
- Gemeinschaftsforschungsprojekte mit namhaften Unternehmen

## Technologien

- Optische berührungsfreie 3D-Konfokal-Mikroskopie, basierend auf Multipinoholedisc und Matrixempfänger
- Optische berührungsfreie 2D- und 3D-Profilometrie, basierend auf Punktsensoren diverser physikalischer Methoden



## Märkte und Aufgabenstellungen

- Umweltschutz – Reduzierung der Emissionen
- Energie – Verbesserung der Leistungsbilanz
- Solar / Photovoltaik – Steigerung der Produktivität, Qualitätskontrolle
- Beleuchtung / Anzeigen – Erhöhung der Ausbeute und Effizienz
- Funktionsflächen / Beschichtungen - Sicherung der Produktionskontinuität, Leistungssteigerung

## Beispielrechnung

KFZ-Kurbelgehäuse werden in modernen Fahrzeugen auf Basis von Aluminium hergestellt. Die extrem beanspruchten Laufflächen der Zylinderbohrungen werden mit speziellem widerstandsfähigem Material ausgekleidet. Gleichmäßige Oberflächenqualität sichert lange Laufleistung bei ca. 6% Energie-Effizienzsteigerung und etwa 8% Emissionsreduzierung.

## UST Umweltsensortechnik GmbH

Dieselstraße 2  
 98716 Geschwenda  
 Germany  
 Dr. Olaf Kiesewetter  
 Tel.: 0049 36205 713-0  
 Fax: 0049 36205 713-10  
 E-Mail: info@umweltsensortechnik.de  
 Internet: www.umweltsensortechnik.de

### Aktivitäten

Entwicklung und Herstellung von Sensorik auf keramischer Basis sowie innovativer Gerätetechnik, insbesondere Gasspürgeräte

- MOS-Gassensorelemente und -arrays zur Detektion von CH<sub>4</sub>, CO, H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>, R134a u. a.
- Platin-Temperatursensorelemente Pt10...Pt10000 (-200°C bis +1000°C)
- kundenspezifisch vorkonfektionierte Temperatursensoren (-100 °C bis +1000 °C)
- mobile und stationäre Gasspürgeräte zur Messung und Detektion u. a. von H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>, NH<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub> und Kältemitteln

### Technologien

- Kunden- und applikationsspezifische Sensor- und Geräteentwicklung
- Durchgängige und flexible Prozessierung von keramischen Sensoren - Substratbeschichtung, Strukturierung (Photolithographie/Laser), ..., Kontaktierung, ..., Verkappung, ... Prüfung
- Flexible Fertigungslinie f. elektronische Geräte
- Flexibilität und Kapazitäten für Klein- bis Großserien
- Zertifizierungen: ISO/TS 16949:2002, DIN EN ISO 14001:2005, ATEX RL 94/9/EG Annex IV DIN EN 13980:2003

### Märkte

- Automotive
- Industrielle Mess- und Regelungstechnik
- Energie- und Umwelttechnik
- Sicherheitstechnik
- Medizintechnik



### Innovation für Zukunftstechnologien

- Hochselektive Messung von Wasserstoffkonzentrationen von 0... 40.000 ppm (optional bis 100 %)
- Aktives diversitär-redundantes Gassensorsystem mit hoher Sensitivität, Selektivität, Stabilität und Sicherheit (Semicon®-Prinzip)
- Integrierte sicherheitsrelevante Funktionen (Signalisierung von Fehlerfällen auch während des Messvorgangs)
- Analoges und digitales Interface
- Lieferbar mit/ohne Anzeigeeinheit
- Zertifizierbar u. a. in Anlehnung an SIL IEC 61508, nach EN 50194, sowie als Grundlage DIN EN 62282-3-1 (VDE 0130-301)
- Applikationsbereiche
  - Leckageüberwachung in Brennstoffzellensystemen für Leitungen, Stack und Membran
  - Überwachung/Steuerung von chemischer Prozesstechnik sowie von Anlagen im Facilitybereich
  - Mobile und stationäre Gasleckdetektion

Gefördert durch:

F&E-Projekt: FCH2  
 (Förderkennzeichen: 0327777E)



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

## Anhang 1:

Hannover Messe 2010 – Forum „Innovations for Industry“

**Donnerstag/Thursday, 22.04.2010**
**Session: Energy Harvesting & Wireless Sensor Networks**

<u>Moderation:</u>	Bernd Folkmer, HSG-IMIT, Villingen-Schwenningen, (DE)
10:00–10:30	<b>Keynote:</b> <b>Micro Energy Harvesting – Power Supply for Distributed and Embedded Systems</b> Prof. Dr. Peter Woias, IMTEK, Graduiertenkolleg Energy-Harvesting, Freiburg, (DE)
10:30–10:50	<b>Self-powered Radio Systems in Practice: Concepts, Products &amp; Prospects</b> Frank Schmidt, EnOcean GmbH, Oberhaching, (DE)
10:50–11:10	<b>Practical Energy Harvesting</b> Roy Freeland, Perpetuum Ltd, Southampton, (GB)
11:10–11:30	<b>Power-Energy-Harvesting in Harsh Environments!</b> Andreas Wörtz, RAMPF FORMEN GmbH, (DE) Heinrich Walk, CADWalk, Allmendigen, (DE)
11:30–11:50	<b>Process-oriented Application of Energy Harvesting Technology: Energy Autonomous Wireless Temperature Transmitter</b> Dr. Marco Ulrich, ABB AG Corporate Research Center Germany, Ladenburg, (DE)
11:50–12:10	<b>Piezo Energy Harvesting by Arveni, an Emerging Standard Product for Batteryless Wireless Applications</b> Jean-Frederic Martin, Arveni, Cremieu, (FR)
12:10–12:30	<b>Energy Harvesting Aided Bridge Monitoring</b> Prof. Dr. Thomas Schmidt, Hochschule Magdeburg, Magdeburg, (DE)
12:30–12:50	<b>Optimum Design Strategies for Electromagnetic Vibration Transducers</b> Dirk Spreemann, HSG-IMIT, Villingen-Schwenningen, (DE)
12:50–13:10	<b>Thermal Energy Harvesting – Energy Budgets and their Practical Exploration</b> Burkhard Habbe, Micropelt GmbH, Freiburg, (DE)

- 13:40–14:00 **Energy Harvesting: Quo Vadis?**  
Dr. Andreas Rampe, Endress+Hauser Process Solutions  
AG, Reinach, (CH)
- 14:00–14:20 **Low Power Circuit Techniques for Energy Harvesting Applications**  
Prof. Dr. Yiannos Manoli, IMTEK, Lehrstuhl Mikroelektronik,  
Freiburg, (DE)
- 14:20–14:40 **Energy Transmission for Wireless Sensor Systems**  
Volker Geneiß, Fraunhofer ENAS, Paderborn, (DE)
- 14:40–15:00 **Energy Autonomous Wireless-Sensors for Fluid-systems in Automotive Applications**  
Claus Dittrich, GEMAC mbH, Chemnitz, (DE)  
Martin Kurth, A.Raymond GmbH, Lörrach, (DE)
- 15:00–15:20 **„Sensors Unplugged“ Miniaturised Components for the Automation Industry**  
Bernd Kärcher, Festo AG, Esslingen, (DE)
- 15:20–15:40 **Wireless Soil Moisture Sensor Networks for Environmental Monitoring and Agricultural Irrigation**  
Prof. Dr. Ch. Hübner, Hochschule Mannheim,  
Mannheim, (DE)
- 15:40–16:00 **Wireless Autonomous Transducer Solutions**  
Nicolas Lallemant, Holst Centre/ IMEC-NL,  
Eindhoven, (NL)
- 16:00–16:20 **Integrated Radio Systems for Energy Harvesting**  
Robert Saurug, SensorDynamics AG, Lebring, (AT)

## Anhang 2:

 MST Regionalkonferenz 2008 spezial:  
 „Energieeffizienz durch Mikro- und Nanotechnologie“

## &gt;&gt; MST-REGIONALKONFERENZ NRW 2008: SPEZIAL

## 27. OKTOBER 2008

09:30 Uhr Akkreditierung der Teilnehmer  
 09:55 Uhr Begrüßung

## 10:00 UHR SESSION I: SENSORIK

**Organisator:** IVAM

**Begrüßung und Moderation:** Dr. Uwe Kleinkes, IVAM

10:05 Uhr **Johannes Herrnsdorf**, MEAS Deutschland GmbH –  
 HL Planartechnik, Dortmund  
 „Der Sensor im Energie- und Ressourcenmanagement –  
 Auswirkungen auf die Markt- und Produktstrategien“

10:20 Uhr **Ute Ackermann**, VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin  
 „Mikrosystemtechnik für effiziente Energienutzung – Ein Überblick  
 über Applikationen und Förderaktivitäten des Bundes“

10:40 Uhr **Dr. Stefan Peil, J. Wartmann**, Zentrum für Brennstoffzellen  
 Technik gGmbH, Duisburg

„Anforderungen und Umsetzungsmöglichkeiten für  
 Sensorik im Bereich Brennstoffzellen“

11:00 Uhr **Andreas Nebeling**, Elmos Semiconductor AG, Dortmund  
 „Automotive Micro-Sensors for Emission Reduction“

11:20 Uhr **Dr. Olaf Kieseewetter**, UST – Umweltsensortechnik GmbH, Geschwenda  
 „Applikationsbeispiele mittels keramischer Sensorelemente zum  
 Einsatz im Bereich erneuerbarer Energien“

12:00 Uhr **Mittagsimbiss**

## 13:30 UHR SESSION II: OBERFLÄCHEN

**Organisator:** MST.factory dortmund

**Begrüßung und Moderation:** Dr. Heiko Kopf, TechnologieZentrumDortmund  
 Management GmbH

13:35 Uhr **Dr. Ilka Handreg**, IFAS, Dortmund  
 „Analyse und Charakterisierung von Oberflächen“

## &gt;&gt; ENERGIEEFFIZIENZ DURCH MIKRO- UND NANOTECHNOLOGIE

13:55 Uhr **Christoph Troska**, Pilkington Deutschland AG, Gladbeck  
 „Beschichtungen in der Glasindustrie“

14:25 Uhr **Götz Matthäus**, thermico GmbH & Co.KG, Dortmund  
 „Mikro-/Nanotechnologische Ansätze im Bereich der  
 Oberflächentechnologie: Thermisches Spritzen“

14:45 Uhr **Dr.-Ing. Dietmar Borchert**, Fraunhofer ISE, Gelsenkirchen  
 „Einsatz von dünnen Schichten in der kristallinen  
 Solarzellentechnologie“

15:10 Uhr **Kaffeepause**

## 15:40 UHR SESSION III: PRODUKTION

**Organisator:** IRF Dortmund

**Begrüßung und Moderation:** Prof. Dr.-Ing. Uwe Schwiegelshohn, IRF Dortmund

15:45 Uhr **Erhard Müsch**, ELMOS Semiconductor AG, Dortmund  
 „Mikrotechnik als Schlüssel zur Effizienzsteigerung  
 im Kraftfahrzeug“

16:05 Uhr **Joachim Ludwig**, Colandis GmbH, Kahla  
 „microtecfab® – das Reinraumplattformmodul für die  
 Mikrosystemtechnik“

16:25 Uhr **Prof. Dr. Alfred Ludwig**, Ruhr-Universität Bochum/Caesar, Bonn  
 „Automatisierte Herstellung und Charakterisierung von  
 Dünnschicht-Materialbibliotheken zur effizienten Entwicklung  
 neuer Werkstoffe für die Mikrosystemtechnik“

16:45 Uhr **Martin Langkamp**, IMS, Almelo NL  
 „Cam-driven assembly systems for MST-products“

17:00 Uhr **Stadionführung**

18:00 Uhr **Grußwort Udo Mager**, Geschäftsführer der  
 Wirtschaftsförderung Dortmund

18:15 Uhr **Dr. Ralf Karpowski**, DEW 21, Dortmund  
 „Ansatz neuer Technologien im Kontext Energieeffizienz“

19:00 Uhr **Catering und anschl. Get-together**