Neue Technologien an der Schnittstelle zwischen Mensch und Computer erforscht Prof. Albrecht Schmitt (rechts). Das linke Bild zeigt einen Versuch, der analysiert, wie sich Sprachinteraktion und die Nutzung eines Touchscreens auf dem Lenkrad vereinbaren lassen, um eine sichere und einfache Bedienung von Unterhaltungs- und Informationssystemen in Fahrzeugen zu gewährleisten. Mitte: Immer häufiger werben interaktive Displays um Aufmerksamkeit. Hier wird untersucht, welche Interaktionsformen welche Auswirkungen auf die Betrachter haben. (Fotos: Institut)

ARBEITSGRUPPE MENSCH-COMPUTER-INTERAKTION

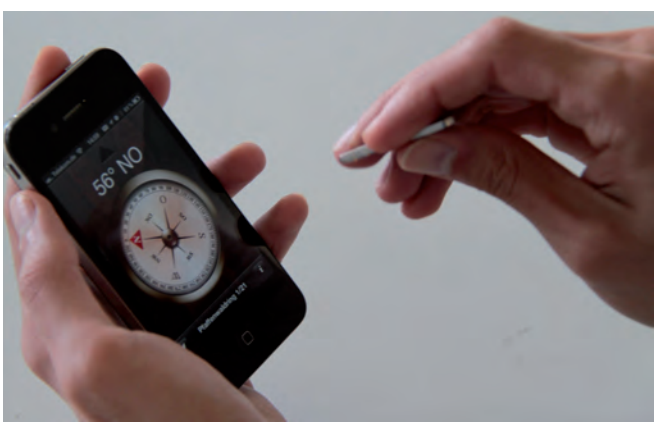
# Gedankenaustausch an der Schnittstelle

**Der Begriff Mensch-Computer-Interaktion klingt ziemlich abstrakt, doch das was dahinter steckt, hat schon so manchen ganz realen Wutanfall ausgelöst: Es geht um nicht weniger als die Frage, wie Computer, Navigationsgeräte, interaktive Handys und andere „smarte“ Alltagsgeräte möglichst simpel und doch sicher zu bedienen sind. Neue und manchmal durchaus überraschende Lösungen entwickelt eine Arbeitsgruppe um Prof. Albrecht Schmidt, Inhaber des SimTech-Lehrstuhls „Mensch-Computer-Interaktion“ (MCI) am Institut für Visualisierung und interaktive Systeme der Uni.**

„Objets inanimés, avez-vous donc une âme?“ (Ihr leblosen Gegenstände, habt ihr denn eine Seele?) fragte der französische Poet Alphonse de Lamartine schon im 19. Jahrhundert. Inzwischen entwickeln viele Alltagsgeräte nicht nur ihr Eigenleben, sie „wissen“ auch, was sie gerade tun und beginnen allmählich, in die Köpfe ihrer Nutzer hineinzuschauen. Ob Möbel, Wände oder intelligente Messerklinge: Zur Schnittstelle zwischen Mensch und Computer, dem Interface, kann fast alles werden. Erforderlich sind dafür neue Technologien, die eine „Gedankenübertragung“ möglich machen, ohne den Benutzer zu überfordern. Doch damit sei es ein wenig wie mit dem Ei des Kolumbus, erklärt Prof. Albrecht Schmidt: „Die Probleme sind eigentlich trivial zu verstehen und die Lösungen am Ende meist einfach, doch dazwischen liegt sehr viel Forschung.“

Beispiel Bildschirmarbeit: Noch erfolgt die Eingabe von Text oder Befehlen über Tastatur und Maus, vielleicht über einen Touch-Screen – ein recht mechanisches und zudem einseitiges Verfahren. Die Abteilung MCI testet dagegen eine Methode, die sich „Brain Computer Interface“ nennt. Diese misst die Gehirnströme und setzt sie in Steuerungsbefehle für den Computer um. Konzentriert sich die Versuchsperson zum Beispiel darauf, einen Gegenstand zu verschieben, so erfassen die 14 elektronischen Sensoren der helmartigen Apparatur die Tätigkeit bestimmter Hirnareale und leiten daraus die zugehörigen Körperfunktionen ab. Über mathematische Algorithmen werden diese in Steuerungsbefehle umgerechnet, mit denen der Gegenstand auf dem Computerbildschirm hin- und herbewegt werden kann.

Was wie eine Spielerei aussieht, ist zum Beispiel im Umgang mit Lernprogrammen von großem Vorteil. Denn über die Gedankensteuerung erfährt der Computer nicht nur, was er tun soll, sondern auch, wie es dem Benutzer bei der Arbeit geht. Gerät der in Stress, kann die Komplexität der Aufgabenstellung automatisch reduziert werden. Kommt Langeweile auf, wird ein Takt zugelegt.




Eine „Luftunterschrift“ entsperrt das Display.

Auch Sprache, Körperbewegungen oder Blicke werden künftig zur Steuerung intelligenter Systeme zum Einsatz kommen. Ließe sich das Fahrzeug quasi mit den Augen durch den Verkehr steuern, so hätte der Fahrer eher den Kopf frei, um zum Beispiel zu telefonieren. Neue Formen der Steuerung haben das Potenzial, die Unfallzahlen zu verringern. Aufschluss gibt die Aufzeichnung von Blicken (Eye-Tracking) auch darüber, wie Menschen über einen Bildschirm schauen. Das ist nicht nur für die Platzierung von Werbung interessant, sondern auch für alternative Nutzung-

en wie etwa einem interaktiven Stadtführer auf einem öffentlichen Display.

**Passwörter – sicher und einfach**
Nicht nur die Steuerung, auch die Sicherheit intelligenter Endgeräte ist eine große Herausforderung. Eine entscheidende Rolle spielt dabei die Passwortverschlüsselung. Ein sicheres Passwort besteht idealerweise aus einer langen Kombination von Buchstaben, Zahlen sowie Sonderzeichen und sollte regelmäßig geändert werden. Das Problem dabei: Was in technischer Hinsicht sinnvoll ist, können sich viele Menschen im Alltag nicht merken. Häufig schreiben sie sich die Passwörter daher auf und die eigentlich zur Erhöhung der Sicherheit gedachte Maßnahme führt genau zum Gegenteil.

Ein Verfahren, das die Stuttgarter Wissenschaftler in Kooperation mit der Universität Cambridge in Großbritannien entwickelt haben, verwendet daher Bilder statt Passwörter für den Anmeldevorgang. Ein System zeichnet die Blickbewegung des Benutzers auf und verwendet diese zur Authentisierung. Zur Registrierung betrachtet der Benutzer die Details eines Bildes in einer von ihm gewählten Reihenfolge. Indem eine vorberechnete Bildmaske einfach zu erratende Blickbewegungen ausschließt, wird das neue Verfahren sicher und ist zugleich einfach zu benutzen.

Ein anderes, gemeinsam mit den Telekom Innovations Labs in Berlin untersuchtes Verfahren ersetzt bisher bei Scheckkarten oder Handys gebräuchliche PIN-Nummern oder Eingabemuster durch eine Signatur, die der Benutzer mit einem Magneten in die Luft schreibt. Zur Überprüfung der Sicherheit wurde ein Szenario durchgespielt, bei dem ein Angreifer mit vier Kameras versuchte, die Passwörter der Testpersonen zu knacken. Gelungen ist es ihm nicht: Sicherheit und Benutzbarkeit sind also durchaus vereinbar. Allerdings: „Die Grundvoraussetzung ist, dass der Mensch und seine Fähigkeiten in die Sicherheitsanalyse sowie in das Design einbezogen werden“, so Schmidt. Damit eine Technologie angenommen wird und im Wettbewerb eine Chance hat, müsse sie einfach handhabbar und verständlich sein – „und sie muss Spaß machen.“

**Handys im Unterricht: ja bitte**
Ein anderes Arbeitsfeld der Forschergruppe ist der Einsatz von IT-Technologien in der Bildung. So untersucht die Doktorandin Elba del Carmen Valderrama Bahamóndez in ihrem Heimatland Panama, wie sich Mobiltelefone im Schulunterricht nutzen lassen. Während in Schwellenländern nämlich Schulbücher und andere Arbeitsmaterialien häufig Mangelware sind, hat fast jedes Kind Zugang zu einem Handy. Daher bieten die in Deutschlands Klassenzimmern so verpönten „Klingelgurken“ in diesen Ländern die Chance, den Kindern auf multimediale Weise den Lehrstoff zu vermitteln. Eine Schule in der ländlichen Region El Retiro erhielt im Rahmen des Projekts 70 Handys mit Touch-Screen, mit denen die Kinder Buchseiten und Tafelaufschriebe abfotografieren, englische Texte hören und nachsprechen oder papierlos ihre Hausaufgaben erledigen können. Die ersten Ergebnisse der Studien zeigen, dass die Lehrer vielfältige Ideen für den sinnvollen Einsatz von Mobiltelefonen als

**Büffeln per Handy: In Schwellenländern wie Panama eröffnen Mobiltelefone neue Möglichkeiten im Bildungsbereich.**

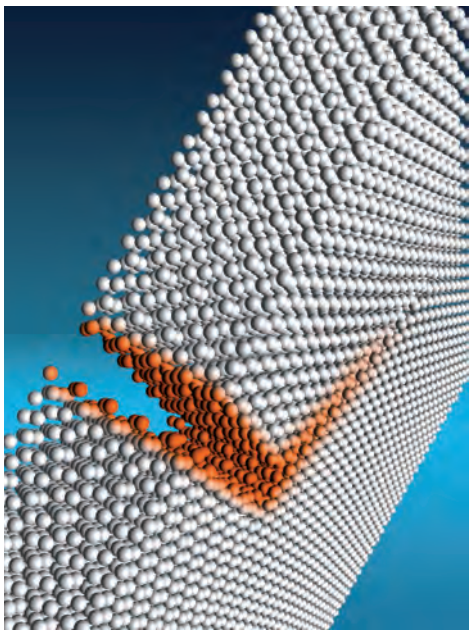
Lehr- und Lernmittel entwickelt und umgesetzt haben. Auch die Kinder sind hoch motiviert und lernen sehr schnell, die Handys als „Lernwerkzeug“ vielfältig einzusetzen - wobei Jungen und Mädchen interessanterweise auf unterschiedliche Weise kreativ mit dem Handy umgehen. So wie Kinder Papier und Bleistift unterschiedlich nutzen (die einen machen eine Zeichnung, die anderen rechnen), bieten die Funktionen eines Smartphones viele Möglichkeiten, Kinder beim Lernen zu unterstützen. Hierbei ist jedoch zentral, dass die Lehrer diese Möglichkeiten kennen und Kinder im Umgang mit der Technologie fördern. *amg*

**KONTAKT**

Prof. Albrecht Schmidt
Lehrstuhl Mensch-Computer-Interaktion
Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme
Tel. 0711/685-60048
E-Mail: albrecht.schmidt@vis.uni-stuttgart.de

**BRUCHFESTE WERKSTOFFE IN DER MIKROELEKTRONIK** > > >

Telekommunikation oder der Unterhaltungselektronik eine bedeutende Rolle spielen. Bruchfestigkeit ist dabei nicht nur ein Qualitätsmerkmal, sondern vor allem eine Sicherheitsanforderung. Um Risse und Brüche in der Simulation am Computer präzise nachzuvollziehen, richtet sich der Blick der Physiker und Materialwissenschaftler im SFB 716 auf das Innere eines Materials – auf die einzelnen Atome. Die Forscher berechnen die Bahn eines jeden einzelnen Teilchens unter dem Einfluss seiner Nachbarn und von außen einwirkenden Spannungen, Wärmequellen oder elektrischen Feldern. Dabei können die Forscher den Festkörper virtuell ziehen, pressen, scheren, aufheizen und abkühlen. Auf diese Weise können sie verschiedene bei der späteren Nutzung auftretende Beanspruchungen auf mikroskopischer Ebene untersuchen. „Nur wer ein System im Kleinen und Kleinsten versteht, kann das Große und Ganze erklären“, so Prof. Hans-Rainer Trebin, Leiter des Instituts für Theoretische und Angewandte Physik (ITAP) und Sprecher des SFB 716. „Durch unsere Simulationen lassen sich die Ursprünge von Rissen und deren Ausbreitung grundlegend erklären. Zudem bilden unsere Ergebnisse wiederum die Grundlage für Untersuchungen auf größeren Skalen.“



**Ein abbiegender Riss in einem Aluminiumoxid. (Foto: SFB 716/VISUS/ITAP)**

Im Fokus der Stuttgarter Simulationsexperten stehen Metalloxide. Diese zeichnen sich durch eine besondere Härte und Hitzebeständigkeit aus und haben eine geringe Wärmeleitfähigkeit, was sie zu einem der wichtigsten Werkstoffe in der Mikroelektronik macht. In Computern, Handys, Haushalts- oder Messgeräten profitiert jeder von diesen Vorteilen. All diese Produkte sind enormen Beanspruchungen ausgesetzt – lange Laufzeiten erzeugen hohe Temperaturen, der Einbau einzelner Komponenten in ein Gesamtsystem führt zu mechanischen Spannungen. Trotz ihrer Widerstandsfähigkeit können auch Metalloxide langfristig reißen und unbrauchbar werden.

„Geeignete Methoden für Riss-Simulationen auf atomarer Ebene gibt es bisher lediglich für Metalle ohne Ladungen“, erklärt Hans-Rainer Trebin. „Oxide besitzen demgegenüber Teil-Ladungen. Diese in den numerischen Berechnungen zu berücksichtigen, erfordert einen enormen Rechenaufwand. Um möglichst viele Atome über eine längere Zeit beobachten zu können, entwickeln wir neue Algorithmen.“ Die Stuttgarter Physiker arbeiten mit dem Programm IMD (ITAP Molekulardynamik), einer eigens entwickelten Software für atomare Simulationen. Darüber hinaus erzeugen sie die erforderlichen Kraftfelder, um die Realität präzise abzubilden. Auf diese Weise wollen sie hohe Teilchenzahlen in angemessenen Rechenzeiten sowohl auf aktuellen Rechnerstrukturen als auch auf Höchstleistungsrechnern simulieren. Ihre entwickelten Werkzeuge stellen sie Wissenschaftlern und Ingenieuren frei zur Verfügung, so dass auch diese davon profitieren können.

*Tina Barthelmes/Philipp Beck*

**KONTAKT**

Tina Barthelmes
Sonderforschungsbereich 716
Tel. 0711/685-88604
E-Mail: tina.barthelmes@visus.uni-stuttgart.de
> > > www.sfb716.uni-stuttgart.de

**KURZ BERICHTET** > > >

**GEZEITENSTRÖMUNGSKRAFTWERK NUTZT EBBE UND FLUT**

# Strom aus dem Meer

**In den Meeren herrschen gewaltige Kräfte: Fluten, die bis zu 20 Kilometer pro Stunde erreichen und sich zu Wasserbergen in der Höhe eines mehrstöckigen Hauses aufbauen. Der Grund ist die Massenanziehungskraft zwischen Erde, Sonne und Mond, die dafür sorgt, dass sich die Wassermassen in den Ozeanen bewegen – an der Küste durch Ebbe und Flut zu erkennen. Das schwäbische Unternehmen Voith Hydro Ocean Current Technologies (VHOCT) entwickelt, baut und betreibt die ersten Prototypen zur Gewinnung der Energie dieser Meeresströme. Prof. Stefan Riedelbauch und sein Team vom Institut für Strömungsmechanik und hydraulische Strömungsmaschinen (IHS) bieten in enger Zusammenarbeit mit VHOCT den wissenschaftlichen Rahmen für die meist sehr komplexen Problemstellungen.**

Besonders in den ozeanographischen Engstellen, zum Beispiel im Ärmelkanal, aber auch im Küstengebiet an der nördlichen Spitze von Schottland verursachen die Gezeiten beträchtliche Meeresströmungen, Strömungsgeschwindigkeiten bis zu vier Meter pro Sekunde können hier erreicht werden. Das charakteristische Hin- und Herströmen des Meerwassers, das jeweils gut sechs Stunden andauert, nutzen die Ingenieure, um den Rotor einer Turbine auf dem Meeresgrund anzutreiben. Ähnlich den heutigen Windturbinen sind die Turbinen von Gezeitenströmungskraftwerken durch eine rotierende Welle mit einem Generator verbunden, der die mechanische Wellenleistung in elektrische Leistung umwandelt, die per Kabel in das Stromnetz eingespeist wird. Zwar können Gezeitenströmungen sehr genau vorhergesagt werden, und damit auch die Erzeugung von Strom, allerdings ändert sich durch Ebbe und Flut periodisch die Geschwindigkeit und Richtung der Meeresströmungen.

Weltweit gibt es schon einige Prototypen von Meeresströmungskraftwerken. Die besondere Herausforderung liegt dabei in der extrem technik-feindlichen Umgebung des Meeres sowie in der schwierigen Zugänglichkeit zur Turbine. Deshalb ist es Voraussetzung, eine äußerst robuste und zuverlässige Anlage zu entwickeln. In dem Forschungsprojekt entwickeln die Partner daher eine Turbine mit speziellen Rotorblättern, die bei Ebbe von der einen Seite und bei Flut von der anderen Seite angeströmt werden können. Das hat den Vorteil, dass weder die Rotorblätter noch die Turbine bei wechselnder Strömungsrichtung gedreht werden muss, was sie deutlich weniger störanfällig macht. Inzwischen haben Riedelbauch und seine Mitarbeiter einen Basiskatalog für symmetrische Rotorblattprofile erstellt, der verschiedene Designentwürfe enthält. Auf Basis dieser Designentwürfe wird ein gesamter Rotor als Startkonfiguration mit voller Parametrisierung der Geometrie aufgebaut. Die entworfenen Gesamtrotoren unterziehen die Ingenieure einer Strömungsfeldsimulation, um die Kräfte der Meeresströmung auf den Rotor und den Wirkungsgrad des Rotors zu bestimmen. Um den Wirkungsgrad der Turbine zu maximieren, setzt Riedelbauchs Team einen Optimierer ein, der für vorgegebene Betriebspunkte automatisch die Geometrie variiert und so per Strömungssimulation die besten Geometrieparameter identifiziert. Pro Optimierungslauf werden mit diesem Vorgehen etwa 1000 Designentwürfe numerisch untersucht.

„Aus den Ergebnissen des Optimierungslaufes ist sehr deutlich die Grenze des maximalen Leistungsbeiwertes, also des Wirkungsgrades, als Funktion der axialen Gesamtkraft auf den Rotor (Schubbeiwert) zu erkennen“, sagt Riedelbauch. Wird die axiale Kraft aufgrund der Lagerdimensionierung des Rotors einer Begrenzung unterzogen, so kann nicht der bestmögliche Wirkungsgrad, also die bestmögliche Energiewandlung, erzielt werden.

**Prototyp einer Gezeitenströmungsturbine während der Werksmontage. (Foto: Voith Hydro Ocean Current Technologies)**

Außerdem müssen die Rotoren sowie die Turbinengehäuse bezüglich mechanischer Konstruktion so konzipiert sein, dass sie den rauen Betriebsbedingungen im Meer standhalten, besonders im Hinblick auf Korrosion durch Salzwasser und Bewuchs durch Algen, Seepocken und ähnliches.

Ein erster Prototyp der Gezeitenturbine im Maßstab eins zu drei ist seit Frühjahr 2011 vor der Küste von Südkorea installiert. Mit einem Rotordurchmesser von 5,3 Metern liefert sie eine maximale Leistung von 110 Kilowatt. Die Ingenieure der Firma Voith Hydro Ocean Current Technologies testen seither, ob der Prototyp der Belastungsprobe im Meer gewachsen ist und wie sich die Turbine über einen längeren Zeitraum verhält. Es zeigt sich, dass die Prototyp-Messwerte sehr gut mit den vorhergesagten Simulationsergebnissen übereinstimmen.

Gezeitenströmungsturbinen am Meeresgrund. (Fotomontage: VHOCT)

Die mögliche Energieerzeugung mit Gezeitenströmungsturbinen hängt sehr stark von der Strömungsgeschwindigkeit in der Zuströmung zur Turbine ab. Je höher diese Geschwindigkeit, desto mehr Leistung kann erzeugt werden. Ingenieure müssen daher die Geschwindigkeit der Meeresströme unbedingt kennen, um abschätzen zu können, wie wirtschaftlich ein potentieller Standort ist. Die Strömungen im Meer sind stark von der Topographie des Meeresbodens und auch vom Vorhandensein von Inseln abhängig. So haben die IHS-Wissenschaftler beispielsweise die Gezeitenströmungen im britischen Seegebiet nördlich von Schottland großräumig simuliert und aufwendig ausgewertet, wie viel Energie aus der Gezeitenströmung an unterschiedlichen Standorten des Gebiets maximal erzeugt werden könnte.

„Neben den heute verfügbaren erneuerbaren Energien wie Photovoltaik, Windkraft und Wasserkraft entpuppt sich die Gewinnung von Energie aus Meeresströmungen, die durch Gezeiten verursacht sind, als weitere Option, um Strom aus erneuerbaren Energien zu erzeugen“, sagt Riedelbauch.

Zwar ist das Potenzial an Gezeitenströmungen in Deutschland sehr gering und es ist deshalb nicht mit einem Beitrag zur Energiewende zu rechnen. Weltweit könnte aber ein beträchtlicher Anteil (etwa sieben Prozent) an der Stromversorgung durch Gezeitenströmungskraftwerke gedeckt werden. *Helmine Braitmaier*

**KONTAKT**

Prof. Stefan Riedelbauch
Institut für Strömungsmechanik und hydraulische Strömungsmaschinen
Tel. 0711/685-63264
E-Mail: stefan.riedelbauch@ihs.uni-stuttgart.de

**WELCHE KLIMAVERTRÄGLICHEN ENERGIETECHNOLOGIEN AKZEPTIERT DIE GESELLSCHAFT?** > > > > > > > > > > > > > > > > >

# Offshore punktet, Kernkraft abgeschlagen

**Über das zukünftige Energiesystem in Deutschland wird derzeit intensiv diskutiert. Wie sich die Bürger Deutschlands entscheiden würden, wenn sie zwischen den möglichen technologischen Optionen eine Auswahl treffen müssten, zeigt eine Studie des Interdisziplinären Forschungsschwerpunkts Risiko und nachhaltige Technologieentwicklung (ZIRN) an der Uni Stuttgart und der Stiftung Mercator: Die befragten Bürger sprechen sich in erster Linie für energieeffiziente Lösungen aus, dicht gefolgt von den Erneuerbaren Energien.**

Am beliebtesten sind dabei Offshore-Windanlagen, dagegen schnitten Biomassekraftwerke relativ schlecht ab. Bei den fossilen Kraftwerkstechnologien haben Gaskraftwerke die höchste Akzeptanz. Schlusslichter sind die Kernkraft und traditionelle Kohlekraftwerke. Verglichen wurden die ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Wirkungen der gegenübergestellten Energiesysteme. Neben Einzeltechnologien wurden auch Energiemixe bewertet. Hier zeigt sich ein ähnliches Bild: Energiemixe mit dem höchsten Anteil an Erneuerbaren werden eindeutig bevorzugt.

Die Festrede bei der Vorstellung der Studie im Juli in Berlin hielt der ehemalige Exekutivdirektor des Umweltprogramms der Vereinten Nationen, Klaus Töpfer (hier im Gespräch mit Prof. Ortwin Renn). (Foto: Marco Urban)

Die Studie zeigt über die Frage der Akzeptanz hinaus, wie komplex und vielfältig die Gründe für die jeweilige Einstellung sind. Die Bewertungsdimensionen zu einzelnen Technologien umfassen eine Bandbreite von Argumenten, angefangen bei Vertrauen in Institutionen über volkswirtschaftliche und individuell ökonomische Aspekte sowie Fragen zu Umwelt, Gesundheit und Soziales bis hin zur technischen Machbarkeit, Akzeptanz im unmittelbaren Umfeld und der Einschätzung eines möglichen Schadens. Für Ortwin Renn, Professor an der Universität Stuttgart, „erstrecken sich die Einstellungsmuster dabei auf eine heterogene Mischung von leistungs-, konsum-, natur- und lebensqualitätsbezogenen Werten. Technologieentwickler und Entscheidungsträger müssen diese Bewertungsdimensionen im Blick behalten und Argumente liefern – eine alleinige Fokussierung auf Aspekte der technischen Machbarkeit greift zu kurz.“ *uk*

**KONTAKT**

Prof. Ortwin Renn
Forschungsschwerpunkt Risiko und nachhaltige Technologieentwicklung (ZIRN)
Tel. 0711/685-84295
E-Mail: ortwin.renn@sowi.uni-stuttgart.de
> > > www.stiftung-mercator.de/akzeptanz

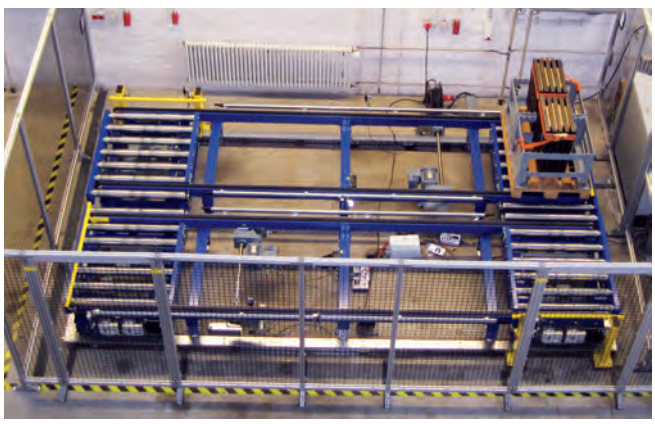
**INTRALOGISTIKSYSTEME SOLLEN ÖKOLOGISCHER WERDEN**

# Energieverbrauch senken spart Geld

**Wie viel Energie der Transport von Materialien und Waren innerhalb eines Betriebsgeländes verschlingt, wird bei der Planung und dem Betrieb von Intralogistiksystemen meist vernachlässigt. Nach wie vor wählen Unternehmer die Komponenten und Anlagen von Förder-, Lager- und Handhabungstechnik primär nach dem Stückpreis aus. Dabei betragen die Anschaffungskosten für die Anlagenantriebe über den Lebenszyklus betrachtet weniger als fünf Prozent der Gesamtkosten. Über 90 Prozent der Kosten müssen die Unternehmer für die benötigte Energie aufwenden. Im Projekt ELKoB entwickeln Forscher um Tobias Sommer vom Institut für Fördertechnik und Logistik (IFT) zusammen mit Kollegen vom Institut für Automatisierungs- und Softwaretechnik (IAS) ein Methodik, mit der die Energieeffizienz von Intralogistiksystemen analysiert und verbessert werden kann.**

Dabei steht ELKoB für „Energieoptimierung von Förder-, Lager- und Handhabungstechniken in Intralogistiksystemen mittels Energie-Lebenszyklus-Kosten-Bilanzen“. „Wir müssen Komponenten von Intralogistiksystemen über den gesamten Lebenszyklus betrachten, um diese Systeme ökologischer und damit auch kostengünstiger betreiben zu können“, sagt Alexander Hoppe, der am IFT das Projekt bearbeitet. Erste Bemühungen, den Energiebedarf zu senken, gebe es schon, so Hoppe, beispielsweise indem ein Gebäude effizienter klimatisiert oder beleuchtet wird. Im Fokus des ELKoB-Projekts steht der Energieverbrauch von elektrischen Antrieben innerhalb von Intralogistiksystemen, zum Beispiel von Tragkettenförderern, die für den innerbetrieblichen Transport von Paletten eingesetzt werden. Die Projektpartner untersuchen unter anderem, wie der Energieverbrauch mit der Fördergeschwindigkeit oder der transportierten Masse zusammenhängt, welchen Einfluss der Verschleiß von Kette und Kettenräder auf den Energieverbrauch haben und welche Kosten für Energie und Instandhaltung der Anlage entstehen.

Für die Analyse haben die Ingenieure am IFT einen speziellen Versuchsstand konzipiert und aufgebaut, mit dem sie reale Energieverbrauchsdaten erfassen und untersuchen können. Die Daten nutzen die Forscher am IAS, um die Förderung von unterschiedlich schweren Paletten am Rechner zu simulieren und den jeweiligen Energiebedarf der Förderanlage vorherzusagen. Darüber hinaus können die Projektpartner auch die Einflussgrößen auf den Energieverbrauch des elektrischen Motors bestimmen und die Effekte dieser Einflussgrößen sowie die Wechselwirkungen der Einflussgrößen untereinander transparent darstellen. Die gewonnenen Ergebnisse sollen den Betreibern von Intralogistiksystemen helfen, den betriebswirtschaftlich optimalen Zeitpunkt für die Wartung oder den Komponentenaustausch zu wählen. Mit dem entwickelten Werkzeug können die Betreiber somit zukünftig ihre Beförderungsanlagen nicht nur kostengünstig, sondern auch energieeffizient betreiben.



**Mit dem Versuchsstand wird der Energieverbrauch eines Tragkettenförderers untersucht. (Foto: IFT)**

Das im Oktober 2010 gestartete Projekt ELKoB läuft noch bis September 2013. Es wird von der Baden-Württemberg Stiftung finanziert und vom Projektträger Karlsruhe Baden-Württemberg Programme (PTKA-BWP) betreut.

*Alexander Hoppe/hb*

**KONTAKT**

Alexander Hoppe
Institut für Fördertechnik und Logistik
Tel. 0711/685-83698
E-Mail: alexander.hoppe@ift.uni-stuttgart.de

**KURZ BERICHTET: WINDKRAFTANLAGEN**

## Erstmals Regelung mit Lidar-System

Wissenschaftler des Stiftungslehrstuhls Windenergie (SWE) der Uni Stuttgart haben gemeinsam mit Kollegen vom National Renewable Energy Laboratory in Boulder/USA weltweit erstmalig eine Windenergieanlage mit Hilfe eines auf der Gondel angebrachten Lidar-Systems geregelt. Dies macht es möglich, die Rotorgeschwindigkeit und andere Regelungsparameter der Betriebsführung auf den Wind einzustellen, bevor das Windfeld die Anlage erreicht. Dadurch können windinduzierte Lasten reduziert, Windkraftanlagen materialsparender gebaut und die Energieausbeute erhöht werden.

Um Messdaten zu erhalten, die eine frühzeitige Vorhersage des einströmenden Windfeldes erlauben, wurde ein kommerzielles Lidar-System mit einer von den Stuttgarter Windforschern eigens entwickelten Scanner-Einheit kombiniert. Der Scanner kann den Laserstrahl in verschiedene Richtungen lenken um somit das gesamte Windfeld vor einer Windkraftanlage in beliebigen Punkten abtasten und dessen dreidimensionale Wirkung rekonstruieren. *amg*

GRÖßTES BEGEHBARES BAUBOTANISCHES GEBÄUDE IN EUROPA

# Tragwerk wird zur grünen Oase

**Grünflächen in den Städten sind schön und tun dem Stadtklima gut. Städteplanerisch sind sie jedoch auch eine Herausforderung, denn sie erhöhen den Flächenverbrauch und lassen oft keine urbanen, belebten Räume entstehen. Ein Ausweg aus diesem Dilemma wären dreidimensionale, begehbare baubotanische Strukturen, die Gebäudefunktionen übernehmen und gleichzeitig einen Beitrag zur ökologischen Stadtentwicklung leisten. Wie das gelingen kann, zeigt ein im Juni eingeweihter Platanenkubus auf dem Gelände der Landesgartenschau in Nagold. Geschaffen haben das viel beachtete Kunstwerk Ferdinand Ludwig vom Forschungsgebiet Baubotanik des Instituts „Grundlagen Moderner Architektur und Entwerfen" der Uni Stuttgart und der Architekt und Stadtplaner Daniel Schönle.**

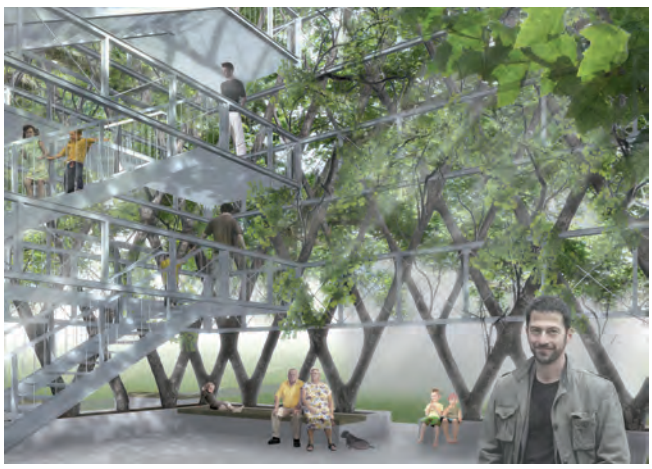
Für den ‚grünen' Umweltminister Franz Untersteller ist das harmonische Zusammenwirken technischen Fügens und pflanzlichen Wachsens eine „faszinierende architektonische Weiterentwicklung", und Uni-Kanzlerin Dr. Bettina Buhlmann hob bei der Einweihung die Chancen für den nachhaltigen Städtebau wie auch für den Klimaschutz hervor. „Durch die schnell wachsenden Konstruktionselemente lassen sich in wenigen Monaten Effekte erzielen, die bei einem echten ausgewachsenen Baum erst nach Jahrzehnten erreicht werden", so die Kanzlerin.

Übermorgenmacher Ferdinand Ludwig (mit Urkunde) vor dem Platanenkubus. Mit im Bild (v.l.): Prof. Gerd de Bruyn (Stuttgart), Prof. Thomas Speck (Freiburg), Uni-Kanzlerin Dr. Bettina Buhlmann, Umweltminister Franz Untersteller und Nagolds Oberbürgermeister Jürgen Großmann. (Foto: Landesgartenschau)

Das Tragwerk des „Gebäudes" – es ist das bisher größte begehbare baubotanische Bauwerk in Europa, wenn nicht gar in der Welt – besteht aus fast 1.000 jungen Platanen. Diese sind durch eine dem gärtnerischen Pfropfen vergleichbare Methode so miteinander verbunden und im Raum angeordnet, dass sie zu einer einheitlichen pflanzlichen Fachwerkstruktur verwachsen. Noch werden sie durch ein Metallgerüst gestützt, doch durch das Dickewachstum der Bäume entsteht nach einigen Jahren eine selbstragende Struktur, die ausgesprochen belastbar ist.

Trotz dieser technisch-konstruktiven Anmutung ist der Innenraum des Platanenkubus ein ruhiger, beinahe meditativer Ort, hinter dessen frischen, grünen Trieben sich wunderbar verweilen lässt. Auf minimaler Grundfläche wird eine gärtnerische Situation geschaffen, die binnen kürzester Zeit benutzbar ist und die ökologische Qualität jahrzehntealter Bäume vorwegnimmt. Gleichzeitig passt ein baubotanisches Bauwerk sein Wachstum an die Umweltfaktoren des Standorts an und ist in der Lage, kleine Schäden selbstständig zu „reparieren". Durch diese adaptiven Prozesse entwickelt jedes Bauwerk – wie ein Baum – über die Jahre eine ganz eigene Persönlichkeit.

Das Forschungsgebiet Baubotanik an der Universität Stuttgart wurde 2007 von Prof. Gerd de Bruyn am Institut „Grundlagen Moderner Architektur und Entwerfen" ins Leben gerufen und bearbeitet Forschungsarbeiten mit botanischem, tragwerksplanerischem und kulturtheoretischem Schwerpunkt in einem Netzwerk aus Naturwissenschaftlern, Ingenieuren, Geisteswissenschaftlern und Architekten. Zu den herausragenden, auch in der Presse viel beachteten bisherigen Forschungsarbeiten gehört ein „Baubotanischer Turm" in der Nähe von Pfullendorf, der im Rahmen des Wettbewerbs „Deutschland, Land der Ideen" ausgezeichnet wurde.



Im Inneren bringen Treppen und Galerien den Besucher in unmittelbaren Kontakt zu einem Gebilde, bei dem technische Einrichtungen und wachsende Pflanzen aufs engste verschmelzen. (Foto: Institut)

**Auszeichnung als Übermorgenmacher**

Im Rahmen der Einweihung überreichte Umweltminister Franz Untersteller an Ferdinand Ludwig eine der Siegesurkunden beim Wettbewerb „Die Übermorgenmacher", den Baden-Württemberg anlässlich des 60-jährigen Landesjubiläums ausgeschrieben hatte. Der Platanenkubus erhielt darüber hinaus den Sonderpreis für Innovation des Holzbaupreises Baden-Württemberg 2012, der vom Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz vergeben wird. Die Preisverleihung fand am 22. Juni in der Architektenkammer in Stuttgart statt. *amg*

## KONTAKT

Ferdinand Ludwig
Institut Grundlagen Moderner Architektur und Entwerfen
Tel. 0711/685-83319
E-Mail: ferdinand.ludwig@igma.uni-stuttgart.de

**JAHRBUCH STADTREGION**

# Stadt und Religion

**Ob Kirchen, Synagogen oder heute Moscheen: Sakralbauten prägen seit jeher unsere Städte und tun dies, Säkularisierung und Kirchenaustritten zum Trotze, bis heute. Dabei haben Christentum, Judentum und Islam nicht nur Einfluss auf das Stadtbild, sondern auf die Entwicklung der Stadt als Ganzes und ihrer Quartiere, auf ihre Treffpunkte, Kommunikationsplattformen und -strukturen, soziale Einrichtungen und andere Strukturen. Mit den vielfältigen Aspekten des Spannungsfeldes von „Stadt und Religion“ beschäftigt sich ein neuer Band des Jahrbuchs „StadtRegion“. Zu den Herausgebern zählt Prof. Christine Hannemann vom Institut Wohnen und Entwerfen der Uni Stuttgart. Das Jahrbuch erscheint seit 2001 und ist ein interdisziplinäres Forum für stadt- und regionalspezifische Themen.**

Neben einem einleitenden Beitrag zum Verhältnis von Religion und Urbanität beleuchtet der aktuelle Band in weiteren Schwerpunktbeiträgen den Einfluss missionarischer Praktiken auf die evangelikale Stadt des 19. und frühen 20. Jahrhunderts, das islamische Gemeindeleben in Berlin und Hamburg aus der Perspektive der Stadtethnologie, das Verhältnis von Alteingesessenen und Außenseitern in einem multikulturellen und multireligiösen Stadtteil Duisburgs sowie das Projekt einer patriarchalischen Kathedrale im postsäkularen Bukarest. Darüber hinaus greift der Band aktuelle Themen der Stadt- und Regionalforschung auf, so zum Beispiel das vieldiskutierte Phänomen der „smart Cities“ oder die unter dem Stichwort „Reurbanisierung“ bekannte Entwicklung, dass die Bevölkerungszahlen in den Städten nach Jahren der Landflucht heute wieder steigen. *amg*

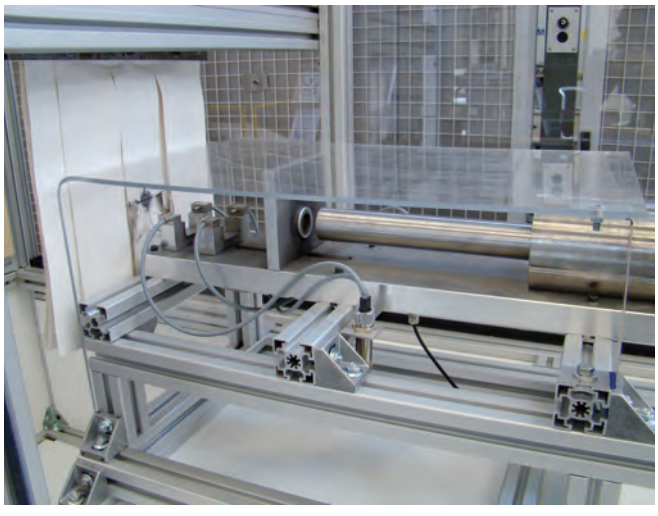
*Jörg Pohlan, Herbert Glasauer, Christine Hannemann, Andreas Pott (Hrsg.): Stadt und Religion. Jahrbuch Stadtregion 2011/2012, Leverkusen/Toronto 2012, ISBN 978-3-86649-474-9, Euro 28.*

**NEUARTIGER TEXTILER SCHUTZ FÜR HOLZBEARBEITUNGSMASCHINEN**

# Damit Späne nicht ins Auge gehen

**Bricht bei einer Holzbearbeitungsmaschine ein Werkzeugteil oder die Schneide, können die Bruchstücke mit hoher Geschwindigkeit weggeschleudert werden und zu Verletzungen führen. Abhilfe schafft ein neues, hochwirksames Schutzsystem für Holzbearbeitungsmaschinen aus technischen Textilien, das Vincenzo Forcillo vom Institut für Werkzeugmaschinen (IfW) der Universität Stuttgart und Hermann Finckh vom Institut für Textil- und Verfahrenstechnik Denkendorf (ITV) gemeinsam mit der Industrie entwickelt haben. Das Forscherteam erhielt dafür den mit 5.000 Euro dotierten Otto von Guericke-Preis der Allianz Industrie Forschung (AIF).**

Damit das bedienende Personal nicht durch schleudernde Späne verletzt wird, waren Holzbearbeitungsmaschinen bisher mit Schutzvorhängen aus PVC ausgestattet. Eine Anpassung der Sicherheitsnormen für die Holzbearbeitung im Dezember 2009 führte jedoch dazu, dass die PVC-Vorhänge die Anforderungen nicht mehr erfüllen konnten. Um ihre Maschinen weiterhin normenkonform liefern zu können, griffen die Hersteller zu Notlösungen aus Aramidgewebe, die aber schwer zu handhaben und überdies gerade für mittelständische Unternehmen zu kostspielig waren. Auch die Alternative, die Maschinen vollständig einzukapseln, wäre ein enormer Aufwand und für viele Betriebe finanziell nicht zu stemmen. „Ein neues Material musste her, dass einerseits robust ist, um die Projektile zurückzuhalten, andererseits aber flexibel genug, um die zu bearbeitenden Werkstücke nicht zu beschädigen“, umreißt Vincenzo Forcillo vom Institut für Werkzeugmaschinen der Uni Stuttgart den



**Beschusseinrichtung zur Prüfung textilbasierter Lamellenvorhänge. (Foto: Institut)**

Arbeitsauftrag, den das Forschungskuratorium Maschinenbau im Verband Deutscher Maschinen- und Anlagebau formuliert hatte. Dass die Lösung im Bereich der technischen Textilien liegen könnte, war naheliegend, und so auch die

Kooperation mit dem ITV, einer wissenschaftlichen Einrichtung in Verbindung mit der Universität Stuttgart.

Gemeinsam mit ihren Teams untersuchten Forcillo und Finckh an eigens entwickelten Prüfständen insgesamt 26 textile Lamellenmaterialien in Vorhangsystemen. Zehn Materialien erfüllten die Normvorgaben. Die Unternehmen favorisierten ein Polyamidgewebe mit spezieller Beschichtung: ein Material mit besonders hohem Rückhaltevermögen, gutem Verschleißverhalten und gleichzeitig einem günstigen Kosten-Nutzen-Verhältnis. Parallel entwickelten die Wissenschaftler Simulationsmodelle, die die Schutzwirkung von Lamellen- und Vorhangsystemen berechenbar machen und auch die Weiterentwicklung neuer Schutzsysteme erleichtern. Weitere Eigenschaften der neuen Schutzsysteme wie zum Beispiel ihre schalldämpfende Wirkung sollen nun in einem Folgeprojekt erforscht werden. *amg*

**KONTAKT**

Dr. Thomas Stehle
Institut für Werkzeugmaschinen
Tel. 0711/685-83866
E-Mail: thomas.stehle@ifw.uni-stuttgart.de

**17. INTERNATIONALE DICHTUNGSTAGUNG AN DER UNI** > > >

**3D-Lasermikroskopaufnahme einer Rückförderstruktur.**

Bei der Tagung in Stuttgart präsentierten die Wissenschaftler des IMA neueste Ergebnisse aus diesem und weiteren Projekten des Instituts. International renommierte Forscher stellten ihre Arbeiten zu verschiedenen Dichtungsarten, Werkstoffen, Oberflächen und Prüfverfahren für Dichtungen vor. Aber auch zur Energieeinsparung sowie Reibung und Verschleiß von Dichtungen gab es Neues zu berichten. Doch nicht nur Entwickler von Dichtungen kamen bei der Tagung zu Wort, sondern auch die Anwender, die von ihren Erfahrungen mit Dichtungen berichteten. „Die ISC ist damit nicht nur für Dichtungs-Fachleute interessant, sondern bietet auch Anwendern und Konstrukteuren wertvolle Anregungen bei dichtungstechnischen Fragen. Dadurch ist schneller und umfassender Technologietransfer in die Praxis möglich“, freut sich Goujavin.

*Witalij Goujavin/hb*

**KONTAKT**

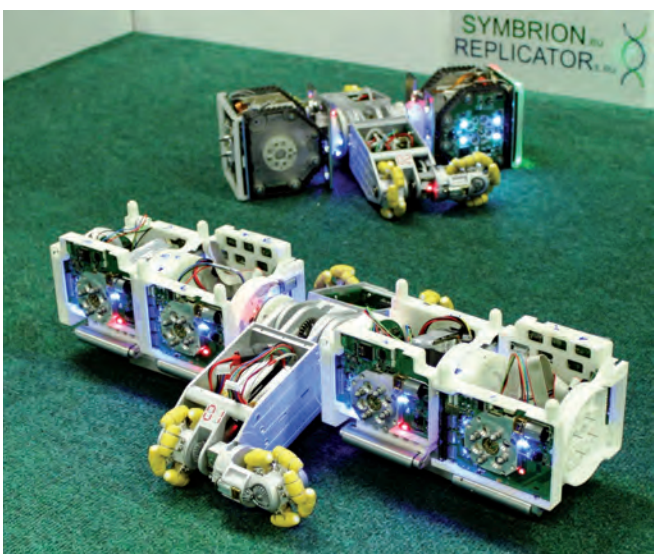
Witalij Goujavin
Institut für Maschinenelemente
Tel. 0711/685-66589
E-Mail: witalij.goujavin@ima.uni-stuttgart.de

**FORSCHER ENTWICKELN WELTWEIT ERSTMALS AUTONOME, SICH SELBST REPARIERENDE ROBOTERORGANISMEN > > > >**

# Von Fukushima bis zum Mars

**Ein Roboter, bestehend aus vielen Einzelrobotern, schlüpft durch kleinste Geröllspalten. Ein Holzbalken, der vorher mal ein Dach getragen hat, versperrt den Weg, anschließend ist eine Kluft zu überwinden. Kein Problem für den Roboter: seine Form löst sich in Einzelorganismen auf, die im Nu eine neue Form annehmen, die eines Kraken. Bei der Überquerung des Hindernisses geht einer der Einzelroboter kaputt, der Roboterorganismus ersetzt ihn, repariert sich so selbst. Was wie eine Szene aus einem Science-Fiction-Roman klingt, entspringt nicht der Fantasie eines Autors. Es ist die reale Vision von Forschern um Prof. Paul Levi von der Abteilung Bildverstehen des Instituts für Parallele und Verteilte Systeme.**

„Bei dem Fukushima-Unglück in Japan hätte man diese Art Roboter einsetzen können“, sinniert Levi. Bevor Menschen in Gefahr gebracht werden, hätten in den radioaktiv verseuchten und beschädigten Reaktoren die eigenständig agierenden und anpassungsfähigen Roboterorganismen die Lage sondieren sowie unter Geröll nach verschütteten Personen suchen können. Dem Mars-Rover „Spirit“, den ein streikendes Vorderrad bis zur endgültigen Funkstille im März 2010 schwächte, hätte es zu neuer Stärke verholfen, wenn er sein kaputtes Rad selbst hätte austauschen können. Und wäre es nicht praktisch, wenn das Auto oder die Kaffeemaschine sich selbst reparieren könnten?




**Verschiedene Robotereinheiten haben sich zu unterschiedlichen Organismen zusammengesetzt. (Foto: Institut)**

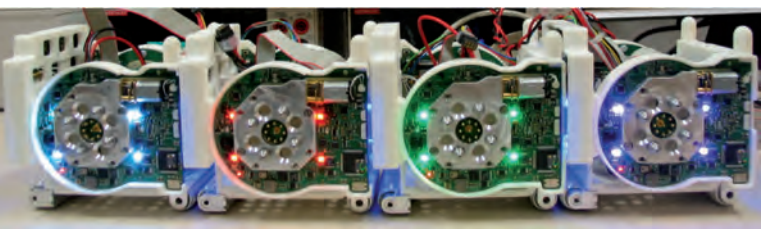
Noch ist dies Zukunftsmusik. Einen ersten Schritt in diese Richtung soll mit den europäischen Projekten „Replicator“ (engl. Robotic Evolutionary Self-Programming and Self-Assembling Organisms) und „Symbrion” (engl. Symbiotic Evolutionary Robot Organisms) gelingen, die beide von Paul Levis Abteilung koordiniert werden. Als Vorbild dienen den internationalen Projektpartnern lebende Organismen aus der Natur, die sich aus bis zu mehreren Billionen Einzelzellen zusammensetzen, an unterschiedlichste Umweltbedingungen anpassen und sich im Laufe der Evolution weiterentwickelt haben. Denn anders als primitive Einzeller können komplexe Organismen aus unterschiedlich spezialisierten Zellen erstaunliche Leistungen vollbringen bis hin zum denkfähigen Menschen.

Wie lebende Organismen bestehen die Roboter der Zukunft, deren Prototypen im Keller des neuen Informatikzentrums stehen, deshalb aus unterschiedlichen autonomen Einheiten – die größten mit einer Kantenlänge von etwa zehn Zentimetern. Vorreiter waren einfach ausgestattete „lernfähige“ Miniroboter in der Größe einer 1-Euro-Münze, die im Schwarm ähnlich eines Bienenvolkes intelligente Leistungen vollbringen können, etwa den kürzesten Weg zur Steckdose (Futterquelle) zu finden, die „Nahrungsaufnahme“ kooperativ durchführen („sozialer Magen“) und Fortpflanzung nur mit denjenigen Partnern vorzunehmen, die am fittesten sind („virtueller Sex“). Allerdings konnten sich die Schwarmroboter noch nicht aneinander koppeln, um einen Organismus aufzubauen. Sie konnten jedoch miteinander kommunizieren, um etwa Hindernisse zu erkennen, die weit größer waren als jeder einzelne Miniroboter und daher nur gemeinsam vom Schwarm erkannt wurden.

**Fallweise Zusammenschlüsse**

Das Ziel der Projektpartner war es nun, die Einheiten der Roboterorganismen nicht mit komplett vorprogrammierten

Betriebssystemen auszustatten, wie es bisher in der zellulären Robotik üblich ist. Sie wollten vielmehr einen neuen evolutionären Algorithmus entwickeln, der es einer Robotereinheit erlaubt, je nach Umgebungssituation selbständig zu entscheiden, mit welchen anderen Robotereinheiten sie idealerweise kooperiert, um etwa Hindernisse zu überqueren oder Treppenstufen hinaufzusteigen. So sollen verschiedene Formen von Roboterorganismen entstehen, die sich in ihren Untereinheiten unterscheiden, völlig autonom die



Mit bis zu 20 Sensoren scannen die Robotereinheiten ihre Umwelt, um sich ihr anzupassen und den optimalen Roboterorganismus zu bilden. (Foto: Institut)

nächste Steckdose suchen und ihre Akkus wiederaufladen sowie kaputte Einheiten selbst reparieren.

In dem Projekt Replicator haben die Informatiker inzwischen fünf verschiedene Robotereinheiten entwickelt, manche würfelartig, andere länglich. Sie bewegen sich auf Panzerketten oder Rädern, können aneinander docken und ihre Umgebung mit bis zu 20 Sensoren scannen, etwa Kameras, Laser, Beschleunigungs- und Neigungsmesser, Druck- und Temperaturfühler. Bestückte Leiterplatinen nehmen die komplette Fläche der vier Seitenwände und des Bodens der Robotereinheiten ein, um Platz im Inneren für Motoren, Batterien und Sensoren zu schaffen. Einen Teil dieser Prozessorenchips von circa 3x3 Zentimeter hat Levis Team selbst entworfen. Die umfangreiche „Innenausstattung" der Roboterzellen ist momentan der Grund, weshalb diese Roboter nicht weiter minituarisiert werden können. Sie ist nötig, da der Organismusaufbau evolutionär geregelt wird und die Sensoren und Bewegungsarten bereits von Anfang an vorhanden sein müssen, damit der Roboterorganismus abhängig von den Umweltbedingungen die geeignetsten Sensoren und die optimale Bewegungsart bestimmten kann. Auch die Andock- und Navigationssoftware haben die Stuttgarter entwickelt. Das Projekt Symbrion liefert die evolutionären Algorithmen, die in Simulationen inzwischen getestet sind und nun noch auf die realen Robotereinheiten übertragen werden müssen.

Die große Bewährungsprobe haben die autonomen Roboterorganismen noch vor sich: Im Herbst 2013 sollen 100 Robotereinheiten in einer 5 mal 7 Meter großen Arena im Untergeschoss des Informatikgebäudes 100 Tage lang ohne menschliches Eingreifen durch Zusammenschluss untereinander verschiedene Aufgaben lösen, etwa unter unterschiedlichen Lichtverhältnissen Engpässe passieren oder Treppenabsätze bezwingen – und dabei sich selbst mit Energie versorgen und warten. Die Herausforderung für das Projekt Symbrion besteht darin, ob die Robotereinheiten sich zu unterschiedlichen Organismen zusammenfinden.

*Helmine Braitmaier*

**KONTAKT**

Prof. Paul Levi
Institut für Parallele und Verteilte Systeme
Tel. 0711/685-88387
E-Mail: Paul.Levi@ivps.uni-stuttgart.de

**NEUES FERTIGUNGSVERFAHREN FÜR KOSTENGÜNSTIGERE ENDOPROTHESEN** > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > >

# Preiswerte keramische Implantate

**Um die Versorgung der Bevölkerung mit künstlichen Hüft- oder Kniegelenken (Endoprothesen) in Deutschland dauerhaft zu sichern und Endoprothesen auch in Entwicklungs- und Schwellenländern erschwinglich zu machen, sollten diese billiger werden. Wissenschaftler des Instituts für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile (IFKB) arbeiten an einer neuen Technologie auf Basis des keramischen Spritzgießens, mit der die Herstellkosten solcher Implantate deutlich gesenkt werden können.**

Bisher werden bei Hüft- und Knieoperationen routinemäßig Implantate aus Spezialstahl und einem Kunststoffgegenkörper aus Niederdruck-Polyethylen (NDPE) eingesetzt. Diese sind zwar vergleichsweise kostengünstig, ihre Gebrauchsdauer ist jedoch je nach Belastung auf zehn bis 15 Jahre begrenzt. Deutlich langlebiger sind keramische Implantate, deren überlegene Werkstoffeigenschaften eine Reduktion des Verschleißes und eine bessere Biokompatibilität (Verträglichkeit) gewährleisten, wodurch Entzündungen im Gewebe vermindert und die Implantatlockerung verlangsamt werden. Zudem wachsen sie schneller ein und die Patienten kommen nach einer Operation rasch wieder auf die Beine. Ihr Nachteil: Die Herstellung und Endbearbeitung der spiegelglatt geschliffenen, harten und zähen Keramik erfordert eine Vielzahl an Arbeitsschritten und ist dementsprechend teuer.

Dieser Problematik hat sich Mohammed Abou El-Ezz am Institut für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile (IFKB) im Rahmen seiner Doktorarbeit in der Graduate School of Excellence for advanced Manufacturing Engineering Stuttgart (GSaME) angenommen. Der 26-jährige Absolvent der German University of Cairo (GUC) versucht mit Unterstützung der Hans-Böckler-Stiftung, durch einen deutlich preiswerteren Fertigungsweg Keramikimplantate einem größeren und weniger vermögenden Patientenkreis zugänglich zu machen.

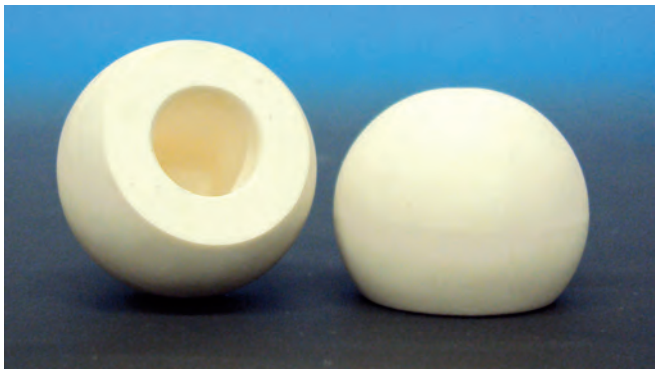
**Grundlegend neuer Ansatz**

Um die erforderlichen hohen Qualitäten implantatkeramischer Produkte mit den Kostenzielen für einen breiteren Markt in Einklang zu bringen, wählen die Wissenschaftler einen grundlegend neuen Ansatz entlang der gesamten Prozesskette von der Rohstoffkonditionierung über das Formgebungsverfahren bis zur Endbearbeitung. Ihr Ziel ist es, durch die Anwendung des keramischen Spritzgießens (CIM) Implantate in einer Geometrie herzustellen, die der Endkontur schon sehr nahe kommt. Dieses in der Fachsprache als „Net-shape-Formgebung" bezeichnete Konzept in Verbin-

dung mit dem CIM-Verfahren macht es möglich, die Taktzeit sowie die kostspielige Nacharbeit erheblich zu reduzieren. Allerdings erfordert das Verfahren einen höheren Anteil an Bindemittel und Hilfsstoffen, wodurch sich die Wärmebehandlung und die chemische Technik komplizierter gestalten.

Im Rahmen des Projektes wurden zunächst hochfeste und zähe Mischoxidkeramiken entwickelt, die für die Spritzgießtechnik geeignet sind: Aluminiumoxid-Zirkonoxid-Nanokomposite (ZTA: zirconia toughened alumina). Hinter der Abkürzung verbergen sich keramische Hochleistungswerkstoffe für biomedizinische Anwendungen, die eine hohe Festigkeit, Biokompatibilität und Härte besitzen. Dadurch sind sie metallischen Werkstoffen in orthopädischen Anwendungen überlegen. Die üblichen Nachteile der Keramiken, insbesondere die Sprödbruchanfälligkeit, können durch Verstärkungsmechanismen auf der mikroskopischen Ebene des Werkstoffgefüges vermieden werden, welche zu einer Steigerung der Bruchzähigkeit, Härte und Dauerfestigkeit führen. Auf der Basis detaillierter Analysen der Bauteilgefüge und der Versagenskriterien sollen die Prozesse und Materialien schließlich so optimiert werden, dass man preiswerte Implantate von hoher Zuverlässigkeit in großen Stückzahlen herstellen kann.

Bereits im Frühjahr wurden am IFKB erste spritzgegossene Hüftgelenksimplantate aus ZTA-Verbundkeramik hergestellt. „Die Ergebnisse sind vielversprechend und lassen hoffen, dass diese neue Prozessroute für keramische Implantate dazu beitragen kann, die unmittelbaren Herstellkosten dieser Produkte um bis zu 30 Prozent zu senken“, freuen sich Mohammed Abou El-Ezz und sein Doktorvater



**Erste spritzgegossene Hüftgelenksimplantate aus ZTA-Verbundkeramik. (Foto: Institut)**

Prof. Gadow. „Wir gehen davon aus, dass sich dadurch der Kreis der Patientengruppen, die von dieser modernen Werkstofftechnologie in der Medizintechnik profitieren, in der Zukunft erheblich erweitert.“ *amg*

**KONTAKT**

Prof. Rainer Gadow
Institut für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile
Tel. 0711/685-68301
E-Mail: rainer.gadow@ifkb.uni-stuttgart.de
> > > www.ifkb.uni-stuttgart.de

**NEUE METHODIK FÜR DIE TEMPLATGESTEUERTE SYNTHESE** > > >

ben eine Freilegung der Reaktivität zu einem gewünschten Zeitpunkt ermöglichen. Erst wenn ein bestimmtes Reagenz zugegeben wird, kommt es zur Verknüpfung. Diese Bedingungen sind so „mild“, dass die spontane Paarbildung nicht gestört wird. Die Stuttgarter Chemiker konnten so bis zu zehn rein chemische Einbauschritte verfolgen und darüber hinaus zeigen, dass das Wachstum der Tochtersequenz nicht nur an einem Ende sondern sogar gleichzeitig an beiden Enden erfolgen kann. Dies lässt die Natur mit ihrer ausgeklügelten enzymatischen Maschinerie nicht zu.

Das neue Verfahren, das Charakteristika bekannter chemischer Syntheseverfahren mit biologisch inspirierten Schritten vereint, könnte es in Zukunft ermöglichen, die Sequenz von krankmachenden Genen leichter auszulesen. Auch für den spontanen Aufbau von kleinsten Formteilen könnte die Methodik interessant werden. Man spricht hier von DNA-Nanostrukturierung. Zunächst aber plant die Stuttgarter Gruppe Versuche, bei denen die Abfolge mehrerer spontaner „molekularer Tänze“ wie in einem Film aufgezeichnet werden können. *amg*

**KONTAKT**

Prof. Clemens Richert
Institut für Organische Chemie
Tel. 0711/685-64311
E-Mail: lehrstuhl-2@oc.uni-stuttgart.de

**ANSPRUCHSVOLLES BEWEGUNGSTRAINING FÜR ÄLTERE MENSCHEN** > > >

sinkt einerseits das Risiko von Erkrankungen und Stürzen, andererseits steigt die Lebensqualität. Ein Nebeneffekt des anspruchsvollen Seniorensports, der vor Leistungstests nicht zurückschreckt: Auch Männer fühlen sich davon mehr angesprochen, deren Teilnahmequote steigt von 10 auf 50 Prozent. „Zudem ist das ein soziales Event“, stellt Nadja Schott fest. „Und damit ist es gleichzeitig eine Freundschafts- und Partnerbörse.“ *uk*

**KONTAKT**

Prof. Nadja Schott
Institut für Sport- und Bewegungswissenschaft
Lehrstuhl Motorik und Kognition
Tel. 0711/685-63042
E-Mail: nadja.schott@inspo.uni-stuttgart.de

**VON DER HERRSCHAFT DES VOLKES ZUR HERRSCHAFT DER HONORATIOREN?** > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > >

## „Demokratie“ im Hellenismus

Lange Zeit galt die Auffassung, die hellenistische Epoche habe den Niedergang der griechischen Polis mit sich gebracht. Neuere Forschungen haben dies gründlich revidiert: Nicht Verfall, sondern pragmatische Anpassung an die neuen Machtkonstellationen kennzeichnen die Geschichte der griechischen Städte in hellenistischer Zeit (323-31 v.Chr.). Die städtische Kultur erlebte zu dieser Zeit sogar in vielfacher Hinsicht ihre eigentliche Blüte: Erst im Hellenismus erfuhren zahlreiche politische und kulturelle Ämter und Institutionen in den Städten ihre eigentliche Ausgestaltung, wurde die Lokalgeschichte auf breiter Ebene entdeckt und das Bürgerbewusstsein durch die Einrichtung regionaler Feste und Spiele oder durch vielfältige Stiftungen reicher Bürger zugunsten städtischer Heiligtümer und öffentlicher Plätze und Bauten nachhaltig gestärkt.

Doch inwiefern gelang es, die erhebliche soziale und ökonomische Kluft und das daraus resultierende notorische Spannungsverhältnis zwischen der großen Masse der Bürger und der schmalen politischen Führungsschicht zu überbrücken und auf dem Feld der Politik zumindest ansatzweise aufzuheben? Wie war es möglich und wie wurde es bewerkstelligt, dass die Ansprüche der materiell und gesellschaftlich überlegenen ‚Wenigen‘ mit der von der demokratischen Ideologie geforderten gleichmäßigen Partizipation aller Bürger am politischen Willensbildungsprozess vereinbar wurden? Fragen wie diese untersucht der Band „Demokratie im Hellenismus. Von der Herrschaft des Volkes zur Herrschaft der Honoratioren?“, herausgegeben von Prof. Peter Scholz vom Historischen Institut der Uni Stuttgart (gemeinsam mit dem Mannheimer Althistoriker Christian Mann). Die Beiträge des Bandes sind aus einer Sektion des Deutschen Historikertages 2008 hervorgegangen. *amg*

*Peter Scholz, Christian Mann (Hrsg): Demokratie im Hellenismus. Von der Herrschaft des Volkes zur Herrschaft der Honoratioren?, Verlag Antike, Mainz 2012, ISBN: 978-3-938032-40-4, Euro 42,90.*

**PHILOSOPHIEEINFÜHRUNG AUF UNTERHALTSAME ART** > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > > >

## Folge dem weißen Kaninchen

Ob Rotwein-Philosophen über einem Glas Bordeaux die Welt erklären oder Heißluftballon-Philosophen sich auf der Suche nach der Wahrheit im Mehrdeutigen verheddern: Die These, Philosophie sei gesellschaftlich irrelevant, dürfte mehrheitsfähig sein, und viele Philosophen haben dazu selbst nach Kräften beigetragen. Richtiger wird sie dadurch nicht. Doch was ist Philosophie nun wirklich? Eine ebenso intelligente wie unterhaltsame Antwort auf diese Frage gibt Philipp Hübl, Juniorprofessor für Theoretische Philosophie an der Uni Stuttgart, in seinem Buch „Folge dem weißen Kaninchen“.

Anknüpfend an das weiße Kaninchen in Lewis Carolls berühmtem Buch „Alice im Wunderland“ und an den Film „The Matrix“, in dem der Hacker Neo die Nachricht „Folge dem weißen Kaninchen“ erhält, führt Hübl in zehn Kapiteln zu den großen Fragen des Lebens:

Kann man ohne Gefühle leben? Gibt es Gott? Sind wir frei in unseren Entscheidungen? Was können wir wissen? Wie erhalten unsere Worte ihre Bedeutung? Kann man Bewusstsein wissenschaftlich erklären? Haben Träume eine Funktion? Wie erleben wir unseren Körper? Warum ist uns Schönheit so wichtig? Und hat der Tod einen Sinn?

Klassische Philosophieeinführungen haben ihn immer gelangweilt, betont der Autor, der am Institut für Philosophie über der Philosophie des Geistes, Handlungstheorie, Sprachphilosophie, Metaphysik, Wissenschaftstheorie und Erkenntnistheorie forscht. Wer stattdessen dem weißen Kaninchen folgt, sieht das Wunderland der Wirklichkeit mit neuen Augen. Es ist eine Jagd mit reicher Beute, hin und her, „querweltein“, durchs ganze Leben und zurück – eine kluge, originelle und im besten Sinne moderne Einführung in die philosophischen Grundfragen und Methoden. *uk*

*Philipp Hübl: Folge dem weißen Kaninchen ... in die Welt der Philosophie, Rowohlt Verlage 2012, 345 Seiten, ISBN: 978-3-499-62479-7, Euro 11,99.*