

## **FORSCHUNG KOMPAKT**

03 | 2014 ||

### **1 Sicherheitswerkzeuge für die Industrie 4.0**

Ungesicherte computergesteuerte Fertigungsmaschinen und Netzwerke entwickeln sich in Produktionshallen zunehmend zu Einfallstoren für Datendiebe. Neue Sicherheitstechnologien können die sensiblen Daten dort direkt schützen.

### **2 Intelligentes Stromnetz für Elektro-Fuhrpark**

Um 30 Elektroautos zeitgleich aufladen zu können, ist ein ausgeklügeltes Energiemanagement erforderlich. Für die bundesweit größte Stromtankstelle entwickeln Forscher ein intelligentes Stromnetz. Dabei setzen sie auf einen Mix aus erneuerbaren Energien.

### **3 Effektive Wärmedämmung mit Holzschaum**

Dämmstoffe der Zukunft sollen nicht nur effizient, sondern auch klimaverträglich sein. Fraunhofer-Forscher entwickeln Dämmmaterial aus Holzschaum, das langfristig petrochemische Kunststoffe ersetzen könnte.

### **4 Interaktiver Simulator für Fahrzeuglenker**

Energieeffizienz, Betriebssicherheit oder Lebensdauer: Das Verhalten des Fahrers hat großen Einfluss auf ein Fahrzeug. Forscher haben einen Fahrsimulator entwickelt, der den »Faktor Mensch« für Entwicklungsingenieure berechenbarer machen soll.

### **5 LED-Lampen: Noch heller und stromsparender**

LEDs halten lange und sind energiesparend. Jetzt ermöglichen Forscher noch kompaktere LED-Lampen mit höherer Lichtleistung als kommerzielle Modelle. Der Schlüssel zum Erfolg sind Transistoren auf Basis des Halbleiters Galliumnitrid.

### **6 Hyperspektrale Bilddaten zum Sprinten bringen**

Ähnlich aussehende Materialien können durch ihr Farbspektrum eindeutig identifiziert werden. Die nötigen Daten liefern Hyperspektralkameras. Eine neue Software kann die großen Datenmengen in Echtzeit auswerten.

### **7 Virtuelles Untertagelabor hilft bei der Endlager-Suche**

Ein Endlager muss den radioaktiven Abfall eine Million Jahre sicher einschließen – ein Zeitraum, in dem viele komplexe Prozesse ablaufen. Diese untersuchen Forscher derzeit in Untertagelaboren. Ein virtuelles Untertagelabor vereinfacht künftig solche Analysen.

### **8 Kurzmeldungen**

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 67 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Rund 23 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von zwei Milliarden Euro. Davon erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft über 70 Prozent aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Die internationale Zusammenarbeit wird durch Niederlassungen in Europa, Nord- und Südamerika sowie Asien gefördert.

---

#### **Impressum**

FORSCHUNG KOMPAKT der Fraunhofer-Gesellschaft | Erscheinungsweise: monatlich | ISSN 0948-8375 | Herausgeber und Redaktionsanschrift: Fraunhofer-Gesellschaft | Unternehmenskommunikation | HansasträÙe 27c | 80686 München | Telefon +49 89 1205-1302 | presse@zv.fraunhofer.de | Redaktion: Beate Koch, Britta Widmann, Tobias SteinhäÙer, Franziska Kopold, Tina Möbius | Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten. Alle Pressepublikationen und Newsletter im Internet auf: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse). FORSCHUNG KOMPAKT erscheint in einer englischen Ausgabe als RESEARCH NEWS.



## Sicherheitswerkzeuge für die Industrie 4.0

FORSCHUNG KOMPAKT

03 | 2014 || Thema 1

Die Fräse bohrt sich mit metallischem Surren in das Werkstück. Noch einige letzte Bohrungen, und die Nockenwelle ist fertig. Die computergesteuerte Maschine hat ganze Arbeit geleistet – dank der digitalen Fabrikationsdaten, die zuvor auf den eingebetteten Rechner aufgespielt wurden. Alles läuft reibungslos, nur – die Informationen sind geklaut.

Fabrikationsdaten bestimmen den Fertigungsprozess eines Produkts und sind heute genauso wertvoll wie die Konstruktionspläne. Sie enthalten unverwechselbare Informationen über das Produkt und dessen Fertigung. Wer sie besitzt, benötigt lediglich die richtige Maschine und fertig ist das Plagiat oder die Fälschung. Während Konstruktionsdaten heute meist gut vor fremdem Zugriff geschützt sind, liegen Fabrikationsdaten oft ungesichert direkt auf den computergestützten Maschinen. Ein infizierter Rechner im Netzwerk oder ein USB-Stick reichen für den Datenklau aus. Oder der Hacker greift direkt das IT-Netzwerk an – zum Beispiel über ungesicherte Netzwerkkomponenten wie Router oder Schaltungen.

### Fabrikationsdaten beim Entstehen verschlüsseln

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Sichere Informationstechnologie SIT in Darmstadt zeigen vom 10. bis 14. März 2014 auf der CeBIT (Halle 9, Stand E40) wie diese Sicherheitslücken geschlossen werden können. Sie stellen beispielsweise eine Software vor, die Fabrikationsdaten bereits dann verschlüsselt, wenn sie entstehen. Integriert in Computer und Maschine stellt sie sicher, dass beide über einen geschützten Transportkanal miteinander kommunizieren und nur lizenzierte Aktionen ausgeführt werden. »Bisher existiert aus unserer Kenntnis kein vergleichbarer Schutz für Fabrikationsdaten, die direkt auf den Werkzeugmaschinen liegen«, sagt Thomas Dexheimer vom Security Testlab des SIT. Das digitale Rechtemanagement (DRM) regelt alle wichtigen Parameter des Auftrags, wie zum Beispiel Verwendungszweck oder Menge. Markenhersteller können so gewährleisten, dass auch externe Produzenten nur exakt die Menge produzieren, die sie zuvor vorgegeben hatten – und keine zusätzlichen Plagiate.

Dr. Carsten Rudolph, Kollege von Thomas Dexheimer, kümmert sich am SIT um sichere Netzwerke. Er zeigt auf der CeBIT sein Trusted-Core-Network. »Hacker können auch über ungesicherte Netzwerkkomponenten auf sensible Produktionsdaten zugreifen. Diese sind selbst kleine Rechner und lassen sich einfach manipulieren«, so der Abteilungsleiter »Trust and Compliance« am SIT. Um das zu verhindern, hat er eine Technologie aus dem Dornröschenschlaf geweckt, die weitestgehend ungenutzt in unseren PCs schlummert: das Trusted Platform Module. Dabei handelt es sich um einen kleinen Computerchip, der Daten ver- und entschlüsseln sowie digital unterschreiben kann. Eingebaut in eine Netzwerkkomponente zeigt er an, welche Software auf dieser läuft und gibt ihr eine unverwechselbare Identität. »Sobald sich die Software bei einer

Komponente ändert, registriert das die benachbarte und informiert den Administrator. Hackerangriffe können so schnell und einfach aufgespürt werden«, sagt Rudolph.

»Beide Sicherheitstechnologien sind wichtige Bausteine für das angestrebte Industrie 4.0-Szenario«, so Dexheimer. Der Begriff »Industrie 4.0« steht für die vierte industrielle Revolution. Nach Wasser- und Dampfkraft, elektrischer Energie sowie Elektronik und Informationstechnologie sollen nun cyber-physische Systeme und das Internet der Dinge in die Fabrikhallen einziehen. Cyber-physische Systeme sind in Maschinen eingebettete IT-Systeme, die über drahtgebundene beziehungsweise -lose Netze miteinander kommunizieren. »Diese Revolution kann nur funktionieren, wenn das geistige Eigentum ausreichend geschützt wird. Eine große Herausforderung, denn die Angriffsflächen der Produktions-IT werden durch die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung weiter zunehmen«, so Dexheimer.

Auf der CeBIT stellen die beiden Forscher mit einem CAD-Rechner und einem 3D-Drucker eine computergestützte Werkzeugmaschine nach. Die Sicherheitssoftware des SIT ist auf dem Computer und dem Drucker installiert. Auf dem Rechner werden die Daten verschlüsselt und vom Drucker wieder entschlüsselt. Dieser prüft auch die lizenzierten Rechte des Druckauftrags. Damit die Daten auch im Netzwerk sicher sind, haben die Wissenschaftler ein Trusted Platform Module in mehrere Router eingebaut und zeigen das als Demo. »Der Angreifer kann diese dort nicht hacken, weil er erst gar nicht an den eingebauten Schlüssel herankommt«, erklärt Rudolph.



**Um Anwendungen der Industrie 4.0 – wie die Visual-Computing-Lösungen des Fraunhofer IGD – zu schützen, entwickelt das Fraunhofer SIT Sicherheitslösungen zum Schutz von Menschen und Maschinen.« (© Fraunhofer IGD) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**

**Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT** | Rheinstraße 75 | 64295 Darmstadt | [www.sit.fraunhofer.de](http://www.sit.fraunhofer.de)

**Kontakt:** Thomas Dexheimer | Telefon +49 6151 869-151 | [thomas.dexheimer@sit.fraunhofer.de](mailto:thomas.dexheimer@sit.fraunhofer.de)

**Kontakt:** Dr. Carsten Rudolph | Telefon +49 6151 869-344 | [carsten.rudolph@sit.fraunhofer.de](mailto:carsten.rudolph@sit.fraunhofer.de)

**Presse:** Oliver Küch | Telefon +49 6151 869-213 | [oliver.kuech@sit.fraunhofer.de](mailto:oliver.kuech@sit.fraunhofer.de)

## Intelligentes Stromnetz für Elektro-Fuhrpark

FORSCHUNG KOMPAKT

03 | 2014 || Thema 2

Das Tankstellennetz für Elektroautos wird enger. In Deutschland kommt derzeit eine E-Ladestation auf zwei Stromer. Besonders in Großstädten und Ballungsräumen treiben Energieunternehmen den Ausbau voran. Über 2000 E-Zapfsäulen sind hierzulande bereits installiert. Die bundesweit größte Stromtankstelle befindet sich am Fraunhofer-Institutszentrum in Stuttgart: Im Parkhaus des Fraunhofer-Campus können bis zu 30 Elektrofahrzeuge Strom zapfen. 30 Wechselstrom-Ladestationen und eine Gleichstrom-Schnellladestation mit einer Leistung von 50 Kilowatt liefern die Energie. Damit kann ein Auto innerhalb von 20 Minuten volltanken. Sind alle Zapfsäulen belegt, fließen bis zu 340 Kilowatt. Das entspricht in etwa 20 Prozent der Last des gesamten Institutszentrums mit seinen 1500 Mitarbeitern. »Die Anforderungen durch das Laden der Fuhrparkflotte an das Energiesystem sind groß. Ohne ein intelligentes Lade- und Lastmanagement lässt sich eine solche Stromtankstelle meist nicht realisieren«, sagt Dipl.-Ing. Hannes Rose vom Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO. In ihrem »lebendigen Labor« erproben der Forscher und sein Team derzeit, wie sich E-Fuhrparks technisch managen lassen: Wie kann die Anlage möglichst effizient betrieben werden? Wie lässt sich sicherstellen, dass es zu Spitzenlastzeiten nicht zum Kurzschluss kommt? Wie muss ein intelligentes Stromnetz aufgebaut sein, um all diesen Anforderungen gerecht zu werden? Hierfür entwickeln die IAO-Wissenschaftler im Projekt »charge@work« gemeinsam mit der Daimler AG und dem Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement IAT der Universität Stuttgart die Ladeinfrastruktur und das Energiemanagement.

Ziel des Projekts: Ein Micro Smart Grid, sprich ein kleines, intelligentes Stromnetz, soll die Fahrzeugflotte mit Energie versorgen. Dabei setzen die Wissenschaftler ausschließlich auf regenerative Ressourcen: Im Lauf dieses Jahres werden am Institutszentrum eine Photovoltaik- und eine Kleinwindkraft-Anlage installiert, um den Fuhrpark zu betreiben. Zudem werden im Keller und auf dem Dach des IAO-Gebäudes ein Lithium-Ionen-Batteriespeicher sowie eine Redox-Flow-Batterie eingebaut, die Energie zwischenspeichern. Bei dem 30 Meter hohen Windrad handelt es sich um ein vertikales System mit einer Leistung von 10 Kilowatt, das nicht nach dem Wind ausgerichtet werden muss und günstig in der Anschaffung ist. Das Micro Smart Grid lässt sich autonom neben dem Netz des Energieversorgungsunternehmens (EVU) betreiben. »Sollte die gespeicherte Energie nicht ausreichen, kann es aber mit dem Netz des EVU verbunden werden«, sagt der Abteilungsleiter.

Die Besonderheit: Das intelligente Netz arbeitet mit Gleichspannung. »Sowohl Photovoltaikanlagen als auch Batteriespeicher nutzen Gleichspannung. Da bei der Umwandlung zwischen Wechsel- und Gleichstrom hohe Verluste entstehen, haben wir uns entschieden, ein Gleichstromnetz zu konzipieren«, erläutert der Ingenieur. Die Forscher bauen dazu nicht nur eine Software zum Energiemanagement auf, sondern auch eine Simulationsumgebung. Mit deren Hilfe können sie das Micro Smart Grid vorab ausle-

gen und verschiedene Szenarien wie unterschiedliche Wetterbedingungen durchspielen.

### **Bessere Versorgungssicherheit durch Micro Smart Grids**

Im Aufbau einer dezentralen Stromversorgung sieht Rose zahlreiche Vorteile, allen voran: es sichert die Versorgung. »Durch die Energiewende wird dem deutschen Stromnetz immer mehr abverlangt. Wind- und Photovoltaikanlagen erzeugen diskontinuierlich Strom, was nicht immer mit dem Strombedarf der Kunden übereinstimmt. Das Netz muss diese Schwankungen ausgleichen, das Risiko von Ausfällen nimmt zu. Mit einer dezentralen Stromversorgung und durch Optimieren des Energiemanagements steuern wir diesem Risiko entgegen. Zudem machen wir uns unabhängiger von der Entwicklung der Energiepreise, da wir kaum Strom einkaufen müssen.«

Im nächsten Schritt wollen die IAO-Forscher mit ihrem »lebendigen Labor« eine Testumgebung für Industriebetriebe, Systemanbieter, Stadtwerke, Kommunen und Verteilnetzbetreiber schaffen und das Potenzial der kleinen unabhängigen Netze ausloten: Im Innovationsnetzwerk Micro Smart Grid sollen in den kommenden zwei Jahren Interessierte die Möglichkeit erhalten, neuartige Konfigurationen und Betriebsstrategien zu erarbeiten. Am Fraunhofer Demonstrator können die Projektpartner ihre Hard- und Softwarekomponenten testen oder untersuchen, wie sich das Netz mit anderen Verbrauchern verbinden lässt, etwa um die Klimaanlage eines Gebäudes zu betreiben oder weitere Produktionsanlagen zu integrieren. »Langfristiges Ziel ist es, einzelne, lokale Energienetze zu einem großen Smart Grid zusammenzuführen«, so Rose. Ein virtuelles Modell ihres intelligenten Stromnetzes präsentieren die Forscher vom 7. bis 11. April auf der Hannover Messe am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand in Halle 2, Stand D18.



**30 Elektroautos können im Parkhaus am Fraunhofer Institutszentrum in Stuttgart zeitgleich Strom zapfen. (© Victor S. Brigola/Fraunhofer IAO) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**



## Effektive Wärmedämmung mit Holzschaum

FORSCHUNG KOMPAKT

03 | 2014 || Thema 3

Klimaschutz ist heute Pflicht für jeden Bauherren: Erst im vergangenen Oktober hat die Bundesregierung die Energie-Einsparverordnung für Gebäude nochmals verschärft. Immobilien müssen künftig mit noch weniger Energie auskommen als bisher. Um die strengen Anforderungen zu erfüllen, ist eine gute Wärmedämmung von Wänden und Dächern das A und O. Sie verhindert, dass große Teile der kostbaren Heizenergie ungenutzt nach draußen entweichen. Dazu wird die Gebäudefassade mit wärmedämmenden Materialien ausgekleidet – klassischerweise kommen dabei Hartplatten oder elastische Schaumstoffe auf Basis von petrochemischen Kunststoffen zum Einsatz. Solche Materialien lassen sich zwar günstig und einfach produzieren und besitzen gute Dämmeigenschaften – besonders umweltfreundlich sind sie allerdings nicht. Aus diesem Grund sollen Materialien aus nachwachsenden Naturstoffen erdölbasierte Produkte längerfristig ersetzen.

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Holzforschung WKI in Braunschweig verfolgen einen vielversprechenden Ansatz: Sie haben ein Verfahren entwickelt, mit dem sich aus Holzpartikeln Schaumstoff herstellen lässt. »Unser Holzschaum lässt sich genauso einsetzen wie klassische Kunststoffschäume, ist dabei aber ein hundertprozentiges Naturprodukt aus nachwachsenden Rohstoffen«, erklärt Prof. Volker Thole vom WKI. Um den Schaum herzustellen, wird das Holz zunächst in feine Partikel zermahlen, bis eine schleimige Masse entsteht. In diese Suspension wird dann Gas geleitet, um sie aufzuschäumen. Anschließend wird der Schaum ausgehärtet, wobei die holzeigenen Stoffe den Härtungsprozess unterstützen. Ein alternatives Herstellungsverfahren basiert auf speziellen chemischen Prozessen. »Man kann sich das ähnlich wie beim Backen vorstellen, wenn der Teig im Ofen aufgeht und fest wird«, erklärt Prof. Thole. Das Ergebnis ist ein leichter Grundwerkstoff, der sich entweder zu Hartschaumplatten oder elastischen Schaumstoffmatten weiterverarbeiten lässt.

### Dämmeigenschaften wie von klassischen Kunststoffschäumen

Zwar gibt es heute bereits Dämmstoffe auf Holzbasis, etwa Vliese aus Holzfasern oder Holzwolle. Diese haben den Nachteil, dass sie faserig und weniger formstabil sind als Dämmmaterialien aus Kunststoff. »Oftmals sinken Dämmvliese aus Holzfasern im Laufe der Zeit durch Temperaturschwankungen und Feuchtigkeit in der Mitte ein. Dadurch geht ein Teil der Dämmwirkung verloren«, so Prof. Thole. Der am WKI entwickelte Holzschaum kann dagegen mit klassischen Kunststoffschäumen mithalten: »Wir haben unsere Schaumprodukte nach den Normen, die für Dämmstoffe gelten, analysiert und in Hinblick auf die wärmedämmenden, mechanischen und hygrischen – also die Feuchtigkeit betreffenden Eigenschaften viel versprechende Werte erhalten«, so Thole.

Derzeit experimentieren die Braunschweiger Wissenschaftler mit verschiedenen Holzarten, um herauszufinden, welche Baumarten sich besonders gut als Grundstoff eignen.

Darüber hinaus gilt es nun, geeignete Prozesse zu identifizieren, mit denen sich solche Holzschäume auch im großen Maßstab industriell fertigen lassen. Dabei sind die Einsatzmöglichkeiten des innovativen Werkstoffs nicht auf Dämmung begrenzt: Auch Verpackungen lassen sich auf Basis von Holzschäum herstellen – diese könnten auf lange Sicht das ebenfalls erdölbasierte Styropor ersetzen.



**Diese Holzschäumplatte ist ein hundertprozentiges Naturprodukt aus nachwachsenden Rohstoffen.**  
(© Fraunhofer WKI) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)



## Interaktiver Simulator für Fahrzeuglenker

FORSCHUNG KOMPAKT

03 | 2014 || Thema 4

Simulationen sind in der Automobil- und Nutzfahrzeugindustrie ein wichtiges Entwicklungswerkzeug – denn sie erlauben einen Blick in die Zukunft: Mit ihrer Hilfe lassen sich Eigenschaften von Fahrzeugkomponenten wie etwa Unfallverhalten, Zuverlässigkeit oder Energieeffizienz untersuchen, bevor das erste Bauteil gefertigt wird. Um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten, müssen jedoch alle Einflüsse, denen das Fahrzeug im späteren Betrieb ausgesetzt ist, berücksichtigt werden – auch die des Menschen.

Forscher am Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern haben mit RODOS (Robot based driving and operation simulator) einen interaktiven Fahrsimulator entwickelt, mit dem sich auch das Zusammenspiel zwischen Mensch und Fahrzeug realitätsnah analysieren lässt. »Das Fahrerverhalten ist eine entscheidende Einflussgröße, die oft noch unzureichend in den Rechenmodellen berücksichtigt wird«, so Dr. Klaus Dreßler vom ITWM. Zwar gibt es Algorithmen, die den »Faktor Mensch« in der Simulation nachstellen sollen – doch diese werden der Komplexität des menschlichen Verhaltens nicht gerecht. Die Forscher am ITWM setzen daher auf das Konzept der hybriden Simulation. Das bedeutet, ein realer Mensch agiert innerhalb einer Simulationsumgebung – ein bekanntes Beispiel dafür sind Flugsimulatoren, in denen Piloten regelmäßig Extremsituationen üben. In der Automobil- und Nutzfahrzeugbranche verfügen bislang nur wenige Hersteller über derartige Anlagen, deren Entwicklung sehr aufwändig und teuer ist.

### Riesiger Greifarm simuliert Bremsvorgänge und Kurven

Der Anlagenaufbau am ITWM besteht aus einer realen Fahrzeugkabine, in der die Testperson wie gewohnt Lenkrad, Gas oder Bremse bedienen kann. Die Fahrerkabine ist mit einem 6-achsigen Robotersystem verbunden, das wie ein riesiger Greifarm aussieht und durch Kippen oder Drehen Beschleunigungen, Bremsvorgänge oder das Fahren enger Kurven simulieren kann. »Mit unserem Roboter haben wir dabei einen viel größeren Bewegungsspielraum als mit heute üblicherweise eingesetzten Kinematik-Systemen. Gleichzeitig ist der Platzbedarf sehr gering«, so Projektleiter Michael Kleer.

Damit die Testperson sich authentisch verhält, muss sie das Gefühl haben, sich tatsächlich in einem fahrenden Auto zu befinden. Passen die Bewegungen des Simulators dabei nicht mit den visuellen Eindrücken zusammen, beeinflusst das nicht nur die Reaktion, sondern kann sogar zu Symptomen wie Schwindel und Übelkeit führen: Die Simulatorkrankheit wird wie die Reise- oder Seekrankheit durch widersprüchliche Sinneswahrnehmungen ausgelöst. »Um solche unangenehmen Begleiterscheinungen zu verhindern, entwickeln wir unsere Motion-Cueing-Algorithmen, welche die Steuersignale für den Roboter generieren, zusammen mit Kognitionsforschern«, erklärt Dreßler. Auf Grundlage dieses interdisziplinären Wissens lassen sich die Simulatorbewegungen so optimieren, dass sie von der Testperson als sehr natürlich wahrgenommen werden.

Gleichzeitig sorgt ein riesiger Projektionsdom dafür, dass auch visuell der Eindruck einer realen Fahrt entsteht. 18 Projektoren ermöglichen situationsbezogen eine optimale Rundumsicht. »Man kann sich das ungefähr vorstellen wie in einem IMAX-Kino«, so Dreßler.

Fahrsimulationen, die auch menschliche Einwirkungen auf ein Fahrzeug berücksichtigen, dürften künftig an Bedeutung gewinnen: Allein durch die steigende Zahl an Assistenzsystemen wird die Mensch-Maschine-Schnittstelle im Automobil immer bedeutsamer. Die Anforderungen an eine Simulation werden dabei zusehends spezifischer. »Darin liegt ein weiterer Vorteil unseres Konzepts: Alle Algorithmen sind Eigenentwicklungen – wir können die einzelnen Parameter deshalb auch an projektspezifische Fragestellungen anpassen«, sagt Kleer.

Die Simulationsanlage am ITWM ist bereits in Betrieb – derzeit laufen dort zwei Projekte in Zusammenarbeit mit der Volvo Construction Equipment. Die Forscher zeigen die Technologie vom 7. bis 11. April auf der Hannover Messe am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand Digital Factory (Halle 7, Stand B10).



**Der Fahrzeugsimulator des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM hat 18 Kameras, die ihre Bilder auf eine riesige Kuppel projizieren. Die Fahrerkabine kann nahezu jede Fahrsituation simulieren. (© Fraunhofer ITWM) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**



## LED-Lampen: Noch heller und stromsparender

Glühbirnen sind mittlerweile in der EU verboten und Energiesparlampen sehr umstritten. Ab 2016 kommt auch das Aus für Halogenlampen mit mehr als zehn Watt. Damit hat die LED (Licht-emittierende Diode) beste Chancen, das Leuchtmittel der Zukunft zu werden. LED-Retrofit-Lampen, die in Glühbirnenfassungen passen, werden Experten zufolge ab 2015 erstmals einen höheren Marktanteil als klassische Energiesparlampen erreichen. Bis zum Jahr 2020 wird ein LED-Anteil in der Beleuchtung von 88 bis 90 Prozent prognostiziert. Die winzigen Dioden bieten zahlreiche Vorteile: Sie sind die umweltfreundlichsten Lichtquellen, da sie keine schädlichen Stoffe beinhalten, weniger Energie verbrauchen, und mit einer Laufzeit von 15 000 bis zu 30 000 Stunden eine höhere Lebensdauer als herkömmliche Lichtquellen besitzen. Sofort nach dem Einschalten strahlen sie in voller Helligkeit.

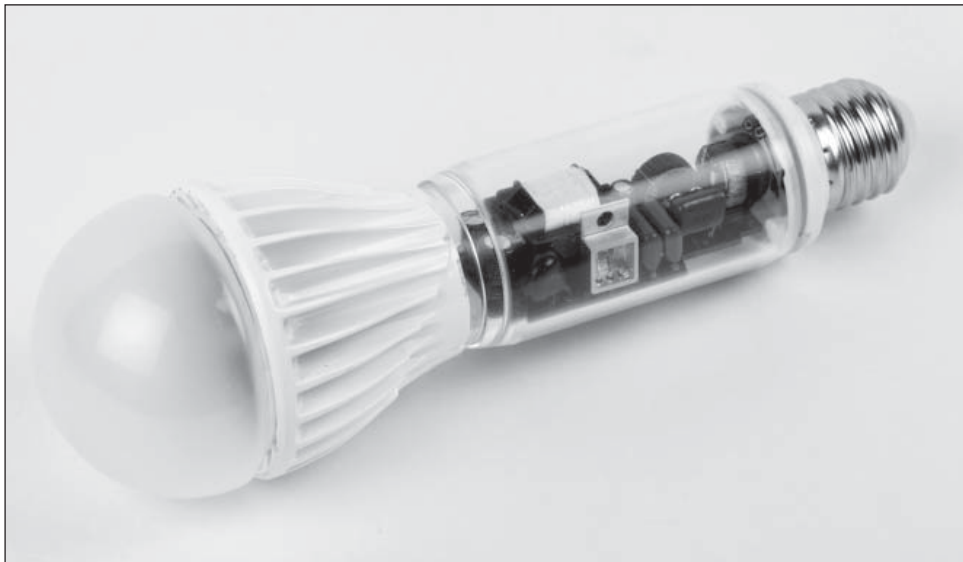
### Treiber mit geringerem Kühlbedarf

LEDs haben jedoch eine Schwachstelle: Sie reagieren sehr empfindlich auf Stromschwankungen und Spannungsspitzen. Um einwandfrei funktionieren zu können, benötigen sie einen Treiber, der ständig für einen konstanten Strom sorgt. Der Treiber, der den Wechselstrom aus dem Netz in Gleichstrom mit reduzierter Spannung wandelt, bestimmt maßgeblich die Lichtausbeute und Lebensdauer der gesamten LED-Lampe. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an die Treiberelektronik. Forscher am Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF in Freiburg setzen auf Spannungswandler mit Transistoren, die auf Galliumnitrid (GaN) basieren. In den Praxistests der Wissenschaftler erwiesen sich die entwickelten Treiber mit dem neuen Halbleitermaterial als äußerst robust. Bauteile aus GaN können bei höheren Strömen, Spannungen und Temperaturen betrieben werden als herkömmliche Transistoren aus Silizium. »Wärme beeinflusst neben der Helligkeit die Lebensdauer der LED-Leuchte«, sagt Dr. Michael Kunzer, Gruppenleiter am IAF.

### Galliumnitrid-Transistoren schalten mit hoher Frequenz

Galliumnitrid-Transistoren lassen sich zusätzlich bei hohen Frequenzen schalten. Die Schaltgeschwindigkeit beeinflusst dabei maßgeblich die Größe der in den Treibern als Energiespeicher verbauten Spulen und Kondensatoren. Die Schaltgeschwindigkeit eines GaN-basierten Treibers kann bis zu einem Faktor 10 höher ausgelegt werden, als die des Pendanten aus Silizium. »Auf einer kleineren Fläche sind somit kostengünstigere Schaltungen möglich. Die LED-Lampe kann insgesamt kompakter und leichter konstruiert werden, sie bringt aber dennoch die gleiche oder eine höhere Lichtleistung«, erläutert Kunzer. Da die Energiespeicher die Herstellungskosten erheblich beeinflussen, könnte sich dies durchaus positiv auf den Preis auswirken.

Aufgrund der positiven Eigenschaften des neuen Halbleitermaterials ist es Kunzer und seinem Team gelungen, den Wirkungsgrad des GaN-Treibers auf 86 Prozent zu steigern. Er liegt damit ein bis vier Prozent über dem Wert der Pendants aus Silizium. Zudem erzielten die Leuchten eine doppelt so hohe Lichtleistung wie derzeit verfügbare LED-Lampen mit Siliziumtransistoren: Während LED-Retrofit-Lampen mit Siliziumbauelementen einen Lichtstrom von etwa 1000 Lumen – das Maß für die Helligkeit – erreichen, kommen die Forscher vom IAF auf 2090 Lumen. »20 Prozent des weltweiten Stromverbrauchs gehen auf das Konto der Beleuchtung. Hier lohnt sich das Sparen besonders. Die Effizienz der LED-Treiber ist dabei eine nicht zu unterschätzende Größe, sie ist ein wichtiger Faktor, um Energie zu sparen. Denn je höher die Lichtausbeute beziehungsweise der Wirkungsgrad ausfällt, desto geringer ist der Stromverbrauch. Geht man davon aus, dass LEDs im Jahr 2020 einen Marktanteil von fast 90 Prozent haben, tragen sie erheblich zum Umweltschutz bei«, sagt Kunzer. Einen Demonstrator ihrer energiesparenden Retrofit-LED präsentieren die Forscher vom 7. bis 11. April auf der Hannover Messe am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand in Halle 2, Stand D18.



Transistoren aus Galliumnitrid ermöglichen die kompakte Bauweise dieser zu Schauzwecken auseinandergezogenen Retrofit-LED-Lampe mit 2090 Lumen. (© Fraunhofer IAF) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)



## Hyperspektrale Bilddaten zum Sprinten bringen

FORSCHUNG KOMPAKT

03 | 2014 || Thema 6

Kameras mit Hyperspektralsensoren sehen mehr als das menschliche Auge. Im Gegensatz zur Netzhaut, die nur drei Farbrezeptoren für Rot, Grün und Blau hat, erzeugen sie pro Bildpixel 130 verschiedene Farbwerte. Unterschiedliche Materialien lassen sich mit dieser hohen farblichen Auflösung einwandfrei auseinander halten – auch wenn sie für das menschliche Auge auf den ersten Blick gleich erscheinen. Denn jedes Material hat ein individuelles Farbspektrum, abhängig davon, wie seine Oberfläche Licht reflektiert. Die hyperspektrale Technik kommt überall dort zum Einsatz, wo Oberflächen genau untersucht werden müssen: zum Beispiel bei der Suche nach Bodenschätzen, der Qualitätskontrolle in der Produktion oder der Lebensmittelfertigung sowie dem Umweltmonitoring aus der Luft. Die aktuell verfügbaren Systeme verarbeiten die Informationen jedoch nur sehr langsam. Denn bei den Analysen fallen große Datenmengen an. Bei Hyperspektralkameras, die gleichzeitig Videobilder aufnehmen, kann das bis zu einem Gigabyte pro Minute sein. Oft hinkt die Auswertung nach oder ist schlichtweg nicht möglich.

Das Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB stellt auf der CeBIT vom 10. bis 14. März in Hannover den SpectralFinder vor – eine Software, die große hyperspektrale Datenmengen mobil erfassen und in Echtzeit auswerten kann (Halle 9, Stand E40). Eine zwingende Voraussetzung, beispielsweise, wenn man dies bei der Fließbandfertigung tun will. »Unsere Kompetenz liegt im Handling großer Datenmengen, der Echtzeitfähigkeit und der intuitiven Bedienbarkeit«, so Dr. Wolfgang Middelman, der am IOSB die zuständige Forschergruppe Bildinterpretation leitet. Die Technologie erstellt aus den unterschiedlichen Farbspektren, die die Kamera aufnimmt, ein 130-kanaliges Bild der Oberfläche. »Man kann sich das wie eine Landkarte vorstellen, auf der Seen, Städte, Straßen, Felder und Berge farblich unterschiedlich eingezeichnet sind«, beschreibt Caroline Stolka, Mitarbeiterin in der Forschergruppe. Klickt der Nutzer am Monitor auf einen der Bildbereiche, zeigt ein Algorithmus sofort an, wo sich ähnliche Oberflächen auf den Livebildern befinden. Das geschieht, indem die Software die 130 Farbwerte des angeklickten Bildbereichs mit denen der restlichen Bildpixel vergleicht und diejenigen Flächen anzeigt, deren Farbwerte am besten übereinstimmen. »Das funktioniert auch, wenn sich die Kamera oder das Objekt bewegen. Die Materialien lassen sich bereits klassifizieren, während die Daten noch erhoben werden«, sagt Stolka.

### Kompaktes System für den Umweltschutz

Die Technik liegt als Prototyp vor, mögliche Anwendungsszenarien haben die Forscher erfolgreich im Labor getestet. Das Gesamtsystem besteht aus einer Hyperspektralkamera und einem angeschlossenen Computer, auf dem der SpectralFinder aufgespielt ist. Die Technologie ist kompakt und kann in der Hand gehalten werden. »Diese Art, das Material mobil zu detektieren und zu klassifizieren, bietet einen hohen Nutzen in

den unterschiedlichsten Bereichen, zum Beispiel dem Umweltmonitoring am Boden und aus der Luft«, so Middelmann. Die Wissenschaftler haben die Software so programmiert, dass sie die aufgenommenen Farbspektren auch mit einer angeschlossenen Materialdatenbank abgleichen können. Das System funktioniert aus großer Entfernung, zum Beispiel bei Aufnahmen aus der Luft. Die Technologie könnte helfen, Landschaften sauber zu halten, indem sie Verschmutzungen schnell aufspürt. Für Land- und Forstwirtschaft liefert sie wichtige Informationen über Gesundheitszustand und Schädlingsbefall oder unterstützt den Gewässerschutz, indem sie Gefährdungsgebiete für Deichbrüche frühzeitig erkennt.

Besucher des CeBIT-Gemeinschaftsstands der Fraunhofer-Gesellschaft können den SpectralFinder testen: Sie können die Kamera vor einer Materialwand bewegen, deren Liveaufnahmen auf dem Monitor ansehen und die Software anwenden. Sie haben die Möglichkeit, Gegenstände aus der Welt des Bergbaus zu untersuchen ebenso wie Dinge, die beim Umweltmonitoring eine Rolle spielen. Die Wissenschaftler bieten ihre Technologie auch in einem virtuellen Labor an. Ein erstes Szenario ist ebenfalls auf der CeBIT zu sehen.



**Kunstrasen (links) oder Vegetation (rechts)?: Der Spectralfinder erkennt Oberflächen an deren Farbspektrum – in Echtzeit. (© Fraunhofer IOSB) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**

## Virtuelles Untertagelabor hilft bei der Endlager-Suche

FORSCHUNG KOMPAKT

03 | 2014 || Thema 7

Der Ausstieg aus der Atomenergie ist beschlossene Sache – spätestens im Jahr 2022 soll er in Deutschland beendet sein. Doch wohin mit den entstandenen radioaktiven Abfällen? Geeignete Orte für Endlager müssen schnellstmöglich gefunden werden – kein einfaches Unterfangen: Die Abfälle sollen für eine Million Jahre von der Biosphäre abgeschlossen werden, so die Forderung. Um zu untersuchen, ob ein möglicher Standort auch wirklich zum Endlager taugt, muss dort zunächst eine solche Lagerstätte samt den technischen Einrichtungen konzipiert, geplant und geprüft werden. In einem Endlager laufen verschiedene physikalische und chemische Prozesse ab, die sehr komplex sind und sich gegenseitig beeinflussen – so kann sich etwa das Gestein durch die eingelagerten Abfälle erwärmen und Gase können sich entwickeln. Bislang untersuchen Forscher diese Prozesse in Untertagelaboren, wie es sie momentan in Mont Terri in der Schweiz, in Äspö in Schweden, aber auch in Frankreich und Belgien gibt. Deutsche Wissenschaftler müssen für ihre Experimente also immer wieder ihre Koffer packen und zu den Bergwerken reisen, wo sie beispielsweise prüfen, wie gut Verschlussysteme dicht halten. Der Untersuchungszeitraum ist jedoch begrenzt: Denn all diese Tests lassen sich nur einige Jahre lang durchführen.

### Bergwerke virtuell anlegen und untersuchen

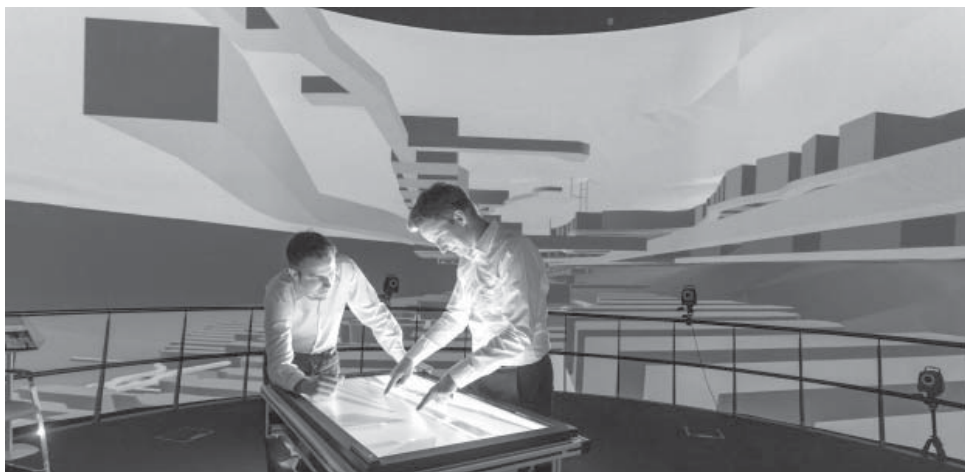
Die Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit GRS, die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe BGR und die DBE Technology GmbH als wichtigste Endlager-Forschungsinstitutionen benötigen daher eine Ergänzung zu den realen Untertagelaboren. In ihrem Auftrag entwickeln Forscher am Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg das weltweit erste virtuelle Untertagelabor VIRTUS. Die VIRTUS-Softwareplattform ist die zentrale Komponente des virtuellen Untertagelabors. Alle Gegebenheiten sind dort realistisch dargestellt – seien es die Gesteinsarten des Untergrunds oder die physikalischen oder chemischen Prozesse, die im Bergwerk ablaufen. An seinem Schreibtisch sitzend, kann der Forscher in einem realistischen Szenario virtuelle Experimente durchführen und die Konzepte und Standorte für Endlager bis ins Kleinste überprüfen.

In einem ersten Schritt stellen die Wissenschaftler die geologischen Formationen am Standort nach. Da es bislang noch keine konkreten Standorte für die Endlager gibt, arbeiten sie mit einem generischen Modell – die Gesteinsformationen sind realistisch aufgebaut, stellen aber keinen wirklichen Standort nach. »Zunächst einmal geht es darum, die Leistungsfähigkeit von VIRTUS an Hand erster Rechnungen zu überprüfen«, sagt Steffen Masik, Ingenieur am IFF. In dieser Gesteinsformation kann der Nutzer das virtuelle Endlager anlegen. Er hat dabei vielfältige Freiheiten: So definiert er, in welcher Tiefe sich das Bergwerk befinden soll: wie groß, hoch und breit es ist. Ebenso kann er ein vorab erstelltes Grubengebäude – also die Gesamtheit aller unterirdischen Hohl-

räume – hochladen und bestimmen, wo sich die Bohrlöcher oder Strecken befinden sollen, in die die radioaktiven Abfälle eingelagert werden.

Haben sie ein Grubengebäude erstellt, können die Wissenschaftler ihre Untersuchungen starten und einen Bereich des Bergwerks auswählen. Eine spezielle Schnittstelle übermittelt die räumliche Auswahl und die Daten der Grube an einen Simulator. Dieser berechnet etwa, wie sich die Temperatur im Bergwerk durch die radioaktiven Abfälle erhöht. Die Ergebnisse werden in VIRTUS anschaulich dargestellt. Der Nutzer kann sich auch Schnitte durch das Gestein anzeigen lassen, samt der dort herrschenden Temperaturen. Ebenso lassen sich mechanische Spannungen errechnen und damit die Wahrscheinlichkeit für eine Rissbildung. Auch Durchlässigkeiten für Wasser oder andere Flüssigkeiten und Gase können die Forscher genau unter die Lupe nehmen. VIRTUS zeigt alle Berechnungen gemeinsam mit dem geologischen Modell an. »Die Software stellt die berechneten thermischen, hydraulischen und mechanischen Prozesse in einem Endlager visuell dar – ebenso wie ihre komplexen Wechselwirkungen untereinander«, sagt Klaus Wiczorek, der bei der GRS im Bereich der Endlagersicherheitsforschung arbeitet und das Projekt leitet.

Ende April soll ein erster Prototyp von VIRTUS verfügbar sein: Im 360-Grad-Großprojektionssystem des Virtual Development und Training Center VDTC in Magdeburg erhalten Besucher zukünftig Einblicke, was in einem Endlager geschieht und wie die Simulationsergebnisse aussehen. »Für uns ist dies eine gute Gelegenheit, um das Vertrauen der Bürger in unsere Arbeit zu gewinnen und das Verständnis für Entscheidungen zu wecken«, sagt Wiczorek.



**Virtuelles Modell eines UntertageLABors in einer 360-Grad-Darstellung im Fraunhofer IFF. Wenn alle Betroffenen die Details vor Augen haben, lassen sich Entscheidungsprozesse einfacher gestalten. (© Dirk Mahler) | Bild in Farbe und Druckqualität: [www.fraunhofer.de/presse](http://www.fraunhofer.de/presse)**





## Produktionsprozesse kostenoptimal und schnell anpassen

Der Anruf des Smartphoneherstellers kam überraschend: Statt der geplanten Menge an elektronischen Bauteilen benötigt er nun die doppelte Anzahl – und das zwei Wochen früher. Ein typisches Szenario für Elektronikzulieferer: Individuelle Kundenwünsche zwingen die meist mittelständischen Firmen zu immer flexibleren Produktionsabläufen. Ein komplexer Prozess: Arbeiterschichten, Maschinenkapazitäten, Lagerfertigungsquoten – alles muss in kurzer Zeit und meist über mehrere Standorte hinweg umorganisiert werden. Doch was ist die kostengünstigste Lösung? »Es gibt Software, die hilft, Kapazitäten zu planen. Aber ich kenne kein Produkt, das die Anpassungen nach Kosten bewertet und die kostengünstigste Variante ausrechnet – und dabei nahezu alle denkbaren Aspekte berücksichtigt«, sagt Christian Morawetz von Fraunhofer Austria, der österreichischen Fraunhofer-Tochter.

Zusammen mit der Universität Wien und den Unternehmen Adaptive, flexis und Melecs hat der Wissenschaftler deshalb KoKa entwickelt. Sind alle notwendigen Daten geladen, genügt bei der Software ein Klick: Der Anwender sieht sofort, wie teuer die Maßnahmen sind, die notwendig sind, um die Produktion anzupassen und erhält aus diesen Informationen einen optimalen Produktionsplan. Praxistests haben gezeigt, dass sich dadurch bis zu sieben Prozent der Fertigungskosten einsparen lassen. »Bei einem Unternehmen, das elektronische Bauteile fertigt und im Jahr 100 Mio Euro Umsatz macht, können das bis zu 1,4 Mio Euro jährlich sein«, beschreibt Morawetz den Mehrwert der marktreifen Technologie.

### Fraunhofer Austria Research GmbH

Theresianumgasse 27 | 1040 Wien, Österreich | [www.fraunhofer.at](http://www.fraunhofer.at)

**Kontakt:** Christian Morawetz | Telefon +43 676 888 616 08 | [christian.morawetz@fraunhofer.at](mailto:christian.morawetz@fraunhofer.at)

**Presse:** Marie-Therese Wagner | Telefon +49 676 888 616 17 | [marie-therese.wagner@fraunhofer.at](mailto:marie-therese.wagner@fraunhofer.at)

## Reges Treiben in sicheren Bahnen

Große Menschaufkommen auf Flughäfen, Bahnhöfen oder in Stadien stellen die Verantwortlichen vor besondere Herausforderungen in puncto Sicherheit. Hier setzt das deutsch-französische Forschungsprojekt SAFEST (Social-Area Framework for Early Security Triggers at Airports) an: Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Offene Kommunikationssysteme FOKUS entwickeln mit Partnern aus Industrie und Forschung ein Gefahrenerkennungs- und Krisenmanagementsystem für stark frequentierte öffentliche Bereiche. Koordiniert wird SAFEST von der Freien Universität Berlin.

Das Team verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz: Ein intelligentes Leitsystem erkennt Menschenmengen mit Infrarottechnik und führt sie über das örtliche WLAN mithilfe ihrer Mobiltelefone zielgerichtet aus der Gefahrenzone. So lässt sich eine geordnete

.....  
**FORSCHUNG KOMPAKT**

03 | 2014 || Kurzmeldungen  
.....

Evakuierung besser bewerkstelligen als mit herkömmlichen Leitsystemen. Zudem muss das Sicherheitspersonal sofort erkennen, wenn sich Unbefugte Zutritt zu sicherheitsrelevanten Bereichen verschaffen. Hierfür unterscheiden Sensorsysteme zufälliges von beabsichtigtem Eindringen. Die Leitwarte bewertet die Lage dann.

Basis des Sicherheitssystems ist RIOT, ein Open-Source-Betriebssystem für das Internet der Dinge, das Forscher auf der CeBIT vorstellen. RIOT kann umliegende Kleinstgeräte schnell und kostengünstig in das Gefahrenerkennungssystem integrieren. Im Notfall könnte SAFEST so beispielsweise über die Lichtsteuerung des Gebäudes einen Notfall signalisieren bzw. Fluchtwege markieren.

#### **Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS**

Kaiserin-Augusta-Allee 31 | 10589 Berlin | [www.fokus.fraunhofer.de](http://www.fokus.fraunhofer.de)

**Kontakt:** Stefan Pfennigschmidt | Telefon +49 30 3463-7574 | [stefan.pfennigschmidt@fokus.fraunhofer.de](mailto:stefan.pfennigschmidt@fokus.fraunhofer.de)

**Presse:** Niklas Reinhardt | Telefon +49 30 3463-7594 | [niklas.reinhardt@fokus.fraunhofer.de](mailto:niklas.reinhardt@fokus.fraunhofer.de)

#### **Produktionseffizienz: Akkugeräte an die virtuelle Leine nehmen**

Die Abteilung Leistungsoptimierte Systeme des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS in Nürnberg beschäftigt sich mit der Frage, wie Bewegungen von Gegenständen und Personen erfasst werden können. Das ist für viele Anwendungen interessant: Fahrzeuge, die Verkehrsteilnehmer automatisch erkennen und Zusammenstöße vermeiden. Ein Algorithmus, der weiß, ob Menschen am Boden liegen oder gestürzt sind. Für die CeBIT haben die Wissenschaftler ihre softwarebasierte Technologie auf den industriellen Produktionsraum übertragen. Dort ist es beispielsweise wichtig zu wissen, ob Werkzeuge richtig eingesetzt werden und – im Fall von kabellosen Geräten – ob sich diese auch an ihrem vorgesehenen Ort befinden.

Die Software des IIS ist in der Lage, die Bewegungen der Werkzeuge und deren Position zu bestimmen. Die nötigen Daten erhält der Algorithmus von Sensoren, die direkt im Gerät integriert sind. Per Bluetooth werden die Ergebnisse an eine zentrale Stelle im Unternehmen weitergeleitet und dort mit den vorgegebenen Einsatzszenarien abgeglichen. Stimmen die Werte nicht überein, wird dies in der Zentrale und per LED am Gerät angezeigt. »Auch Akkuschauber sind so an der virtuellen Leine – und geben transparent Auskunft, ob sie effizient arbeiten«, sagt Jochen Seitz vom Fraunhofer IIS. Besucher können die Technologie auf der CeBIT vom 10. bis 14. März am Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft in Halle 9 selbst testen (Stand E40).

#### **Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS**

Nordostpark 93 | 90411 Nürnberg | [www.iis.fraunhofer.de](http://www.iis.fraunhofer.de)

**Kontakt:** Jochen Seitz | Telefon +49 911 58061-6461 | [jochen.seitz@iis.fraunhofer.de](mailto:jochen.seitz@iis.fraunhofer.de)

**Presse:** Angela Raguse | Telefon +49 9131 776-5105 | [angela.raguse@iis.fraunhofer.de](mailto:angela.raguse@iis.fraunhofer.de)

---