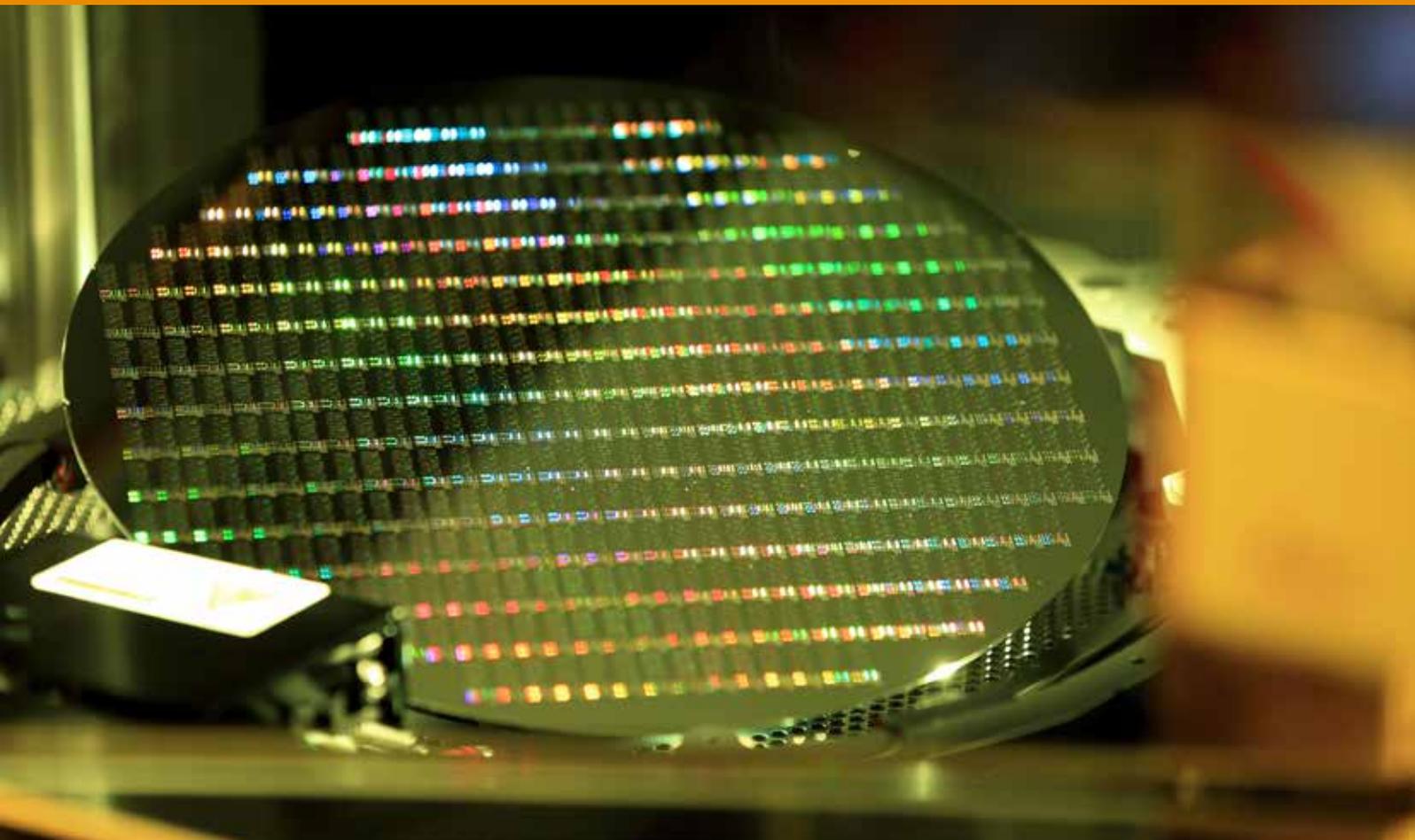


# MEMS REPORT

4 / 2014



## **INHALT**

SEMICON Europa CNT-Spezial: Atomlagenabscheidung (ALD)

Theranostische Implantate – zulassungsrelevante Entwicklung von Schlüsseltechnologien für die Medizin

Rückblick: Fraunhofer-Wissenschaftscampus 2014 in Dresden

Projekt AD-WISE: Online-Messsystem für Biogasanlagen



Prof. Dr. Hubert Lakner  
Institutleiter

Liebe Kunden, Partner und Freunde  
des Fraunhofer IPMS,

Sie kennen unser Institut als kompetenten Partner für die Forschung, Entwicklung und Pilotfertigung von MEMS-Komponenten, insbesondere für photonische Anwendungen. Mit der Erweiterung unseres Portfolios durch die Integration des »Center Nanoelectronic Technologies« (CNT) erschließen wir neue Kunden und Anwendungsfelder. Eine Schlüsseltechnologie ist dabei die Atomlagenabscheidung (ALD), die die Verwendung neuer Materialien in der Mikroelektronik und damit die Entwicklung innovativer Bauelemente ermöglicht. Sie sind herzlich eingeladen, zu diesem und zu anderen Themen während der SEMICON Europa das persönliche Gespräch mit unseren Experten zu suchen.

Technische und wissenschaftliche Erfolge lassen sich nur mit engagierten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern erzielen. Wir investieren in die kontinuierliche Weiterbildung und stellen uns als attraktiven Arbeitgeber nicht zuletzt für Alumni dar. Dabei sind wir bemüht, den Anteil an Wissenschaftlerinnen nachhaltig zu erhöhen. Aus diesem Grund war das Fraunhofer IPMS Mitorganisator des erstmals in Dresden durchgeführten Wissenschaftscampus, bei dem Studentinnen aus MINT-Studiengängen für eine Tätigkeit bei Fraunhofer begeistert werden sollten. Einen Rückblick zu dieser sehr erfolgreichen Veranstaltung finden Sie ebenfalls in dieser Ausgabe. Damit wünsche ich Ihnen eine informative Lektüre des aktuellen MEMS Reports.

Prof. Dr. Hubert Lakner

## KURZ NOTIERT

### Fraunhofer IPMS stellte erstmalig auf der »ECOC« in Cannes aus

Vom 22. bis 24. September 2014 präsentierte sich das Fraunhofer IPMS zum ersten Mal auf der Fachmesse »ECOC Exhibition 2014« in Cannes, Frankreich. Die ECOC ist Europas größte und etablierteste Messe und Konferenz für optische Kommunikation und einer der wichtigsten Treffpunkte für Vertreter der optischen Kommunikationstechnik. Das Fraunhofer IPMS nutzte diese Veranstaltung erfolgreich als Plattform um die neuesten Entwicklungen, Dienstleistungen und Lösungen in den Bereichen Smart Micro-Optics und optische drahtlose Kommunikation einem breiten Publikum aus Experten und hochrangigen Branchenvertretern vorzustellen.

### Indische Delegation zu Gast am Fraunhofer IPMS

Das Fraunhofer IPMS unterstützt den Erfahrungsaustausch und Know-how Transfer in Wissenschafts- und Kompetenznetzwerken. Am 16. September 2014 hatte das Institut die Ehre, Gastgeber einer von der indischen Botschaft in Berlin organisierten Roadshow zu den Möglichkeiten und Innovationen im indischen IT- und Elektroniksektor zu sein. Der hochrangigen indischen Delegation gehörten der indische Minister für Kommunikations- und Informationstechnik, Herr Ravi Shankar Prasad, der Staatssekretär, leitende Regierungsbeamte, Clusterentwickler und Vertreter der Elektronikindustrie und Industrieverbände an.



OFFIZIELLER EMPFANG AM FRAUNHOFER IPMS

Die Veranstaltung wurde unterstützt vom Mikroelektronik Cluster Silicon Saxony, der Industrie- und Handelskammer Dresden, der Wirtschaftsförderung Sachsen, dem Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie sowie dem Sächsischen Staatsministerium für Wirtschaft und Arbeit, welches durch den Sächsischen Staatsminister Sven Morlock vertreten wurde.

## SEMICON EUROPA CNT-SPEZIAL: ATOMLAGENABSCHIEDUNG (ALD)



Vom 7. bis 9. Oktober 2014 präsentiert sich das Fraunhofer IPMS auf der Halbleitermesse SEMICON Europa, die in diesem Jahr erstmalig im französischen Grenoble stattfinden wird. Das Institut zeigt neben den Entwicklungen im Bereich MEMS und kapazitiver mikromechanischer Ultraschallwandler (CMUT) vor allem das Leistungsspektrum des Geschäftsfeldes »Center Nanoelectronic Technologies« (CNT).

Das CNT beschäftigt sich mit der Qualifizierung von Prozessen und Materialien auf 200 und 300 mm Wafern mit enger Anbindung an die Produktionslinien der lokalen Industrie. Die eigene, industrienkonforme Reinraumumgebung und das umfangreiche Know-how der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler macht es zum idealen Bindeglied zwischen der Grundlagenforschung und der direkten Industrieanwendung. IDMs (Integrated Device Manufacturer) und Hersteller von Equipment, Verbrauchsmaterialien und Chemikalien finden am CNT eine optimale Entwicklungsplattform für ihre Anwendungen.

Neben der Nanostrukturierung mittels Elektronenstrahlolithographie und der Entwicklung von neuen Chipverdrahtungstechnologien mit höchster Zuverlässigkeit beschäftigt sich das CNT mit der Integration von Materialien mit hohen Dielektrizitätszahlen (High-k Materialien) in Mikrochips. Letzteres kommt insbesondere bei der Einbettung und Skalierung von passiven Komponenten für die Zwischenspeicherung von Energie oder die Entkopplung von Signalen auf Mikrochipebene (»System on Chip«) oder Gehäuseebene (»System in Package«) zur Anwendung. Vom Material- und

Präkursor-Screening über die Prozessentwicklung und Zuverlässigkeitsprüfung bis hin zur Pilotproduktion wird die gesamte Wertschöpfungskette angeboten. Das Team besitzt mehr als zehn Jahre Erfahrung bei der Einführung neuer Materialien in die Fertigung vom Labor- bis zum Industriemaßstab (»Lab-to-Fab«).

Die Kernkompetenz bildet dabei die Atomlagenabscheidung (ALD, Atomic Layer Deposition), ein Dünnschicht-Abschleiverfahren, das auf alternierenden, gesättigten Oberflächenreaktionen basiert. Dadurch wird das Filmwachstum selbst begrenzt und Eigenschaften, wie eine präzise Schichtdickenkontrolle, hervorragende Homogenität und Konformität sowie geringere Abscheidungstemperaturen werden, im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren, erreicht. Anwendung findet die ALD beispielsweise in Speichern und funktionellen Kondensatoren oder in der Transistortechnologie als Gateoxid, wo neue Materialien mit höheren Kapazitäten eingesetzt werden.

Für die Prozessentwicklung stehen dem High-k Team weiterhin thermische und plasmaunterstützte ALD, verschiedene Ofenprozesse (Einzelwafer und Batchverfahren), sowie Epitaxie und Reinigungsprozesse zur Verfügung. Ein Forschungsschwerpunkt ist die Entwicklung von ferroelektrischem Hafniumoxid als Speichermaterial in NVMs (Non Volatile Memories). Zusammen mit GLOBALFOUNDRIES und NaMLab konnte hier die Ferroelektrizität in voll CMOS-kompatiblen HfO<sub>2</sub>-Dielektrika nachgewiesen und erstmals überhaupt, seit der Einführung des FeFET-Konzeptes, die Skalierungslücke in einem 28 nm Technologieknoten geschlossen werden. Die Umsetzung auf 300 mm Wafern für die industrielle Anwendung steht kurz bevor.

# KOMPETENZZENTRUM ALD LAB DRESDEN

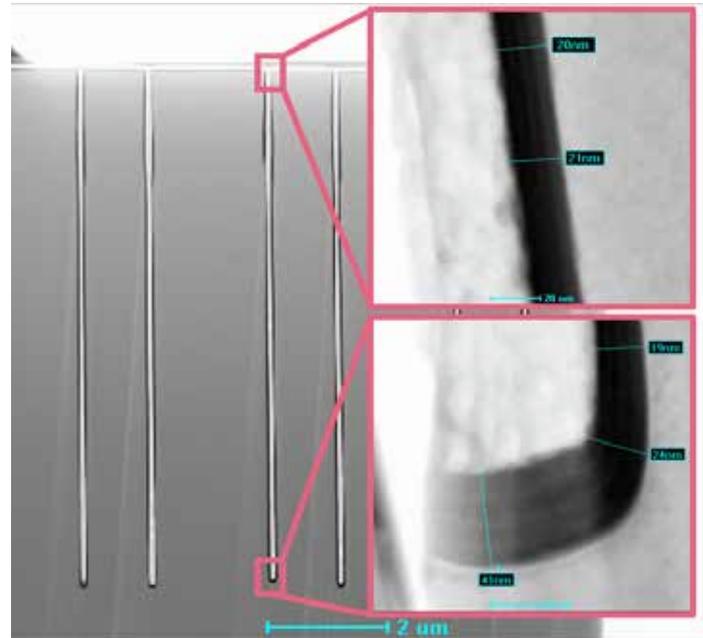
Speichereigenschaften hinsichtlich der Datenhaltung liegen bereits jetzt auf dem Niveau von kommerziellen NVMs.

Ein weiterer Schwerpunkt im Bereich der High-k Materialien ist die Entwicklung von Superkondensatoren. Dabei forscht das CNT zusammen mit CEA Leti und drei Unternehmen in einem europäischen Gemeinschaftsprojekt an innovativen Materialien und Geräten für die Industrialisierung 3D integrierter Kondensatoren mit bis dato unerreichter Integrationsdichte. Anwendungsbereiche sind hier vor allem intelligente Miniatursensoren für die Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik und Automatisierung, die zunehmend eine höhere Integrationsfähigkeit erfordern, um Funktionalität und Komplexität in einem Mikrosystem zu vereinen. Beispielhaft ist der Einsatz von integrierten Kondensatoren mit sehr hoher Kapazität, geringer Größe und maximaler Zuverlässigkeit in einer Kapsel, deren Eigenschaften erst durch die Optimierung der Materialien mittels ALD-Technologie am CNT erreicht werden. Exemplarisch dafür ist der Prototyp einer medizinischen Pille mit integriertem Temperatursensor und RF-Sendeempfänger (siehe Bild unten).



Die Zusammenarbeiten stehen beispielhaft für die Möglichkeit, dass einerseits Kooperationspartner risikofrei und ohne Unterbrechung der eigenen Produktion Materialien, Prozesse und Konzepte optimieren und anschließend in die Fertigung einbinden können. Auf der anderen Seite bietet das CNT auch kleineren Unternehmen einen Zugang zur ALD-Technologie und deren Anwendungen, da diese die enormen Anfangsinvestitionen vermeiden und direkt auf das umfangreiche Know-how und die vorhandenen Anlagen zugreifen können.

(S)TEM-Aufnahme einer hochkonformen High-k Oxid-Schicht durch ALD für MIM-Kondensator-Anwendungen in Aspektverhältnis-Strukturen (> 50:1):



Das Center Nanoelectronic Technologies ist Mitbegründer des sächsischen Kompetenzzentrums für Atomic Layer Deposition – dem ALD Lab Dresden, einem Zusammenschluss von acht Instituten aus Dresden, Cottbus und Chemnitz für die Erforschung, Entwicklung und Produktion industrienaher ALD-Anwendungen. Das ALD Lab bietet neben einer umfassenden Expertise und einer Vielzahl von Technologien ein einzigartiges Leistungsangebot für Substratgrößen bis zu 300 mm. Für Substrate aus Silizium, Verbindungshalbleitern, Glas, Keramik, Metallen, Polymeren sowie feuchtigkeitsempfindliche Strukturen und Bauteile stehen zahlreiche Atomlagenbeschichtungsprozesse für isolierende und leitfähige Materialien und Kombinationen zur Verfügung. Weitere Einsatzgebiete für die ALD sind beispielsweise Diffusionsbarrieren für die organische Elektronik, Energiespeicherung, Industriebeschichtungen für Verschleiß- und Korrosionsschutz, Spintronic-Geräte oder mikromechanische Systeme (MEMS/MOEMS).

## ALD Anlagen am CNT

- A412 large batch furnace – ASM (ALD, CVD)
- Polygon 8300 w. Pulsar 3000 – ASM (Single Wafer ALD)
- Eureka 3000 – Jusung (Advanced High-k ALD)
- ALD 300 – FHR (Single Wafer ALD)



Die aktuellen Herausforderungen der ALD-Technologie liegen in der Abscheidung weniger Atomlagen dicker Dielektrika und Metallschichten in High-k/Metal-Gate-Strukturen. Hier zeigt sich besonders der Vorteil der präzisen Schichtdickenkontrolle auf großen Substratgrößen, die mit ALD einhergeht. Fortschritte bei der Atomlagenabscheidung sind stark mit den verwendeten Anlagen verbunden. Neben dem chemischen »Design« der ALD-Präkursoren hängt die erfolgreiche Umsetzung der ALD-Prozesse von optimalen Bedingungen der Gasversorgung, Prozesskammer und Substrate ab.

Um die Kompetenzen zu präsentieren und neue Entwicklungen zu diskutieren, veranstaltet das ALD Lab wie in den vergangenen Jahren einen Workshop im Rahmen der SEMICON Europa, um Anlagenhersteller, Verbrauchsmaterialproduzenten und ALD-Anwender zusammenzubringen. Die SEMICON Europa ist die größte europäische Messe für Halbleiterprodukte, -stoffe und -dienstleistungen und findet abwechselnd in Grenoble und Dresden statt. »Die SEMICON Europa ist die ideale Plattform für unseren Workshop und wir freuen uns auf den direkten Austausch, interessante Vorträge internationaler Gäste und Partner sowie neue Impulse für die zukünftige Entwicklung der ALD-Technik.« sagt Dr. Jonas Sundqvist, Mitorganisator und Teamleiter der High-k Arbeitsgruppe am CNT.

Die Veranstaltung steht allen Interessierten offen und ist ohne zusätzliches Ticket zugänglich. Das Programm finden Sie auf der rechten Seite.

## Kontakt ALD Lab Dresden

Dr. Jonas Sundqvist  
Tel. +49 351 2607-3050  
E-Mail: [jonas.sundqvist@cnt.fraunhofer.de](mailto:jonas.sundqvist@cnt.fraunhofer.de)

ALD Workshop: [www.semiconeuropa.org/node/2171](http://www.semiconeuropa.org/node/2171)

SEMICON Standnummer: 1473

## Symposium des ALD Lab Dresden zur SEMICON Europa

Datum: 7. Oktober 2014, 9:00 - 13:00 Uhr

Raum: Le Bans, ALPEXPO

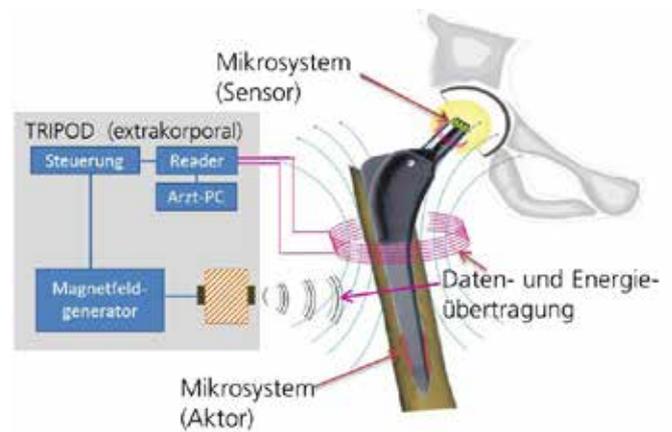
### Vorträge

- 09:00 **Fundamental insight into ALD processing by in-situ observation**  
*Prof. Johan W. Bartha, Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik, TU Dresden*
- 09:30 **Development of innovative ALD materials and tools for high density 3D integrated capacitors with CEA/Leti, Ipdia, Picosun and Sentech**  
*Dr. Malte Czernohorsky, Fraunhofer IPMS-CNT*
- 10:00 **Recent developments in heteroleptic chemistries for next generation thin films PEALD/ALD**  
*Jean Marc Girard & Nicolas Blasco, Air Liquide Electronics*
- 10:30 **High permittivity dielectrics for CMOS FDSOI Gate first technologies**  
*Mickael Gros-Jean, ST Microelectronics*
- 11:00 **ALD deposited ferroelectric HfO<sub>2</sub>**  
*Uwe Schröder, NaMLab gGmbH*
- 11:30 **ALD of metals and metal oxides for advanced inter connect and sensor technology: in-situ investigations for the ALD of copper**  
*Prof. Stefan E. Schulz, Fraunhofer ENASITU Chemnitz*
- 12:00 **Real Time True Surface Monitoring for ALD Processes**  
*Dr. Hassan Gargouri, Sentech*
- 12:30 **Zusammenfassung & Diskussion**

## THERANOSTISCHE IMPLANTATE – ZULASSUNGSRELEVANTE ENTWICKLUNG VON SCHLÜSSELTECHNOLOGIEN FÜR DIE MEDIZIN

Theranostische Implantate sind komplexe multifunktionale implantierbare Medizinprodukte, die in einem medizintechnischen System Diagnostik und Therapie vereinen. Die Erfassung spezifischer Vitalparameter bildet die diagnostische Grundlage für die jeweilig eingeleitete therapeutische Maßnahme, deren Wirksamkeit in einem geschlossenen Regelkreis optimiert wird. Aufgrund ihrer vielfältigen Applikationsmöglichkeiten, den ständig steigenden Anforderungen an die Qualität einer hochspezialisierten medizinischen Betreuung und der demographischen Entwicklung nimmt ihre Bedeutung derzeit außerordentlich zu. Damit haben die Theranostischen Implantate eine gesamtgesellschaftliche Relevanz erlangt, die im Kontext zukünftiger technologischer Möglichkeiten zu einem Innovationssprung in der Medizintechnik führen wird.

Derartige Sprunginnovationen resultieren größtenteils aus dem Zusammenspiel mehrerer Technologien auf hohem Niveau. Daher wurde am 1. Juli 2014 das Leitprojekt »THERANOS« von der Fraunhofer-Gesellschaft gestartet, das die technologischen Möglichkeiten zur Entwicklung Theranostischer Plattformen bündeln soll. Insgesamt bringen hier neben dem Fraunhofer IPMS zwölf weitere Fraunhofer-Institute ihr Wissen und ihre Expertise ein. Ziel ist es, eine führende Position in den für Theranostische Implantate wichtigen Schlüsseltechnologien einzunehmen. Im Rahmen dieses Leitprojekts sollen beispielhaft drei Demonstratoren mit hoher Relevanz zum Markt aufgebaut und getestet werden. Der



skeletale Demonstrator wird von den Forscherinnen und Forschern des Fraunhofer IPMS umgesetzt. In diesem Rahmen wird eine »Smarte Hüftgelenkprothese« (siehe Bild oben) entwickelt, die eine mögliche Lockerung von Hüftgelenksimplantaten erfasst und dieser sowohl durch geeignete Aktoren als auch durch eine gezielt Anregung des Knochenwachstums entgegenwirkt. Darüber hinaus werden noch ein kardio-vaskulärer und ein neuro-muskulärer Demonstrator entwickelt. Damit kann fast der gesamte Bereich derzeit relevanter Theranostischer Implantate abgedeckt werden. Die so entwickelte Technologieplattform schafft die Voraussetzungen, zukünftig schnell und modular medizintechnische Komponenten, Systeme und Implantate zu entwickeln und zu fertigen.

## RÜCKBLICK: FRAUNHOFER-WISSENSCHAFTSCAMPUS 2014 IN DRESDEN

Vom 18. bis 21. August 2014 fand in Dresden der Fraunhofer-Wissenschaftscampus statt, an dem 45 Studentinnen der Studienrichtungen Mathematik, Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften und Informatik teilnahmen. Erstmals hat sich auch das Fraunhofer IPMS am Wissenschaftscampus beteiligt.



Ziel der viertägigen Veranstaltung war es, Frauen in MINT-Studiengängen tiefere Einblicke in unsere Forschungsarbeit zu geben und sie für eine wissenschaftliche Tätigkeit am Fraunhofer IPMS zu begeistern. Am Fachtag konnten die Teilnehmerinnen hinter die Kulissen unseres Instituts schauen und unsere Arbeit live miterleben. Es wurde aus erster Hand vermittelt, wie der Alltag von Wissenschaftlerinnen aussieht, wie man für komplexe Problemstellungen Lösungen finden kann oder wie die Karrierewege der vortragenden Forscherinnen verlaufen sind. Außerdem erwarteten sie exklusive Einblicke in den Reinraum und die Labore des Fraunhofer IPMS. In verschiedenen Seminaren, Workshops und Vorträgen konnten die Studentinnen darüber hinaus ihre persönlichen und fachlichen Kompetenzen stärken und mehr darüber erfahren, wie sie diese in der anwendungsorientierten Forschung nutzen und ausbauen können. Der Wissenschaftscampus ist eine Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft. Neben dem Fraunhofer IPMS waren die Fraunhofer Institute IVI, IWS und IWU sowie die TU Dresden beteiligt.

## PROJEKT AD-WISE: ONLINE-MESS-SYSTEM FÜR BIOGASANLAGEN

Biogas, das aus organischen Abfällen erzeugt wird, ist eine wertvolle erneuerbare Energiequelle. Es wird durch einen biologischen Prozess produziert, bei dem organische Substanzen durch anaerobe Zersetzung zerlegt werden um Biogas und Gär-rückstände zu bilden. Eines der Hauptforschungsfelder in diesem Bereich ist die Entwicklung von fortschrittlichen Verfahren für die Optimierung und Kontrolle von Biogasanlagen. Die Parameter, die dabei typischerweise engmaschig kontrolliert werden, sind die Methankonzentration im Biogas sowie die Temperatur und der pH-Wert des Gärsubstrats. Diese Informationen sind allerdings unzureichend um den Prozess zu kontrollieren, da sie einen Prozessausfall nicht voraussagen, sondern ihn nur diagnostizieren können. Zuverlässiger ist es, das Konzentrationsprofil flüchtiger Fettsäuren im Gärsubstrat regelmäßig zu bestimmen. Dies erlaubt nicht nur den Prozessverlauf zu überwachen sondern auch eine Übersäuerung vorherzusagen und zu vermeiden.

Im Projekt »AD-WISE« wurde deswegen an der Entwicklung eines Online-Messsystems für Biogasanlagen gearbeitet, das den anaeroben Vergärungsprozess maximieren und gleichzeitig den Prozess stabil halten soll. Das Fraunhofer IPMS hat dafür ein optisches Demonstratorsystem entwickelt, mit dem die Konzentration von flüchtigen Fettsäuren direkt im Gärsubstrat gemessen werden kann. Mit diesen Informationen können Biogasanlagenbetreiber in Zukunft ihre Anlagen optimieren, die Biogasproduktion steigern und Prozessausfälle verhindern.



Das Projektkonsortium besteht aus fünf Partnern, neben dem Fraunhofer IPMS waren das Technologische Zentrum AINIA (Spanien), die Milchkuhfarm San Ramón (Spanien), das Nationale Zentrum für Mikroelektronik (Irland) sowie das Unternehmen INTERSPECTRUM (Estland) beteiligt. »AD-WISE« (Förderkennzeichen N.315115) wurde durch das 7. EU-Forschungsrahmenprogramm (FP7/2007-2013) gefördert.

## TERMINVORSCHAU

### VISION

Stuttgart, Deutschland 4. - 6. Nov 2014  
Messe Stuttgart, Stand 1-H 73

### Electronica

München, Deutschland 11. - 14. Nov 2014  
Messe München, Stand A4-113

### MEDICA

Düsseldorf, Deutschland 12. - 15. Nov 2014  
Messe Düsseldorf, Stand 3-E74

### BiOS Expo

San Francisco, U.S.A. 7. - 8. Feb 2015  
Moscone Center, Halle Süd, Stand 8707

### SPIE Photonics West

San Francisco, U.S.A. 10. - 12. Feb 2015  
Moscone Center, Halle Nord, Stand 4409

[www.ipms.fraunhofer.de/events.html](http://www.ipms.fraunhofer.de/events.html)

### Folgen Sie uns auch auf:



[facebook.com/FraunhoferIPMS](https://www.facebook.com/FraunhoferIPMS)



[twitter.com/FraunhoferIPMS](https://twitter.com/FraunhoferIPMS)



[xing.com/companies/fraunhoferipms](https://www.xing.com/companies/fraunhoferipms)



[linkedin.com/company/fraunhofer-ipms](https://www.linkedin.com/company/fraunhofer-ipms)

### Weitere Informationen:

Dr. Michael Scholles, Leiter Business Development & Strategy  
Tel. +49 351 88 23 201

E-Mail [info@ipms.fraunhofer.de](mailto:info@ipms.fraunhofer.de)

