

FORSCHUNG KOMPAKT

02 | 2015 ||

1 Künstlicher Mini-Organismus statt Tierversuche

Tierversuche sind in der medizinischen Forschung bislang ein notwendiges Übel. Fraunhofer-Forscher haben eine viel versprechende Alternative entwickelt: In einem Chip bauen sie einen Miniorganismus auf. Damit lassen sich die komplexen Stoffwechselfvorgänge im menschlichen Körper realitätsnah analysieren.

2 Vernetzte IT für neue Geschäftsmodelle auf dem Land

Immer mehr Menschen ziehen vom Land in die Stadt. Zurück bleiben bröckelnde Infrastrukturen, die den Alltag erschweren. Einige Menschen wehren sich gegen diesen Trend. Jetzt bekommen sie Unterstützung von Forschern: Auf der CeBIT stellen diese vor, wie sie mit vernetzter IT neue Geschäftsmodelle auf dem Land schaffen wollen.

3 Sicher produzieren in der Industrie 4.0

Produktionsanlagen und Komponenten der Industrie 4.0 sind ans Internet angebunden, miteinander vernetzt und damit angreifbar. Fraunhofer-Forscher bieten mit einem IT-Sicherheitslabor eine Testumgebung, um Attacken auf diese Netze zu simulieren und Lücken aufzuspüren. Auf der Hannover Messe stellen sie ihre Möglichkeiten vor.

4 Skalierbarer Elektroantrieb für Busse, Trucks und Co.

Elektroautos liegen im Trend. Doch noch sind die Antriebsachsen für die Stromer zu schwer, zu teuer und zu groß. Fraunhofer-Forscher konzipierten daher gemeinsam mit Partnern ein optimiertes Achsmodul für Nutzfahrzeuge: Es ist leistungsstark, leicht, kompakt und günstig. Die Besonderheit: Der Motor ist direkt in die Achse integriert.

5 Fitness-Spiel für körperlich Geschädigte

Moderne IT kann das Fitnesstraining von Menschen mit körperlichen Einschränkungen abwechslungsreicher machen. Aber was wird genau benötigt? Diese Frage hat Fraunhofer Contergan-Geschädigten gestellt. In enger Zusammenarbeit ist ein IT-basiertes Fitnesstraining entstanden, das die Nutzer durch spieltypische Elemente motiviert.

6 Wertvolle Stoffe in Hüttenhalden finden

Metallische Rohstoffe sind hierzulande knapp. Deutschland ist auf Importe angewiesen. Dabei lagern einige dieser wertvollen Materialien unbeachtet in Halden. Fraunhofer-Forscher erstellen nun ein deutschlandweites Ressourcenkataster: Es verrät, wo sich solche Lagerstätten befinden und welche Metalle sich dort verbergen.

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 bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von zwei Milliarden Euro. Davon erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft etwa 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 | Kommunikation | HansasträÙe 27c | 80686 München | Telefon +49 89 1205-1302 | presse@zv.fraunhofer.de | Redaktion: Beate Koch, Britta Widmann, Janine van Ackeren, Tina Möbius, Tobias Steinhäuber | Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten. Alle Pressepublikationen und Newsletter im Internet auf: www.fraunhofer.de/presse. FORSCHUNG KOMPAKT erscheint in einer englischen Ausgabe als RESEARCH NEWS.

Künstlicher Mini-Organismus statt Tierversuche

FORSCHUNG KOMPAKT

02 | 2015 || Thema 1

Niemand möchte auf die Segnungen moderner Medizin verzichten, die vielen Erkrankungen ihren Schrecken genommen hat. Die Kehrseite der Medaille: Damit wirksame und sichere Medikamente zur Verfügung stehen, sind Versuche an Tieren in Forschungslaboren unumgänglich. Weltweit arbeiten Forscher an Alternativen zu Tierexperimenten. Doch Ersatz zu finden, ist schwierig. Denn um die Wirkung einer Substanz zu verstehen, genügt es nicht, die Stoffe an einzelnen Gewebeprobe oder Zellen zu testen. »Die meisten Medikamente wirken systemisch, also auf den gesamten Organismus. Dabei entstehen oftmals erst durch Stoffwechselfvorgänge toxische Substanzen, die wiederum nur bestimmte Organe schädigen«, erklärt Dr. Frank Sonntag vom Fraunhofer-Institut für Werkstoff und Strahltechnik IWS.

Chip simuliert menschlichen Blutkreislauf

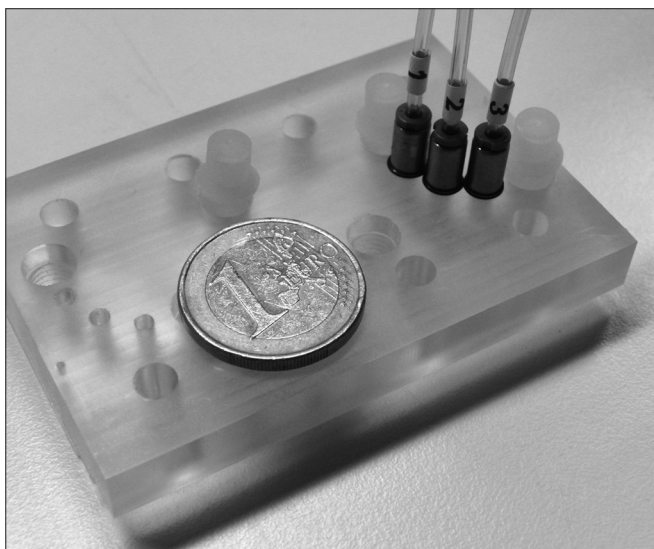
Forscher des Dresdener Instituts haben gemeinsam mit dem Institut für Biotechnologie der TU Berlin eine neuartige Lösung entwickelt, die Tierversuche in der medizinischen Forschung oder in der Kosmetikindustrie überflüssig machen könnte: Einen Multiorgan-Chip, der die komplexen Stoffwechselfvorgänge im menschlichen Körper verblüffend genau nachstellt. »Unser System ist ein Miniorganismus im Maßstab 1:100 000 zum Menschen«, so Sonntag. In dem Chip lassen sich an mehreren Positionen menschliche Zellen aus verschiedenen Organen aufbringen. Die Zellen haben die Forscher aus Blutspenden gewonnen, die für Forschungszwecke zur Verfügung stehen. Diese »Mini-Organ« sind durch winzige Kanäle miteinander verbunden. »Damit simulieren wir den menschlichen Blutkreislauf«, erklärt Sonntag. Eine Mikropumpe befördert – ähnlich wie das menschliche Herz – kontinuierlich flüssiges Zellkulturmedium durch feine Mikrokanäle. Den genauen Aufbau des Chips, also die Anzahl der Mini-Organ und die Verbindung mit den Mikrokanälen, können die IWS-Forscher spezifisch an unterschiedliche Fragestellungen und Anwendungen anpassen. Mit dem Chip lassen sich sowohl Wirkstoffe von neuen Medikamenten testen als auch Kosmetika auf ihre Hautverträglichkeit untersuchen.

Die Idee, verschiedene Zellproben mit Fluidkanälen zu verbinden, gibt es schon länger. Das neue System hat jedoch gegenüber bisherigen Ansätzen zwei entscheidende Vorteile: Dank der Expertise der IWS-Ingenieure ist das Mikrofluidiksystem extrem miniaturisiert. Die Pumpe ist in der Lage, winzigste Fördermengen von unter 0,5 Mikroliter pro Sekunde ($\mu\text{l/s}$) durch die Kanäle zu schleusen. »Dadurch ist das Verhältnis zwischen Zellprobe und flüssigem Medium realitätsgetreu«, erläutert Sonntag. Stimmt dieses Verhältnis nicht, führt das zu ungenauen Ergebnissen. Zweitens sorgt das Mikrofluidiksystem für eine Strömung – wie das menschliche Blut fließt das Medium kontinuierlich durch den gesamten Kreislauf auf dem Chip. Das ist wichtig, da manche Zelltypen sich nur dann »authentisch« verhalten, wenn sie durch eine Strömung angeregt werden.

Um die Wirkung einer Substanz zu testen, bestücken die Wissenschaftler zunächst den Chip mit verschiedenen Zellproben. Der zu testende Wirkstoff wird dann über das Medium der Zellprobe desjenigen Organs zugeführt, an dem der Stoff im menschlichen Körper in den Blutkreislauf eintreten würde. Das sind zum Beispiel Zellen aus der Darmwand. Auf dem Chip laufen dann die gleichen Stoffwechselreaktionen wie im menschlichen Organismus ab. »Wir verwenden Zellproben unterschiedlicher Geschlechter und Ethnien. Variationen von Körpergröße und -Gewicht können wir im Maßstab von 1:100 000 beliebig nachstellen«, so Sonntag. Die Forscher sehen genau, welche Stoffwechselprodukte sich in bestimmten Zellproben bilden und ob und welche Auswirkungen dies auf andere Zellen hat. Die Ergebnisse sind letztlich sogar aussagekräftiger als Tierexperimente: Denn die Wirkungen auf den Körper einer Maus oder Ratte lassen sich nicht eins zu eins auf den Menschen übertragen.

Bei einigen Unternehmen, etwa in der Kosmetikindustrie, ist der künstliche Organismus bereits im Einsatz. Neben der Wirkstoffforschung gibt es aber noch weiteres Anwendungspotenzial: »Man weiß heute, dass bestimmte Nierenzellen, so genannte Endothelzellen, bei fast allen Nierenerkrankungen eine Schlüsselrolle spielen. Bisher gab es bei In-vitro-Tests das Problem, dass Endothelzellen nur unter Strömung funktionieren. Hier könnte unser Multiorgan-Chip eine Testumgebung bieten, in der sich beobachten lässt, wie sich Zellen nach einer Schädigung regenerieren«, so Sonntag.

Als Alternative zu Tierversuchen wurde der künstliche Mini-Organismus kürzlich mit dem Tierschutz-Forschungspreis 2014 ausgezeichnet.



Mit dem kompakten Multiorgan-Chip (Größenvergleich Ein-Euro-Münze) und dessen drei separaten Mikrokreisläufen können Forscher die Regeneration von bestimmten Nierenzellen untersuchen. (© Fraunhofer IWS) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Vernetzte IT für neue Geschäftsmodelle auf dem Land

FORSCHUNG KOMPAKT

02 | 2015 || Thema 2

Ein einsamer Heuballen kullert müde über die staubtrockene Piste. Irgendwo knarrt eine Holztür in ihrem alten Scharnier. Keine Menschenseele. Weit und breit. Das Szenario kennen wir aus alten Westernfilmen. Doch auch viele deutsche Gemeinden und Dörfer wirken heute fast entvölkert. Erst diesen Sommer titelte eine große deutsche Tageszeitung: »Junge Menschen ziehen massenhaft in die Metropolen«. Und mit den Menschen auch die dazugehörige Infrastruktur. Kein Bäcker, der Brot backt, kein Bus, der an der Haltestelle wartet, kein Arzt, der sich um einen kümmert, wenn man krank ist. Dabei träumen gerade viele Stadtmenschen vom Leben auf dem Land: die Natur, die Tiere, der viele Platz, die frische Luft. Und das alles fernab vom Stress, Lärm und Trubel der Großstadt. Aber eben auch fernab von allem anderen.

Die Bevölkerung auf dem Land schafft Konzepte, die der bröckelnden Infrastruktur entgegenwirkt: Es gibt Nahverkehrsbusse, die auch Pakete liefern, Schulbusse, die Schüler nicht an der Haltestelle absetzen, sondern direkt an der Haustür, und, und, und. Die Not in weniger dicht besiedelten Gegenden macht erfinderisch. »Das Potenzial ist aber noch lange nicht ausgeschöpft. Wir können die vorhandenen Initiativen, die ländliche Infrastrukturen erhalten wollen, noch intelligenter nutzen: Indem wir sie über moderne Kommunikationstechnologie miteinander vernetzen«, sagt Dr. Mario Trapp vom Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE in Kaiserslautern und nennt ein Beispiel: »Ohne die Schüler gäbe es mittlerweile in manchen Regionen überhaupt keine Personenbusse mehr. Andernorts gibt es Mitfahrangebote. Wüssten alle Beteiligten voneinander, könnte mit Hilfe moderner IT das Transportsystem einer ganzen Region optimiert werden«.

Neue Plattform »Smart Rural Areas« zur CeBIT

Um diese Vision Wirklichkeit werden zu lassen, entwickelt das IESE eine Plattform, die unterschiedliche IT-Systeme miteinander verbindet – etwa die Bus- mit der Paketlogistik. Das System stellt die notwendigen Schnittstellen bereit, über die einzelne Insellösungen in Echtzeit und sicher miteinander kommunizieren können. Die Technologie ist Basis des Living Lab »Smart Rural Areas«, das die Forscher vom 16. bis 20. März auf der CeBIT in Hannover vorstellen (Halle 9, Stand E40). Hier können die Menschen ihre Geschäftsmodelle für den ländlichen Raum anhand einer realen Simulation testen – und das, ohne die Anwendung jeweils neu für ihre Zwecke programmieren zu müssen. Noch geschieht das mit bereits erhobenen Daten. Ab nächstem Jahr kommen Informationen hinzu, die bei Pilotprojekten in der Region gesammelt werden.

»Es ist nicht trivial, einzelne IT-Systeme zusammenzuschalten. Hinzu kommen spezielle Herausforderungen für die IT-Vernetzung auf dem Land«, so Trapp. Im Gegensatz zur Stadt können die Daten nicht durchgängig vom Sensor bis zur Cloud fließen. Das Problem: Hinter den einzelnen Welten der IT-Systeme stehen unterschiedliche Soft-

wareprotokolle, IT-Infrastrukturen, Computersprachen, Entwicklungsstadien, Simulatoren, etc.. Die Bausteine ländlicher Netze sind weit verteilt und müssen auch dann funktionieren, wenn sie vom Netz abgekoppelt werden – zum Beispiel bei Problemen im Funknetz oder Breitband.

Im Living Lab entstehen zunächst Simulationen für Modellregionen in Rheinland-Pfalz. Die Landesregierung unterstützt das Projekt. Im Frühjahr nimmt ein neues Forschungslabor am IESE in Kaiserslautern dafür seine Arbeit auf. »Viele Firmen sehen das Potential der neuen IT-Welt auf dem Land, scheuen jedoch die hohen Investitionen. Im Living Lab können sie sich ausprobieren. Das ist auch für kleine und mittelständische Unternehmen oder Start-ups interessant. Im Mittelpunkt unserer Forschung steht immer der Mensch. Dabei muss uns aber klar sein, dass Technologie der entscheidende Faktor ist, dem Land eine Zukunftsperspektive zu geben. Unser Ziel ist es, die Menschen zusammenzubringen, die am Landleben von morgen arbeiten, und ihnen eine Entwicklungs- und Testplattform für innovative Ideen zu liefern«, so Trapp.

»Mit dem Living Lab ist ein erster Schritt zum smarten Landleben getan. Natürlich ist das erst der Anfang. Aber wir versuchen bereits jetzt, das umzusetzen, was möglich ist«, sagt Trapp. Zum Beispiel über Smartphones, die heute jeder in der Tasche hat. Über sie wollen die Wissenschaftler an Tankstellen einen Paketservice organisieren. »Denn die stehen meist an Hauptverkehrsströmen der Pendler und sind deshalb auch für Menschen erreichbar, die weiter ab vom Schuss leben«, so Trapp. Bei diesem Ansatz gibt es nur Gewinner: Der Empfänger, der sein Paket bequem nach der Arbeit abholen kann – die Info bekommt er über das Smartphone. Die Paketbranche, die sich die teure letzte Meile zum Empfänger spart. Und die Tankstelle, die an der zusätzlichen Dienstleistung verdient.

Sicher produzieren in der Industrie 4.0

FORSCHUNG KOMPAKT

02 | 2015 || Thema 3

Schöne neue Produktionswelt: Für standortübergreifende Wertschöpfungsketten in der Industrie 4.0 sind Maschinen, Roboter, Systemkomponenten, Minicomputer in Bauteilen und Sensoren miteinander vernetzt. Sie tauschen Daten aus, fragen den Zustand von Maschinen und Komponenten ab, berechnen die optimale Abfolge von Arbeitsgängen, planen die Maschinenbelegungen und vieles mehr. Doch mit dem Einzug der Kommunikation über Internet-Technologien in die Fabriken steigt das Sicherheitsrisiko. Neben bekannten Viren bedrohen neue, maßgeschneiderte Schadprogramme die vernetzten Produktionsanlagen. Sie können Anlagenparameter ausspionieren, Maschinen fremdsteuern, Steuerungen manipulieren oder Prozesse lahmlegen. Industrie 4.0-Netze benötigen daher besondere Schutzmaßnahmen, ausgefeilte Netztechnik und effektive Prüfmethode, die Sicherheitslücken aufdecken und zuverlässig schließen. Mit einem speziell für Produktions- und Automatisierungstechnik ausgestatteten IT-Sicherheitslabor bietet das Fraunhofer-Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB in Karlsruhe eine gesicherte Testumgebung, um potentielle Angriffe auf Produktionsnetze nachzustellen, die Auswirkungen zu untersuchen und so neue Strategien und geeignete Abwehrmaßnahmen abzuleiten. Es ermöglicht den Forschern auch, die Sicherheitsfunktionen der gängigen Kommunikationsstandards und -protokolle für industrielle Automatisierungssysteme zu bewerten. Diese regeln unter anderem die Datenverschlüsselung gegen Produktpiraterie, Spionage und Sabotage.

Andere Randbedingungen als in Office-IT

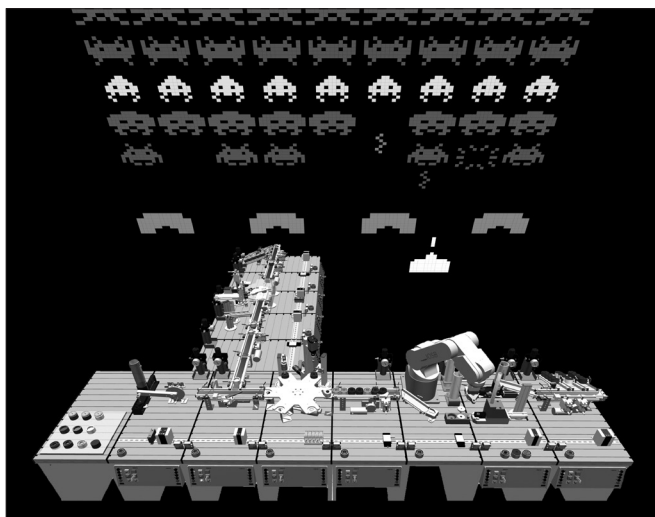
»Die IT-Sicherheit in der industriellen Produktion muss ganz andere Randbedingungen berücksichtigen, die in der Office-IT so nicht gegeben sind«, sagt Birger Krägelin, Projektleiter des IT-Sicherheitslabors am IOSB. Die Steuerung von Produktionsanlagen stellt Echtzeitanforderungen, die Veränderungen auf den Systemen schwierig machen. Das Einspielen von verfügbaren Software-Patches auf den Systemen, die Installation von Überwachungs-Software, Malware-Scannern und Antivirus-Programmen beeinflusst die Stabilität sorgfältig abgestimmter Prozesse. Umgekehrt geben Produktionsprozesse die Bedingungen vor, wann Updates realisierbar sind. Firewalls im Netzwerk und verschlüsselte Verbindungen zwischen den Systemen können die Echtzeitbedingungen beeinträchtigen. »Beispielsweise ist es möglich, dass der Einbau bekannter Sicherheitsmaßnahmen aus der Office-Umgebung zwischen Maschinen den Versand von Nachrichten verzögert. Das kann dazu führen, dass Förderbänder langsamer laufen, Ventile verzögert schließen, Lichtschranken falsch auslösen, Drehzahlen von Motoren sich erhöhen oder Steuerungskomponenten ausfallen«, erklärt Krägelin. Auch der vergleichsweise lange Nutzungszeitraum von Hard- und Software in der Produktion unterscheidet sich deutlich von anderen IT-Einsatzgebieten.

Um für Produktionsumgebungen angepasste IT-Schutzmechanismen zu finden und zu etablieren, hat das Forscherteam aus Spezialisten der Automatisierungstechnik und

IT-Sicherheit das Labor entsprechend ausgestattet: Es verfügt über eine eigene Modellfabrik mit realen Automatisierungskomponenten, die eine simulierte Produktionsanlage samt Förderbändern, Elektromotoren, Roboter und Hebeeinrichtungen steuern. Alle Netzwerk-Ebenen einer Fabrik sind mit typischen Komponenten vorhanden, darunter Firewalls, Schaltungen und Komponenten für kabellose Bauteile. Eine eigene Private Cloud erlaubt es den Experten des IOSB, unterschiedliche Konfigurationen flexibel einzurichten und die Modellfabrik auf verschiedene Szenarien einzustellen.

»In der Cloud können wir virtuelle Firewalls, PCs, Client-Rechner dazuschalten und gesamte Netzwerkstrukturen per Mausklick ändern. So ist es uns möglich, eine virtuelle Firewall oder auch Analysesysteme zwischen zwei Komponenten, z.B. eine Maschine und ein übergeordnetes MES-System (Manufacturing Execution System) zu hängen. Aus der Cloud heraus können wir eine Malware-Erkennung starten und etwa Steuerungen und Anlagensvisualisierungen auf Infektionen prüfen«, sagt der Diplom-Informatiker. »Wir sind in der Lage, ohne den Kauf von Komponenten und ohne das Verlegen von Leitungen andere Fabriksituationen aufzubauen und Cyberangriffe zu simulieren«.

Welche Angriffsszenarien auf vernetzte Produktionsanlagen möglich sind, demonstrieren die Forscher vom IOSB vom 13. bis 17. April auf der Hannover Messe am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand in Halle 2, Stand C16. Unternehmen können das Labor nutzen, um sich bei der Planung und Inbetriebnahme von sicheren industriellen Netzwerkstrukturen beraten zu lassen. Zudem profitieren sie vom Know-how der IOSB-Experten, wenn es um die Analyse ihrer bereits existierenden Netze und Komponenten geht. Darüber hinaus wollen die Forscher das Labor künftig als Ausbildungs- und Lernplattform für Schulungsmaßnahmen anbieten. »Ingenieuren fehlt oftmals noch das Wissen, wie man mit Cyber-Bedrohungen umgeht«, erläutert Krägelin.



Keine Chance für Space Invaders: Produktionsnetze sollen zukünftig vor unerwünschten Attacken abgesichert werden – mit Hilfe des IT-Sicherheitslabors des Fraunhofer IOSB. (© Fraunhofer IOSB) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Skalierbarer Elektroantrieb für Busse, Trucks und Co.

FORSCHUNG KOMPAKT

02 | 2015 || Thema 4

Elektromotoren gehört die Zukunft – auch bei Nutzfahrzeugen. Bislang jedoch bleiben viele Entwicklungen im Prototypen-Status hängen oder sind enorm teuer: Meist muss für ein Elektrofahrzeug das Doppelte bis Dreifache auf den Tisch gelegt werden. Der Grund: Es hapert an den entsprechenden Technologien zur Serienfertigung. Hier setzt das Projekt ESKAM an, kurz für »Elektrisches, skalierbares Achsmodul«. Es wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF gefördert. Insgesamt elf Partner, darunter das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz, entwickeln darin ein Achsmodul für Nutzfahrzeuge. Es besteht aus Motor, Getriebe und Leistungselektronik. Alles ist kompakt in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht. Über eine Rahmenkonstruktion, die die Wissenschaftler ebenfalls entwickelt haben, lässt sich dieses Gehäuse in das jeweilige Fahrzeug einbauen.

Die Vorteile des Achsmoduls sind zahlreich: Es verfügt über eine hohe Leistungsdichte und ein sehr hohes Drehmoment. Für den Fahrer heißt das: Er kann sehr schnell beschleunigen. Während die Drehzahl bei den meisten Elektromotoren bei etwa 10.000 bis 15.000 Umdrehungen pro Minute liegt, schafft der ESKAM-Motor 20.000. »Als wir vor drei Jahren mit dem Projekt begannen, waren wir die einzigen, die eine so hohe Drehzahl erreichen konnten«, erinnert sich Dr. Hans Bräunlich, Projektleiter am IWU. »Mittlerweile wagen sich auch andere an ähnlich hohe Drehzahlen. Da wir aber schon frühzeitig Erfahrungswerte sammeln konnten, haben wir hier einen entwicklungstechnischen Vorsprung, den wir weiter ausbauen wollen.«

Günstige Fertigung durch Serientechnologien

Der Hauptvorteil liegt jedoch in einem anderen Punkt: Die Forscher und Entwickler konstruierten nicht nur das Achsmodul, sondern entwickelten die nötigen Serientechnologien gleich mit. Federführend dabei war das IWU, das auch die technische Leitung des Gesamtprojekts innehat. »Aufgrund des innovativen Konzeptes lassen sich die Module flexibel herstellen – kleine Stückzahlen ebenso wie eine Großserie«, sagt Bräunlich. Die Serienfertigung bringt wirtschaftliche Vorteile mit sich – die Produktionskosten sinken laut Bräunlich um bis zu 20 Prozent.

Ein Beispiel: Das Getriebe, das einen Teil des Achsmoduls bildet, besteht aus Wellen und Zahnrädern. Üblicherweise werden die Wellen aus teuren Rohren oder durch Tieflochbohren hergestellt. Das überschüssige Material geht dabei verloren. Die Forscher am IWU setzen dagegen auf neue, kurze Prozessketten und materialeffizientere Verfahren. So etwa auf das Bohrungsdrücken, eine IWU-Entwicklung. Zwar bearbeitet man dabei auch einen Materialblock, allerdings ist der Rohling kürzer als die spätere Welle. »Man muss sich den Prozess vorstellen wie das Töpfern: Der Werkstoff wird während der Umformung verdrängt – und nach außen und in Längsrichtung herausgedrückt. So können wir fast das gesamte Material nutzen. Das reduziert die Materialkos-

ten um etwa 30 Prozent und macht die Bauteile insgesamt leichter«, erläutert Bräunlich. Für dieses Verfahren gab es bislang nur Ansätze, die Wissenschaftler haben es nun zur Serienreife gebracht. Auch die Zahnräder fräsen die Wissenschaftler nicht mehr aus dem Material heraus, sondern fertigen sie in einem ebenfalls am IWU entwickelten Umformverfahren, dem Verzahnungswalzen. Bei dieser Methode fallen keine Metallspäne mehr an, der Materialverlust ist gleich null.

Flexibel einsetzbar – vom Kleinwagen bis zum Bus

Die Flexibilität des Achsmoduls beschränkt sich nicht nur auf die Seriengröße, sondern schließt auch die Geometrie mit ein. »Das Modul ist skalierbar, wir können es sowohl bei einem kleinen Transporter oder Kommunalfahrzeug einsetzen als auch bei einem Bus oder Truck«, sagt Bräunlich. Bei einem Radnabenmotor wäre das nicht möglich. Zwar bietet dieser durchaus Vorteile – etwa einen größeren Lenkungswinkel und direkteres Ansprechverhalten – allerdings eignet er sich nicht für Nutzfahrzeuge: Denn er leistet kaum mehr als 2.000 Umdrehungen pro Minute. Zudem wären die Kosten höher, da für jedes Rad eine eigene Leistungselektronik erforderlich ist. »Beide entwickelten Varianten haben durchaus ihre Daseinsberechtigung und müssen zielgerichtet für den geplanten Fahrzeugtyp ausgewählt werden«, so Bräunlich.

Die Einzelmodule, die die verschiedenen Partner entwickelt haben, sind fertig, und auch die Herstellungsverfahren sind einsatzbereit. In einem nächsten Schritt setzt das Konsortium die Einzelteile nun zu einem Demonstrator zusammen. Ende 2015 wollen sie das Achsmodul dann in ein reales Auto einbauen und testen.



In Elektro-Nutzfahrzeugen der Zukunft ist der Antrieb in die Achse integriert. Die Module aus Antrieb und Achse sind auf verschiedene Fahrzeugtypen skalierbar. (© Fraunhofer IWU / Hochschule für Wirtschaft und Technik, Aalen) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Fitness-Spiel für körperlich Geschädigte

FORSCHUNG KOMPAKT

02 | 2015 || Thema 5

Eine Probandin wiegt ihren Oberkörper von links nach rechts. Ihre Schultern beschreiben kleine Kreise. Dann der Jubelschrei: »Geschafft: Neuer Rekord!«. Sie hat soeben in einem Computer-Abenteuer ihre persönliche Bestmarke geknackt. Doch auf dem Tablet vor ihren Augen flimmert kein gewöhnliches Videospiel: Hinter der Entwicklung verbirgt sich ein neuartiges Fitnesstool für körperlich geschädigte Menschen: Durch die Bewegungen hat die Frau während des Spiels ihre Motorik stimuliert, Konzentration und Koordination gefördert sowie körperliche Fitness und Ausdauer trainiert. »Gesteuert hat sie ihren Avatar mit den Bewegungen ihres Oberkörpers und der Hilfe unseres intelligenten Schulterkissens«, sagt Andreas Huber, Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen. Im Kissen sind kleine Sensoren eingebaut, die jede Bewegung der Probandin erfassen und drahtlos via Bluetooth auf das Tablet übertragen, das vor ihr auf dem Tisch steht. Dort verarbeitet eine Software alle Informationen und überträgt diese auf ihren Avatar.

Das Schulterkissen von Huber ist Teil des Projekts akrobatik@home. Zu dem IT-gestützten Fitness-Spiel, das bei Exozet Berlin entstanden ist, gehören außerdem: ein vom Projektpartner GeBioM entwickeltes Sitzkissen zur Steuerung des Spiels über Gewichtsverlagerung, eine Sprachsteuerung des Fraunhofer-Instituts für Offene Kommunikationssysteme FOKUS, mit der Nutzerinnen und Nutzer durch das Spielmenü navigieren können und ein Videokommunikationssystem der Firma Bravis, das es ihnen erlaubt, sich über Webcams auszutauschen. »Fast jeder zweite Erwachsene in Deutschland ist vorübergehend oder dauerhaft körperlich eingeschränkt. Sei es durch Unfälle, Verletzungen oder Krankheiten«, bemerkt Huber. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert unter dem Motto »Das Alter hat Zukunft« Forschungsprojekte für technische Lösungen – wie akrobatik@home – die körperliche Funktionen von Menschen unterstützen.

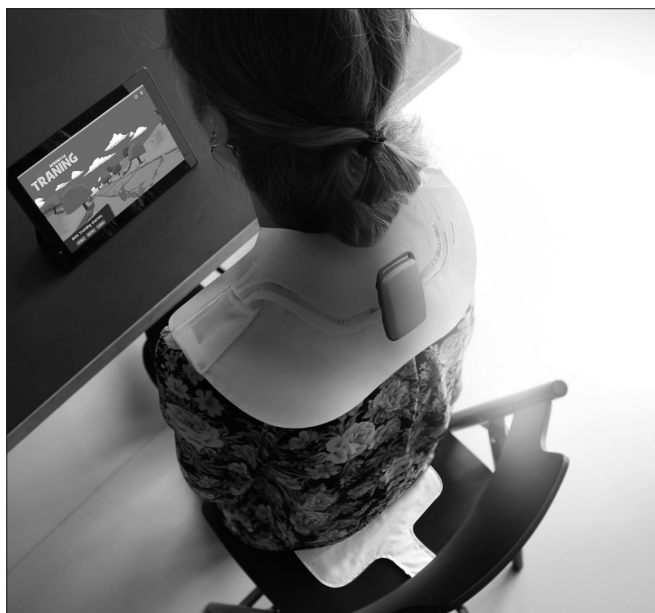
Forschung gemeinsam mit den Nutzern

»Unser Projekt steht nicht allein für die Entwicklung innovativer Technik, sondern setzt bei konkreten Bedarfen an. Die Prototypen sind gemeinsam mit denjenigen Menschen entstanden, die in besonderem Maße wissen, was es bedeutet, körperlich eingeschränkt zu sein: Contergan-Geschädigte«, sagt Karolina Mizera, die das Projekt in Berlin am »Center for Responsible Research and Innovation« des Stuttgarter Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO zentral koordiniert. Diese Menschen waren dazu bereit, die Bewältigungsstrategien ihres Alltags offen zu legen und daraus gemeinsam mit den Fraunhofer-Forschern Ideen für technische Assistenzsysteme zu entwickeln. Manch einem fehlen durch Schädigungen des Medikaments Contergan einzelne Gliedmaßen, andere leiden unter Hörschädigungen. »Daraus entstanden konkrete Ideen«, so Mizera. Drei davon haben die Forscher zusammen mit den Contergan-Geschädigten, der Universität Heidelberg und Physiotherapeuten des

Reha-Zentrum Lübben umgesetzt: Das E-Bag, eine Applikation am Tablet, erlaubt ein unkompliziertes Vorzeigen des Fahrscheins in Bus und Bahn. Ein mobiler Signalgeber, der eine Kommunikation mit hörgeschädigten Menschen trotz fehlendem Sichtkontakt ermöglicht – und akrobatik@home, dem Größten der drei Projekte.

Das Kissen passt sich jeder Schulterform an. Es beherbergt eine ausgetüftelte Elektronik: Ob rotierend, vertikal oder horizontal – die Forscher haben Sensoren für jede mögliche Bewegungen eingebaut. »Der Nutzer spielt und macht dabei unbewusst die von Therapeuten empfohlenen Übungen. Durch den spielerischen Ansatz soll man motiviert werden, die Bewegungen von selbst immer wieder zu wiederholen. Denn man will sich ja verbessern«, sagt Huber, während die Probandin neben ihm gerade rumpfkreisend durch ein Höhlenlabyrinth navigiert.

Das Forschungsprojekt läuft in diesem Frühjahr aus. Wie geht es nun weiter? »Das Ungewöhnliche war, dass zu Beginn kein eindeutiges technisches Ziel formuliert war. Das Hauptaugenmerk lag darauf, die Endnutzerinnen und -nutzer intensiv einzubinden und so technische Lösungen zu entwickeln, die wirklich hilfreich und vor allem akzeptiert sind. Das Projekt hat gezeigt, wie wichtig Partizipation als Einbezug von Nutzern und Stakeholdern vor der eigentlichen technischen Entwicklung ist. Dies betonen auch aktuelle Forschungsagenden, zum Beispiel auch das aktuelle große Rahmenforschungsprogramm Horizon 2020«, so Mizera. Ihre technischen Erkenntnisse wollen die Forscher nun unter anderem dafür einsetzen, die Steuerung kommerzieller Spiele weiterzuentwickeln und zu testen, wie sich die Sensorik direkt in Kleidung verarbeiten lässt.



Spielerisch den eigenen Körper trainieren: Fraunhofer hat gemeinsam mit Contergan-Geschädigten und Forschungspartnern ein neues IT-basiertes Fitnessstraining entwickelt. (© Fraunhofer IIS / Sandra Riedel) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Wertvolle Stoffe in Hüttenhalden finden

FORSCHUNG KOMPAKT

02 | 2015 || Thema 6

Geht es um wichtige Rohstoffe, ist Deutschland von Importen abhängig – eine Situation, die Regierung und Industrie gerne ändern würden. Doch haben wir vielleicht bereits etwas in Halden vergraben, das wir noch nutzen könnten? Steckt in Hochofenschlacken, Konverterstäuben oder Gichtgasschlämmen, die dort abgelagert wurden, noch das eine oder andere brauchbare Metall? Das ist bis heute nur unzureichend bekannt.

Das Verbundprojekt »REstrateGIS« bringt in Form eines deutschlandweiten Ressourcenkatasters Licht ins Dunkel der deutschen Haldenlandschaft. Es wird vom Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen koordiniert. Das Kataster verrät, wo sich in Deutschland Halden, Deponien und andere Aufschüttungen befinden und im Idealfall auch, was dort abgelagert ist. Möchte man sich einen Standort näher anschauen, reicht in Zukunft ein Klick und man sieht die gewünschte Lagerstätte im Großformat. Technisch ist es ohne weiteres möglich, auch zusätzliche Informationen wie historische und aktuelle Luftbilder, Fotos sowie Informationen zum Haldenkörper mit seinen Inhaltsstoffen einzubinden. Insgesamt vier Partner sind an REstrateGIS beteiligt. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF finanziert das Projekt.

Basis für die visuelle Darstellung ist ein Geo-Informationssystem, in das die Forscher die entsprechenden Daten eingepflegt haben. »Diese zu beschaffen ist Detektivarbeit«, sagt Jochen Nühlen, Wissenschaftler am UMSICHT. »Wir haben Unterlagen gewälzt und das Puzzle Stück für Stück zusammengesetzt.« Die Forscher durchforsteten Landesarchive und Altlastenkataster, stöberten in Archiven von Bergbehörden und Unternehmen. Mit Erfolg: Mittlerweile ist die Lokalisierung abgeschlossen, die Basis für das Ressourcenkataster gelegt. Dabei ist eine Methode entstanden, die aufzeigt, wie Halden am effizientesten charakterisiert und beschrieben werden können. »In unserem Handbuch steht beispielsweise, wo man die richtigen Daten findet und wer die richtigen Ansprechpartner sind«, so Nühlen.

Während die Forscher vom UMSICHT sich durch die Archive arbeiten, analysieren ihre Kollegen der EFTAS Fernerkundung Technologietransfer GmbH Satellitendaten bestimmter Testregionen: Dazu gehören das Saarland, das westliche Ruhrgebiet und das Mansfelder Land. Diesen Bildern entnehmen sie automatisiert mögliche Standorte von Halden. Die erhaltenen Daten vergleichen die Oberhausener Wissenschaftler mit ihren eigenen Ergebnissen – und spielen die Resultate an die EFTAS zurück. »So können wir helfen, die Satellitenfernerkennung für diese Aufgabe zu optimieren«, sagt Dr.-Ing. Asja Mrotzek, Gruppenleiterin am UMSICHT. »Künftig wäre sogar denkbar, die Methode für eine weltweite Detektion von Lagerstätten einzusetzen – auch in Gegenden, wo die Archive weniger Daten bereithalten.«

Eine Halde haben die Forscher vom UMSICHT genauer untersucht, gemeinsam mit den Kollegen der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, dem Institut für Baustoffforschung FEhS aus Duisburg und der Stahlwerk Thüringen GmbH. Nachdem Experten interviewt, Altunterlagen gesichtet und das Gelände begangen war, nahmen die Forscher Proben, die die Mitarbeiter am FEhS chemisch analysierten. Das Ergebnis: Eine genaue Auflistung der Inhaltstoffe. Die Partner der Universität Halle untersuchten die Proben über reflexionsspektrometrische Messungen und beantworteten die Frage: Welchen spektralen Fingerabdruck haben die Materialien? Über den Vergleich mit den chemischen Analysen erstellen sie so eine Datenbank. »Diese ermöglicht eine zielgerichtete Suche: Man könnte die Messtechnik an unbekanntes Halden anwenden, um eine erste grobe Information darüber zu bekommen, welche Materialien sich an diesem Standort verbergen. An potenziell interessanten Stellen könnte man dann weitere Analysen durchführen«, erläutert Nühlen.

Doch was lagert nun eigentlich in den Halden? »Prozessbedingt vor allem Eisen«, weiß Mrotzek. »Auch phosphatreiche Schlacke wurde eine Zeit lang eingelagert – diese lässt sich beispielsweise direkt als Düngemittel nutzen. Reststoffe mit hohem Eisengehalt können unter bestimmten Voraussetzungen wieder in der Eisen- und Stahlindustrie eingesetzt werden.« In einem weiteren Schritt werden die Forscher des UMSICHT nun eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung durchführen. Rentiert es sich jetzt schon, diese Stoffe aus den Halden zu gewinnen oder – je nachdem wie sich der Rohstoffpreis entwickelt – erst in fünf oder zehn Jahren? Denn es geht nicht nur darum, die Rohstoffe zu fördern, es muss sich wirtschaftlich auch lohnen.



**Aufbereiteter Sekundärrohstoff
aus Schlacke.**

**(© Fraunhofer UMSICHT) | Bild
in Farbe und Druckqualität:
www.fraunhofer.de/presse**