



MP3, LEDS UND CO.

INNOVATIONEN MADE BY FRAUNHOFER



WENN IDEEN WIRKLICHKEIT WERDEN

Vor 60 Jahren gründeten in München 103 Persönlichkeiten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Staat einen gemeinnützigen Verein zur Förderung der angewandten Forschung: die Fraunhofer-Gesellschaft. Damals galt es, nach der Zerstörung des Krieges, neue Strukturen für die Forschung zu entwickeln und Impulse für den wirtschaftlichen Wiederaufbau zu geben. Seither hat sich Fraunhofer beständig gewandelt – in sechs Jahrzehnten von einem kleinen Verein mit nur drei Angestellten und einem Budget von wenigen tausend Mark zu der führenden Organisation für angewandte Forschung in Europa. Heute erarbeiten 15 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in 80 Einrichtungen ein Forschungsvolumen von 1,4 Milliarden Euro.

Eine stolze Bilanz: Doch was steckt hinter diesen nackten Zahlen? Welche Innovationen sind aus Fraunhofer-Laboren hervorgegangen? Welche Forschungsergebnisse und Ideen hat die Industrie aufgegriffen und in neue Produkte oder Dienstleistungen umgesetzt? Welche neuen Verfahren haben Fraunhofer-Ingenieure im Auftrag der Industrie entwickelt? Was ist der Ertrag von 60 Jahren angewandter Forschung?

Die gesammelten Ergebnisse passen nicht zwischen zwei Buchdeckel, nicht einmal die wichtigsten. Eine solche Abhandlung würde vor allem Technikhistoriker interessieren. Es ist gar nicht so einfach, den Anteil von Fraunhofer an technischen Entwicklungen herauszudestillieren, denn schließlich tragen die Unternehmen meist den Löwenanteil der Forschungs- und Entwicklungskosten. So bleibt der Fraunhofer-Beitrag oft unsichtbar, wenn auch mit sichtbarer Wirkung in der Wirtschaft. Unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben in den vergangenen Jahrzehnten viele Technologie-Entwicklungen initiiert, vorangetrieben und in die industrielle Praxis geführt. Mit diesem Buch wollen wir Ihnen eine kleine und feine Auswahl aus unzähligen Forschungsprojekten präsentieren, die zu neuen Produkten und Verfahren geführt haben. Die Beispiele haben Birgit Niesing und Christa Schraivogel aus unserer Presseabteilung zusammengetragen und das Konzept für das Buch erarbeitet. Den erfahrenen Wissenschaftredakteuren Tim Schröder, Julia Harlfinger, Katja Lüers, Alexander Stirn und Heidi Wahl ist es gelungen, die Projekte kurz, knapp, verständlich und spannend dazustellen. Die Zusammenstellung gibt einen kleinen Eindruck, wie erfolgreich der »Innovationsmotor« Fraunhofer seit vielen Jahren arbeitet. Die Beispiele machen aber auch deutlich, wie das in die Forschung eingesetzte Geld dem Wirtschaftsstandort und den Menschen in Deutschland zu gute kommt.

Überall in der Welt ist bekannt, dass mp3 von Fraunhofer-Forschern entwickelt wurde. Doch nur wenige wissen, dass unsere Institute auch wichtige Grundlagen für das Telefonieren via Internet oder für die Entwicklung der Flüssigkristall-Flachbildschirme gelegt und zahlreiche Weltrekorde für effiziente Solarzellen aufgestellt haben. Ob beim Fernsehen auf dem Handy, der Fertigung von hochwertigem Zahnersatz, Sicherheitssystemen für Autos oder Nullenergiehäusern – oft haben Fraunhofer-Entwicklungen dazu beigetragen, dass deutsche Unternehmen sich einen technologischen Vorsprung erarbeiten konnten.

60 Jahre im Auftrag der Zukunft – mit diesem Jubiläumsmotto bekräftigt Fraunhofer die Verantwortung für Deutschland. Die Forscherinnen und Forscher tragen mit ihren Ideen, ihrem Know-how und ihrem Einsatz dazu bei, dass die Menschen in Deutschland eine Zukunft haben. Mit Innovationen raus aus der Krise – das ist wie in den Nachkriegsjahren für ein Hochlohnland wie Deutschland der einzig gangbare Weg. Die Innovatoren planten damals nicht, ein Wirtschaftswunder auszulösen, aber sie taten es, weil sie Neues wagen mussten. Heute wissen wir, woher das neue Wachstum kommt: aus Innovationen, neuen Produkten, Verfahren und Dienstleistungen. Und daher soll dieses kleine Büchlein auch als großer Mutmacher wirken!



Hans-Jörg Bullinger
Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft

INHALT

Vorwort

Wenn Ideen Wirklichkeit werden.....	2
Vorhersagen ohne Weissagen.....	7



ENERGIE

Die Weltrekord -Solarzelle.....	11
Auftürmen mit Energie.....	12
Wachweiche Klimaanlage.....	15
Häuser ernten Energie.....	17
Das Dreamteam der LED-Technologie.....	18
Leuchtendes Weiss.....	21
Licht aus Plastik.....	23



SICHERHEIT

Schrott im All.....	27
Supernase im Einsatz.....	28
Weiche Landung.....	31
Sichere Software für das Auto.....	33
Puzzeln für die Vergangenheit.....	34
Röntgenblick für die Produktion.....	37
Überblick im Krisenfall.....	38
Keine Angst vor Wind.....	41
Der Härtestest für Autoräder.....	43
Der perfekte Crash.....	44
Schlauer Passwortspeicher.....	47
Radprüfung in Sekundenschnelle.....	48
Testhirn fürs Auto.....	51
Führer durch das Softwarelabyrinth.....	53



KOMMUNIKATION

Die Wiege der Internettelefonie.....	57
Perfekte Projektion für Planetarien.....	59
Schlauer Staub.....	61
Schraubstock für Videos.....	62
Gewusst wo!.....	65
Der richtige Dreh für das Fernsehbild.....	67
Schnelle Software lässt Bilder fließen.....	69
Der Baukasten für die virtuelle Welt.....	70
Flinker Spiegel macht Scanner flott.....	73
Ein Fest für die Ohren.....	74
Durchblick im Datensalat.....	76
Riesenpanorama für die virtuelle Welt.....	79
Pixel erobern die Kinoleinwand.....	81
Jukebox für unterwegs.....	82
Hauptdarsteller undercover.....	84



UMWELT

Abwasser als Ressource	89
Klar und rein dank Diamant	91
Krankmachende Russkerne.....	92
Perfekte Untergrund-Organisation.....	95
Ackerbau im Zylinder	97
Molch wittert Risse.....	98
Immer schön dicht bleiben.....	101
Es hat sich ausgedampft	103
Die Leichtigkeit des Fliegens.....	104
Starkes Duo	107



MOBILITÄT

Jederzeit Ticketzeit	111
Multitalent auf Schienen.....	113
Der perfekte Beifahrer.....	115
Spezialisten für Kontraste	116
Meisterhaft kleben.....	119
Wenn der Pullover funkt	120



PRODUKTION

Politur mit Laserstrahl	125
Das Multifunktionaltalent.....	127
Riss als Werkzeug	128
Spiegelglatte Präzision	130
Schneller Schliff fürs Taschentuch.....	133
Rostschutz am laufenden Band.....	134
Spiegelfrei dank Mottenaugen.....	137
Hilfe für Aschenputtel.....	138
Recycling für Mikrochips.....	141
Schweißen statt schrauben.....	143
Glückliche Fügung – dank Laser.....	144
Aufgepepptes Plastik.....	146
Chips – Ultradünn und flexibel.....	149
Der Turbolöser.....	151
Virtueller Motorstress.....	153



GESUNDHEIT

Eiskaltes Archiv.....	157
Mikrolöcher schlucken Schall	159
Silber schützt vor Bakterien	160
Neue Mittel gegen MS.....	163
Fenster in den Körper	165
Kleiner Stich, große Wirkung.....	167
Das Labor für unterwegs	168
Knorpel aus der Retorte	170
Atmen für die Forschung	173
Der kalte Weg zur fettarmen Wurst.....	175
Butler auf vier Rädern	176
Mit Laserschmelzen zum Implantat.....	179

Impressum	180
-----------------	-----



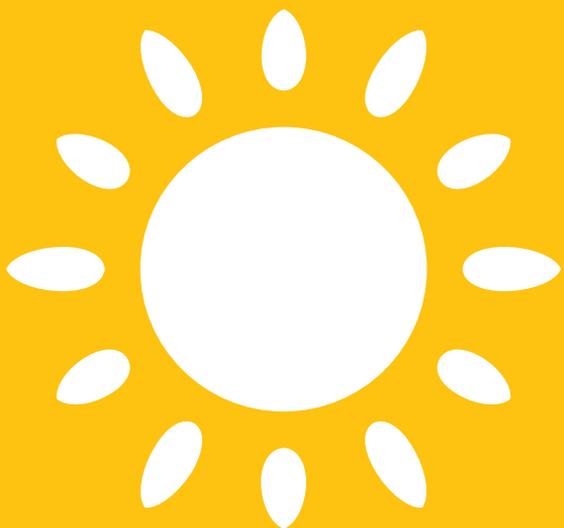
VORHERSAGEN OHNE WEISSAGEN

DELPHISTUDIE

Was die Zukunft angeht, gehen die Ansichten weit auseinander: Die einen wüssten gerne, was sie in fünf, zehn oder zwanzig Jahren erwartet. Die anderen winken mit einem »oh Gott, nein, lieber nicht« ab. Im antiken Griechenland weissagte Pythia im Tempel von Delphi den Ratsuchenden. Vom Orakel von Delphi leitet sich durchaus der Name der Delphi-Studien ab, aber von zukunftsbestimmenden Prophezeiungen wollen die Forscher vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe nichts wissen. »Wir haben zwar eine Vordenkerrolle, machen aber keine Weissagen«, betont Dr. Kerstin Cuhls, Leiterin des Geschäftsfelds Vorausschau und Zukunftsforschung.

Für ihre Delphi-Studien befragen die ISI-Forscher zahlreiche Experten nach deren Zukunftserwartungen – beispielsweise zur künftigen Entwicklung von Umwelt, Gesundheit oder Konsum. In jeder Studie werden dann die Thesen der Fachleute systematisch ausgewertet. 1993 erstellten die Forscher die erste Delphi-Studie für das Bundesforschungsministerium, 1998 die zweite. In der Studie von 1998 vermuteten die Befragten etwa, dass von 2005 an knapp ein Drittel aller Büroarbeiternehmer an zwei von fünf Werktagen zu Hause arbeiten werden, oder dass wir ab 2018 Service-Roboter zum Rasenmähen, Putzen oder für die Krankenpflege ausleihen können. Als globale Entwicklungstrends prognostizierte die Studie für das Ende des nächsten Jahrzehnts beispielsweise eine Verschlechterung der Gesundheit durch wachsende Umweltprobleme. Die aufwändigen Delphi-Studien basieren auf einem systematischen, mehrstufigen Befragungsverfahren mit Rückkopplung. Ziel ist es, künftige Forschungsfragen, Trends, oder neue technische Entwicklungen besser einschätzen zu können. Zunächst arbeiten sich die Forscher durch wissenschaftliche Arbeiten und eigene Studien tief in ein Thema ein. Dann werden Fragen ausformuliert und möglichst vielen Experten zugesandt. Der Clou dabei: Die Fachleute werden zweimal befragt. In der zweiten Runde bekommen sie dieselben Dinge noch einmal zur Beurteilung vorgelegt. »Dann können sie ihre Meinung ändern oder auch nicht«, erklärt Cuhls diesen psychologischen Anker, das Reflektieren des eigenen Standpunkts im stillen Kämmerlein.

Japanische Kollegen der Delphi-Forscher stellten im Rückblick fest, dass etwa 40 Prozent der in Delphi-Studien gemachten Aussagen eintreffen, je 30 Prozent erweisen sich als Flop oder als teilweise zutreffend. Nur in Einzelfällen überprüfen die Experten, ob sich die Annahmen tatsächlich bewahrheiten. Einige Volltreffer haben sie gelandet: Beispielsweise erkannten sie, dass die Höhenvermessung mit GPS (Global Positioning System) künftig eine Rolle spielt, oder dass die Haushalte mit elektronischer Post, also per E-Mail, kommunizieren werden. »Dass jedoch der MP3-Player und die SMS so einen Siegeszug antreten«, sagt Cuhls, »das war nicht einschätzbar.«





Die neuen hochwertigen Solarzellen können in Konzentratorsystemen eingesetzt werden.

DIE WELTREKORD- SOLARZELLE

PHOTOVOLTAIK – STROM AUS DER SONNE

»Gut Ding will Weile haben« – heißt es im Volksmund. Wie wahr. Sportler nehmen jahrelange Entbehrungen in Kauf, um ihre Leistungen mit Medaillen krönen zu lassen. Auch die Forscher des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg brauchten einen langen Atem und Durchhaltevermögen. Mehr als zehn Jahre lang haben sie an den Mehrfachsolarzellen getüftelt, bis ihnen Anfang 2009 sogar ein Weltrekord gelungen ist: Die ISE-Wissenschaftler haben für die Umwandlung von Sonnenlicht in elektrischen Strom mit ihren speziell aufgebauten Solarzellen einen Wirkungsgrad von 41,1 Prozent erreicht. Deutlich mehr als je zuvor. »Wir sind mehr als glücklich über diesen Durchbruch«, sagt Dr. Frank Dimroth, Leiter der Arbeitsgruppe III-V-Epitaxie und Solarzellen.

Während ungefähr 90 Prozent aller Kristalle für Solarzellen aus Silizium gewonnen werden, arbeiten die Freiburger Spezialisten auch mit exotischeren Materialien. Etwa mit Kristallen aus den Elementen Gallium, Indium, Arsen und Phosphor. Zu ihren wichtigsten Rezepturen gehören seit 1999 die Halbleiterverbindungen Gallium-Indium-Phosphid, Gallium-Indium-Arsenid oder Germanium. Je nach Zusammensetzung der Halbleiterschichten entstehen Kristalle, die das Sonnenlicht in verschiedenen Wellenlängenbereichen absorbieren. Stapelt man drei Einzelsolarzellen aus Halbleitern mit unterschiedlicher Zusammensetzung übereinander, so lässt sich das breitbandige Sonnenlicht bestens ausschöpfen und optimal in elektrischen Strom umwandeln. Aber: Die Atome der aus bis zu 40 Einzelschichten bestehenden Mehrfachsolarzelle sind im Gegensatz zu herkömmlichen Solarzellen nicht im selben Abstand angeordnet. Es kommt deshalb in den Kristallen zur Ausbildung von unerwünschten Defekten. Die ISE-Forscher entdeckten, dass diese Defekte aber auf Bereiche der Solarzellenstruktur begrenzt werden können, die nicht elektrisch aktiv sind. Mit diesem Wissen konnten die Freiburger Spezialisten Solarzellenstrukturen von so guter kristalliner Qualität herstellen, dass sie den bisher höchsten gemessenen Umwandlungswirkungsgrad erzielt haben.

Eingesetzt werden diese Solarzellen in photovoltaischen Konzentratorsystemen des Typs FLATCON® (Fresnel Lens All-glass Tandem Cell Concentrator) für Kraftwerke in Ländern mit viel direktem Sonnenlicht. Dabei wird das Licht mithilfe von Fresnellinsen gebündelt, bevor es auf die Solarzelle trifft. Der Trick: Die Kombination von preiswerter Optik und teuren Solarzellen reduziert die Kosten der Stromgewinnung erheblich. Ende 2008 öffnete eine klimafreundliche Solarstromfabrik in Freiburg ihre Pforten. Dort werden Module mit einer Leistung von 25 Megawatt pro Jahr produziert.

AUFTÜRME MIT ENERGIE

SOFC-BRENNSTOFFZELLEN FÜR HEIZGERÄTE

Die Halle mutet an wie ein Hochsicherheitstrakt. Nur Personen mit Zugangscode dürfen hinein. Abgeschottet wird hier an verschiedenen Messstationen gearbeitet – unter hohen Temperaturen und mit verschiedenen Gasen. Nein, keine gruseligen Frankenstein-Experimente verbergen sich hinter diesen Mauern, sondern das Brennstoffzellenprüfzentrum am Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS. Diverse Unternehmen führen hier Tests von bis zu 40 000 Stunden Dauer durch. Woran genau forschen sie? Und wie viele Firmen absolvieren hier ihre Versuche? »Kein Kommentar«, sagt Michael Stelter, Leiter der Abteilung Module und Systeme. Nur so viel verrät er: Am IKTS – im Prüfzentrum wie im regulären Forschungsbetrieb – laufen die Untersuchungen an SOFC-Brennstoffzellen (SOFC: solid oxide fuel cells) auf Hochtouren. Die neuartigen Energiewandler sollen in Kraftwerken und Brennstoffzellen-Heizgeräten, so haben Berechnungen ergeben, mit rund 50 Prozent einen deutlich höheren Wirkungsgrad erzielen als konventionelle Anlagen (ca. 35 Prozent). Die Märkte der Zukunft sind deswegen heiß umkämpft.

»Chemische Energie in Form von Wasserstoff rein – elektrische Energie raus«, so lautet, vereinfacht umschrieben, die Funktionsweise der SOFC: »Wie eine Batterie, die nie leer wird«, vergleicht Stelter. Herausragender Vorteil: Eine SOFC hebt sich von anderen Brennstoffzellentypen ab, weil sie bei ihren Energielieferanten nicht besonders wählerisch ist, also als ‚Futter‘ keinen reinen Wasserstoff benötigt: Ihr sind Erdgas und Diesel recht, genau so wie das als regenerative Energiequelle immer bedeutungsvollere Biogas.

Weil die Betriebstemperatur bei rund 850 Grad liegt, ist das Material der SOFC besonders gefordert. Ihr Herzstück – ein Stapel aus dünnen Keramikfolien – muss Extrembedingungen trotzen. Bei der Entwicklung dieser Keramikstapel (Stacks) war das IKTS seit 1992 maßgeblich beteiligt und forcierte die Schlüsseltechnologie. Das Auftürmen auf höchstem Niveau, u. a. gemeinsam mit dem Fraunhofer Spin-in Staxera GmbH, war von Erfolg gekrönt: Die Komponenten sind mittlerweile so langlebig, dass nun ein IKTS-Kooperationspartner einen großen Feldversuch wagt. Die Firma Vaillant, Hersteller von Heizgeräten, nimmt an einem 800-Keller-Programm der Bundesregierung teil, bei dem Brennstoffzellen-Heizgeräte in Ein- und Mehrfamilienhäusern getestet werden. »Wenn in diesem Programm alles gut geht, wird es von 2012 an marktreife SOFC-Produkte im Bereich Heizungstechnik geben«, ist Stelter zuversichtlich. »Auch wenn die wirtschaftlichen Zeiten gerade nicht die besten sind, bin ich überzeugt, dass es sich lohnt, hier zu investieren«, fasst Michael Stelter zusammen.



Das Herzstück der SOFC-Brennstoffzellen ist der Stapel aus dünnen Keramikfolien.



WACHSWEICHE KLIMAAANLAGE

LEICHTBAUSTOFFE MIT PHASE CHANGE MATERIALS

Moderne Bürokomplexe haben viele Vorteile: Sie sind schick, schnell gebaut und flexibel. Wenn es sein muss, verwandeln sich Großraumbüros innerhalb weniger Stunden in kuschelige Zweipersoneneinheiten. Doch die in Leichtbauweise gefertigten Wände haben einen Nachteil: Wegen ihrer geringen Masse können sie kaum Wärme speichern. Im Winter ist das unproblematisch, im Sommer jedoch heizen sich solche Bauten innerhalb kürzester Zeit auf. Die Hitze steht im Raum. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme ISE in Freiburg haben deshalb mit Industriepartnern Baustoffe mit künstlichem Wärmespeicher entwickelt, welche die Hitze im Raum schlucken – die mikroverkapselten Phasenwechselmaterialien (Phase Change Materials, PCM). »Damit können wir die Überhitzung von Leichtbauten vermeiden«, erklärt Dr.-Ing. Peter Schossig. Und so funktionieren die PCM, die seit 2004 auf dem Markt sind: Es sind mikroskopisch kleine Kunststoffkügelchen, die Wachse als Wärmespeichermedium enthalten. Wenn die Temperatur im Lauf des Tages steigt, nimmt das Wachs die Wärmeenergie auf und schmilzt. Kühlt es in den Abendstunden oder in der Nacht ab, erstarrt das Wachs und gibt die gespeicherte Wärme wieder ab. Allerdings funktioniert das Ganze nur, wenn das Thermometer nachts auf unter 20 Grad Celsius fällt. Doch die Fraunhofer-Forscher haben auch dafür eine Lösung: Jüngst brachten sie Kühldecken auf den Markt, durch die kaltes Wasser fließt, das die Wachskügelchen zum Erstarren bringt.

Bereits vor 60 Jahren versuchten Wissenschaftler die stark schwankenden Raumtemperaturen in den Griff zu bekommen, indem sie wachsartige Paraffine direkt in die Wände integrierten. Das ging damals noch schief. Erst die Idee des jetzigen stellvertretenden ISE-Institutsleiters Prof. Dr. Volker Wittwer das Wachs in Kügelchen zu stecken und in herkömmliche Baustoffe wie Putze, Spachtelmassen oder in Leichtbauplatten zu integrieren, brachte den Durchbruch. »Wir können so die Vorteile der Leichtbauweise nutzen und trotzdem Wärme speichern«, sagt Schossig. Mit den modernen PCM kann die Überhitzung von Räumen – das Barackenklima – nicht nur in Büros, sondern auch in Baucontainern oder älteren Dachwohnungen signifikant verbessert werden.

Die »wachsweiche Klimaanlage« wird als Putz aufgetragen.



HÄUSER ERNTEN ENERGIE

NULL- UND PLUS-ENERGIEHÄUSER

Die nächste Heizkostenabrechnung kommt bestimmt. Und mit ihr die bange Frage: Ist eine Nachzahlung fällig oder nicht? Denn in Zeiten hoher Energiepreise reißen die Heizkosten ein großes Loch in das Familienbudget. Hausbesitzern bleibt da oft nur eines übrig: Rechnung zahlen und die lang ersehnte Ferienreise aufschieben.

Doch solche Sparmaßnahmen müssen eigentlich nicht mehr sein: Forscher des Stuttgarter Fraunhofer-Instituts für Bauphysik IBP haben gemeinsam mit Architekten und Firmen bereits 1997 »Nullheizenergiehäuser« auf den Markt gebracht. Solche Neubauten kommen ohne fossile Energieträger wie Öl oder Gas aus. Und trotzdem müssen die Bewohner weder kalt duschen noch im Winter frieren. In Nullheizenergiehäusern benötigt man für die Raumwärme und das Warmwasser dank verschiedener Energieeffizienzmaßnahmen nur so wenig Energie, dass diese allein durch die Sonnenstrahlung, also durch Solarkollektoren auf dem Dach, erzeugt werden kann. Zum Vergleich: Die Heizung einer Altbauwohnung verschlingt pro Jahr und pro Quadratmeter rund 30 Liter Öl.

»Doch damals waren die Nullheizenergiehäuser nicht gerade der Renner bei den Bauherren«, erinnert sich der frühere Institutsleiter Prof. Dr.-Ing. Karl Gertis, »sie waren zu teuer.« Die ersten Modelle seien zudem noch zu ineffizient, ergänzt sein Nachfolger Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser: »Diese Bauten haben einen riesigen Wasserbehälter zur Speicherung der Solarenergie mitten im Haus, und der braucht zu viel Platz.« Mittlerweile steigt die Nachfrage nach Nullheizenergiehäusern an. Immer strengere Verordnungen, hohe Energiepreise und effektivere Technologien machen Nullenergiegebäude für Häuslebauer interessant.

Forscher des IBP arbeiten bereits mit Hochdruck an der nächsten Generation, den Plusenergiehäusern: Diese Gebäude erzeugen mehr Energie, als sie selbst verbrauchen! Ihre Außenwände und Dächer sind besonders gut gedämmt, die Fenster bestehen aus mehrschichtigen Wärmeschutzverglasungen, und gelüftet wird über spezielle Lüftungsanlagen, welche die Raumwärme zurückgewinnen, ehe die Abluft ins Freie strömt. In Freiburg gibt es erste Plusenergiehäuser und -siedlungen. »Sie produzieren beispielsweise mit Photovoltaikanlagen Strom, der dann ins Netz eingespeist wird«, erläutert Prof. Hauser das Konzept der heimischen Minikraftwerke. Er erwartet, dass ab 2020 Neubauten generell als Plusenergiehäuser erstellt werden. Und damit können sie künftig nicht nur die Umwelt entlasten, sondern auch den Geldbeutel von Hausbesitzern schonen.

DAS DREAMTEAM DER LED-TECHNOLOGIE

KOMPAKTE LEUCHTDIODEN

Displays und Projektoren strahlen mit ihrer Hilfe und an Autos leuchten sie als Brems- oder Rücklichter, manchmal auch schon in Scheinwerfern: Leuchtdioden tauchen seit mehr als 40 Jahren überall dort auf, wo kleine Lichtmengen benötigt werden. LEDs, Licht emittierende Dioden – also Lichtquellen auf Basis von Halbleitern –, sind robust, langlebig, sparen Platz, erzeugen weniger Wärme und brauchen nur wenig Strom. Aber für den ganz großen Durchbruch fehlte es den unkomplizierten Winzlingen bis 2007 an Effizienz und Leistungsstärke. In jenem Jahr löste das Team um Dr. Andreas Bräuer vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena gemeinsam mit Forschern des Unternehmens OSRAM Opto Semiconductors das Problem. Ziel war es, die LED-Lichtausbeute erheblich zu verbessern und gleichzeitig Energie einzusparen. Für die entstandenen Hochleistungs-LED-Module gab es vom Bundespräsidenten den Deutschen Zukunftspreis 2007.

Das Prinzip des Systems: Die Forscher stimmten die drei Elemente, aus denen jede Leuchtdiode aufgebaut ist – dem LED-Chip, der das Licht erzeugt, dem LED-Gehäuse und einer Optik, die das Licht in die gewünschte Form bringt –, optimal aufeinander ab. Die OSRAM-Forscher arbeiteten an Chip und Gehäuse und schafften es, Licht gezielt nur in einen Halbraum auszukoppeln. Um wiederum das austretende Licht möglichst gut zu nutzen, war eine spezielle Optik erforderlich – eine Herausforderung für die Jenaer Forscher. Sie entwickelten ein Zweistufensystem, das aus einer Primär- und einer Sekundäroptik besteht. Zunächst wird das abgestrahlte Licht in der Nähe des Chips gesammelt und gebündelt. Dann folgt die Sekundäroptik. Sie besteht aus Tausenden kleinen Linsen, sogenannten Mikrolinsenarrays. Sie formen und vereinheitlichen den Lichtstrahl passend für jede Anwendung: Projektoren, Leselampen, Zahnarztleuchten oder auch Frontscheinwerfer. Inzwischen gelten die drei aufeinander abgestimmten Elemente als »Dreamteam der LED-Technologie«, bieten sie doch einzigartige Möglichkeiten für das Licht aus Halbleitern.

Effiziente LEDs helfen Energie sparen.





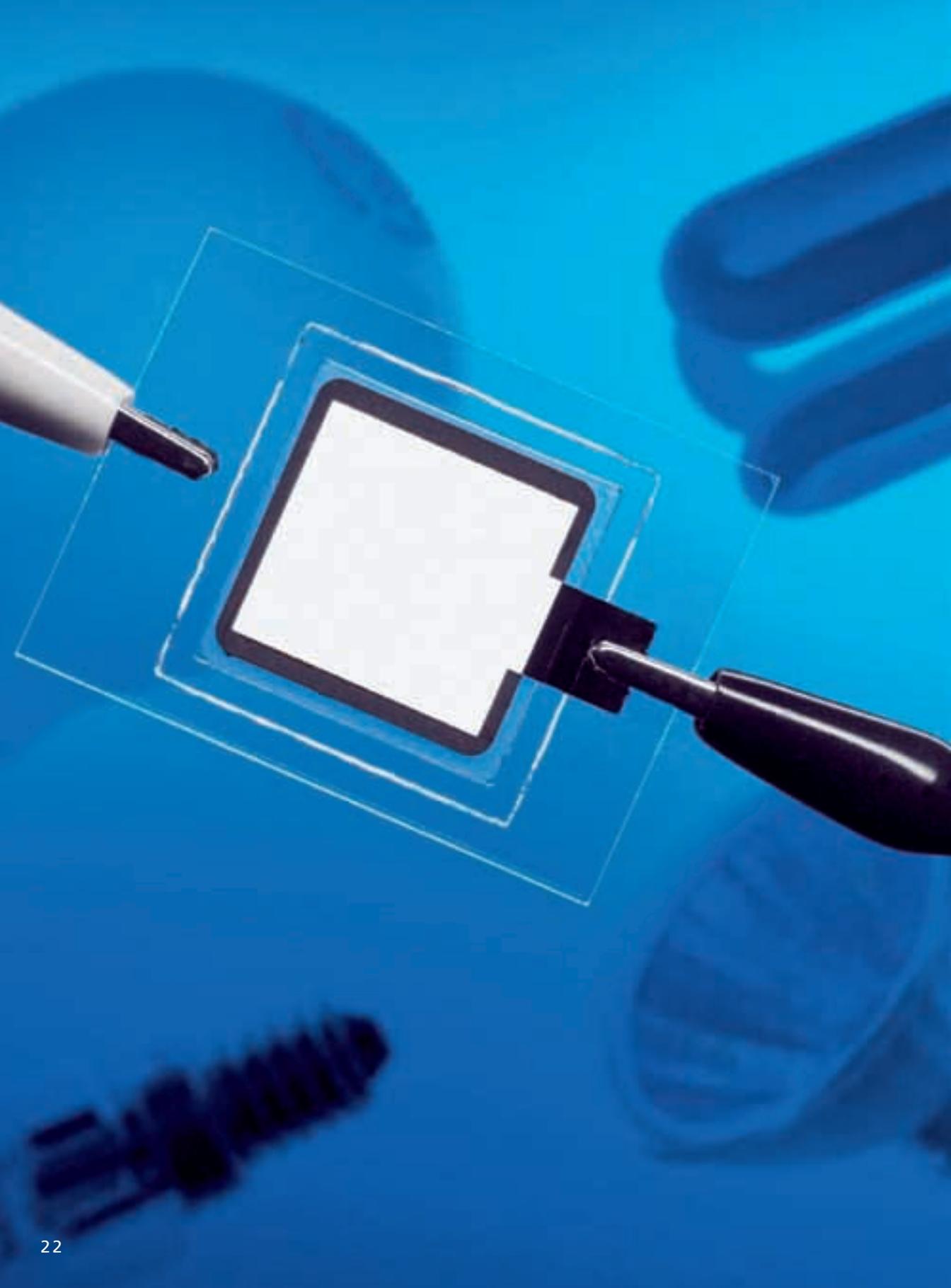
LEUCHTENDES WEISS

LEDS FÜR DIE BELEUCHTUNG DER ZUKUNFT

Robust, langlebig und effizient: Leuchtdioden sind den klassischen Glühbirnen in vielerlei Hinsicht überlegen. Zudem lassen sich die »Light Emitting Diodes«, kurz LEDs, für sämtliche Beleuchtungszwecke nutzen. In mobilen Geräten wie Handys oder Laptops sind weiße LEDs längst im Einsatz. Viele Automobilhersteller bauen LEDs seit kurzem serienmäßig in die Scheinwerfer ein. Leuchtdioden sind zuverlässig, brauchen keine Wartung und können nicht durchbrennen. Das Licht entsteht, wenn Strom durch bestimmte Halbleiterschichten fließt. Und diese sind im Gegensatz zum guten alten Glühbirnendraht nahezu unverwüstlich.

Je nach chemischer Zusammensetzung des Halbleiterkristalls ändert sich die Farbe des Lichts. Es ist jedoch immer einfarbig. Weißes Licht war daher lange Zeit ein Problem, weil es kein Halbleitermaterial gibt, das gleichzeitig die Spektralfarben Rot, Grün und Blau erzeugen kann, die sich dann zu weißem Licht überlagern. Lange bestand die einzige, aufwändige Lösung darin, drei Leuchtdioden mit unterschiedlichen Farben zusammenzuschalten und so weißes Licht zu erzeugen.

Zu umständlich, fanden die Fraunhofer-Forscher vom Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF in Freiburg und präsentierten eine genial einfache Lösung: Sie entwickelten eine LED, die mit nur einem einzigen LED-Chip Weißlicht erzeugt. Der Trick: Der Chip strahlt blaues Licht aus, dieses regt eine Leuchtstoffschicht an, die einen Teil des blauen Lichts in gelbes umwandelt. Verblüffenderweise mischen sich schließlich Blau und Gelb zu weißem Licht! Weltweit wurde das Prinzip in der Industrie mit Begeisterung aufgenommen und umgesetzt – und die Effizienz der LEDs weiter verbessert. Leuchtdioden sind das Licht der Zukunft. Sie werden sich deutlich vielseitiger als Glühbirne und Leuchtstoffröhre einsetzen lassen, sodass die Forscher künftig mit ganz neuen Anwendungen rechnen, die sich heute noch kaum jemand vorstellen kann.



LICHT AUS PLASTIK

ORGANISCHE LEUCHTDIODEN ERMÖGLICHEN ULTRAFLACHE DISPLAYS

In Displays von Handys oder MP3-Playern werden organische Leuchtdioden (OLEDs) schon heute regelmäßig eingesetzt. OLEDs bestehen aus ultradünnen, halbleitenden Schichten und ermöglichen vollkommen neue Licht- und Bildschirmkonzepte: Künftig können statt greller Glühbirnen oder flackernder Neonröhren großflächige Panels oder Folien unsere Zimmer erleuchten. An der Wand hängt ein ultraflacher Fernseher, der aus jedem Blickwinkel ein gestochen scharfes Bild bietet. Die Computerdisplays sind hauchdünn und flexibel. Sie lassen sich sogar einfach rollen und in der Jackentasche transportieren. Wichtige Grundlagen dafür haben unter anderem Forscher des Fraunhofer-Instituts für Photonische Mikrosysteme IPMS in Dresden und des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam gelegt.

Für den großen Durchbruch müssen aber die Leuchtkraft und die Lebensdauer verbessert, sowie die Herstellungskosten deutlich gesenkt werden. Daran arbeiten Wissenschaftler des IPMS. Sie entwickeln hocheffiziente Verfahren, die es ermöglichen, OLEDs zu marktüblichen Kosten für Displays und Beleuchtungssysteme herzustellen.

Wie erfolgreich diese Verfahren bereits sind, zeigt die Geschichte der Firma Novaled – einer Ausgründung der TU Dresden und des Fraunhofer IPMS im Jahr 2003: Das Unternehmen gehört längst zu den weltweiten Marktführern bei OLED-Technologien.

Langfristig werden OLEDs – gemeinsam mit den anorganischen LEDs – die Glühbirne als Leuchtmittel ablösen.



ENERGIE

SICHERHEIT

KOMMUNIKATION

UMWELT

MOBILITÄT

PRODUKTION

GESUNDHEIT



Müll im Weltraum.

SCHROTT IM ALL

IMPAKTDETEKTOR SAMMELT DATEN ÜBER WELTRAUMMÜLL

Weltraumschrott wird zu einer immer größeren Gefahr für Satelliten: Mehr als 600 000 Teilchen mit einem Durchmesser von mehr als einem Zentimeter umkreisen unablässig in rasender Geschwindigkeit den Planeten. Schlagen sie in Satelliten ein, können sie erhebliche Schäden verursachen. Bislang werden allerdings nur die größten Splitter überwacht, darunter die Überreste von Satelliten und Raketenstufen. Hinzu kommen aber unzählige winzige Partikel, die von der Erde aus nur mit größtem Aufwand oder gar nicht beobachtet werden können. Über deren Häufigkeit und Gefährlichkeit ist noch wenig bekannt.

Forscher am Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, dem Freiburger Ernst-Mach-Institut EMI, haben deshalb gemeinsam mit der OHB-System AG, einem Raumfahrttechnikspezialisten in Bremen, das Einschlag-Detektionssystem MDD (Meteoroid and Space Debris Detector) entwickelt. Seit 2005 sammelt das System in erdnahen Umlaufbahnen Daten von aufprallendem Weltraummüll und winzigen Mikrometeoriten mit einer Größe zwischen zehn Mikrometern und einigen Millimetern. Einschläge auf der 36 mal 25 Zentimeter großen Detektorplatte werden dabei mit Ultraschallsensoren und Photodioden nachgewiesen.

»Der jetzt fliegende Detektor ist noch ein sehr einfaches Gerät«, sagt EMI-Forscher Dr. Frank Schäfer, »und trotzdem haben wir jede Woche Daten aufgezeichnet, die auf Einschläge hinweisen.« In der nächsten MDD-Version, die im Herbst 2009 mit Unterstützung der DLR-Raumfahrtagentur auf dem russischen Forschungssatelliten Spektr-R in den Orbit starten soll, wird ein erweitertes und empfindlicheres Sensorsystem verbaut sein. Zudem soll eine Computereinheit die gemessenen Signale überwachen und auswerten. Die Forscher erhoffen sich, mit den gemessenen Häufigkeits- und Größenverteilungen künftig besser abschätzen zu können, welche Risiken die winzigen Partikel für Satelliten bergen.

Wichtige Erkenntnisse liefern darüber hinaus Hochgeschwindigkeitseinschläge, welche die Freiburger Forscher auf der Erde experimentell simuliert haben: Treibstofftanks, Recheneinheiten, Batterien und andere Satellitenkomponenten mussten sich dem Beschuss durch millimetergroße Aluminiumkugeln stellen, die auf bis zu 28 800 Kilometer pro Stunde beschleunigt worden waren. »Anders als bei der Internationalen Raumstation ISS existieren für Satelliten keine Vorschriften zur Installation von Schutzschilden gegen Einschläge«, sagt Schäfer. Daher sei es umso wichtiger herauszufinden, wie verwundbar die Systeme auf ihrem langen, gar nicht so einsamen Weg um die Erde sind. Dann können Schäfer und sein Forscherteam mit gezielten Maßnahmen die Satelliten robuster gegen Einschläge machen.

SUPERNASE IM EINSATZ

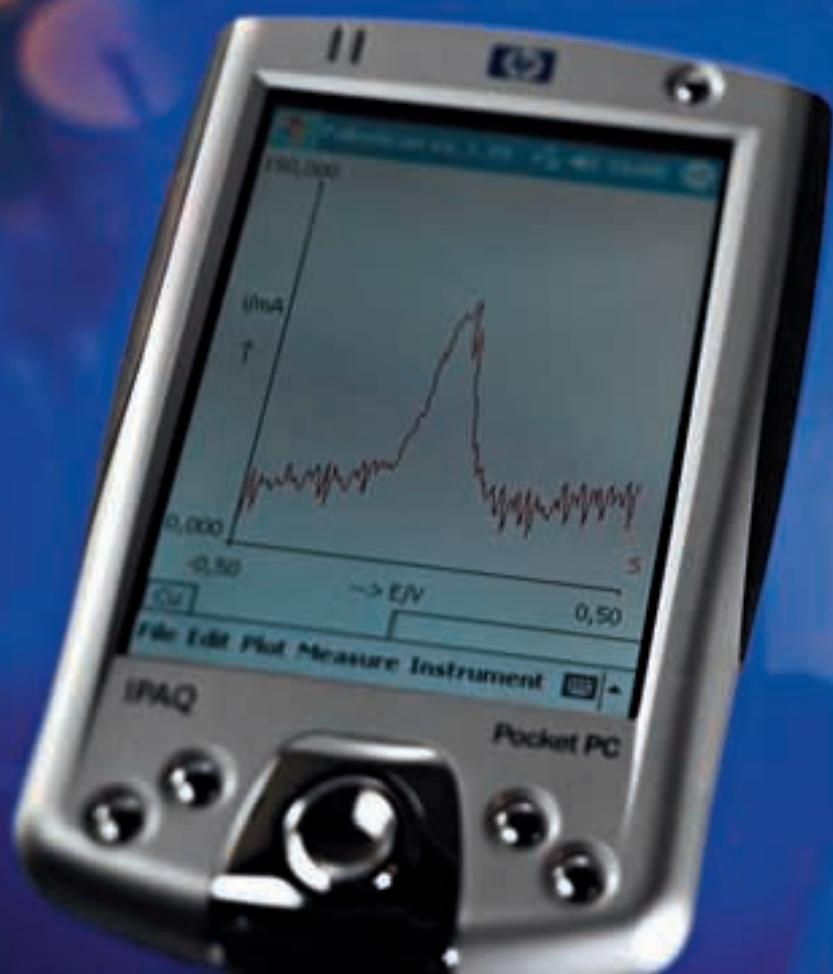
TNT-SENSOR

Immer das Gleiche beim Sicherheitscheck am Flughafen: Tasche, Jacke, Gürtel, Laptop und Brieftasche in die Plastikkörbe legen, ab durch die Schleuse und anschließend wieder alles einsammeln. Doch stopp, das war nicht alles: Die Beamtin drückt eine Klebefolie auf die Tasche, zieht sie ab und verschwindet damit. Minuten später die erlösende Nachricht: kein Sprengstoff im Gepäck!

Noch ist das Zukunftsmusik: Bislang wird mit speziell ausgebildeten Hunden, Gaschromatographen oder Ionen-Mobilitätsspektrometern nach Explosivstoffen gesucht. Doch diese Verfahren sind teuer, und selbst Spürhunde haben mal einen schlechten Tag. Eine bequeme und sichere Analysemöglichkeit könnte künftig die künstliche Supernase vom Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Pfinztal bieten: Sie entdeckt TNT (Trinitrotoluol) selbst in minimalen Dosen. »Wir finden TNT-Moleküle im Bereich von 7 ppb und kleiner in der Luft«, erklärt der stellvertretende Abteilungsleiter für Angewandte Elektrochemie, Dr. Karsten Pinkwart. Ppb ist ein Partikel unter einer Milliarde Partikel. Pinkwart: »Das entspricht etwa der Größe einer Briefmarke auf der Fläche der Stadt Paris.«

Die Supernase ist noch nicht im Handel. Derzeit versuchen die ICT-Wissenschaftler, das Handgerät mit den kompakten Maßen von 20 mal 6 Zentimetern marktreif zu machen. Das Prinzip der Spürnase basiert auf einem elektrochemischen Verfahren, der zyklischen Voltammetrie: An einer Elektrode werden wechselnde elektrische Spannungen erzeugt. Ist TNT in der Luft, findet an der Elektrode eine chemische Reaktion statt. Es fließt mehr Strom, die Geräteanzeige schlägt aus. Je höher die TNT-Konzentration am Sensor ist, desto stärker erfolgt die Abweichung vom Kontrollwert.

Seit dem Jahr 2000 arbeiten die Forscher an der Spürnase für Sprengstoff, die künftig auch die Grundstoffe von Landminen, Kampfgas oder Drogen erschnüffeln könnte. Zunächst hatten die Forscher Bodenproben mit Hilfe von wässrigen Lösungen analysiert. Dann folgte der entscheidende Schritt: die Untersuchung von Inhaltsstoffen in Gasen und in der Luft, was deutlich komplexer ist. Denn Umwelteinflüsse wie Temperatur, Luftströmungen und -feuchtigkeit, aber auch künstliche Aromen, etwa Parfüme, erschweren die sichere Diagnose. Um die Chemienase auf gasförmige TNT-Ultraspuren bei wechselnden Bedingungen trimmen zu können, mussten die ICT-Forscher zunächst eine Maschine entwickeln, die gasförmigen Sprengstoff in definierten Mengen herstellt. Und für die Zukunft ist noch eine entscheidende Frage zu klären: Wie kommen die Moleküle zum Sensor? Zwar haftet TNT gut auf Oberflächen, aber aufgrund seines niedrigen Dampfdrucks verflüchtigt es sich nur sehr langsam.





WEICHE LANDUNG

PYROTECHNISCHE GASGENERATOREN FÜR AIRBAGS

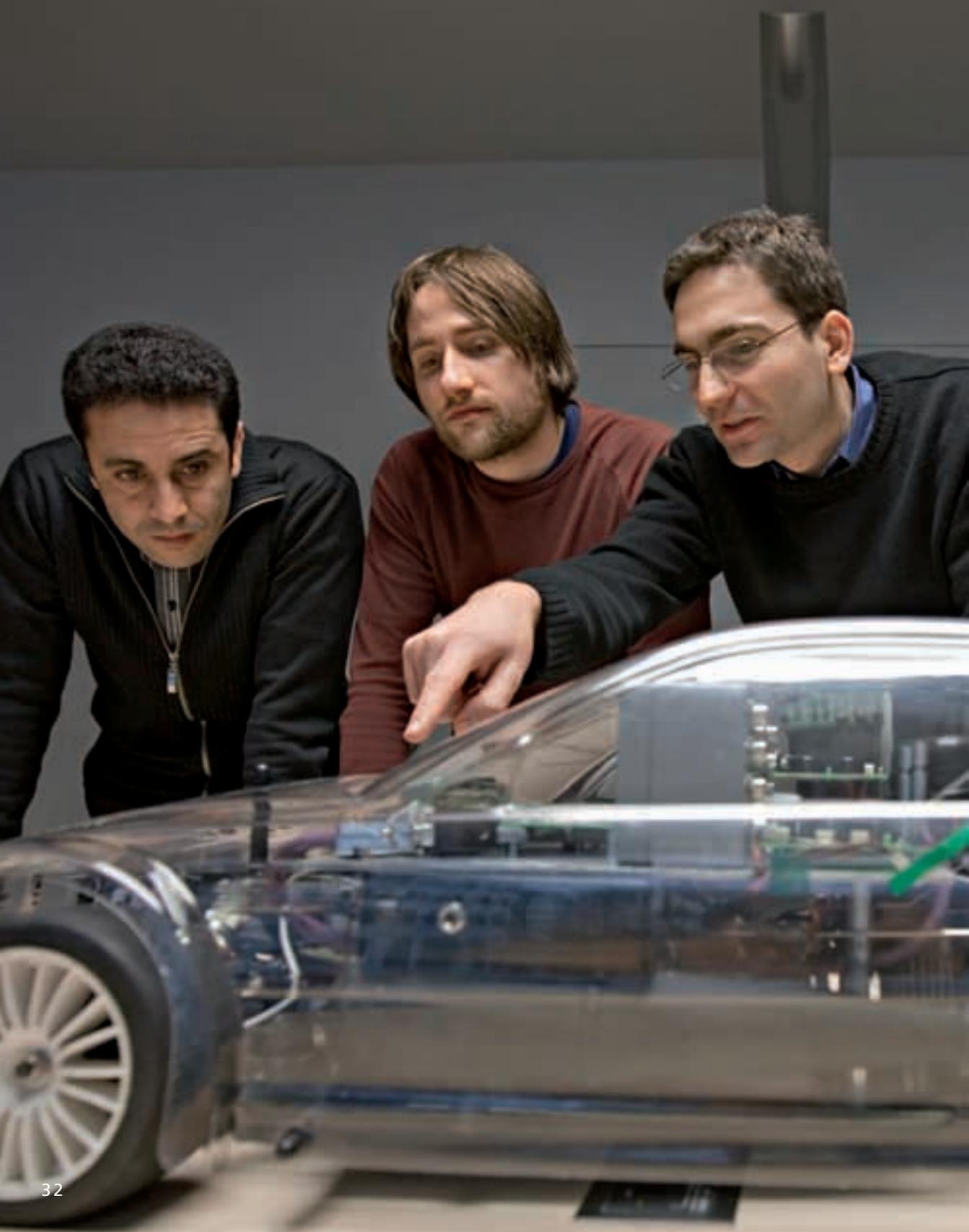
Rrrumms! Mal kurz zur Seite geschaut, und schon ist es passiert: Das eigene Auto sitzt auf dem des Vordermanns. Ärgerlich. Doch meistens gehen solche Unfälle glimpflich aus. Zwar hinterlässt ein Crash Schäden an Stoßstange, Kühler und Karosserie, aber zumindest Fahrer und Insassen bleiben in der Regel unverletzt. Dank der schützenden Luftsäcke, den Airbags.

Zu den Airbagexperten der ersten Stunde zählen die Forscher vom Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Pfinztal, die seit 1975 an der Entwicklung von Airbag- und Gasgeneratorsystemen arbeiten. Neuwagen sind heutzutage meist serienmäßig mit Fahrer-, Beifahrer- und Seitenairbags ausgerüstet, die ein Höchstmaß an Sicherheit bieten. »Doch wir entwickeln die Techniksysteme ständig weiter«, erklärt Dipl.-Ing. Jochen Neutz, »um eine hohe Zuverlässigkeit und lange Lebensdauer zu garantieren.« In den vergangenen Jahren hat sich das ICT zu einer international anerkannten Prüfeinrichtung für die gesamte Branche entwickelt und ist Tagungsveranstalter des weltweit größten Airbagsymposiums. Das nächste findet im November 2010 in Karlsruhe statt.

Herzstück der Airbags sind pyrotechnische Gasgeneratoren – oder wie es Neutz formuliert: »Heiße Luft ist unser Geschäft.« In 35 Millisekunden – das ist schneller als ein Lidschlag – läuft die Reaktionskette blitzartig ab: Ein elektrischer Zündimpuls glimmt auf und zündet den Treibsatz in der Brennkammer. Heißes Gas schießt in den Airbag und bläst ihn auf. In einem letzten Schritt erschlafft der Airbag. Erst etwa 50 Millisekunden später trifft der Mensch auf den Sack und bleibt unversehrt. Derzeit entwickeln die ICT-Forscher billigere, leichtere und kleinere Treibsätze.

Inzwischen haben die Pfinztaler Experten noch zwei weitere industrielle Anwendungsmöglichkeiten der erfolgreichen Airbaggasgeneratoren ausgemacht: Löschsysteme sowie das schnelle Umformen und Schneiden von metallischen Blechwerkstoffen. Denn selbst Bleche lassen sich mit den pyrotechnischen Generatoren, entsprechend großen Gasmengen und hohem Druck bearbeiten. »Die Automobilhersteller sind an der Umformtechnik interessiert«, freut sich ICT-Forscher Neutz, »das nimmt jetzt richtig Fahrt auf.«

Airbag in der Prüfkammer.



SICHERE SOFTWARE FÜR DAS AUTO

PRÜFMETHODEN FÜR SOFTWARE IM FAHRZEUG

Es gibt Situationen, in denen sollten Computerprogramme besser nicht abstürzen. Bei Tempo 200 zum Beispiel, wenn das Heck des Sportwagens plötzlich ausbricht und das elektronische Stabilitätsprogramm (ESP) Schlimmeres verhindern muss. Selbstverständlich ist das nicht: Zwar sind moderne Autos vollgestopft mit Elektronik, das bedeutet aber noch lange nicht, dass die Systeme aus einem Guss sind. »Unter der Motorhaube arbeiten parallel viele Steuergeräte«, sagt Ralf Kalmar vom Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE in Kaiserslautern. Zwischen 50 und 100 Mikroprozessoren überwachen Sensoren und Funktionen wie das ESP. Fast ebenso viele Steuergeräte senden ihre Befehle an Aktoren, etwa Einspritzpumpe oder Airbag–beinahe jedes kommt von einem anderen Hersteller, jedes hat eine eigene Software an Bord. »Für die Fahrzeugentwickler ist es eine Herkulesaufgabe, diese Systeme zu einem funktionstüchtigen Ganzen zusammenzufügen«, sagt Kalmar.

Bereits seit 1996 – und damit seit der Gründung des Instituts – unterstützen die Fraunhofer-Forscher die Autobauer, indem sie Methoden zur Sicherheitsüberprüfung von Fahrzeugsoftware entwickeln. Dabei untersuchen die Wissenschaftler nicht nur die Programme, sie führen auch eine Risikoanalyse durch: Wann wird es gefährlich? Was wäre die Konsequenz? Wie lässt sich ein drohender Unfall verhindern? Zudem sollen mathematische Modelle klären, wie wahrscheinlich es ist, dass das ESP bei Tempo 200 den Dienst quittiert und neu gestartet werden muss.

Werden gefährliche Schwachstellen erkannt, lassen sich diese auf unterschiedliche Weise beheben. »Oft helfen kleine Veränderungen am System, um im automobilen Alltag einen Sensorausfall zu kompensieren«, sagt Kalmar. Mitunter müssen aber auch redundante Systeme eingebaut werden. Dass die Arbeit mit der steigenden Zahl an Elektronikbauteilen nicht einfacher wird, ist den Forschern durchaus bewusst. »Letztlich«, sagt Ralf Kalmar, »kommen wir um eine standardisierte Software für den gesamten Automobilbereich nicht herum.«

Forscher entwickeln Methoden zur Sicherheitsüberprüfung von Fahrzeugsoftware.

PUZZELN FÜR DIE VERGANGENHEIT

DAS STASI-PUZZLE

Sie schredderten monatelang: Mitarbeiter der Staatssicherheit vernichteten zwischen Herbst 1989 und Januar 1990 systematisch die Akten ihres Ministeriums, um die Geheimnisse des Regimes zu bewahren. Die Dokumentenmenge war so riesig, dass selbst die Reißwölfe irgendwann ausfielen. Etliche Papiere wurden deshalb von Hand zerrissen. Am Ende waren es sage und schreibe an die 15 000 Säcke mit zerfetztem Papier. Hätten die Stasi-Mitarbeiter damals geahnt, was für ein Verfahren das Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK in Berlin entwickeln würde, um die schätzungsweise 600 Millionen Papierschnipsel automatisiert wieder zusammenzufügen, hätten sie sich vermutlich gar nicht erst die Mühe gemacht.

Um das »Stasi-Puzzle« zusammensetzen, müssen die Forscher zunächst alle Schnipsel beidseitig einscannen. Das anschließende virtuelle Puzzeln folgt der Logik des manuellen Geduldsspiels – der Mensch entscheidet anhand von Farben und Formen, welche Teile zusammenpassen. So arbeitet auch das computergestützte System. In einem ersten Schritt sortiert es ähnliche Papierstückchen zusammen. Dafür werden die Schnipselform sowie die Farbe, Textur, Linierung, das Schriftbild und die Schriftart des Papiers analysiert. Das schränkt den Suchraum ein. Die zusammengehörenden Papierstückchen lassen sich schneller rekonstruieren. Nach dieser Vorsortierung folgt in einem zweiten Schritt das Zusammensetzen der Seiten: Anhand der Informationen über die einzelnen Schnipsel werden mögliche Schnipselnachbarn ausgewählt. Wie bei einem riesigen Puzzle bewertet der Computer die Konturen und Merkmale der einzelnen Teilchen. Wenn alle Parameter übereinstimmen, ist das nächste Puzzleteil gefunden. Schnipsel für Schnipsel entstehen so wieder Seite für Seite der vernichteten Akten.

Müsste man sie von Hand rekonstruieren, wären 30 Menschen mehrere hundert Jahre beschäftigt. Die IPK-Forscher sind in der Lage, mit ihrem computergestützten System das Rätsel um die Stasi-Akten in weniger als zehn Jahren zu lösen.

Das computergestützte System hilft bei der Rekonstruktion der Stasiakten.





RÖNTGENBLICK FÜR DIE PRODUKTION

INTELLIGENTES SYSTEM ZUR AUTOMATISCHEN RADIOSKOPIE

Stellen Sie sich folgende Situation vor: Sie sitzen in einer dunklen Kabine und müssen kleine helle Flecken auf den Röntgenbildern von Alurädern finden. Den ganzen Tag lang, fünf Tage die Woche. Ganz schön anstrengend. Und dann versteckt sich auf einem Bild ein dunkler Fleck. Ein versehentlich mit eingegossener Metallfremdkörper wird nicht erkannt, das Leichtmetallrad geht fälschlicherweise als fehlerfrei durch.

Tatsächlich mussten bis vor fünfzehn Jahren Gießereiarbeiter mit diesem »Augenscheinverfahren« die Qualität frisch gegossener Leichtmetallräder überprüfen. Ergebnis: sehr schwankend, abhängig von der Tagesform. Mit der Einführung von ISAR aber, dem intelligenten System zur Automatischen Radioskopie, wurde die Kontrolle höchst effektiv. Dank dieses am Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen entwickelten Verfahrens blieb die Qualität fortan konstant hoch.

Die Grundlage legte Dr. Randolph Hanke 1993 in seiner Doktorarbeit. Gemeinsam mit seinen Kollegen Dr. Thomas Wenzel und Dr. Ulf Haßler hatte Hanke das automatisierte Röntgenprüfverfahren entwickelt. 1996 kam es auf den Markt. Drei Jahre später waren bereits 15 Anlagen in Gießereien installiert. 2001 bescherte der anhaltende wissenschaftliche und wirtschaftliche Erfolg von ISAR dem Forschertrio dann den Joseph-von-Fraunhofer-Preis.

Die Idee von ISAR: »Wir wollten sicherheitsrelevante Bauteile überprüfen, und zwar unabhängig vom Menschen, also objektiv, automatisch, zuverlässig, in kürzester Zeit und vor allem ohne Referenzbilder«, erklärt Hanke, der inzwischen Leiter des Entwicklungszentrums Röntgentechnik EZRT ist, einer gemeinsamen Abteilung des IIS und des Fraunhofer-Instituts für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in Saarbrücken und Dresden. ISAR vergleicht in einem mehrstufigen Filterverfahren das Originalröntgenbild eines Rads oder anderer Gegenstände mit den vorgegebenen Qualitätsparametern des Herstellers. Wenn die Bilder nicht mit den Anforderungen übereinstimmen, sind die Teile fehlerhaft. Sie werden aussortiert.

Künftig wollen die IIS-Wissenschaftler Leichtmetallräder, Zylinderköpfe oder Lenkgehäuse mit der Computertomographie (CT) checken, also dreidimensional und nicht wie bei ISAR nur zweidimensional. »Dann können wir nicht nur Poren oder eine Luftblase feststellen, sondern auch deren genaue Lage, ihre Größe und das Volumen beschreiben«, erklärt Hanke. Der Prototyp soll Ende 2009 fertig sein.

ÜBERSICHT IM KRISENFALL

DER DIGITALE LAGETISCH MIT INTELLIGENTER LUPE

Katastrophenalarm: Der Einsatz der Hilfskräfte muss koordiniert, ein Evakuierungsplan erstellt werden. Der Krisenstab arbeitet auf Hochtouren. Wo sich früher Unmengen von Computerausdrucken, Messergebnissen, E-Mails, Wetterdaten und Karten gestapelt hatten, sorgt jetzt der digitale Lagetisch für Übersicht: Die Karte des betroffenen Gebiets ist auf einer riesigen horizontalen Mattscheibe zu sehen. Mit 1,2 mal 1,6 Metern ist sie Kartentisch und Arbeitsfläche zugleich. An einem Ende steht ein zusätzlicher Großbildschirm, auf dem die neuesten Wetterdaten, Windgeschwindigkeiten und aktuellen Luftaufnahmen der Brände angezeigt werden.

Um Details wie umgestürzte Bäume auf den Straßen zu identifizieren, wird eine »intelligente Lupe« eingesetzt: Dieses Fovea-Tablett ist ein kleines, transportables Display, das sich auf den Lagetisch legen lässt und den jeweiligen Kartenausschnitt oder das Satellitenbild vergrößert. Über das Tablett können auch zusätzliche Informationen – beispielsweise die Wasseranschlüsse in der Gegend – abgerufen und auf dem Monitor vergrößert dargestellt werden.

Forscher des Fraunhofer Instituts für Informations- und Datenverarbeitung IITB in Karlsruhe haben die flexible Visualisierungsplattform entwickelt. Der Multidisplayarbeitsplatz soll künftig die Arbeit für Leitstellen im Katastrophenmanagement, beim Militär, aber auch in Industrieanlagen oder bei Großveranstaltungen übersichtlicher und damit effektiver machen. Herkömmliche Bildschirmarbeitsplätze stellen Details zwar ebenfalls hochaufgelöst dar, sind aber eher unübersichtlich und für die Zusammenarbeit größerer Teams wenig geeignet. Großbildschirme oder Projektionen wiederum haben eine zu geringe Auflösung. Der neue digitale Lagetisch ermöglicht es Experten, gemeinsam die Lage in der Krisenregion zu beurteilen und zugleich den Blick auf einzelne Schwerpunkte zu richten.

Multi-Display-Arbeitsplatz für den Krisenstab.





KEINE ANGST VOR WIND

UNWETTERWARNDIENSTE FÜR INDIVIDUELLE VORHERSAGEN

Sie kommen plötzlich und urgewaltig: Orkane, Gewitter, Windhosen oder sintflutartige Regenfälle. Sie können Katastrophen auslösen. Durch frühzeitige Prognosen lassen sich Schäden vermeiden und Menschenleben retten. Die Unwetterwarnungen des Wetterdiensts sind zwar zuverlässig, häufig jedoch sehr allgemein: 1997 etwa fegte eine Windhose durchs niedersächsische Oldenburg, im benachbarten Bremen kam sie gar nicht mehr an.

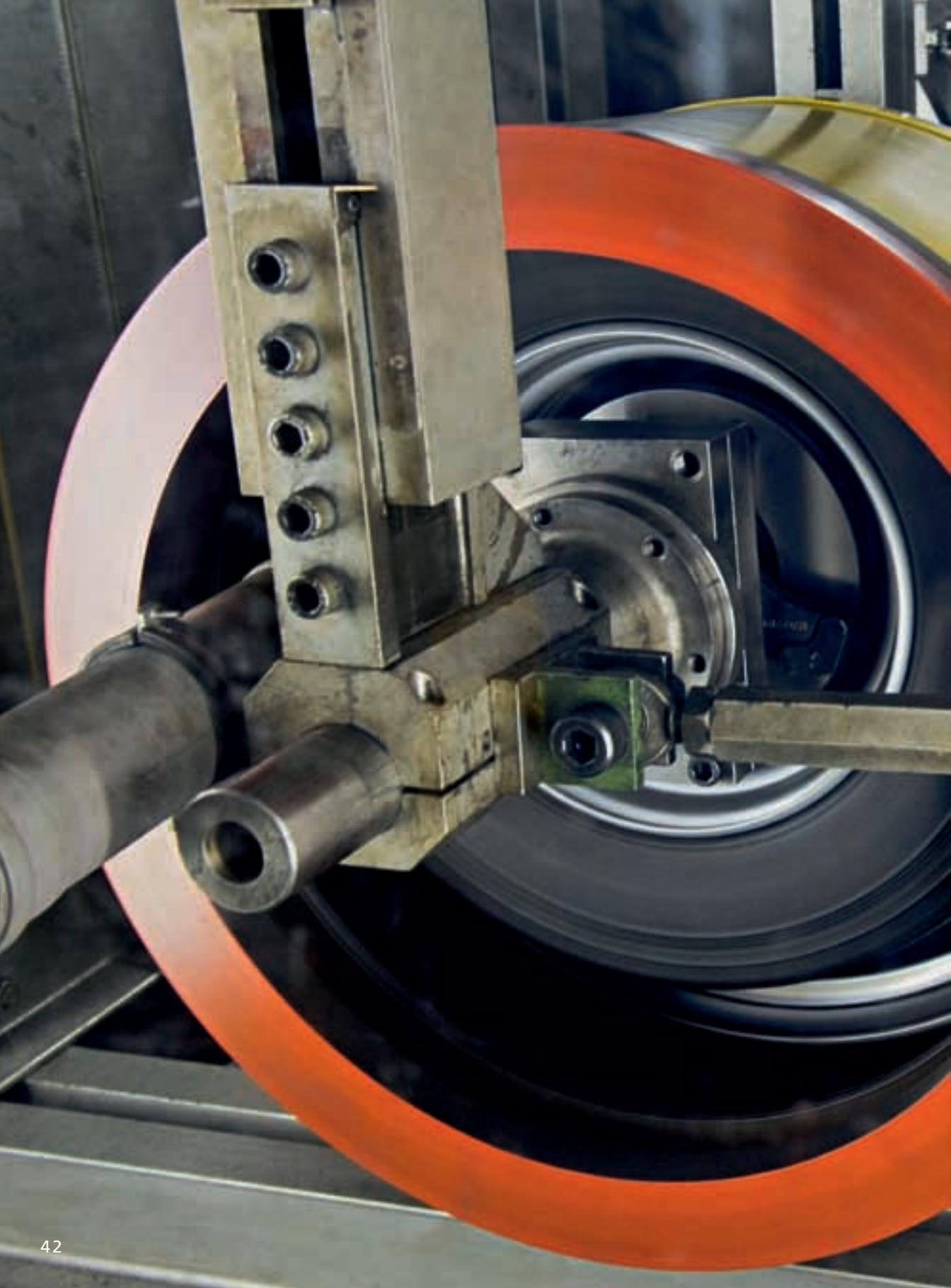
Ein Warnsystem, das präzise vorhersagt, welche Orte oder Landstriche von einem Unwetter betroffen sein werden, und das die Menschen an Ort und Stelle – via Handy, Fax oder E-Mail – informiert, haben Forscher am Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST in Berlin entwickelt. Ihr individuell zugeschnittener Wetterdienst heißt WIND, die Abkürzung steht für »Weather Information on Demand«. WIND wird nicht nur in Deutschland, sondern auch in Österreich, Polen und Ungarn eingesetzt – weitere Länder steigen in Kürze in die ortsgenaue Vorhersage ein.

Die Kunden wählen, wie sie gewarnt werden wollen: Ein Spaziergänger im Alten Land, dem großen Obstanbaugebiet bei Hamburg, möchte vielleicht per SMS erfahren, wenn ein Gewitter aufzieht; der Hausbesitzer bekommt lieber eine Mail, wenn sintflutartige Regenfälle drohen; die Hausverwaltung in Hamburg kann sich per Fax informieren lassen, falls eine Sturmflut prognostiziert wird. Kunden in Kiel, Bremen oder Lüneburg, die vom Sturm nicht betroffen sind, bleiben unbehelligt.

Zu WIND gehören 600 Messstationen und ein Radarsystem, das den Verlauf von Gewitterfronten verfolgt. WIND wertet die Daten aus und verteilt sie individuell an die Kunden. Gewarnt werden die Betroffenen 48 Stunden vor dem Unwetter und detailliert noch einmal etwa 180 bis 30 Minuten, bevor Sturm, Gewitter oder Eisregen einsetzen. So bleibt ausreichend Zeit, Haus und Hof wetterfest zu machen oder gefährdete Straßen zu verlassen.

Inzwischen haben die Forscher das Warnsystem noch weiter entwickelt: SAFE, ein »Sensor-Aktorstütztes« Frühwarnsystem für Extremwetter, verschickt nicht nur Prognosen, sondern kann auch Schutzmaßnahmen einleiten, beispielsweise die Steuerung von Schleusen oder – in Kombination mit intelligenter Haustechnik – das Schließen von Fenstern an Gebäuden.

Warnungen vor einem Unwetter kommen direkt aufs Handy.



DER HÄRTETEST FÜR AUTORÄDER

ZWEIAXIALER VERSUCHSSTAND DECKT SCHWACHSTELLEN AUF

Mal rumpeln sie über Schlaglöcher und Bodenwellen, mal geht's bei geschnittenen Kurven auf den Seitenstreifen, und dann wieder jagen sie mit Höchstgeschwindigkeit über asphaltierte Autobahnen schnurstracks geradeaus: Autoräder stecken in ihrem Leben eine ganze Menge ein. Sie sind das Schuhwerk eines PKW, und das muss nicht nur sicher und möglichst leicht sein, sondern auch lange halten.

Früher wurden neue Autoräder stets zusammen mit dem gesamten Fahrzeug getestet. Viel zu aufwändig und teuer, befanden die Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF in Darmstadt und entwickelten Anfang der achtziger Jahre einen Radstraßensimulator, mit dem sie Räder einzeln prüfen konnten: den Zweiaxialen Rad-/Naben-Versuchsstand, kurz ZWARP. So heißt die Neuerung aus Darmstadt, die seit mehr als 25 Jahren weltweit im Einsatz ist und bei vielen Rad- und Automobilherstellern als Norm aufgenommen wurde.

Der Härtetest im Detail: Der Reifen wird mitsamt der kompletten Radnabenbaugruppe in eine rotierende Trommel gesetzt, die als Fahrbahnersatz dient. Das Programm, welches das Rad darin abspult, ist beachtlich. Binnen weniger Tage ahmt das kompakte Prüfstandsprogramm eine Fahrzeuglebensdauer von 300 000 Kilometern bei Autos und von bis zu einer Million Kilometern bei Nutzfahrzeugen nach. Ganz gleich, ob Mängel an der Felge, der Radscheibe oder an den Schweißnähten, ZWARP deckt die Schwachstellen auf. Längst hat sich der Radstraßensimulator als internationaler Standard für mehr Sicherheit im Fahrzeugbau etabliert. Mit den Jahren haben die Darmstädter Forscher ZWARP weiterentwickelt: Im Labor wartet der Nachfolger W/ALT auf seinen Einsatz. W/ALT steht für »Wheel Accelerated Life Testing«. Eine ausgefeilte Technik sorgt dafür, dass die Radbelastung noch besser simuliert wird. So lässt sich das Rad im Vergleich zu ZWARP auch hin- und herlenken. Weiterer Vorteil: Der Test ist schneller.

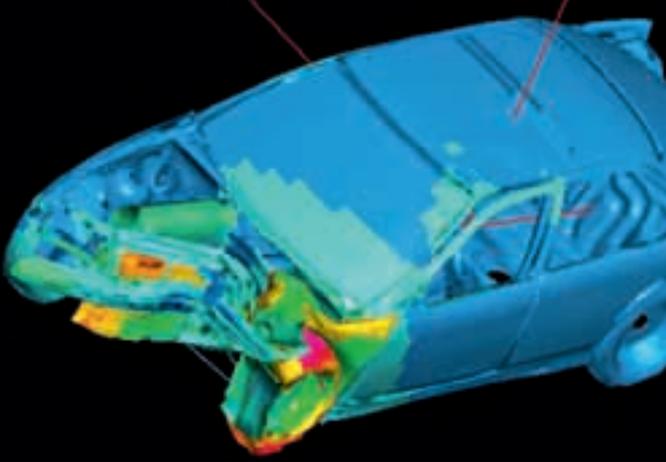
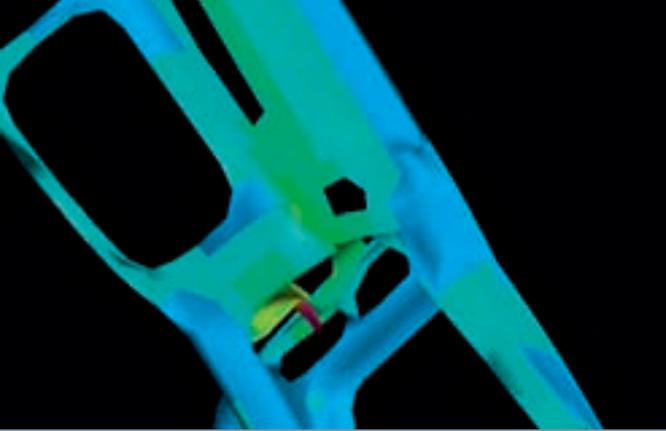
Der Radstraßensimulator ahmt in wenigen Tagen eine Fahrzeuglebensdauer von 300 000 Kilometern nach.

DER PERFEKTE CRASH

DIFFCRASH ÜBERPRÜFT SIMULATIONSERGEBNISSE

Krawumms! Glas zerspringt, Metall scheppert, Kunststoff kracht. Mit Gewalt donnern Versuchsfahrzeuge beim Crashtest gegen die Wand. Für die Automobilhersteller ist das ein banger Moment. Haben sie das neue Auto richtig entworfen, stabil genug gebaut oder muss mit viel Aufwand nachgebessert werden? Damit eine solche Live-Karambolage den Produzenten kein böses Erwachen beschert, führen sie schon früh während der Entwicklungsphase virtuelle Crashtests durch. Im Computer lassen sie das neue Fahrzeugmodell immer wieder gegen das Hindernis krachen. Manchmal allerdings passen die Ergebnisse der verschiedenen Simulations-Durchläufe einfach nicht zusammen – einmal klemmt die Fahrertür, ein anderes Mal lässt sie sich nach dem Crash spielend öffnen. Mal ist der Fußraum tief eingedellt, dann wieder kaum in Mitleidenschaft gezogen. Lange Zeit war es für Ingenieure ungeheuer schwierig, herauszufinden, welches Ergebnis tatsächlich der Realität entspricht. Würde sich der Fußraum im wirklichen Modell nun eindellen oder nicht? Lag tatsächlich irgendwo in der Karosserie ein Konstruktionsfehler vor oder war der Computer am Ende nur mit ungenauen Daten gefüttert worden?

Im Jahr 2000 hatte das Grübeln der Ingenieure endlich ein Ende. Eine neue Software der Forscher vom Fraunhofer-Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI in Sankt Augustin verrät den Autobauern, was Sache ist. Die Software namens Diffcrash überprüft die Ergebnisse mehrerer Simulationen. Sie erkennt, an welcher Stelle im Simulationsmodell die Ergebnisse schwanken und findet treffsicher die Ursache. Beim unterschiedlich eingedellten Fußraum kann das durchaus eine Stelle im Motorraum sein, die schon aufgrund kleiner Veränderungen des Designs sehr unterschiedliches Crashverhalten zeigt. Für den Automobilhersteller aber kann ein schlechteres Crash-Ranking zu deutlichen Umsatzeinbußen führen. »In anderen Fällen führen manchmal schon winzige Rundungsfehler zu einer solchen Streuung der Ergebnisse«, sagt Clemens-August Thole, der zusammen mit Helmut Schwamborn Diffcrash entwickelt hat. Dank der Software lassen sich auch solche rechnerischen Unsicherheiten aufdecken. Das schlaue Programm überzeugt: Längst ist es bei mehreren großen Autoherstellern im Einsatz.



Crash in Computer.



SCHLAUER PASSWORTSPEICHER

MOBILESITTER SCHICKT HACKER AUF DIE FALSCH FÄHRTE

Am Geldautomaten, im Büro, im Onlineshop, bei der Internetauktion oder in Internet-Communities, überall sichern Passwörter und PINs den Zugang, und ständig werden es mehr. Doch wie kann man sich die vielen Kombinationen merken? Mittlerweile lassen sich die vielfältigen digitalen Geheimkombinationen mit technischen Hilfsmitteln verwalten – kleinen Programmen für den PC, das Notebook oder das Mobiltelefon. Dank solcher Software kann man zum Beispiel auf dem Handy alle benötigten Passwörter, PINs und TANs für verschiedenste Zwecke speichern. Der Vorteil: Man trägt die Zugangscodes immer bei sich und muss sich fortan nur noch ein einziges »Sesam-öffne-Dich« merken – das Masterpasswort. Flugs das Masterpasswort eingetippt, und schon präsentiert die Software eine Liste mit allen gespeicherten Passwörtern. Doch inzwischen warnen Sicherheitsexperten vor diesen konventionellen Datentresoren. Zwar sind die modernen Passwortspeicher verschlüsselt, doch haben alle dieselbe Schwachstelle: Sie sind Wörterbuchangriffen schutzlos ausgeliefert. Damit testen Hacker in Rekordzeit eine riesige Menge möglicher Masterpasswörter durch. Antwortet der Passwortspeicher mit »falsches Masterpasswort«, weiß der Hacker oder seine Software, dass er noch nicht fündig geworden ist, und kann weiter testen. Der Hacker beschießt das Programm so lange mit Masterpasswortkandidaten, bis er den richtigen Code gefunden hat. Schon mit einem handelsüblichen Computer lassen sich mehrere Millionen Masterpasswörter pro Sekunde testen.

Nach der Maxime »Biete dem Angreifer keine Hilfe« haben Forscher vom Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie SIT in Darmstadt vor zwei Jahren mit dem MobileSitter einen sicheren Passwortspeicher entwickelt, der resistent gegen Wörterbuchangriffe ist, und den sich jedermann aufs Handy laden kann. Eine PC-Variante ist in Vorbereitung. Der Trick der Sicherheitssoftware: Der MobileSitter antwortet auf ein falsches Masterpasswort nicht mit der Bestätigung »falsches Passwort«, sondern liefert dem Angreifer eine Liste von PINs und Passwörtern, die aus Sicht des Angreifers gültig sein könnten. Damit beginnt für den Hacker das Problem: Er kann nicht unterscheiden, ob er fündig wurde oder nicht. Erst, wenn er die Codes auf der Internetseite einer Bank oder einer Auktionsfirma eintippt, bemerkt er den Irrtum. Der MobileSitter gibt für jedes falsche Masterpasswort eine plausible Antwort und lässt den Angreifer so ins Leere laufen.

RADPRÜFUNG IN SEKUNDENSCHNELLE

ULTRASCHALLPRÜFSYSTEME FÜR ZÜGE

Tschschscheeh-dung – dank der monotonen Geräusche lässt es sich im Zug vortrefflich schlummern. Damit Bahnreisende sich entspannt zurücklehnen können und wohlbehalten ihr Ziel erreichen, werden Loks und Waggons regelmäßig überprüft. Kompakt, schnell, wirtschaftlich – so soll die Qualitätskontrolle von Eisenbahnradern in den Instandhaltungswerken der Bahnbetreiber sein. Das Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in Saarbrücken entwickelt deshalb speziell auf die Wünsche seiner Auftraggeber hin zugeschnittene Radprüfsysteme. Ein Beispiel: Die Ultraschallinspektion für die besonders gefährdete Lauffläche des Rades, die ständig im Kontakt mit der Schiene ist. Hier können durch Beschleunigungs- und Bremskräfte Risse in der Radoberfläche entstehen und wachsen. Mit Ultraschall lassen sich die Radoberflächen zügig und trotzdem sicher auf Materialfehler in der oberflächennahen Zone untersuchen.

Die Ultraschallsensoren sind direkt in den Schienenkopf des Prüfgleises eingebaut. Mit einer Geschwindigkeit von 10 bis 15 km/h rollt der Zug über dieses Gleis. Sobald ein Rad Kontakt zum Prüfkopf hat, wird die Ultraschallwelle ausgesendet. Während der Zug weiterfährt umläuft die Welle die gesamte Oberfläche. Ein zweiter Prüfkopf empfängt die Ultraschallwelle wieder. Die Auswertung geschieht in Sekundenschnelle, sodass das Ergebnis vorliegt, bevor das nächste Rad inspiziert wird.

Bereits 1980 konzipierten die IZFP-Experten die ersten automatischen Radprüfsysteme (AUROPA). Seit 1995 werden die verbesserten Systeme ausgeliefert. »Die elektromagnetischen Prüfköpfe erzeugen gleich im Material den Ultraschall – ohne das sonst notwendige Koppelmittel zwischen Prüfkopf und Bauteil«, erläutert Dr.-Ing. Jürgen Salzburger die Besonderheit des IZFP-Verfahrens. »Das und die auf IZFP-Know-How basierende Signalverarbeitung verschaffen uns ein Alleinstellungsmerkmal.« Das überzeugt auch Bahnbetreiber in und außerhalb Europas. Erst vor kurzem gingen 13 Anlagen in China in Betrieb. Weltweit hat die Hegenscheidt AG, ein Partner des IZFP, 16 weitere Systeme vermarktet. Das Sicherheitskonzept der Bahnbetreiber fordert weitere Prüfungen. Nach festgelegten Laufleistungen werden die Radsätze zusätzlich auf Defekte im Inneren geprüft. Auch für die Prüfung von Eisenbahnradern auf Fehler im Innern und zur Bestimmung der durch das Klotzbremsen bei Güterzügen verursachten Spannungen im Rad sowie zur Prüfung von Radsatzwellen haben die Wissenschaftler und Ingenieure des IZFP Lösungen entwickelt. Dank der Technik aus dem Hause Fraunhofer lassen sich Materialfehler zuverlässig erkennen – damit Fahrgäste und Güter auch weiterhin sicher ans Ziel kommen.



AUROPA prüft automatisch Zugräder.



TESTHIRN FÜRS AUTO

AUTOMOTIV REAL TIME PROTOTYPING SYSTEM ARTIS

Ein neuer Laptop mit superschnellem Prozessor ist eine feine Sache. Im Vergleich mit dem, was ein Auto heutzutage mit sich herumfährt, ist das Innenleben eines Notebooks aber geradezu bescheiden. 80 bis 100 Mikroprozessoren sind in einem modernen Oberklassewagen zu finden. Diese Steuergeräte dirigieren das Antiblockiersystem, die Bremskraft oder die Fensterheber. Für die Ingenieure ist es eine große Herausforderung, all die kleinen Computer zu vernetzen, die zu allem Überfluss meist mit unterschiedlicher Software ausgestattet sind. Trotzdem müssen sich die Geräte verstehen. Schon bei einer einfachen Funktion wie dem Blinker arbeiten gleich mehrere Minihirne zusammen – der Bremsassistent, die Schließanlage und natürlich die klassische Blinkeranlage. Immer, wenn in ein Automodell eine zusätzliche Komponente integriert wird, beginnt für die Elektroingenieure die anstrengende Bastelei. Wie stimmt man das neue Steuergerät mit der neuen Funktion in den Chor der etablierten Geräte ein? Stört es, oder überlastet es gar die Datenleitungen? Bisher konnte man Steuergeräte erst gegen Ende der Fahrzeugentwicklung einbauen und testen. Potenzielle Hardwarefehler entdeckte man damit sehr spät. Forscher um Dipl.-Ing. Falk Langer vom Fraunhofer-Institut für Systeme der Kommunikationstechnik ESK in München haben deshalb ein Testgerät entwickelt, mit dem man beliebige Funktionen schon frühzeitig im Prototypenfahrzeug prüfen kann.

ARTiS – Automotive Real Time Prototyping System – nennen die Forscher ihren Simulationscomputer, der einem Auto verschiedenste Funktionen vorgaukelt. »Mit ARTiS kann man schnell erkennen, an welchen Stellen eine neue Funktion Probleme machen wird«, sagt Langer. Die Entwickler erfahren damit rechtzeitig, wie sie ihr Steuergerät anpassen müssen. Bislang simuliert man zusätzliche Steuergeräte meist im Labor. Das handliche ARTiS aber lässt sich direkt ins Versuchsfahrzeug einbauen. Unlängst haben die ESK-Forscher mit ARTiS eine neuartige Armaturenbrettanzeige simuliert, über die sich Tacho, Drehzahlmesser oder Radiosymbole wie auf einem Computerbildschirm fast beliebig darstellen lassen. Ein solches Display ist mit Unmengen von Steuergeräten verknüpft – dem Temperatursensor, der Reifendruckanzeige oder dem Geschwindigkeitsmesser. ARTiS meisterte die Herausforderung. Da überrascht es kaum, dass inzwischen gleich mehrere Autohersteller auf das System setzen.



SAVE überprüft zum Beispiel, ob die Software in der Digitalkamera funktioniert.

FÜHRER DURCH DAS SOFTWARELABYRINTH

SAVE ANALYSIERT GROSSE PROGRAMME SCHNELL

Die mühsame Dokumentation ihrer Arbeit gehört nicht unbedingt zu den Lieblingsaufgaben von Programmierern. Statt langer Papiere schreiben sie lieber einen kreativen Programmcode. Wird eine Software aber auch noch von wechselnden Kollegen gepflegt und über Jahre hinweg weiterentwickelt, weiß irgendwann niemand mehr so genau, wie das System als Ganzes funktioniert, wie die Architektur der Software aussieht und wie Komponenten miteinander kommunizieren.

SAVE ist dann oftmals die letzte Rettung. Das am Fraunhofer-Institut für Experimentelles Software Engineering IESE in Kaiserslautern entwickelte Werkzeug (kurz für »Software Architecture Visualization and Evaluation«) erlaubt es, selbst große Programme schnell zu analysieren und die Ergebnisse graphisch aufzubereiten. »So sieht man sofort, ob in einem System die vermuteten oder geplanten Eigenschaften vorhanden sind«, sagt Entwicklungsleiter Jens Knodel.

Dazu durchforstet SAVE zunächst den Programmcode des Systems und untersucht, welche Programmteile aufeinander aufbauen. Die Informationen werden automatisch verarbeitet und gefiltert, die anschließende Visualisierung macht Softwarestrukturen und -architekturen sichtbar. So erhält der Nutzer sofort einen Überblick über den internen Aufbau des Systems – was für die Weiterentwicklung des Programms oder die Beseitigung von Fehlern entscheidend sein kann.

»Das im Jahr 2004 entwickelte Werkzeug erleichtert die Analyse allerdings nicht nur, es macht sie auch schneller. Verglichen mit bisherigen Verfahren, reduziere SAVE den Aufwand bei der Bewertung von Softwaresystemen im Mittel um 75 bis 90 Prozent«, sagt Knodel. Bei der Software einer modernen Digitalkamera, die aus etwa 400 000 Zeilen Code in 1100 Dateien besteht und bei der 80 000 Abhängigkeiten zwischen verschiedenen Programmteilen untersucht werden müssen, fällt das durchaus ins Gewicht.

Derzeit ist SAVE darauf spezialisiert, Systeme zu einem vorgegebenen Zeitpunkt zu untersuchen – beispielsweise, wenn die Software einer Digitalkamera fertig ist. Die Fraunhofer-Experten arbeiten aber bereits an einer neuen Variante des Analysewerkzeugs, die auch während der laufenden Arbeit auf den Rechnern der Entwickler eingesetzt werden kann. So können mögliche Fehler sofort erkannt und mit deutlich weniger Aufwand korrigiert werden.



ENERGIE

SICHERHEIT

KOMMUNIKATION

UMWELT

MOBILITÄT

PRODUKTION

GESUNDHEIT



DIE WIEGE DER INTERNETTELEFONIE

SIP ERMÖGLICHT TELEFONGESPRÄCHE ÜBERS INTERNET

Mehr als 100 Jahre führte kein Weg am klassischen Telefonnetz vorbei. Wer in der Ferne mit jemandem sprechen wollte, griff zum Hörer, wählte die Nummer und erreichte am anderen Ende der Leitung die gewünschte Person. Oder auch nicht. Mittlerweile sind die Tage des Telefonnetzes allerdings gezählt, und dazu haben unter anderem die Forscher des Berliner Fraunhofer-Instituts für Offene Kommunikationssysteme FOKUS beigetragen. Sie haben dafür gesorgt, dass sich Telefongespräche einfach übers Internet führen lassen – dem Session Initiation Protocol, kurz SIP, sei Dank.

Dabei ist das Internet eigentlich gar nicht für die Übertragung von Sprache oder Videos gemacht. Es arbeitet mit einer Art Sendecode, einem Protokoll, das alle Daten auf kleine Pakete verteilt. Die können manchmal unterschiedliche Wege nehmen oder sich sogar gegenseitig überholen. »Für die Übertragung von Gesprächen ist so etwas natürlich tödlich«, sagt Berthold Butscher, stellvertretender Leiter des Berliner Instituts, denn schnell wirkt das Gespräch zerhackt, wenn ein Wortelement zum falschen Zeitpunkt ankommt. Für das Herunterladen einer E-Mail hingegen ist die Pünktlichkeit eines einzelnen Datenpäckchens nicht ganz so entscheidend. Die FOKUS-Forscher, damals noch im Dienste des GMD-Forschungszentrums Informationstechnik, entwarfen daher ein relativ simples Protokoll, das zunächst beim Gegenüber anklopft und anschließend beliebige multimediale Verbindungen aufbauen kann. Ähnlich wie eine E-Mail, kann ein solcher Anruf überall empfangen werden, wo ein Internetanschluss vorhanden ist. Niemand muss mehr vor seinem Festnetzanschluss sitzen. »Das war natürlich ein extremer Zugewinn an Personalisierung und Mobilität«, sagt Butscher. Nur drei Jahre nach dem ersten Entwurf wurde SIP im Jahr 1999 als offizieller Internetstandard anerkannt.

Ein Jahr später stellten die FOKUS-Forscher schließlich den SIP-Express-Router (SER) vor: Die frei verfügbare Software versetzt zum Beispiel einen modernen PC in die Lage, pro Sekunde mehr als 3000 Internettelefonate gleichzeitig abzuwickeln – eine Aufgabe, für die in der klassischen Festnetztelefonie ganze Schaltschränke nötig waren. Ursprünglich hätten die großen Telekommunikations-Unternehmen über die Entwicklung gelächelt, erinnert sich Butscher, heute setzten sie die Technologie selbst sein: Etwa 70 bis 80 Prozent aller Internettelefonate in Deutschland laufen mittlerweile über SER-Systeme.



PERFEKTE PROJEKTION FÜR PLANETARIEN

POWERDOME® – GESTOCHEN SCHARFE BILDER AUS EINEM GUSS

Die Zeiten, in denen ausschließlich Sterne in Planetarien projiziert wurden, gehen zu Ende. Im Trend sind digitale Videoprojektionen – zum Beispiel aufwändige Kuppelshows mit bunten Bildern. Nur: Die klassischen mechanisch-optischen Sternenprojektoren sind für solche Aufgaben nicht gemacht.

Im Auftrag von und in sehr enger Kooperation mit der Firma Carl Zeiss hat das Fraunhofer-Institut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik FIRST in Berlin deshalb von 2005 bis 2008 Softwarekomponenten für powerdome® entwickelt – einen digitalen Bildgenerator für Ganzkuppelprojektionen. Damit lassen sich gestochen scharfe Bilder aus einem Guss auf die Kuppel von Planetarien übertragen. »Auf gekrümmte Flächen zu projizieren, ist wesentlich komplizierter als auf eine herkömmliche Leinwand«, sagt Ivo Hausen, Forschungsleiter am Institut. Bis zu 1000 Quadratmeter Fläche können Planetariumskuppeln überspannen, zu viel für einen einzigen Projektor. Um wirklich scharfe und brillante Bilder auf die großen Kuppeln zu bringen, müssen mehrere hoch auflösende Projektoren zusammenarbeiten. Deren Teilbilder passen ohne entsprechende Bearbeitung allerdings nicht nahtlos aneinander. Hier setzt die am Fraunhofer-Institut entwickelte Abspiegelsoftware an: Sie fügt die projizierten Teilbilder zusammen und gleicht Verzerrungen aus, sodass ein homogenes Bild in Echtzeit entsteht. »Das Ergebnis ist ein mehrere hundert Quadratmeter großes Gesamtbild, das den Zuschauer umgibt und ihn in virtuelle Welten versetzt«, informiert Hausen.

Selbst die klassischen Planetariumsfunktionen – die Projektion von Sternen, Sternbildern oder Planeten – lassen sich mit den neuen Geräten realisieren. Hier sind die herkömmlichen analogen Projektoren ihren digitalen Konkurrenten allerdings überlegen: Ihre Sterne wirken wesentlich natürlicher. Dank powerdome® aber sind die Vorteile der analogen und digitalen Projektion kombinierbar: Das digitale System ergänzt den Sternenhimmel mit beliebigen Bildern in jeder gewünschten Farbe, die synchron den Bewegungen des Sternenhimmels folgen.

Der powerdome® ermöglicht beeindruckende Projektionen in Planetarien.



SCHLAUER STAUB

E-GRAINS – WINZIGE SENSORSYSTEME

Computer so groß wie Sandkörner, die sogar Kontakt miteinander aufnehmen: Was nach Science-fiction klingt, beschäftigt die Forscher vom Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM in Berlin täglich. Winzige Sensorsysteme, die per Funk Netzwerke bilden, die Daten austauschen und Hitze oder auch Vibrationen melden, gibt es zwar noch nicht, aber den Berliner Wissenschaftlern ist es bereits gelungen, ein komplexes System aus Sensor, Prozessor, Speicher, Funkbaustein, Antenne und eigener Energieversorgung auf die Größe eines Zuckerwürfels zu schrumpfen. Als winziges Elektrohirn in einem Golfball misst es bereits die Beschleunigung beim Abschlag und sendet die Daten an den Taschencomputer des Spielers. Der Weg zum Elektrostaubkorn, dem E-Grain, ist also nicht mehr so weit.

In nahezu allen Bereichen lassen sich die intelligenten Winzlinge einsetzen: Die Mikrosysteme könnten Schäden an Bauteilen, Gebäuden oder Brücken melden oder in Lagerhallen auch im letzten Winkel die Temperatur messen. Sie könnten rechtzeitig vor Naturkatastrophen warnen oder die Qualität von Produktionsprozessen überwachen. Über ein Kartoffelfeld verstreute E-Grains würden dem Landwirt sogar mitteilen, an welchen Stellen der Acker zu wenig gedüngt worden ist. Um die E-Grains auf Staubkorngröße zu verkleinern, müssen die Wissenschaftler vor allem eines tun: Platz sparen. Deshalb platzieren sie die einzelnen Komponenten nicht wie üblich nebeneinander, sondern stapeln sie in Etagen, die auf spezielle Weise elektrisch miteinander verknüpft werden. Noch müssen zwar einige der Integrationsverfahren weiter entwickelt werden, denn manche Einzelteile sind bislang recht groß. Doch das ist für die Wissenschaftler kein Hindernis. Sie gehen davon aus, dass sie in Zusammenarbeit mit verschiedenen Partnern Methoden entwickeln, mit denen sich schon in naher Zukunft E-Grains günstig in Massen herstellen lassen.

*In Golfbällen lassen sich die Mini-Computer
inzwischen unterbringen.*

SCHRAUBSTOCK FÜR VIDEOS

H.264 REDUZIERT DIE ERFORDERLICHE DATENRATE

Der Titel klingt nicht unbedingt nach großem Kino: H.264/MPEG-4 AVC. Und doch ist H.264 gerade erst mit zwei Emmys ausgezeichnet worden, dem wichtigsten Fernsehpreis der USA. Denn H.264 ist keine unvorteilhaft betitelte Fernsehserie, sondern ein neuer Videostandard, mit dem sich Fernsehsignale – aber auch DVD-Filme und Handy-Videos – deutlich effizienter komprimieren lassen als bislang. »Verglichen mit dem Vorgängerstandard, reduziert H.264 die für die Übertragung eines Videos erforderliche Datenrate um mehr als die Hälfte – und das bei gleicher Qualität«, sagt Prof. Dr. Thomas Wiegand. Zusammen mit seinen Kollegen am Berliner Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut HHI hat Wiegand wesentliche Beiträge zum neuen Standard geleistet und dafür die Emmys erhalten.

Statt bei Videos jedes einzelne Bild unabhängig vom nächsten zu übertragen und dabei enorme Datenmengen aufzuwenden, setzen die Ingenieure bei Komprimierungsverfahren wie H.264 auf einen Trick: Sie versuchen, anhand bereits kodierter und übertragener Bilder vorherzusagen, wie sich Menschen oder andere Objekte im aktuell zu kodierenden Bild bewegen werden. So müssen nur noch wenige Informationen zu den Veränderungen dieser Bildregionen übermittelt werden. Die große Herausforderung: Während die Bildqualität möglichst hoch bleiben sollte, muss die Menge der zu übertragenden Daten so gering wie möglich ausfallen. »Im Mittelpunkt steht daher eine effiziente Kodierung«, sagt Dr.-Ing. Detlev Marpe, der den Videostandard mitentwickelt hat. Gleichzeitig darf das Komprimierungsverfahren aber die Hard- und Software, die in den Endgeräten eingesetzt wird, nicht überfordern. Denn wer will schon eine Stunde warten, bis das Videosignal dekodiert ist und die eingelegte DVD endlich abgespielt werden kann?

In Berlin haben bereits die Vorarbeiten für die nächste Generation von Videostandards begonnen. Es gelte, neue Verfahren für künftige Anwendungen zu entwickeln, die wiederum deutlich leistungsfähiger seien als der jetzt so erfolgreiche Standard. »Und vielleicht«, hofft Marpe, »gelingt uns ja noch einmal ein ähnlicher Quantensprung wie bei H.264.«

Fernsehen auf dem Handy –H.264 macht es möglich.



KAUFHAUS DES WESTENS

DIE
SCHÖNSTEN
FRANZOSEN
KOMMEN AUS
NEW YORK.

KaDeWe

GEWUSST WO!

DER FREQUENZATLAS HILFT BEI DER SUCHE NACH DEM RICHTIGEN STANDORT

»Die schönsten Franzosen kommen aus New York« – Hunderte von Werbeplakaten verkündeten in Berlin die Botschaft, dass das New Yorker Metropolitan Museum of Art Meisterwerke der französischen Kunst in der Bundeshauptstadt ausstellt. Ganz klar, wer eine solch aufwändige Werbekampagne plant, will wissen, wo die besten Standorte für die Plakate sind und wie viele Menschen dort vorbeigehen. Solche Dinge sind wichtige Verkaufsargumente für die Vermarkter von Werbeflächen. Denn je mehr Passanten vorbeikommen, desto besser ist der Standort – und umso höher der Preis. Nur, wenn man weiß, wie viele Menschen die einzelnen Standorte passieren, lassen sich die Kosten für die Werbekunden transparent machen.

Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS in Sankt Augustin haben für den Fachverband Außenwerbung einen Frequenzatlas entwickelt, der die entscheidenden Frequenzdaten liefert: Er prognostiziert für alle Straßenabschnitte in Deutschland, wie viele Personen dort entlanggehen oder -fahren. Früher musste man mit viel Aufwand zählen. Heute liefert der Frequenzatlas die Daten im Handumdrehen: präzise und kostengünstig. Der Atlas unterscheidet nach Fußgängern, Autofahrern und Reisenden in öffentlichen Verkehrsmitteln. Die Daten »schürfen« die Wissenschaftler mit Data-Mining-Verfahren aus Geoinformationssystemen. Mittels solcher Systeme lassen sich Informationen aus einer Datenbank – etwa Altersgruppe oder Familienstand – geographisch zuordnen. Der aktuelle Frequenzatlas berücksichtigt 6,2 Millionen Straßenabschnitte bundesweit. Er liefert damit flächendeckend Werte für das ganze Land.

Der Frequenzatlas ist nicht nur für die Außenwerbung von großem Nutzen. Er unterstützt Unternehmen auch bei der Suche nach geeigneten Standorten für Bankautomaten, Einzelhandelsfilialen oder Paketstationen. Derzeit analysieren Forscher des IAIS Besucherzahlen in Bahnhöfen und Einkaufszentren.

An welchem Werbestandort kommen viele Menschen vorbei – Antworten gibt der Frequenzatlas.



DER RICHTIGE DREH FÜR DAS FERNSEHBILD

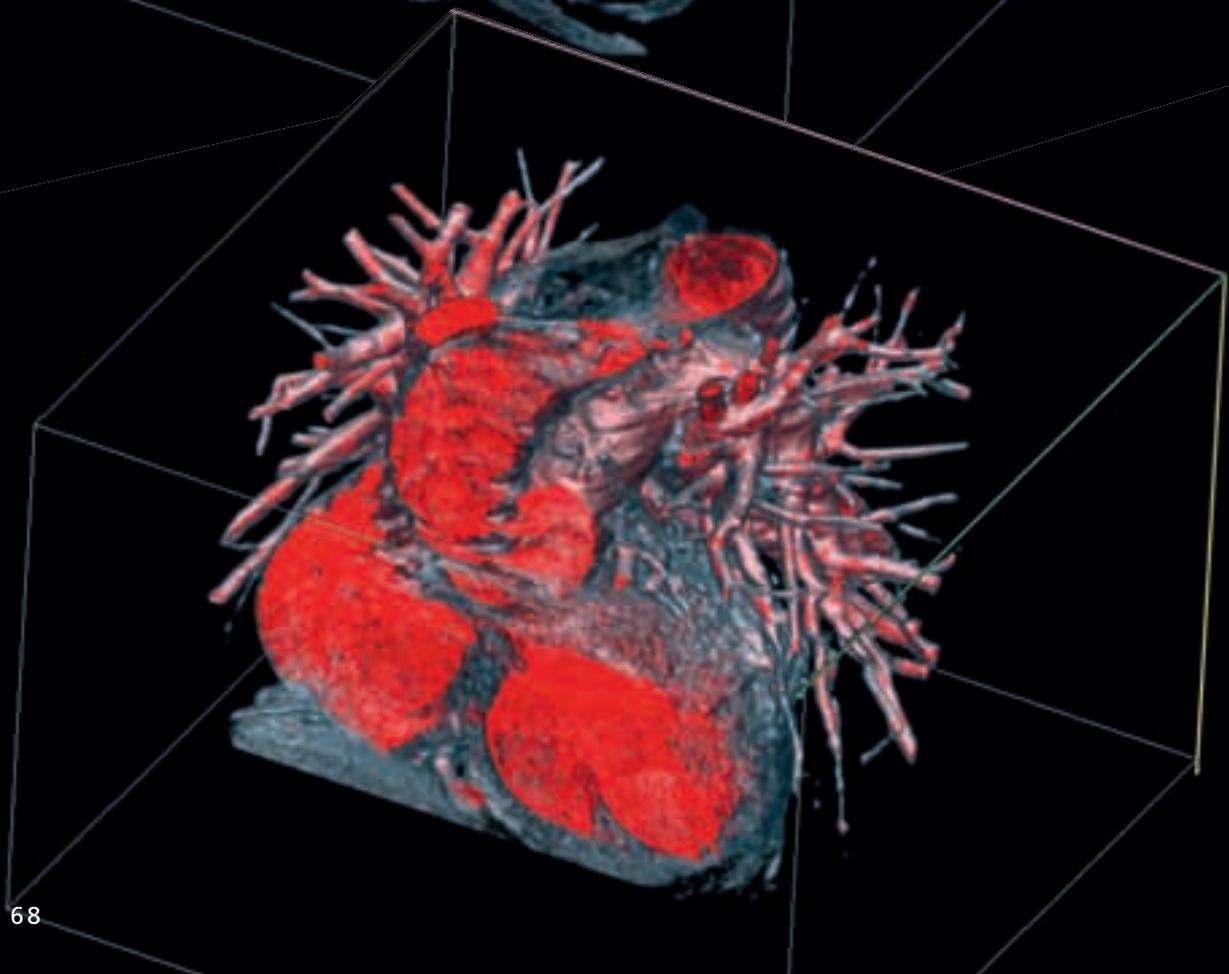
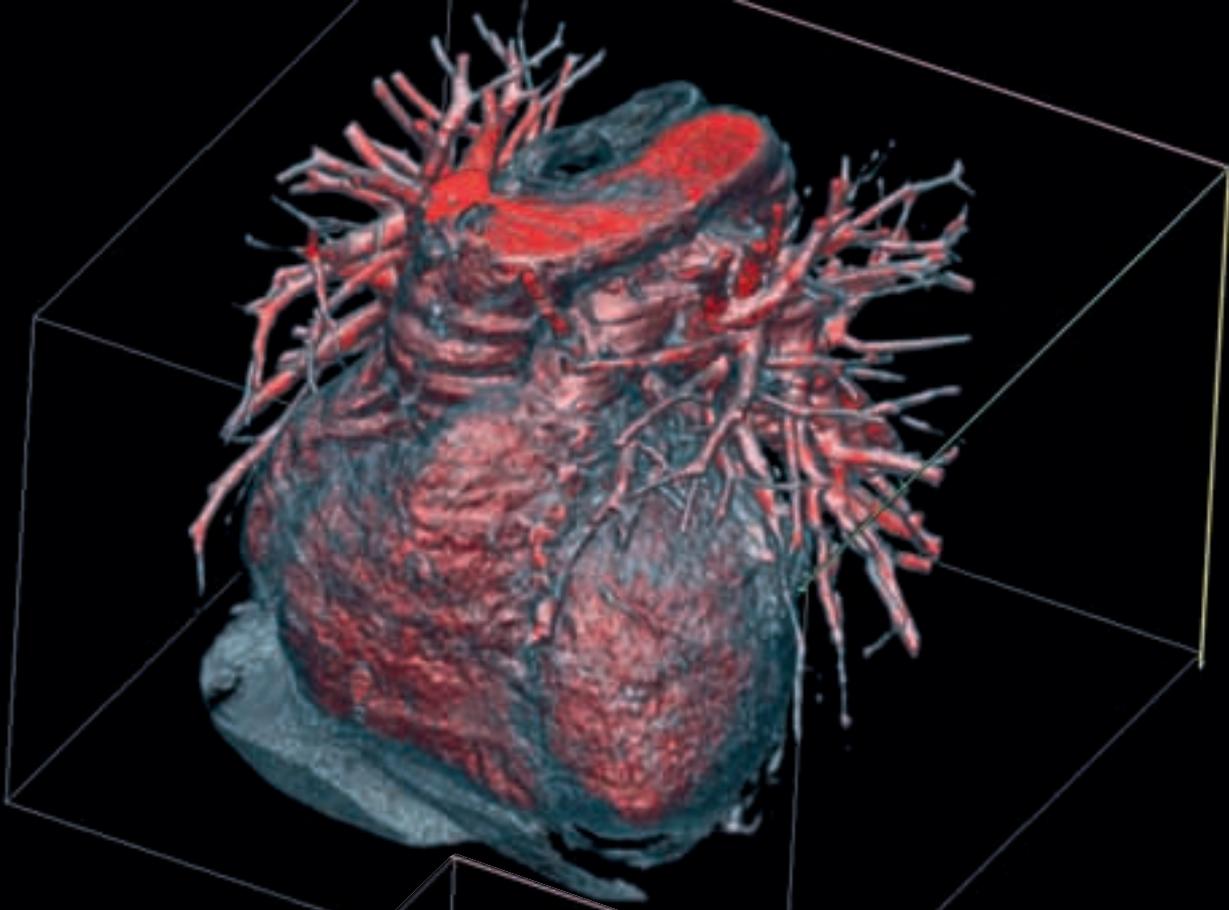
NEUE FLÜSSIGKRISTALLSTRUKTUR SORGT FÜR SCHARFE BILDER

Wer noch einen älteren Flachbildschirm besitzt, kennt das Problem: Blickt man schräg auf die Mattscheibe nehmen Kontrast und Helligkeit ab. Das Bild wirkt »flau«. Dass Fußballfans heutzutage ein Champions-League-Spiel selbst auf dem Eckplatz in der Kneipe in brillanten Farben sehen können, ist vor allem den Forschern vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF in Freiburg zu verdanken, die Mitte der achtziger Jahre die alte Flüssigkristalltechnik deutlich verbessert haben.

Flüssigkristallanzeigen, LCDs (Liquid-Crystal-Displays), in Flachbildschirmen oder Handys arbeiten wie ein Lichtventil, das an der Rückseite erzeugte Licht abschirmt oder passieren lässt. Im Normalzustand gelangt das Licht nicht durch die Kristalle. Die Mattscheibe bleibt dunkel. Unter elektrischer Spannung aber verbiegt sich die Kristallstruktur. Das Licht kann passieren. Doch die alten LCDs hatten die unangenehme Eigenschaft, dass die Durchlässigkeit sehr stark vom Einfallswinkel des Lichts abhängig war. Angesichts der unscharfen Bilder auf der Mattscheibe machten sich die IAF-Forscher um Günter Baur an die Arbeit. Sie berechneten, wie sich ein Kristall verdrillen müsste, um weniger winkelabhängig zu arbeiten. Baur wurde fündig: Rein mathematisch gelang es ihm, die Drehbewegung so zu konzipieren, dass die Durchlässigkeit der Lichtstrahlen nahezu unabhängig vom Einfallswinkel wurde. Drehung in der Ebene, In-Plane-Switching (IPS), nannte Baur den neuen Kristalleffekt.

Doch alle Theorie ist grau. Zunächst einmal musste die optimale IPS-Kristallschicht realisiert werden. Die Idee klang viel versprechend und so machte sich der weltgrößte Flüssigkristallhersteller zusammen mit den Forschern aus Freiburg auf die Suche. Tatsächlich gelang es, Moleküle mit den von Baur berechneten IPS-Eigenschaften zu entwickeln. Wenig später baute ein japanischer Elektronikkonzern die neue Flüssigkristallschicht dann in ein Fernsehgerät ein. 1995 wurde das erstmals während eines Kongresses präsentiert. Mit Erfolg: Heute ist die IPS-Technik für hochwertige Handys oder Fernseher mit Flüssigkristallanzeige längst Standard. Und der Kunde darf sich über eine Mattscheibe freuen, deren brillante Farben man nicht nur in der Mitte des Sofas, sondern auch an den Randplätzen genießen kann.

*Fernsehbilder in brillanten Farben auch auf
Flachbildschirmen.*



SCHNELLE SOFTWARE LÄSST BILDER FLIESEN

SOFTWARE PV-4D LIEFERT PERFEKTE BILDER IN 4-D-QUALITÄT

Das Abendessen ist beendet. Zeit, den Fernseher einzuschalten. Es kommt natürlich gerade nur Werbung. Aber stopp: Wow, der neue Sportwagen sieht richtig cool aus. Ganz geschmeidig flitzt er durch die Kurven. Klasse!

Was viele TV-Zuschauer nicht wissen und vor allem nicht sehen: Meist sind die schnittigen Autos nicht real, sondern nur eine fotorealistische Computeranimation. »Die Wagen gibt es meist noch gar nicht. Wir können jedoch verschiedene physikalische Eigenschaften berechnen und später dann zeigen, wie es beispielsweise aussieht, wenn die Sonne durch die getönte Frontscheibe fällt«, erklärt Dr. Carsten Lojewski vom Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern. Doch die schönen, wie Fotos anmutenden Computersimulationen haben einen Nachteil: Bei ihrer Produktion fallen immense Datenmengen an, Terabytes oder gar Petabytes – so viel wie auf rund einer Million CDs. Dennoch gelang es Lojewski, den Datenwust mithilfe der von ihm entwickelten Software PV-4D in anschauliche, fließende Bilder umzusetzen. Das Besondere an der mit dem Joseph-von-Fraunhofer-Preis ausgezeichneten innovativen Technologie: Die Software kommt ohne Graphikhardware aus und liefert dennoch perfekte Bilder in 4-D-Qualität.

Doch was bedeutet eigentlich 4-D-Qualität? Sicher, komplexe Vorgänge wie ein schlagendes Herz, das Einfließen von Metallschmelze in eine Gussform oder die Strömungswerte eines Autos im Windkanal lassen sich heute mithilfe der Simulationstechnik dreidimensional abbilden und ein Gegenstand sich so von allen Seiten betrachten. Doch für manche Berechnungen bedarf es eben einer weiteren Dimension – der Zeit. So verrät die vierdimensionale Berechnung Herstellern genau, wann beim Befüllen eines Gussteils ein Fehler auftreten kann oder zu welchem Zeitpunkt sich wo Wirbel an der Karosserie bilden. »Derzeit gibt es außer unserem Visualisierungssystem weltweit kein anderes so leistungsstarkes und rein auf Software basierendes Tool«, sagt Lojewski, »das gigantische Volumendaten interaktiv auf herkömmlichen PCs darstellt.« Es kann jedoch schon mal zwei Wochen dauern, bis die Supercomputer Daten und Zahlen von vierdimensionalen Modellen liefern, die dann in Bilder umgesetzt werden. Doch die Kunden aus der Medizin, der Strömungsdynamik, den Werkstoffwissenschaften und der Geologie müssen sich keine Sorgen machen, wenn die Datenflut steigt: PV-4D wächst mit.

Visualisierung des Herzens mit der Zeit als vierte Dimension.

DER BAUKASTEN FÜR DIE VIRTUELLE WELT

LIGHTNING FÜHRT EIN- UND AUSGABEGERÄTE FÜR VR ZUSAMMEN

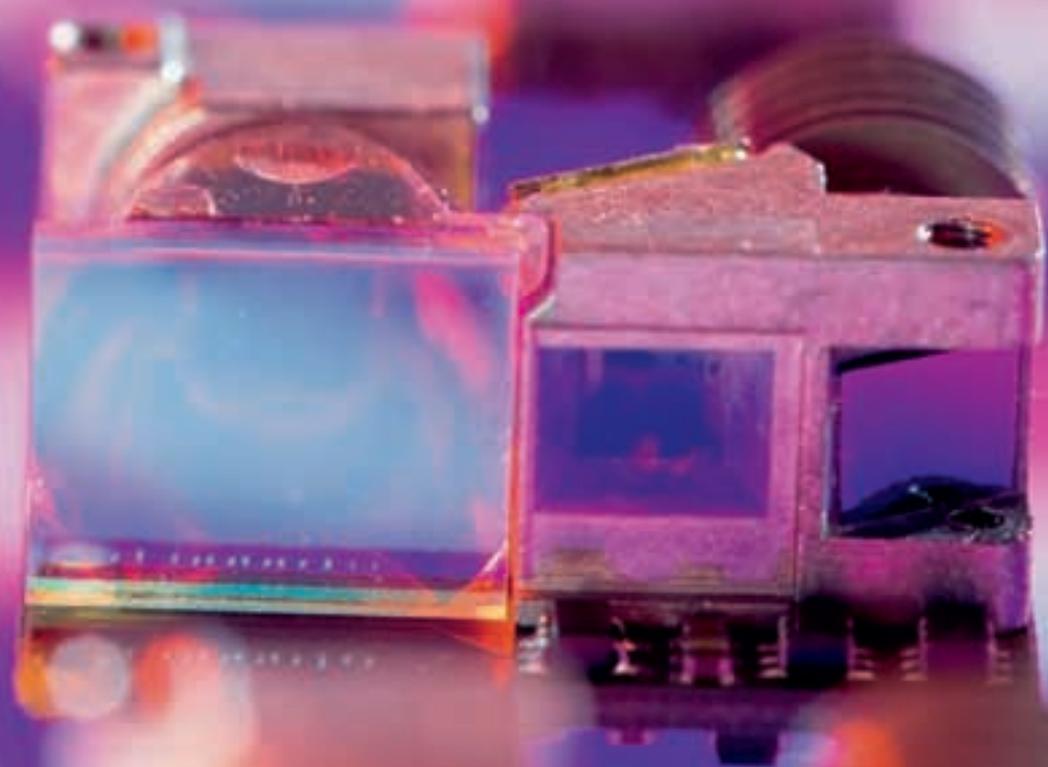
Virtuelle Welten sind eine große Hilfe – sie erlauben es zum Beispiel Autobauern, bei der Planung neuer Wagen auf die herkömmlichen Modelle aus Ton zu verzichten, und sie ermöglichen es Produktdesignern, verschiedene Entwürfe ihrer Geräte zu begutachten, ohne jedes Mal einen neuen Prototypen bauen zu müssen. Virtuelle Realitäten können aber auch ein Albtraum sein – denn das Zusammenspiel von Hard- und Software ist äußerst komplex: Datenhandschuhe, Bildprojektoren und die Programme, welche die virtuellen Modelle erzeugen und steuern, müssen perfekt aufeinander abgestimmt sein. Wird eine Komponente erneuert, kann das gesamte System aus dem Gleichgewicht geraten. Zumindest war das Anfang der neunziger Jahre so, als Forscher des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO in Stuttgart erstmals tief in die virtuelle Welt eintauchten.

Die damals eingesetzten kommerziellen Systeme erwiesen sich als wenig flexibel. Kamen neue Komponenten auf den Markt, Datenhelme oder 3-D-Leinwände etwa, dauerte es sehr lange, bis die Software sie ansteuern oder ihre Signale fehlerfrei verarbeiten konnte. 1994 entschieden sich die IAO-Forscher schließlich, ihr eigenes System zu programmieren: Lightning, einen Baukasten für virtuelle Welten.

Das frei konfigurierbare System führt die unterschiedlichsten Ein- und Ausgabegeräte der virtuellen Realitäten zusammen – von der rundum verlaufenden 3-D-Projektionswand über Kameras für die Auswertung von Gesten und Blicken bis hin zu Datenhandschuhen oder Steuergeräten von Spielkonsolen. Die Lightningsoftware verbindet all diese Komponenten nahtlos und versorgt sie mit Daten – zum Beispiel mit dem dreidimensionalen Modell eines Prototypen, das dann mit einem Fingerzeig gedreht werden kann. »So wird es möglich, in Echtzeit mit diesen virtuellen Räumen zu interagieren«, sagt IAO-Forscher Roland Blach. Oberstes Ziel bei der Entwicklung sei es gewesen, den Anwendern ein System an die Hand zu geben, das sie wie Bauklötze zusammenstellen können: einfach, aber mit genügend Raum für die eigenen Vorlieben. In den vergangenen Jahren haben die Forscher zudem begonnen, das bewährte Lightningkonzept um verschiedene Module zu erweitern – zum Beispiel um einen Baustein für fotorealistische Anmutungen in der virtuellen Welt. Auf diese Weise lassen sich auch besonders anspruchsvolle visuelle Daten darstellen.

Mit Lightning ist es möglich, in Echtzeit im virtuellen Raum zu interagieren.





FLINKER SPIEGEL MACHT SCANNER FLOTT

MIKROSPIEGEL SCHWINGT IN EINER SEKUNDE 250 MAL HIN UND HER

Falls es an der Supermarktkasse mal wieder länger dauert, dann ist vielleicht der Scanner schuld. Vor allem ältere Modelle sind leicht zu verwirren: Wenn die Hand der Kassiererin ein wenig zittert oder das Etikett etwas zerkratzt ist, kann es passieren, dass der Laserstrahl den Strichcode auf der Nudelpackung oder dem Jogurtbecher nicht erkennt.

Die Qualität des Scanners hängt ab vom Spiegel, der den Lichtstrahl hin- und herbewegt. Je langsamer er ist, desto schlechter, je schneller, umso besser. In der klassischen Scanneroptik ist der Spiegel an zwei winzigen Federnaufgehängt. Angetrieben wird er von kleinen Elektroden, die ihn hin- und herschwingen lassen. Da die Konstruktion aus vielen Einzelteilen besteht, benötigt sie Platz. Auf Grund der Masse schafft der Spiegel in einer Sekunde nicht viel mehr als 20 Schwingungen.

Das war dem US-amerikanischen Scannerhersteller Intermec schon 1998 zu langsam. Das Unternehmen suchte nach einer neuen Lösung. Bei den Wissenschaftlern vom Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS in Dresden wurde es fündig: Den Experten um Dr. Harald Schenk war es gelungen, einen Mikrospiegel mitsamt Antrieb in einem Stück aus einem Silizium-Wafer – dem Rohling für die Chipproduktion – zu ätzen. Das Minisystem war dünn wie ein Blatt Papier, enthielt aber alles, was eine Scanneroptik braucht: elektrische Leiter und Elektroden, sowie ein Spiegel und eine Siliziumfeinstmechanik von nur 30 Mikrometern Dicke. In einer Sekunde schwingt das zarte Siliziumspiegelchen bis zu 250 mal hin und her.

Nach ausführlichen Tests kam der erste Scanner mit Dresdner Innenleben vor vier Jahren auf den Markt. Seitdem werden die Geräte in Supermärkten und vor allem in der Logistik zum Einscannen von Etiketten auf Kartons und Kisten eingesetzt. Die Siliziumtechnik ist ausgesprochen robust: Bislang gab es keine Reklamation. Künftig wollen die IPMS-Forscher die Spiegel auch in anderen optischen Systemen nutzen – etwa in Datenbrillen, in denen das reale Bild mit den künstlichen Abbildungen eines winzigen Displays überlagert wird.

Minisystem mit neuartiger Scanneroptik.

EIN FEST FÜR DIE OHREN

PERFEKTER RAUMKLANG MIT DEM IOSONO®-SOUNDSYSTEM

In Hollywood ist es zu hören, in einem Planetarium mitten in der Wüste Katars, und auch die Bavaria-Filmstadt in München hat es schon: das IOSONO®-Soundsystem. Erfunden haben es Forscher des Fraunhofer-Instituts für Digitale Medientechnologie IDMT im thüringischen Ilmenau bei Erfurt. Kein Wunder, dass das dortige Kino mit 89 Sitzplätzen weltweit das erste Lichtspieltheater war, bei dem das System eingesetzt wurde. 192 Lautsprecher und eine ausgeklügelte Technik sorgen für ein einmaliges Klangerlebnis.

IOSONO® schafft eine bisher unerreichte Audioqualität im Kinosaal: Regnet es im Film, hört sich der Regen so realistisch an, dass der Zuschauer sich wundert, warum er nicht nass wird. Dabei ist es völlig unwichtig, ob man in der ersten oder letzten Reihe, außen oder innen sitzt – der räumliche Höreindruck ist überall optimal.

Das Verfahren des IDMT schafft Klangsphären, die wesentlich ausgefüllter sind als alles, was übliche Surroundanlagen in den großen Kinos bieten. Der Qualitätssprung ist vergleichbar mit dem von Mono zu Stereo. Der »Sweet Spot«, also jener Platz im Raum, an dem man Musik oder Geräusche besonders gut hört, wird mit IOSONO® auf das gesamte Wohnzimmer oder den kompletten Kinosaal ausgeweitet – räumliches Hören an jedem Platz!

Möglich machen das die vielen Lautsprecher. Für jeden einzelnen von ihnen berechnen Computer, welche Geräusche der Lautsprecher wann erzeugen muss: lauter oder leiser, Bruchteile von Sekunden früher oder später als die Nachbarbox. Die erzeugten Schallwellen überlagern sich im Kinosaal ähnlich wie Wasserwellen in einem Teich. Durch die Überlagerung der einzelnen Wellenfelder ergibt sich schließlich das realistische Klangbild. Diese digitale Klangfeldsynthese wird längst nicht mehr nur im Kino eingesetzt: Auch die weltweit größte Seebühne in Bregenz, Clubs, Themenparks und Veranstalter von Freiluftkonzerten setzen inzwischen auf das dreidimensionale Hörerlebnis.

IOSONO®-Lautsprecher-Panels.



DURCHBLICK IM DATENSALAT

INFOZOOM ANALYSIERT UND VISUALISIERT RIESIGE DATENMENGEN

Tabellenkalkulationen sind ein effektives Werkzeug, um Ordnung in eine Datensammlung zu bringen. Und ein extrem unübersichtliches – zumindest dann, wenn die Tabelle aus vielen tausend Zeilen besteht und vollgestopft ist mit Informationen. Wer solch einen Datenberg analysieren will, scrollt und sortiert manchmal so lange, bis die Tabelle völlig durcheinander geraten ist.

Seit etwas mehr als zehn Jahren gibt es allerdings einen Ausweg. Das Programm InfoZoom, ursprünglich von der ehemaligen Gesellschaft für Mathematik und Datenverarbeitung GMD entwickelt und nun vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik FIT in Sankt Augustin gepflegt, macht es möglich, selbst riesige Datenmengen bequem zu analysieren und zu visualisieren. »Eigentlich wollten wir damals nur eine Vergleichstabelle für Telefone programmieren«, erinnert sich Dr. Michael Spenke, Wissenschaftler am FIT. »Doch wir haben schnell erkannt, dass der Ansatz viel weiter trägt.«

Herzstück von InfoZoom ist eine extrem stark komprimierte Tabelle, die alle Daten auf eine Bildschirmseite bringt. Einzelne Spalten sind dabei nur noch Bruchteile eines Pixels breit. Derart komprimiert, verwandelt sich etwa die Datenbank mit den Rennergebnissen jedes einzelnen Formel-1-Fahrers – immerhin gut 18 000 Datensätze – in eine graue Masse. Durch geschicktes Sortieren erzeugt InfoZoom daraus jedoch eine informative Übersicht, der sich mit wenigen Mausklicks die gesuchten Zusammenhänge entlocken lassen: Ein Klick auf »S« in der Zeile »Fahrer« liefert wie mit einer Lupe zunächst sämtliche Fahrer, deren Name mit »S« beginnt; ein weiterer Mausklick auf das nun sichtbare Foto Michael Schumachers bringt all dessen Rennergebnisse. Auch komplexe Anfragen sind möglich: Zwei Klicks genügen zum Beispiel, um sämtliche Rennen anzuzeigen, in denen der Sieger das komplette Feld überrundet hat.

Vermarktet wird InfoZoom von einer Ausgründung des Instituts, der Firma humanIT. Spenke und sein Kollege Christian Beilken entwickeln das System weiter. Das Interesse ist ungebrochen groß, erzählt Michael Spenke. »Wir haben schier endlose Wunschlisten unserer Nutzer, die wir gerade Schritt für Schritt abarbeiten.«

InfoZoom bringt Ordnung in das Informationschaos.

InfoZoom - (Prüfung_inform_IG_100)

InfoZoom - (Prüfung_inform_IG_100)

InfoZoom - (Prüfung_inform_IG_100)

InfoZoom - (Prüfung_inform_IG_100)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K.A. Einzel (20er (20744))									
K.A. Vorbereitung %	22,90	19,99	19,75	19,40	19,96	4,28	3,72	4,10	3,7
K.A. 20er Vorbereitung %	22,90	19,99	19,75	19,40	19,96	4,28	3,72	4,10	3,7
K.A. 20er %	2,20					1,00	1,97	1,94	1,94
K.A. 20er	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90

InfoZoom - (Prüfung_inform_IG_100)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
K.A. Vorbereitung	71	84	80	84	100	11	107	75	104	
K.A. 20er	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
K.A. 20er	102,44	7,94	87,76	210,56	77,40	201,84	1281,84	148,84	229,84	
K.A. Gesamt										
K.A. Gesamt										
K.A. Gesamt										





RIESENPANORAMA FÜR DIE VIRTUELLE WELT

DIE HEYEWALL ERMÖGLICHT DIE PERFEKTE PROJEKTION

Realistischer geht es kaum – allenfalls noch in der Realität: Wenn Ulrich Bockholt seine 24 Projektoren anwirft und die raumhohe Leinwand mit gestochen scharfen 3-D-Bildern füllt, bleibt kein Detail verborgen. Autobauer erkennen, wie das Armaturenbrett eines Prototypen auf den Fahrer wirken wird. Architekten bewegen sich durch die von ihnen entworfenen Gebäude. »Auf diese Weise lassen sich Planungsfehler schon während des Entwurfs entdecken«, sagt Bockholt, Leiter der Abteilung »Virtuelle und Erweiterte Realität« am Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD in Darmstadt. HEyeWall heißt die Mega-Projektion. Im Jahr 2003 wurde sie erstmals auf der Computermesse CeBIT vorgestellt. Heute ist sie fünf Meter breit und zweieinhalb Meter hoch – ein Panorama aus 8400 mal 4200 Pixeln. Wie Kacheln fügen sich die Bilder der zwei Dutzend Stereoprojektoren nahtlos aneinander, unverzerrt und mit unverfälschten Farben.

»Die größte Herausforderung ist die Kalibrierung«, sagt Bockholt. Ohne korrigierende Eingriffe würde jeder Projektor seine Bilder mit etwas anderen Farben an die Wand werfen. Ein fleckiges Bild wäre die Folge. Um das zu vermeiden, vermessen die Forscher zunächst die Farbdarstellung aller Präsentationsgeräte. Anschließend weisen sie den Graphikcomputer an, für jeden Projektor ein speziell korrigiertes Farbbild zu erstellen. Für die dreidimensionale Illusion, die das Eintauchen in die virtuelle Welt perfekt macht, braucht man sich nur noch eine 3-D-Brille aufzusetzen, die abwechselnd leicht unterschiedliche Bilder fürs rechte und linke Auge durchlässt.

Künftig wollen Bockholt und sein Team die HEyeWall sogar mit einer berührungsempfindlichen Oberfläche ausstatten. Dann könnten Objekte mit einem Fingerzeig animiert werden. Wer sich einer Projektion zu stark nähert, ist normalerweise enttäuscht: Einzelne Pixel sind sichtbar, das Bild wird schwammig. »Nicht so bei unserer hohen Auflösung«, versichert Bockholt. »Die liefert auch dann noch scharfe Bilder.«



PIXEL EROBERN DIE KINOLEINWAND

ARRI D20 – DIE KAMERA FÜR DAS DIGITALE KINO

Kinoromantiker hören gerne das Rattern des Filmprojektors, während sie Popcorn naschen. Und wenn bei heißen Liebesszenen Flusen oder Kratzer über die Leinwand tanzen, gehört das für sie durchaus zum Kinofeeling. Doch die analog-nostalgischen Zeiten gehen ihrem Ende entgegen, denn Hollywood und die Filmindustrie rüsten auf: Sie setzen auf eine neue Technologie, das digitale Kino. Schließlich erwartet der anspruchsvolle Cineast heute in den Lichtspielhäusern die gleiche akustische und visuelle Qualität wie zuhause vor der topmodernen Heimkinoanlage. Doch bevor ein digitalisierter Streifen auf der Leinwand oder im TV zu sehen ist, muss er zunächst einmal gedreht werden: Die dafür nötige erste digitale Kinokamera für hochwertige Produktionen, die ARRI D20, wurde im Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen entwickelt.

Der Clou der Kamera: »Sie liefert den typischen Filmlook«, erklärt Dr. Siegfried Föbel, »denn sie hat den gleichen Tiefenschärfebereich wie herkömmliche, analoge 35-mm-Kameras«. Der Zuschauer kann durch die Szene geführt werden, indem nur bestimmte Details scharf abgebildet werden. Übliche digitale Kameras hingegen zeigen ganze Szenen gleichmäßig gestochen scharf. Sogar die kritischen Kameramänner sind begeistert: »Die Umgewöhnung war nicht so groß: Das Bedienkonzept analoger Kameras wurde beibehalten, die D20 hat einen optischen Sucher, und die hochwertigen 35-mm-Objektive können weiter benutzt werden«, berichtet der IIS-Gruppenleiter Digitales Kino.

2004 ging der erste Entwicklungsauftrag des Münchner Filmkameraherstellers ARRI für eine digitale Kamera in Erlangen ein. Das Unternehmen steuerte die Optik und die mechanischen Komponenten bei, vom IIS kam das elektronische Innenleben, also das Elektronikdesign, die Sensoransteuerung und die Datenverarbeitung. Seit 2008 ist die D20 nun als D21 im Handel.

Die IIS-Forscher haben auch einen handlichen, mobilen Speicher entwickelt, der die gigantischen Datenmengen eines digitalen Films festhalten kann. Der »megacine« ist so groß wie eine Schuh-schachtel, nimmt 1 Terabyte Daten auf – so viel Information wie auf 1600 CD-ROMs – und wiegt etwas mehr als sieben Kilogramm. Ziel ist es, das Datenaufzeichnungsgerät künftig noch »kleiner, leichter und leistungsfähiger zu machen«, gibt Föbel die Marschroute vor.

Die ARRI-D20 hat eine ähnliche Tiefenschärfe wie analoge Filmkameras.

JUKEBOX FÜR UNTERWEGS

MP3 KOMPRIMIERT MUSIKDATEN

Fußballer David Beckham hat einen, U2-Sänger Bono hat einen, und sogar Papst Benedikt XVI. hat einen. Eigentlich hat fast jeder einen. Einen MP3-Player. Leidenschaftliche Musikfans hören damit unterwegs ihre Lieblingssongs aus Jazz, Klassik oder House – auf dem Weg zur Arbeit, Uni oder Schule.

Obwohl die mobilen Player meist nur so groß wie Streichholzschachteln sind, können sie eine gigantisch große Musikauswahl speichern. Je nach Größe der darin verbauten Speicherchips oder miniaturisierten Computerfestplatten finden darauf bis zu 100 000 Songs Platz. Möglich macht das eine Innovation, die von außen nicht zu sehen ist: In den digitalen Abspielgeräten stecken vom Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen entwickelte Audiokomprimierungs-Verfahren. Genauer gesagt, das weltberühmte MP3-Dateiformat und seine inzwischen ebenfalls zum Standard in der Unterhaltungselektronik gehörenden Weiterentwicklungen wie AAC (Advanced Audio Coding) und HE-AAC (High Efficiency AAC). Das Audiocodier-Verfahren MP3 orientiert sich an den Eigenschaften des menschlichen Gehörs: Die Musikteile, die wir gut hören, werden besonders genau dargestellt. Weniger gut hörbare werden ungenauer abgebildet, und die für unser Ohr unhörbaren Signale fallen ganz weg. Dadurch reduziert sich die zu speichernde Datenmenge um bis zu 90 Prozent – ohne die Qualität hörbar zu beeinträchtigen.

An der Kompression von Musikdaten arbeitete seit Ende der 1970er Jahre eine zunächst kleine Forschergruppe ursprünglich an der Universität Erlangen und später dann am neugegründeten Fraunhofer IIS zusammen mit Industriepartnern. Bis 1992 trieben die IIS-Experten die Standardisierung von MP3 und im Folgenden die Vermarktung voran. 1998 kam der Durchbruch, erinnert sich Jürgen Herre, leitender Wissenschaftler für Audio und Multimedia am IIS. Und das hatte mehrere Gründe: Endlich gab es Speicherchips und schnelle PCs zum Erstellen von MP3-Dateien zu günstigen Preisen, und das Internet mit seinen Musikdownloads wurde für jedermann zugänglich. Heute ist MP3 das weltweit meistverbreitete Dateiformat. Mittlerweile arbeiten mehr als 100 Ingenieure und Wissenschaftler des Geschäftsfelds Audio & Multimedia am IIS an Audiocodier-Verfahren. Sie sind weltweit führend und ihre Technologien der vierten Generation bereits marktreif. Etwa die Surround-Codierverfahren MPEG Surround und MP3 Surround für Surround-Klang bei niedrigsten Datenraten. Damit kann man über Stereokopfhörer Musik in bester 5.1-Kanalton-Qualität hören – und natürlich auch mit der heimischen Lautsprecheranlage aus fünf Boxen plus Subwoofer. »Das ist Musikhören zuhause mit Kino feeling«, schwärmt Herre und hofft auf ein weiteres erfolgreiches Produkt mit Lizenzeinnahmen und Umsätzen in Millionenhöhe.



Copyright
Audio-Codierungstechnologie für MPEG Layer-3 wurde lizenziert von Fraunhofer IIS und THOMSON Multimedia



ENERGIE
SICHERHEIT
KOMMUNIKATION
UMWELT
MOBILITÄT
PRODUKTION
GESUNDHEIT



ABWASSER ALS RESSOURCE

NEUES VERFAHREN ZUR ABWASSERREINIGUNG

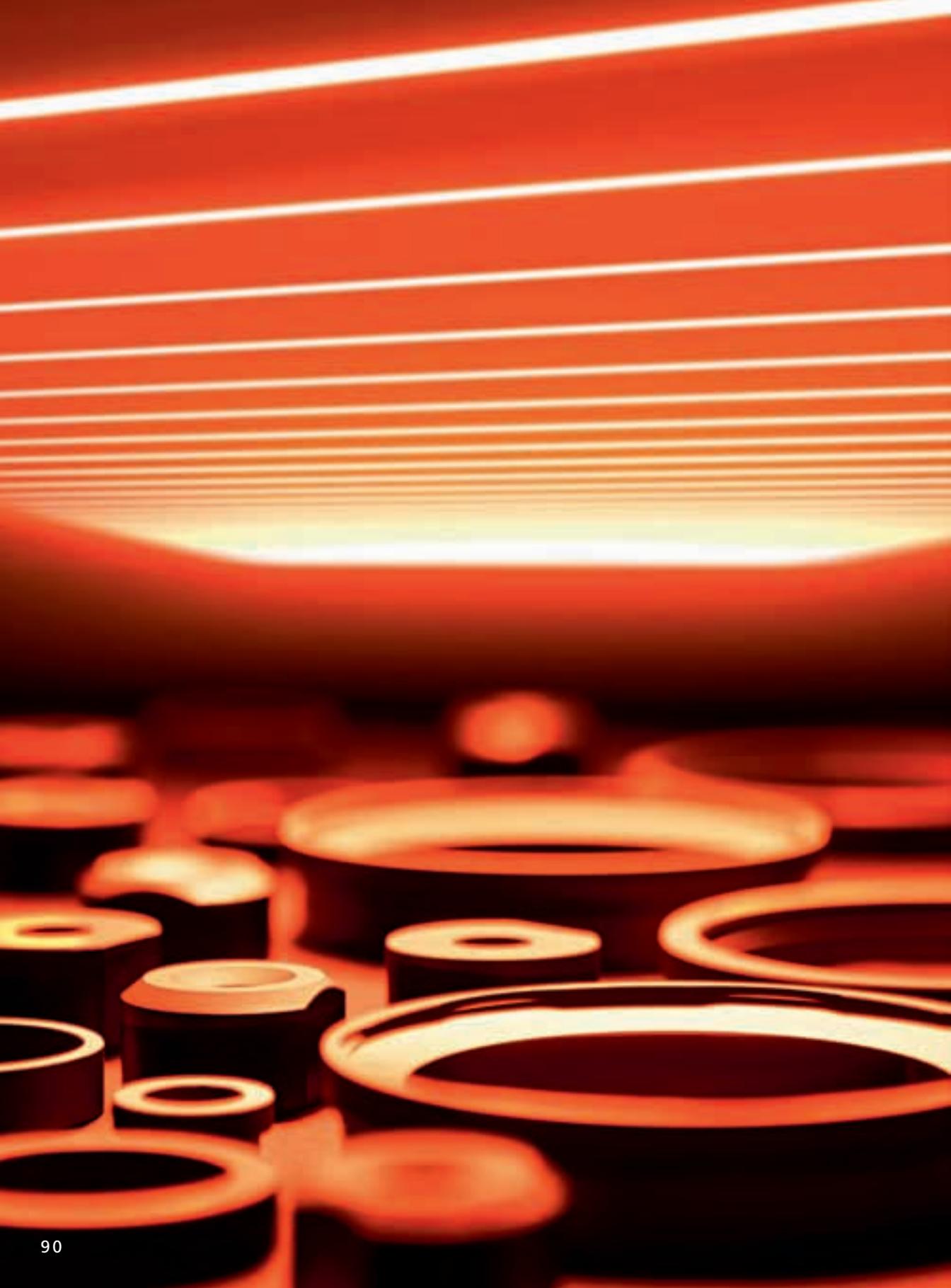
Durchschnittlich 130 Liter sauberes Wasser verbraucht ein deutscher Bundesbürger pro Tag. Höchstens drei davon trinkt er. Und was passiert mit dem Rest? Der fließt in die fleißigen Haushaltshelferlein wie Spül- und Waschmaschine oder rauscht durch die Toilette.

Dabei ist Wasser »viel zu schade, um es für den Transport von Fäkalien zu vergeuden«, findet Prof. Walter Trösch vom Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart. Zusammen mit seinem Kollegen Dr. Werner Sternad vom IGB und Dr. Harald Hiessl vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI in Karlsruhe hat Trösch ein alternatives Abwasserentsorgungs- und Wasserversorgungskonzept entwickelt: Das Dezentrale Urbane Infrastruktursystem, DEUS 21, wird derzeit in einem Neubaugebiet in Knittlingen bei Pforzheim installiert. Das Forschertrio erhielt für das Projekt 2007 den Joseph-von-Fraunhofer-Preis.

DEUS sammelt das häusliche Abwasser zusammen mit Küchenresten über eine Vakuumkanalisation. Ein ausgeklügeltes Aufbereitungsverfahren reinigt das Schmutzwasser-Küchenabfallgemisch. Dabei wird Biogas zur Stromgewinnung gewonnen. »Bisher landeten Gemüse- und Obstreste in der Bio-tonne«, erklärt der stellvertretende ISI-Institutsleiter Hiessl, »jetzt tragen die angeschlossenen Haushalte mit ihren organischen Küchenabfällen zur Energieerzeugung bei.« Die im Abwasser enthaltenen Stickstoff- und Phosphatverbindungen werden außerdem entfernt und zu hochwertigem Dünger verarbeitet. Übrig bleibt gereinigtes Wasser, das die Qualitätsanforderungen der Europäischen Badegewässerrichtlinie erfüllt.

Auch das Regenwasser wird genutzt. Anders als bei herkömmlichen Abwasserinfrastrukturen fließt es jedoch nicht einfach in die Kanalisation. Stattdessen bereitet DEUS das Nass mithilfe leistungsfähiger Keramikmembranfilter zu »Pflégewasser« auf. Die Membranöffnungen sind so fein, dass Bakterien und Viren zurückgehalten werden. »Das Pflégewasser ist hygienisch einwandfrei und entspricht der Trinkwasserverordnung. Es eignet sich insbesondere zur Warmwasserbereitung und verhindert die Verkalkung von Boilern, Wasch- und Spülmaschinen«, sagt Hiessl. »Es ist zudem billiger als Trinkwasser aus der öffentlichen Wasserversorgung.«

DEUS 21 – ein neues Konzept für die dezentrale Abwasserreinigung.



KLAR UND REIN DANK DIAMANT

DIAMANTBESCHICHTETE ELEKTRODEN

Sie sind bekanntlich »A Girl's Best Friend« und so hart, dass sie selbst Glas schneiden: Diamanten. Inzwischen stehen die glitzernden Edelsteine aber auch bei Abwasserspezialisten hoch im Kurs, denn sie helfen beim Reinigen und Desinfizieren von Schmutzwasser. Wissenschaftler vom Braunschweiger Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST haben mit ihrer Hilfe ein effizientes und umweltfreundliches System entwickelt, das Wasser mithilfe von elektrischem Strom desinfiziert.

Natürlich halten die Forscher keine lupenreinen Schmuckstücke ins Wasser. Stattdessen überziehen sie Elektroden hauchdünn mit einer leitfähigen Schicht aus winzigen Diamantkristallen. Hält man gewöhnliche Elektroden ins Wasser, löst sich das Nass durch Elektrolyse bekanntlich in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff auf. Nicht so bei den veredelten Elektroden. Dank der Diamantbeschichtung setzt die Elektrolyse erst bei deutlich höheren Spannungen ein. Ehe sich das Wasser spaltet, geht es den Keimen an den Kragen. Durch den Strom entstehen hochwirksame »Schmutzpartikelvernichter« und Desinfektionsmittel wie Hydroxylradikale und Ozon. Von Bakterien über Pestizide bis hin zu hochgiftigen Zyaniden – die Radikale vernichten die gesamte Schmutzpalette. Dieses Verfahren ist ausgesprochen effizient und kommt ohne Reinigungsmittel aus: Einmal unter Spannung gesetzt, zerstören die diamantenen Alleskönner zuverlässig hochgiftige und resistente organische Stoffe, aber auch Keime und Hormone. Zusätzliche Chemikalien wie Chlor sind überflüssig. Das Verfahren wird seit 2001 von der IST-Ausgründung Condias vermarktet.

Ähnlich erfolgreich: die am IST entwickelten diamantbeschichteten Gleitringdichtungen, die inzwischen als DiamondFaces® von Burgmann Industries weltweit vertrieben werden. Eingesetzt werden sie beispielsweise für Pumpen in der Öl- und Gasindustrie. Durch die hauchdünne, extrem harte und reibungsarme Diamantschicht wird die Dichtung insgesamt robuster und zuverlässiger. Die kristalline Beschichtung sorgt dafür, dass die Maschinen und Pumpen deutlich länger laufen. Auch lässt sich mit den Gleitringdichtungen Energie sparen.

Diamantbeschichtete Gleitringdichtungen helfen Energie sparen.

KRANKMACHENDE RUSSKERNE

UNTERSUCHUNG VON LUFTSCHADSTOFFEN

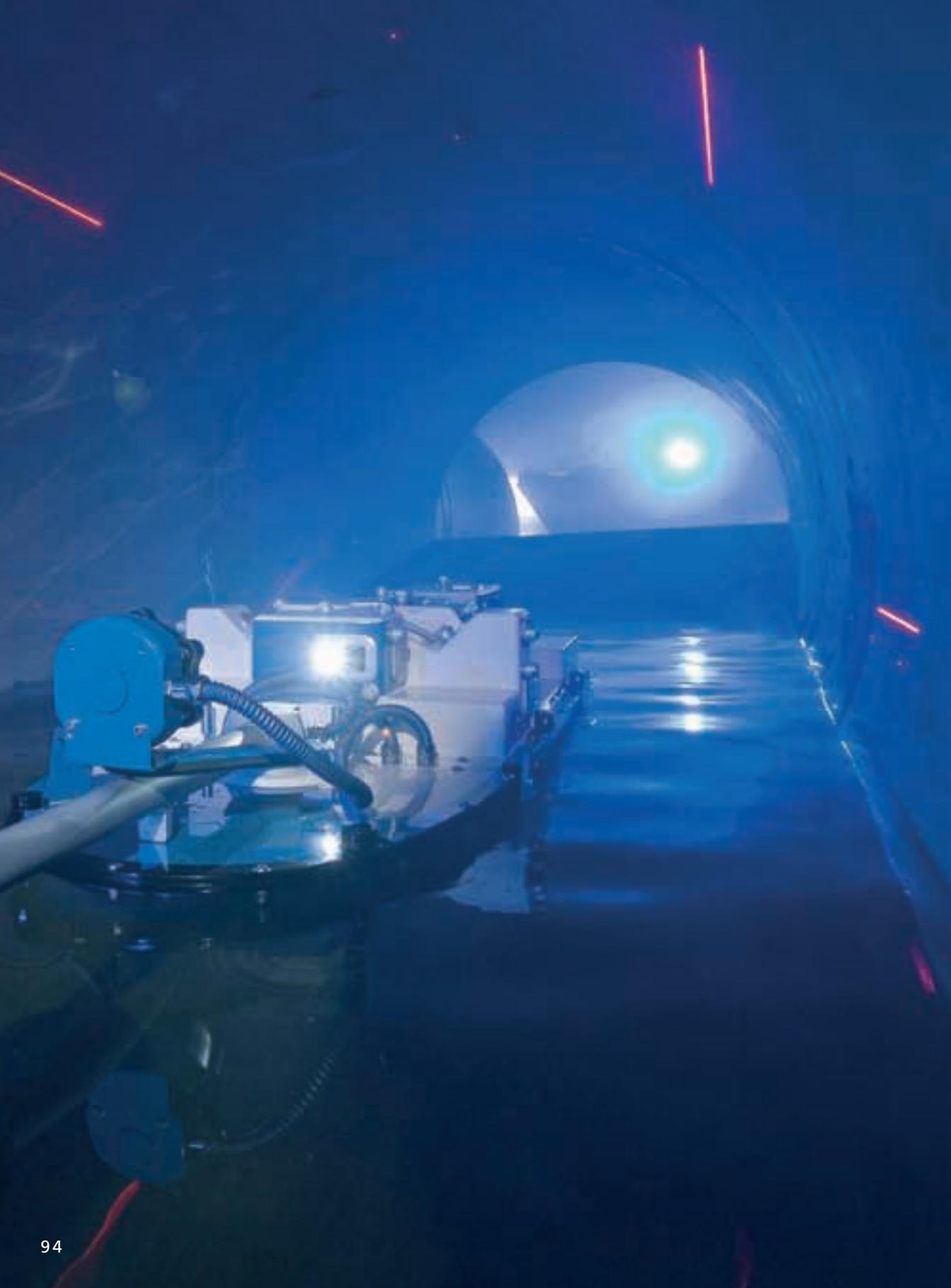
Dunkle Rauchwolken: Das waren vor 30 Jahren das eindeutige Erkennungsmerkmal von Autos und Lastkraftwagen mit Dieselmotoren. Auch heute sieht man noch das eine oder andere qualmende Fahrzeug. Sofort schießt einem der Gedanke durch den Kopf: »Das ist sicher ungesund.« Stimmt.

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Toxikologie und Experimentelle Medizin ITEM in Hannover haben vor 25 Jahren in Tierversuchen mit Ratten nachgewiesen, dass die aus Kohlenstoff bestehenden Rußkerne von Dieselabgasen zu einer erhöhten Lungentumorrate führen. »Das hat damals keiner erwartet«, erinnert sich Prof. Dr. Uwe Heinrich. Schon seit Ende der Siebziger, Anfang der Achtziger Jahre des vergangenen Jahrtausends liegt ein Arbeitsschwerpunkt beim ITEM auf der Untersuchung von Luftschadstoffen, also gasförmigen Substanzen und Aerosolen im Hinblick auf ihre toxischen und kanzerogenen Wirkungen. »Dabei sind die unvollständigen Verbrennungsprozesse von Kohle, Öl oder Diesel- und Ottomotorkraftstoffen problematisch und gesundheitsgefährdend, auch weil sie in geringen Mengen krebsauslösende Stoffe enthalten«, erklärt der Institutsleiter. 1979 bauten die Forscher Motorstände auf, um Abgase von Dieselautos sowohl in der Partikel- als auch in der Gasphase zu untersuchen. Erstaunt waren die Experten darüber, dass nicht, wie angenommen, die gasförmigen Stick- und Schwefeloxide und die vielen im Abgas enthaltenen organischen Moleküle so fatale Wirkungen auf lebende Organismen haben, sondern die festen, schwer löslichen Rußpartikel. Warum? Wenn der Ruß in Nanometergröße (1 nm entspricht einem milliardstel Meter) mit seinen angelagerten, organischen Substanzen in die Lunge gelangt, setzt das menschliche Immunsystem seine Abwehrstrategien in Gang: Es bildet reaktive Sauerstoffelemente. Zwar zerstören diese Bakterien, aber gegen Rußpartikel sind sie machtlos, der Ruß bleibt in den Zellen. Es kommt zu einem entzündlichen Dauerreiz, einer Selbstschädigung des Gewebes, das Tumorzellen generieren kann. Als Konsequenz der ITEM-Ergebnisse (damals noch ITA, Fraunhofer-Institut für Toxikologie und Aerosolforschung) wurden die Grenzwerte für Arbeitsplätze in stark belastenden Fabrikhallen und im Untertagebereich herabgesetzt. Heute gehört die Ausrüstung von Dieselautos mit Filtersystemen zum Stand der Technik.

Mit den zahlreichen für spezielle Anwendungen und neuen Materialien hergestellten (engineered) Nanopartikeln und ihren möglichen gesundheitlichen Wirkungen beschäftigen sich die ITEM-Forscher heute. Das Know how basiert auf Kenntnissen, die seinerzeit mit Nano-Kohlenstoffpartikeln aus Dieselmotoren gewonnen wurden. Auch Titanoxid, das Sonnencreme zur UV-Licht-Absorption zugesetzt wird, oder 20 Nanometer großen Platinpartikel, die die Leitfähigkeit von Computerchips erhöhen, gehören zu den den engineered Nanopartikeln.



Forscher untersuchen, welche Stoffe in Abgasen die Gesundheit gefährden.



PERFEKTE UNTERGRUND-ORGANISATION

ROBOTERTRIO FÜR DEN EMSCHERKANAL

An der idyllisch gelegenen Quelle der Emscher ist die Welt noch in Ordnung. Doch folgt man dem 83 Kilometer langen Fluss durchs Ruhrgebiet, trübt sich das Bild: Die Emscher ist eine Kloake. In ihr sammeln sich die Abwässer aus der gesamten Region. Aber das soll sich ändern: Damit der Fluss wieder klar wird, baut die Emschergenossenschaft einen unterirdischen Kanal. In dem 51 Kilometer langen Rohrsystem werden sich die Abwässer von rund zwei Millionen Menschen nebst Industriebetrieben sammeln. 2017 soll es feierlich eröffnet werden. Auch das Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg wirkt mit im Untergrund am größten europäischen Wasserbauvorhaben: In den vergangenen vier Jahren haben die IFF-Forscher ein Robotertrio entwickelt, das die Unterwelt künftig in Teamarbeit auf Schäden untersuchen und die Rohre reinigen wird. Für Menschen wäre diese Arbeit unzumutbar und viel zu gefährlich.

Mit dem Abstieg in den Untergrund betrat Norbert Elkmann, Leiter des Geschäftsfelds Robotersysteme, »komplettes Neuland«. »Etwas Vergleichbares gibt es weltweit nicht«, sagt er über das Robotertrio. Da wäre Roboter Nummer 1, das Schadenserkenkungssystem, das einem kleinen Sportboot gleicht. Es soll alle ein bis zwei Jahre jede Stelle im Kanal überprüfen. Gibt es Risse in der Wand? Hat sich die Lage der Rohre verändert? Mithilfe von Kameras und Sensoren erkennt der Roboter selbst winzige Veränderungen und kann diese präzise vermessen. Während der Detektionsarbeit gibt das Schadenserkenkungssystem ständig seine Position im Kanalrohr durch.

Wurden Ablagerungen im Rohrinne oder Hindernisse unter Wasser entdeckt, wird Roboter Nummer 2, der Reinigungsspezialist des Trios, an exakt die gleiche Stelle geschickt. Mit einem Hochdruckwasserstrahl spült er den Dreck fort. Etwa alle zehn Jahre wird sich der dritte Roboter auf den Weg machen und das Rohrsystem noch genauer inspizieren. Der von den Forschern um Elkmann entwickelte Roboter auf Rädern ist ein zwei Tonnen schweres hochpräzises Schadensvermessungssystem. Es kann sogar Risse unter Wasser aufspüren und über Temperaturfühler erkennen, wo kaltes Grundwasser durch undichte Stellen in den Kanal sickert. Roboter Nummer 1, das Schadenserkenkungssystem, wollen die Partner künftig gemeinsam vermarkten. Visionen für einen vierten Rohrroboter gibt es auch schon: Ein »Sanierroboter« soll die von seinen Kumpels erkannten und freigelegten Schäden reparieren.

Roboter auf Schadensinspektion.



Wie sich Unkraut- und Insektenvernichtungsmittel auf die Umwelt auswirken, wird im Lysimeter untersucht.

ACKERBAU IM ZYLINDER

CHEMIKALIENTEST IM LYSIMETER

»Ohne Water geht dat nich«, titelte ein norddeutsches Wasserwerk vor Jahren und traf damit den Nagel auf den Kopf. Ohne Wasser geht es tatsächlich nicht: Sauberes Grundwasser ist ein höchst wertvolles Gut, das unter anderem vor der Verschmutzung durch gefährliche Substanzen aus der Landwirtschaft geschützt werden muss. Hersteller von Unkraut- und Insektenvernichtungsmitteln sind deshalb verpflichtet, ihre Produkte durch Zulassungsbehörden prüfen zu lassen. Erst dann dürfen die Chemikalien vermarktet werden. Ist zu befürchten, dass die Substanzen Schaden anrichten könnten, fordern die Behörden von der Industrie mehr Daten über das Verhalten der potenziellen Schadstoffe. Wird das Pflanzenschutzmittel im Boden rasch zu einer harmlosen Substanz abgebaut? Sickert es noch jahrelang ins Grundwasser oder reichert es sich gar in Nutzpflanzen an?

Antworten auf Fragen wie diese zauberten Dieter Hennecke am Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie IME in Schmallenberg aus Zylindern der besonderen Art: Lysimeter. Diese ein Meter hohen, hohlen Stahlzylinder von der Größe eines LKW-Reifens werden komplett im Versuchsfeld versenkt und bis zum Rand mit natürlichem Boden gefüllt. Dann beginnt das Experiment: Die Testsubstanzen werden auf dem Erdboden im Lysimeter versprüht oder eingegraben. Anschließend wird der Acker bestellt, in den Lysimetern und darum herum. Die Forscher setzen Kulturpflanzen, düngen und wässern und können dank der Lysimeter direkt an Ort und Stelle den Einfluss der Substanzen untersuchen – eine perfekte Simulation der Landwirtschaft auf kleinem Raum.

Die Experten untersuchen akribisch, was sich in den Lysimetern tut. »Wir können alles kontrollieren«, sagt Hennecke, denn an der Unterseite der Lysimeter befindet sich ein Auffangbecken. Hier sammelt sich das gesamte Sickerwasser, das im Labor genauer analysiert wird. Bei Bedarf werden die gefüllten Lysimeter sogar komplett aus dem Boden gehoben und in Gewächshäuser transportiert. In vielen ihrer Untersuchungen setzen die Forscher schwach radioaktiv markierte Testsubstanzen ein. Sie versehen die Wirkstoffe quasi mit einem kleinen Lämpchen. So lässt sich der Weg der Chemikalien durch den Boden exakt verfolgen – wenn nötig, sogar über Jahre hinweg.

Doch nicht nur auf Äckern und in den Gewächshäusern des IME laufen seit 1985 permanent Versuchsreihen mit insgesamt 38 Lysimetern. Die Ergebnisse aus der Minifeld-Welt sind so verlässlich, dass sich zahlreiche Unternehmen im Laufe der vergangenen 25 Jahre vom IME eigene Anlagen kopieren ließen und so selbst zu Kontrollfreaks wurden.

MOLCH WITTERT RISSE

PRÜFMOLCHE UNTERSUCHEN ÖL- UND GASLEITUNGEN AUF LÖCHER

Der Zahn der Zeit nagt auch an den Stahlrohren der Pipelines. Das kleinste Leck kann große Umweltschäden verursachen. Deshalb müssen Öl- und Gasleitungen regelmäßig auf Löcher, Risse und von Rost verursachte Wanddickenabnahmen überprüft werden. Diesen Job übernehmen die Prüfmolche, die Forscher vom Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP in Saarbrücken gemeinsam mit ihren Kollegen der Fraunhofer-Technologie-Entwicklungsgruppe TEG in Stuttgart und einem Industrieunternehmen entwickelt haben: 1995 wurde erstmals ein automatischer Rissprüfmolch mit dem Öl durchs Rohr gepumpt. Die Rissprüfmolche bestehen aus mehreren robusten Druckbehältern, die mit Batterien und Elektronik vollgepackt sind und aus einer Sensoreinheit mit bis zu 824 Ultraschallprüfköpfen.

Auf ihren bis zu 800 Kilometer langen und drei Tage dauernden Reisen unter extremen Bedingungen dokumentieren die Molche Materialfehler auf ca. 30 cm genau. Die Prüfköpfe senden Schallwellen aus, die von der Außenoberfläche reflektiert und wieder empfangen werden. Die Laufzeit und die Signalform werden ausgewertet, die gigantische Datenmenge wird in den Rissprüfmolchen vorverarbeitet, reduziert und gespeichert.

»Zwar hat es vor 15 Jahren auch schon einfache Molche gegeben, die die Wandstärke gemessen haben, aber sie konnten die Längs- und Rundschweißnähte nicht auf Risse prüfen«, erinnert sich Dipl.-Ing. Werner Bähr, Abteilungsleiter Systementwicklung und Prototypenbau. »Unsere intelligenten Molche waren damals weltweit als einzige in der Lage, kleinste Fehler und Risse in den Öl-Pipelines zu entdecken. Dieses Alleinstellungsmerkmal halten wir bis heute.« 1997 gab es für die Molche aus Saarbrücken den Joseph-von-Fraunhofer-Preis. Seither entwickelten die Saarbrücker mit ihren Kooperationspartnern eine ganze Molch-Flotte. »Der Markt verlangt immer leistungsfähigere und kompaktere Molche in allen Querschnitten«, berichtet Bähr, »der größte läuft in 56 Zoll Leitungen, also in Rohren mit rund 1,5 Meter Durchmesser, »der kleinste ist nur 6 Zoll groß, kleiner als eine Keksrolle.« Derzeit bauen die Ingenieure Molche für Gasleitungen. Dabei werden neuartige Ultraschallsensoren eingesetzt, die den Schall direkt in der Rohrwand erzeugen, denn in Gaspipelines gibt es keinen Ölfilm, der den Schall vom Sensor in die Pipelinewand leitet. Demnächst geht ein Prototyp im Auftrag der Firma NDT-System&Service auf die erste Testreise. Auch zur Inspektion von Trinkwasserleitungen wurde schon eine Version dieser technischen Hightech-Amphibien entwickelt.



Der Rissprüfmoich wird für seinen Einsatz vorbereitet.



IMMER SCHÖN DICHT BLEIBEN

QUELLFÄHIGE THERMOPLASTISCHE ELASTOMERE COMPOSITE

Bei manchen Erfindungen leistet der Zufall Geburtshilfe: Als vor etwa zehn Jahren auf dem Gelände des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT in Oberhausen ein neues Gebäude errichtet wurde, gab es einen Wassereintrich. Die Baufirma konnte das Leck nicht abdichten. »Zur gleichen Zeit haben wir mit Gelen experimentiert. Das Problem dabei war, dass diese Polyacrylate im Wasser aufquollen und dauernd Siebe und Ventile verstopften«, erzählt Holger Wack, stellvertretender Leiter des Geschäftsfelds Spezialwerkstoffe. So kam ihm die Idee, das wandlungsfähige Gel in eine Textilhülle zu stecken und damit die schadhaften Stellen auf der Baustelle zu schließen. Es klappte auf Anhieb und die unerwünschte Nebenwirkung wurde zur willkommenen Hauptsache.

Und dann gab es da noch Zufall Nummer Zwei: Zeitgleich wurden am UMSICHT zwei Geschäftsfelder zusammengelegt, Experten für Hydrogele und Kunststoffe arbeiteten fortan Seite an Seite. In einem Brainstorming erinnerte Wack an die Szene auf der Baustelle und schlug vor, gemeinsam einen ganz neuen Werkstoff zu entwickeln. Er sollte weich und elastisch, kostengünstig und leicht zu verarbeiten sein und zugleich durch die Aufnahme von wässrigen Lösungen sein Volumen um ein Vielfaches erhöhen. »Schon die ersten Tests der Basisrezeptur im Jahr 2004 waren vielversprechend«, sagt Wack. Nur wenige Monate später folgte die Patentanmeldung des neuen Werkstoffs mit dem Namen »Quellfähige thermoplastische Elastomer Composite«, kurz Q-TE-C. Im vergangenen Jahr wurde er der Öffentlichkeit erstmals während einer Fachmesse in ersten Produkten vorgestellt.

Ein Hersteller setzt Q-TE-C bereits in Rohrstutzen ein. Gibt es hier ein Leck, quillt das Material auf. Die selbstreparierende Dichtung erhöht den Druck auf die festen Rohrteile und verschließt so das Loch. Doch nicht nur unterirdisch, sondern auch im eigenen Garten könnte man künftig auf Q-TE-C treffen – zum Beispiel in selbstdichtenden Teichfolien, die in wenigen Jahren marktreif sein sollen. Und sogar an Schuhsohlen wären die neuen Werkstoffe vorstellbar: Bei Nässe würden sie bestimmte Sohlenbereiche aufquellen lassen und so die Trittsicherheit erhöhen.

*Kommt Q-TE-C mit Flüssigkeit in Kontakt,
quillt das Material auf.*



ES HAT SICH AUSGEDAMPFT

FORMALDEHYD-PRÜFMETHODEN

Die Wandverkleidung im Hobbyraum, der Dachboden oder der Kleiderschrank im Schlafzimmer – es gibt unzählige Anwendungen für Spanplatten. Seit den fünfziger Jahren werden die praktischen Platten in großem Stil für Möbel oder als Bauteile im Hausbau verwendet. Als jedoch um 1960 erste Zeitungsberichte vor »Gifthäusern« mit stechenden Gerüchen warnten, waren die Menschen schockiert. Niemand wusste genau, ob der formaldehydhaltige Leim, der die allgegenwärtigen Spanpressplatten zusammenhält, eventuell gesundheitsschädlich war. Zu allem Überfluss fehlte es an einer kostengünstigen Klebstoffalternative.

Zwar widmeten sich fortan zahlreiche Forschungseinrichtungen dem Thema. Doch das Fraunhofer-Institut für Holzforschung, Wilhelm-Klauditz-Institut, WKI war von Anfang an tonangebend: Denn dort wurde bald eine »Große Prüfkammer« für besonders akribische Tests aufgebaut. Hier konnte man erstmals realitätsnah das Ausdampfen von großen Spanplatten über einen Zeitraum von mehreren Wochen hinweg verfolgen sowie die Schadstoffbelastung in der Raumluft präzise messen und bewerten. Die Pionierarbeit des WKI führte letztlich dazu, dass in Deutschland seit 1980 strenge gesetzliche Bestimmungen die Formaldehydemission von Spanplatten regeln. Viele europäische Staaten orientierten sich später an diesen Vorgaben. Mittlerweile gibt es zwar in zahlreichen Institutionen Nachbauten der WKI-Prüfkammer – »doch wir haben das Urmeter auf diesem Gebiet entwickelt«, erinnert sich Rainer Marutzky, Leiter des WKI.

Nicht nur die Prüfung von Spanplatten wurde hier standardisiert. Die WKI-Forscher suchten auch nach Wegen, um den Formaldehydgehalt zu vermindern, etwa durch neue Rezepturen für die Spanplattenleime. »Seit den Siebzigern hat sich die Formaldehydabgabe bei Spanplatten um den Faktor 30 verringert«, so Marutzky. Auch die Ansprüche mancher Möbelhersteller steigen. Um bei Kunden zu punkten, unterschreiten sie die gesetzlichen Grenzwerte immer weiter. Ein europäischer Einrichtungsriese hat sogar den weltweit strengsten Standard – die kalifornische CARB-Regelung – zu seinem Richtmaß erkoren. Alle Zulieferer müssen nun nachweisen, dass ihre Produkte diesen Anforderungen genügen. Das WKI durfte als erste und bis vor kurzem einzige Prüfstelle in Europa diese sensiblen Messungen durchführen. Es untersucht jedes Jahr in Hunderten von Tests für Kunden in Europa und Nordamerika, ob die Erzeugnisse aus Holz auch wirklich unbedenklich sind.

Möbel aus Spanplatten setzten heute kaum noch Formaldehyd frei.

DIE LEICHTIGKEIT DES FLIEGENS

NEUE MATERIALIEN FÜR DEN FLUGZEUGBAU

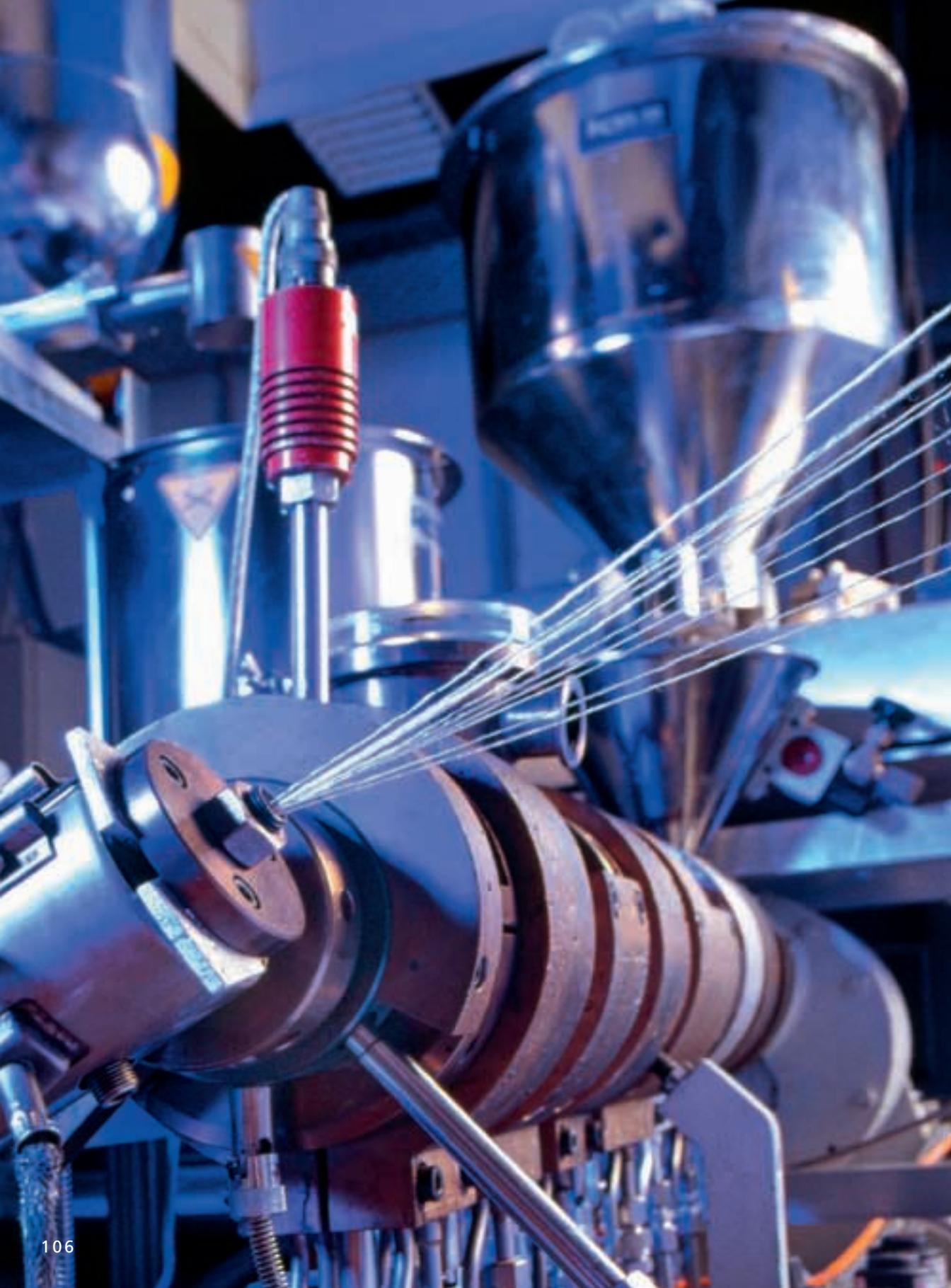
Sie sollen leicht sein, aber auch stabil und schwer entflammbar – Materialien für den Flugzeugbau müssen extrem hohe Anforderungen erfüllen. Die Entwicklung neuer Werkstoffe stellt Ingenieure vor eine besondere Herausforderung. Das Ziel ist es, Gewicht zu sparen, um den Treibstoffverbrauch des Flugzeugs zu senken, und möglichst kostengünstige Materialien zu verwenden. Gleichzeitig müssen höchste Sicherheitsanforderungen eingehalten werden – das Leben der Passagiere darf nicht durch Billigbauteile aufs Spiel gesetzt werden.

Der Spagat zwischen Wirtschaftlichkeit und Sicherheit ist den Forschern der Fraunhofer-Einrichtung für Polymermaterialien und Composite PYCO gelungen. Im brandenburgischen Teltow haben sie ein Verbundmaterial aus faserverstärktem Harz entwickelt, das sich hervorragend eignet, um sehr leichte, aber extrem stabile Flugzeugkabinen zu bauen. Bisher wurden die Kabinen meist aus Phenolharzen gefertigt. Diese sind relativ spröde und leiden unter Schlagbelastung. Ihre Herstellung ist zudem aufwändig, weil die Oberflächen nachbearbeitet werden müssen.

Das neue Verbundmaterial, das aus einem mit Harz getränkten Trägermaterial besteht, ist leichter, flammfest und verfügt über eine glatte Oberfläche. Aufwändige Nacharbeiten wie Schleifen oder Spachteln entfallen. Das macht die Produktion erheblich günstiger. Auch die mechanischen Eigenschaften des neuen Verbundwerkstoffs sind erstklassig: Er hält Erschütterungen und hohen Belastungen stand, lässt sich im Notfall leicht reparieren und am Ende seiner Dienstzeit sogar recyceln. Kein Wunder, dass das faserverstärkte Harz aus Brandenburg inzwischen in vielen Bereichen gefragt ist: Schiffbauer kleiden Kabinen damit aus, es wird im Schienenverkehr für den Waggonbau eingesetzt und sogar im Tiefbau für Tunnelauskleidungen.

Materialien für den Flugzeugbau müssen extrem hohe Anforderungen erfüllen.





STARKES DUO: KUNSTSTOFFE UND CELLULOSEFASERN

CELLULOSEFASERN ZUR VERSTÄRKUNG VON KUNSTSTOFFEN

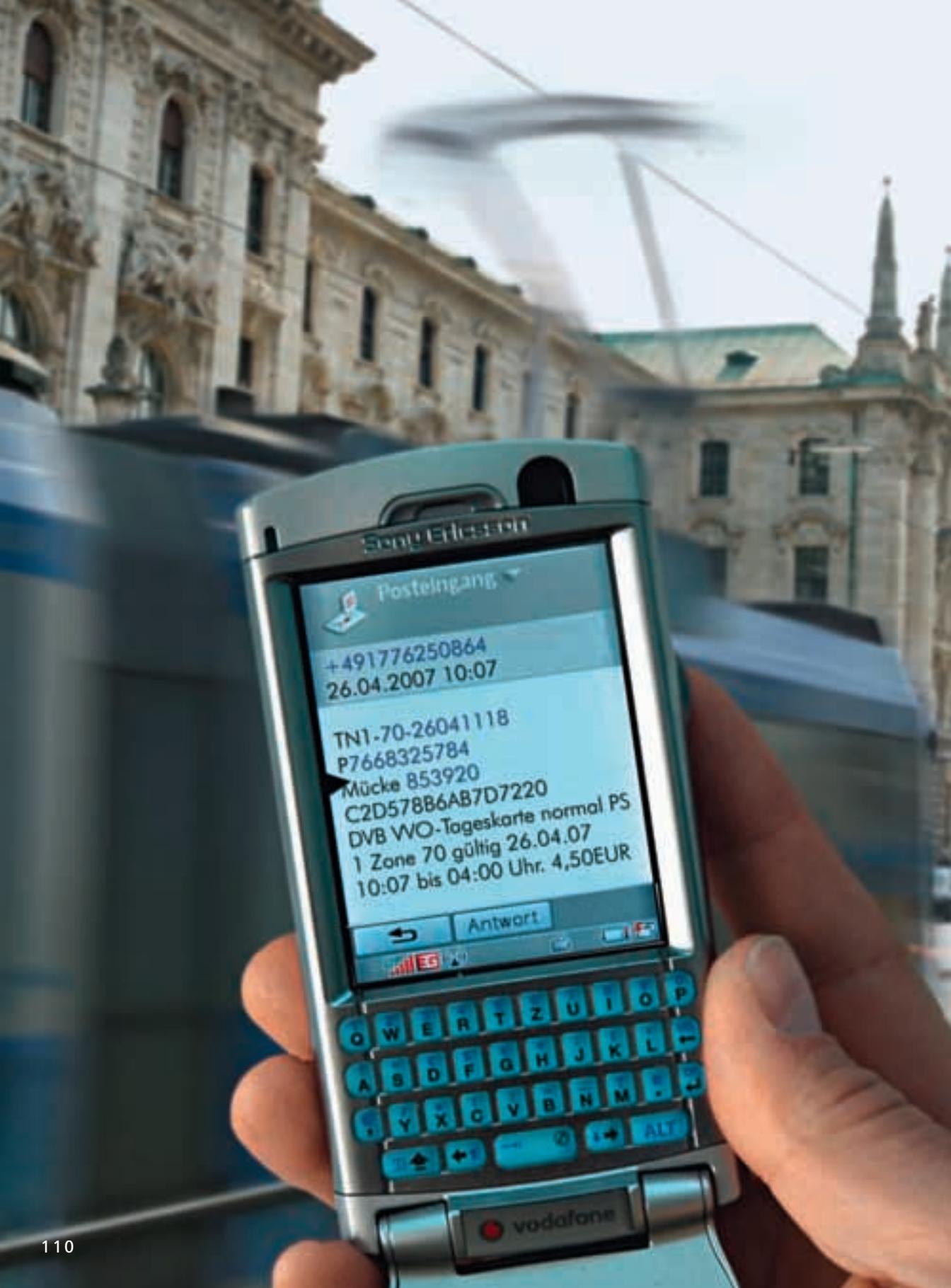
Fahrzeugaufbauer stellen höchste Anforderungen an die Werkstoffe: Sie sollen sich schnell und kostengünstig verarbeiten lassen, möglichst leicht sein und zugleich die Sicherheit der Fahrzeuginsassen gewährleisten. Außerdem müssen sie umweltfreundlich sein. Mit Glasfasern verstärkte Kunststoffe, die man für gewöhnlich im Automobilinnenraum einsetzt, erfüllen diese hohen Ansprüche. Auch natur- und holzfaserverstärkte Kunststoffe kommen seit einigen Jahren zum Einsatz, denn sie sind leicht, umweltfreundlich und wirtschaftlich. Allerdings sind alle diese Werkstoffe spröde. Wenn es rumpst, brechen sie. Deshalb haben Forscher vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam-Golm eine widerstandsfähigere Alternative entwickelt: Sie kombinieren Cellulosespinnfasern (Rayon) und Kunststoffe auf Erdölbasis – etwa Polypropylen – und stellen damit die Vetterin aus Glasfaser in den Schatten: Der Verbundstoff ist wesentlich leichter, fester und schlagzäher als die Glasfaserprodukte – selbst dann, wenn es einmal richtig friert.

Eigentlich verstärkt man mit derartigen Spinnfasern Hochgeschwindigkeitsreifen. Die IAP-Forscher aber arbeiteten sie zunächst ins Polypropylen ein und stellten daraus ein Granulat her, das im geschmolzenen Zustand in Formen für die Autoinnenverkleidung oder das Armaturenbrett gespritzt wird. Auch für Gehäuseteile in der Elektro- und Elektronikindustrie, für Rohre oder Transportkisten ist es bestens geeignet. Der Einsatz der Cellulosefasern hat noch weitere Vorteile: Die Maschinen können die weichen Cellulosefasern leichter verarbeiten als die harten Glasfasern. Das reduziert den Verschleiß. Auch in Sachen Umweltfreundlichkeit sind die Werkstoffe made in Potsdam bemerkenswert. Das Material lässt sich rückstandsfrei verbrennen oder recyceln. Momentan arbeiten die Forscher an Kunststoffverstärkungen aus nachwachsenden Rohstoffen. Damit kreieren sie neue umweltfreundliche Verbundwerkstoffe, die ebenfalls über hervorragende mechanische und thermische Eigenschaften verfügen.

Neuer Werkstoff für den Fahrzeugbau – eine Kombination aus Cellulosespinnfasern und Kunststoff.



ENERGIE
SICHERHEIT
KOMMUNIKATION
UMWELT
MOBILITÄT
PRODUKTION
GESUNDHEIT



Sony Ericsson

Posteingang

+491776250864
26.04.2007 10:07

TN1-70-26041118
P7668325784
Mücke 853920
C2D57886AB7D7220
DVB WO-Tageskarte normal PS
1 Zone 70 gültig 26.04.07
10:07 bis 04:00 Uhr. 4,50EUR

Antwort

Q W E R T Z U I O P
A S D F G H J K L
Y X C V B N M
ALT

vodafone

JEDERZEIT TICKETZEIT

HANDYTICKET – FAHRSCHHEINE MOBIL KAUFEN

Gleich kommt die U-Bahn. Schnell noch eine Fahrkarte kaufen. Oh nein, kein Kleingeld. Aber es müsste noch ein Zehner im Geldbeutel sein. Stimmt. Doch welches Ticket brauche ich eigentlich, welchen Tarif, welche Zone? Bis sich der gewissenhafte Fahrgast durch den Tarifwirrwarr gekämpft hat, ist die U-Bahn längst weg – und mit ihr die gute Laune.

Für Touristen und Geschäftsreisende sind Fahrkartenautomaten eine echte Herausforderung. Selbst Einheimische stehen oft kopfschüttelnd und verärgert vor den Metallkästen. Doch Bahn-, Bus- und U-Bahnnutzer sind nun dank des Handytickets entspannter mit öffentlichen Verkehrsmitteln unterwegs. »Die Fahrgäste können die Fahrscheine bequem mit dem Mobiltelefon kaufen«, sagt Dr. Torsten Gründel vom Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI in Dresden. Gemeinsam mit mehreren Verkehrsverbänden und Industriepartnern haben Gründel und seine Kollegen das Konzept des Handytickets entwickelt: Seit April 2007 kaufen Nutzer des öffentlichen Nahverkehrs via Handy einfach und komfortabel überall und jederzeit Tickets – bei derzeit rund 40 Verkehrsverbänden und -unternehmen in 15 Regionen, etwa in Nordrhein-Westfalen, Hamburg oder Dresden. Und auch Fahrplanauskünfte kommen aufs Mobiltelefon – mitsamt dem passenden Ticket. Besonders Technikfreunde wie IVI-Forscher Gründel nutzen den Service des Pilotprojekts, das vom Verband Deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) initiiert wurde. Seitdem ist das Fahren deutlich entspannter »Der Kunde bestellt seinen Fahrschein bequem per Mobiltelefon über die installierte Java-Software oder per SMS. Er kann die Fahrscheine auch via Internet oder telefonisch ordern«, erklärt Gründel das Prozedere. Bezahlt wird per Pre-paid-Konto, Kreditkarte oder elektronischer Lastschrift. Zum Erfolg des Systems trägt auch eine spezielle Software-Komponente bei, die vom IVI für den Ticketverkauf entwickelt wurde. Damit lassen sich die vielen regionalen Tarifstrukturen im System problemlos abbilden und neue Verkehrsunternehmen mit wenig Aufwand integrieren.

So können Handybesitzer im gesamten Bundesgebiet Fahrscheine kaufen. Sie müssen sich lediglich einmalig beim Verkehrsunternehmen in der Heimatregion registrieren. Ginge es nach IVI-Entwickler Gründel, wäre noch mehr möglich: Dank einer speziellen Chipkarte im Portemonnaie ließen sich Fahrten in öffentlichen Verkehrsmitteln völlig automatisch registrieren. Damit wäre Bus- und Bahnfahren möglich, ohne dass man vorher überhaupt ein Ticket kauft – nach dem Motto: »Einsteigen und Fahren«. Die nötige Technik wurde bereits in einem Projekt in Dresden getestet.



MULTITALENT AUF SCHIENEN

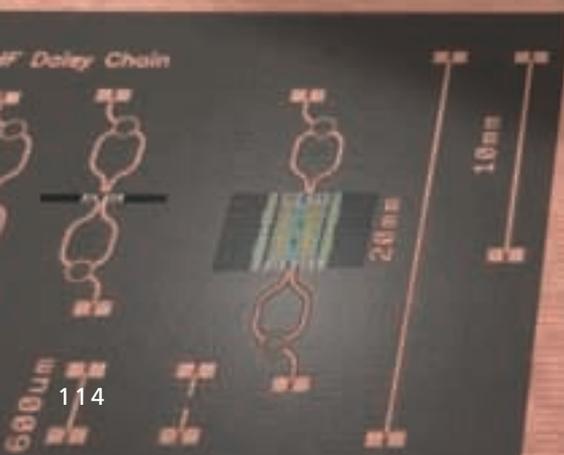
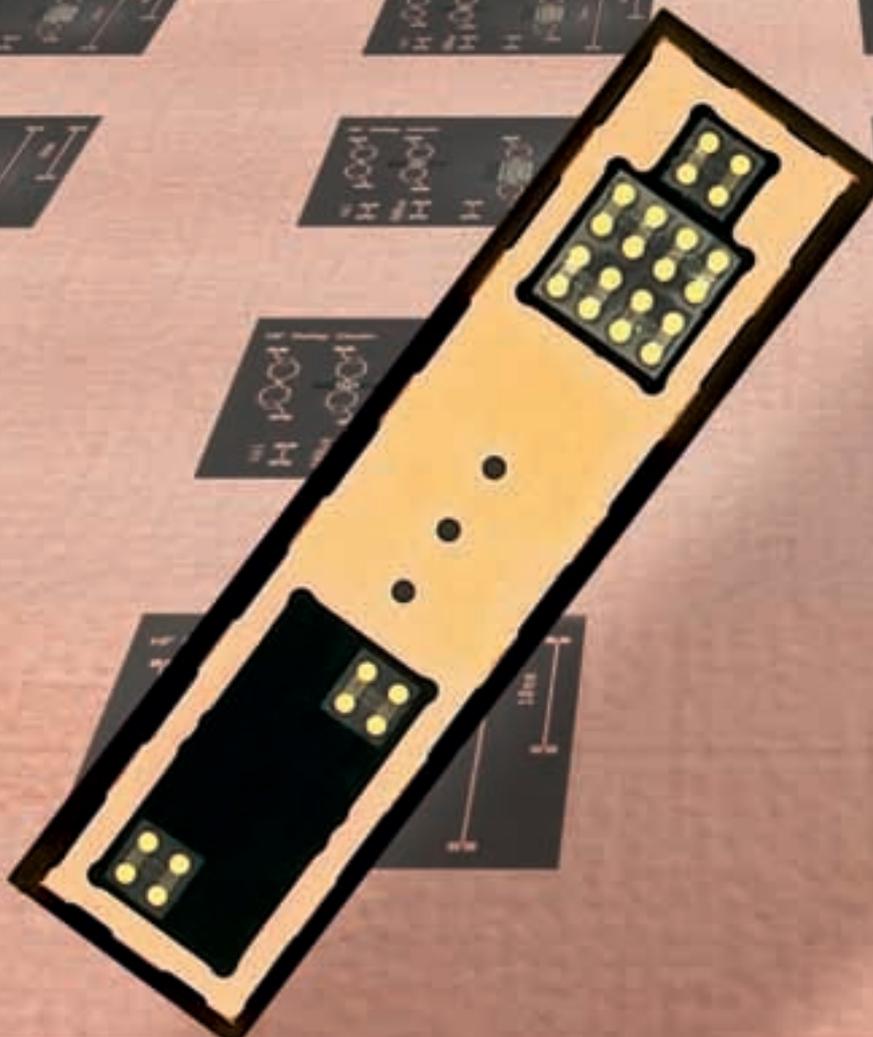
MULTISHUTTLE TRANSPORTIERT UND LAGERT WARE

Ein kritischer Punkt beim Staffellauf ist die Übergabe des Staffelholzes. Passiert dabei ein Fehler, kann er das ganze Team den Sieg kosten. Ähnlich kritisch ist die Situation in modernen Kleinteillagern, wo Tausende von Gütern aufbewahrt werden, beispielsweise Schrauben oder Fleischerzeugnisse. Kommt eine Bestellung ins Lager, klettern nicht etwa Menschen auf Leitern die haushohen Regale empor, sondern eine Maschine findet den Stellplatz und zieht das angeforderte Produkt mitsamt Aufbewahrungsbehälter aus dem Fach. Ein zweites Gerät steht bereit, um den Behälter in Empfang zu nehmen und bis zur Versandstelle zu transportieren. Doch die Übergabe klappt nicht immer wie am Schnürchen: Der Behälter mit der Ware kann kippen, Information kann verloren gehen.

Den Forschern vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund war dieser Transport zu unsicher. Vor sieben Jahren verabschiedeten sie sich deshalb vom Staffellauf und beschlossen, die beiden Funktionen Lagern und Transportieren in einem Gerät zu vereinen. »Multi-Shuttle« taufte die Experten ihre damals noch recht visionäre Idee von dem neuen flexiblen Fahrzeug, das selbst Ware aus dem Regal greift und anschließend damit durchs Lager eilt. Wichtigste Vorgabe: Damit das neue Produkt konkurrenzfähig war, durfte es nur wenig kosten.

Der Prototyp war rasch mithilfe von preiswerten Komponenten konstruiert. Die rechteckigen Fahrzeuge sausen auf Schienen durch die Regalgassen. Um Warenkisten aus Regalen zu ziehen oder zu verstauen, können die rund 60 Kilogramm schweren Geräte mit speziellen Liften die Etage wechseln. Damit die MultiShuttles keine Umwege fahren und Zeit vergeuden, sorgt eine eigens entwickelte Software zur Lagerverwaltung und Materialflusssteuerung in der Fahrzeugflotte für perfekte Arbeitseinteilung. Doch was geschieht, wenn ein Softwarefehler die MultiShuttles mit falschen Befehlen in die Irre führt? »Die Fahrzeuge sind mit jeder Menge Sensorik ausgestattet, damit im Fall des Falles nichts passiert«, sagt Thomas Albrecht, Leiter der Abteilung Leit- und Steuerungstechnik am IML. Das heißt, ein MultiShuttle versucht nicht, eine Kiste ins Regal zu stellen, wo bereits eine andere Box gelagert ist, oder zum Etagenwechsel in den Lift einzusteigen, wenn dieser zu spät dran ist.

»Das MultiShuttle-System ist ausgesprochen flexibel. Steigt der Warenumsatz, kann der Betreiber sein Lager mit zusätzlichen Fahrzeugen vergrößern«, betont der Leiter des IML, Prof. Dr. Michael ten Hompel. Das mehrfach patentierte MultiShuttle-System wurde 2005 exklusiv an einen Industriepartner vergeben, der mittlerweile Hunderte der cleveren Fahrzeuge verkauft hat.



DER PERFEKTE BEIFAHRER

RADARSENSOR FÜR AKTIVE FAHRERASSISTENZSYSTEME

Luxusklasse-Fahrzeuge haben sie schon regelmäßig an Bord: Fahrerassistenzsysteme, die vor Kollisionen warnen, die elektronische Abstandsregelung übernehmen oder die Geschwindigkeit regulieren. Das Herzstück ist ein Sensor in der Fahrzeugschnauze, der per Radar die Fahrspur nach Hindernissen absucht. Über eine Antenne sendet er Radarsignale und empfängt deren Echos. Eine kompakte Steuereinheit wertet die Daten aus. Das Assistenzsystem erkennt vorausfahrende Fahrzeuge, ermittelt deren Geschwindigkeit und hält den zuvor eingegebenen Abstand durch eine feinfühlig Motorsteuerung oder moderate Bremsenriffe automatisch ein.

Bislang aber werden diese Radarsensoren in der Mittelklasse kaum eingesetzt. Die Herstellung der Systeme ist zu teuer. Dabei sind die Sensoren sehr hilfreich: Sie steigern den Fahrkomfort und machen den Verkehr sicherer. Forschern vom Berliner Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM ist es in Zusammenarbeit mit mehreren Industriepartnern gelungen, eine völlig neue Montagetechnik für die Radarsensoren zu entwickeln. Die ist nicht nur ausgesprochen zuverlässig, sondern auch um 30 Prozent billiger als die klassische Herstellung. Damit können Radarsysteme künftig auch in der Mittelklasse in großem Stil angeboten werden.

Bisher werden die verschiedenen Komponenten von Radarsystemen einzeln angefertigt und dann aufwändig zusammengesetzt. Das kostet Zeit und Geld. Ganz anders das IZM-Verfahren: Der Radarsensor wird schon zu Beginn der Verarbeitung mit den übrigen Bauelementen in ein kleines Kunststoffgehäuse eingebettet. Dieses wird dann während der üblichen Leiterplattenherstellung einfach in eine kleine Aussparung einlaminiert. Nachträgliches, kompliziertes Montieren entfällt komplett. Der Standardbestückungsprozess ist schnell, sicher und billig. Abschließend werden auf der Leiterplatte die Antennen strukturiert und mit den direkt darunter liegenden Radarsensoren verbunden. Diese kurze und sehr präzise Leiterbahn zwischen Antenne und Sensor hat einen weiteren Riesenvorteil: Dank der kompakten Bauweise lassen sich die Signale zukünftig mit deutlich weniger Verlusten weiterleiten als bei den üblichen Systemen. Dadurch werden die Abstandssensoren noch hochwertiger – der perfekte Beifahrer eben.

Dank einer neuen Montagetechnik lassen sich Radarsensoren preisgünstig fertigen.

SPEZIALISTEN FÜR KONTRASTE

HOCHDYNAMISCHE KAMERA MEISTERT EXTREME LICHTVERHÄLTNISSE

Das menschliche Auge ist ein Organ von »höchster Perfektion«, aber auch »komplizierterheit«. Das fand schon Charles Darwin. Durch das hoch entwickelte Lichtsinnesorgan sehen wir sowohl im Hellen als auch in der Dämmerung gut. Lässt man an einem Urlaubstag den Blick vom gleißendhellen Strand zur schattigen Bar schweifen, passen sich die Pupillen blitzschnell an die Helligkeitsunterschiede an. Die Netzhaut im Auge allein wäre mit diesem helldunkel Wechsel überfordert. Im Gehirn aber verschmelzen die Bilder zu einem kontrastreichen Bild.

Genau diesen Mechanismus hatten sich die Forscher vom Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS in Duisburg abgeschaut, als sie im Jahr 1997 mit der Entwicklung einer neuartigen Kamera begannen. Die Anregung kam von einem Automobilhersteller, der ein optisches Fahrspurerkennungssystem in Auftrag gab. »Unser Ziel war ein Gerät für extreme Beleuchtungsverhältnisse. Es sollte bei Regen, Sonnenschein, Nebel und Dunkelheit gleichermaßen gute Bilder liefern«, sagt Werner Brockherde, Leiter des Geschäftsfelds für Bildsensorik. Das heißt, in den Kamerabildern sollten weder die dunklen Stellen durch Unterbelichtung absaufen noch die hellen Partien durch Überblendungen unkenntlich werden. Das Ergebnis war eine hochdynamische schwarzweiß Kamera. Sie hält gleichzeitig vier Teilaufnahmen fest, die unterschiedlich stark belichtet sind. Aus dieser Kombination berechnet das Gerät ein einzelnes Bild. Folglich sind alle Partien, ob hell oder dunkel, gut erkennbar. Das Erfolgsrezept der Spezialkamera ist ein am IMS entwickelter hochempfindlicher CMOS-Chip. Der Bildaufnehmer erkennt Millionen von Helligkeitsstufen und ist für die extreme Dynamik von 120 Dezibel verantwortlich. Zum Vergleich: Handelsübliche Digitalkameras »schaffen« rund 60 Dezibel, das menschliche Auge – nach entsprechender Akkomodation – 200 Dezibel.

Im Jahr 1999 wurde der damalige Weltrekord in puncto Helligkeitsdynamik mit dem Forschungspreis der Philip-Morris-Stiftung ausgezeichnet. »Das hat bei uns einen Boom ausgelöst«, berichtet Prof. Bedrich Hosticka, der die Konstruktion der hochdynamischen Kamera von Anfang an begleitet hat. 2002 wurde die Firma Helion ausgegründet, die spezielle Kameratypen für verschiedene Anwendungen entwickelt und vermarktet. Inzwischen sind Überwachungskameras für Fahrzeuge, Maschinen und Gebäude in Arbeit – überall dort, wo man ganz genau hinsehen muss, selbst wenn es viel Licht und Schatten gibt.

Eine Kamera für extreme Beleuchtungsverhältnisse.





MEISTERHAFT KLEBEN

GEÖLTE STAHLBLECHE SICHER VERBINDEN

Wenn ein Wagen der gehobenen Mittelklasse aus dem Werk rollt, hat er nicht nur jede Menge PS unter der Haube, sondern auch rund 18 Kilogramm Klebstoff an Bord. Tendenz steigend. Denn seit einigen Jahren werden Karosserieteile nicht mehr nur durch Schrauben und Schweißpunkte verbunden. Zunehmend kommen spezielle Klebstoffe zum Einsatz. Inzwischen lassen sich sogar Bauteile zusammensetzen, die für gewöhnlich gar nicht aneinander haften würden, geölte Stahlbleche zum Beispiel. Unter der Federführung des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen werden Hochleistungsklebstoffe entwickelt, die heute ganz selbstverständlich in der industriellen Großproduktion eingesetzt werden. Sie verbinden geölte Karosseriebleche ausgesprochen beständig miteinander.

Prof. Dr. Andreas Groß, Leiter des Klebtechnischen Zentrums am IFAM, erinnert sich an die rund fünfjährige Phase der Klebstoffentwicklung bis zur Markteinführung 1992: »Die damals vorherrschende Philosophie war, die zu klebende Oberfläche dem Klebstoff anzupassen. Geölte Stahlbleche mussten erst aufwändig vorbehandelt werden. Doch wir taten das Gegenteil: Wir passten den Klebstoff dem Untergrund an.« Das Ergebnis ist ein Klebsystem, dessen Hightechklebstoff das Öl von der Stahlfläche durch Diffusion aufnimmt und so für eine sichere Verbindung sorgt.

Für die Autoindustrie haben derartige Klebungen Riesenvorteile: Sie erhöhen die Steifigkeit der Karosserie und reduzieren das Gewicht, was zur Treibstoffersparnis beiträgt. Durch das Kleben übertragen sich die Lasten zudem zwischen den einzelnen Bauteilen flächig – anstatt punktuell, wie beim Punktschweißen. Das Auto wird dadurch stabiler. Die Hersteller können dünnere Stähle einsetzen. Trotzdem sind die Fahrzeuge sicher. Ein weiterer Vorteil des Klebens: Bleche oder andere Werkstoffe werden anders als beim Nieten oder Schweißen weder mechanisch noch durch hohe Temperaturen beschädigt. Darüber hinaus kann der Klebstoff als Korrosionsschutz, Lärm- und Schwingungsdämpfer dienen.

Heute setzen die meisten Automobilhersteller die Technik in Kombination mit dem Punktschweißen im Karosseriebau ein. »Die rasante Entwicklung der Klebtechnik haben wir wesentlich durch das Weiterbildungssystem am IFAM unterstützt«, sagt Groß: Jährlich werden in Bremen in Klebtechnologielehrgängen 200 bis 300 betriebliche Mitarbeiter geschult. Die Abschlüsse, etwa Klebpraktiker oder Klebfachingenieur, sind international anerkannt. Ihr Wissen über die richtige Anwendung trägt erheblich dazu bei, die Akzeptanz neuer Klebtechnologien zu steigern, sind die IFAM-Experten überzeugt.

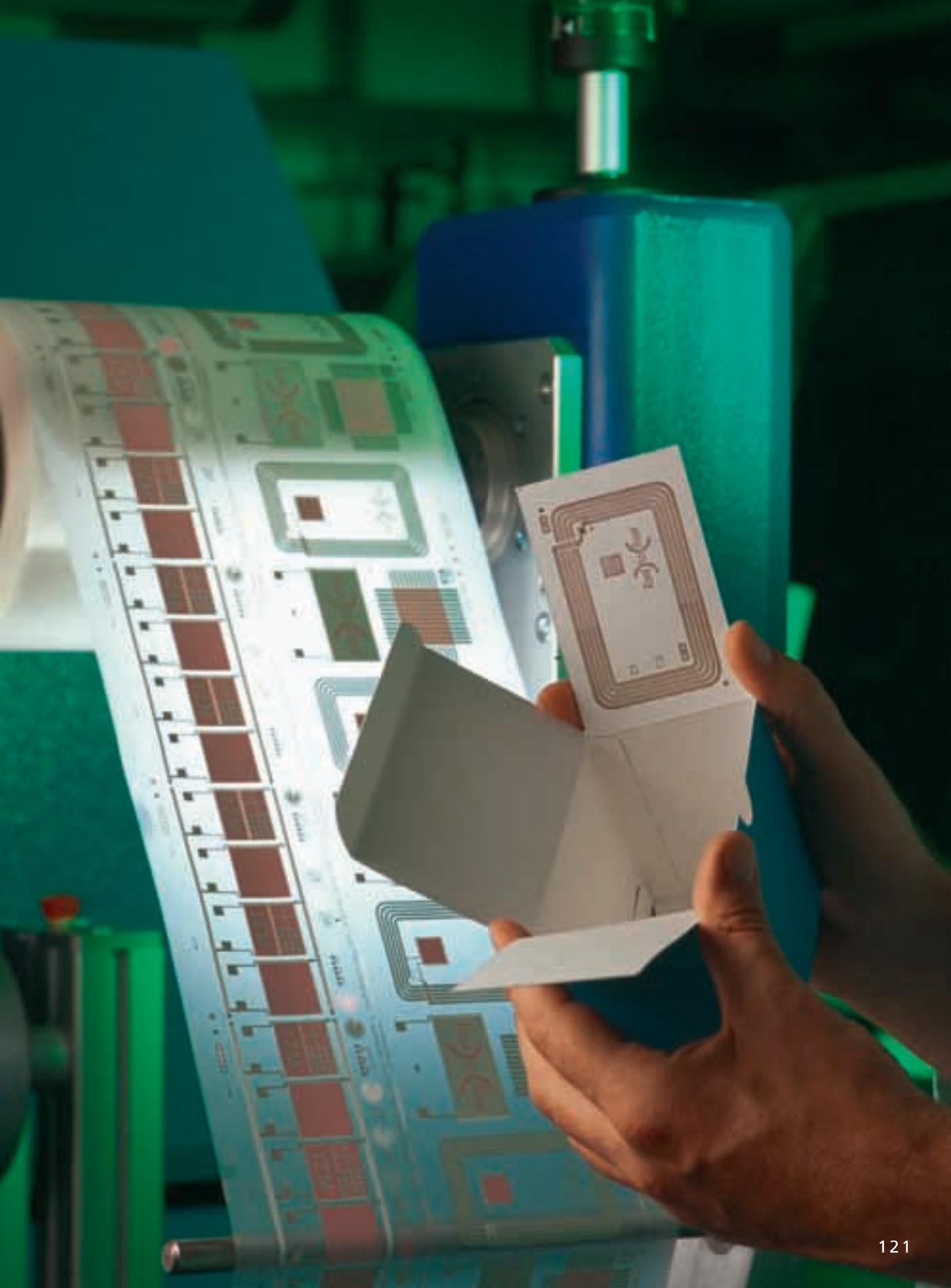
WENN DER PULLOVER FUNKT

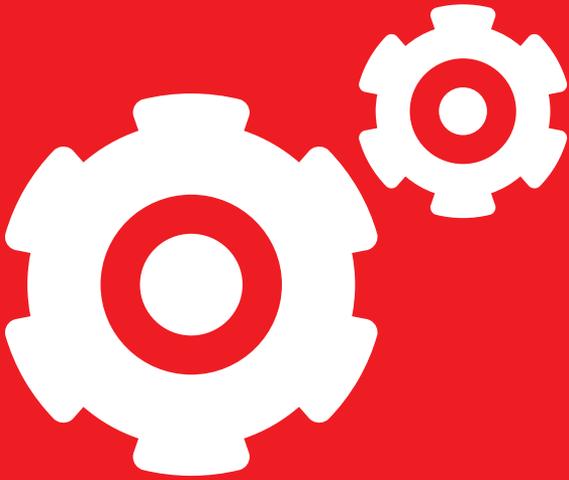
FUNK-ETIKETTEN VERBESSERN DIE LOGISTIK

Was waren das für Zeiten, als man am Skilift mit dicken Handschuhen umständlich in den Taschen nestelte, um endlich den Skipass ans Tageslicht zu befördern? Heute geht das bequemer: Skipass in den Jackenärmel gesteckt, den Arm am Lesegerät vorbeigeschwenkt, und schon macht es »piep« und das Drehkreuz bewegt sich. Möglich machen das die Radio-Frequency-Identification-Devices, die Funk-Identifikationsetiketten, kurz RFID. Noch vor 15 Jahren waren sie exotisch, heute gibt es sie überall. Nur merkt man wie beim Skipass kaum etwas davon. Die Funketiketten, die Transponder, bestehen aus einem kleinen Datenchip und einer Funkantenne, und manchmal haben sie noch eine Batterie an Bord. Der Chip kann ähnlich wie der Barcode auf dem Milchkarton Produktdaten – etwa das Haltbarkeitsdatum, die Hersteller- oder Empfängeradresse – enthalten. Der große Vorteil: Die RFID-Transponder lassen sich auch durch geschlossene Packungen hindurch auslesen und funktionieren – anders als der Strichcode – selbst dann, wenn sie außen zerkratzt sind. Ein Karton voller Pullover ist damit in Sekundenschnelle erfasst.

Das Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML in Dortmund gehört zu den Pionieren der RFID-Technik. Seit mehr als zehn Jahren loten die Experten dort aus, wie die RFID-Technik vor allem die Logistik verbessern kann. In Kooperation mit der Firma Kaufhof zum Beispiel wurde ein RFID-System getestet, das alle Herrenkonfektionsartikel am Wareneingang im Handumdrehen vollständig erfasst und automatisch einbucht. Mehr noch: Die RFID-Etiketten auf Pulli oder Jacke lassen sich sogar per Funk orten. Damit weiß der Verkäufer nicht nur, ob das Wunschsakko noch in der richtigen Größe auf Lager ist, sondern auch, wo es sich befindet. Inzwischen hat das IML zahlreiche Logistiklösungen für verschiedene Branchen entwickelt. Zusammen mit anderen Fraunhofer-Instituten arbeiten die Forscher jetzt an der Kombination von Transponder und Sensor – beispielsweise für den sicheren Lebensmitteltransport. Dazu verbinden sie die Funketiketten mit Temperaturfühlern, die während des Transports permanent die Temperatur aufzeichnen. Kommt das Fleisch beim Händler an, lässt sich die Information bequem per Funk abrufen und in Sekundenschnelle feststellen, ob die Ware unterwegs tatsächlich ordnungsgemäß gekühlt wurde. Die Verknüpfung der klassischen Funketiketten mit derartigen Zusatzfunktionen – darin sehen die IML-Forscher die große Zukunft der RFID-Technik.

Die Funk-Etiketten lassen sich auch durch geschlossene Packungen hindurch auslesen.





ENERGIE
SICHERHEIT
KOMMUNIKATION
UMWELT
MOBILITÄT
PRODUKTION
GESUNDHEIT



Der Laser poliert zuverlässig und schnell Werkstücke.

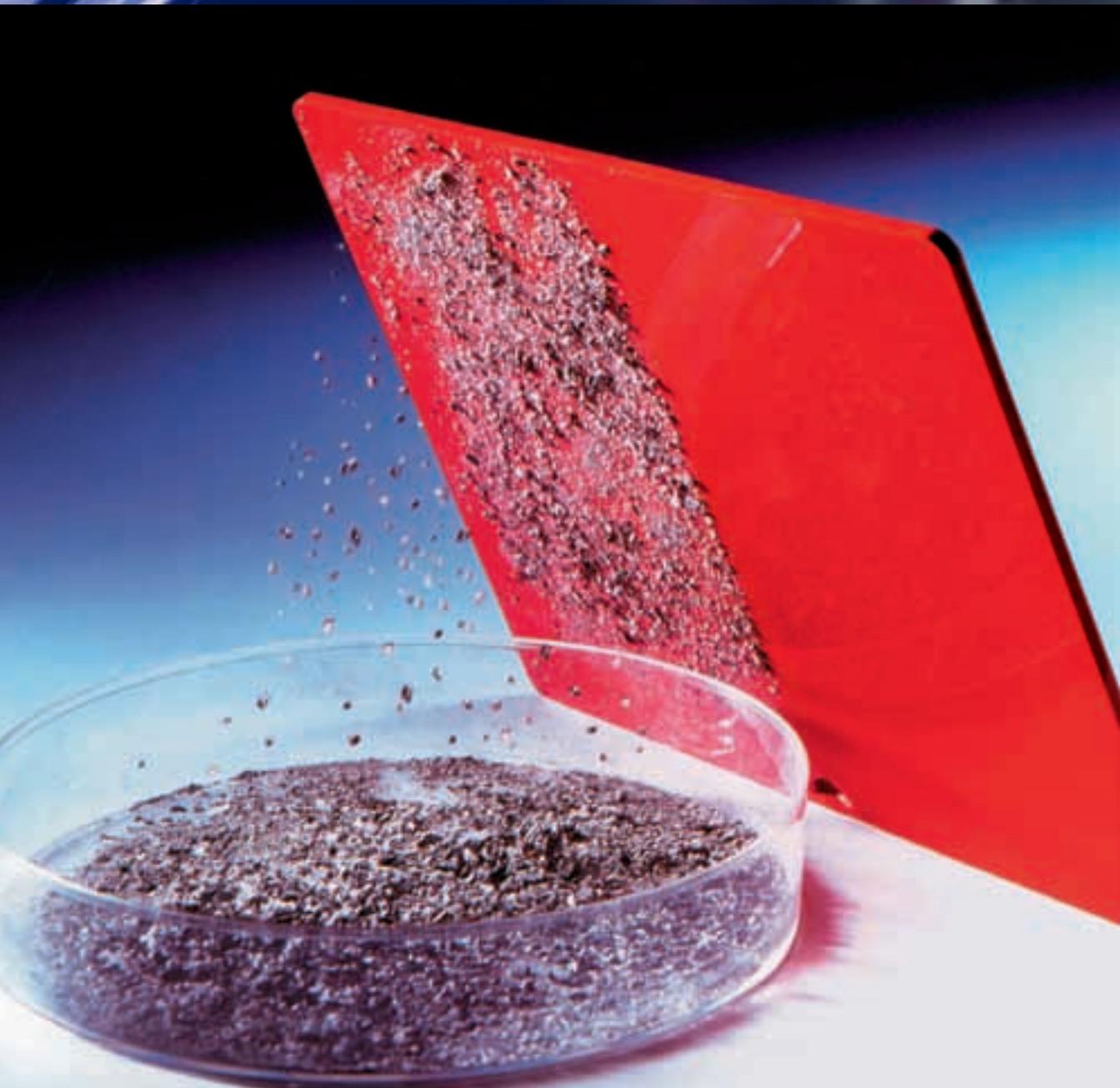
POLITUR MIT LASERSTRAHL

WERKZEUGE GLÄTTEN MIT LICHT

Es ist nicht alles glatt, was glänzt. Das gilt vor allem für Metallteile. Selbst, wenn die Oberfläche ganz passabel reflektiert, sitzen auf ihr noch Tausende von Unebenheiten. Im Falle einer künstlichen Herzpumpe in der Brust eines Patienten wäre das fatal. Am Implantat könnten Blutzellen hängen bleiben und Gerinnsel bilden. Damit das nicht passiert, müssen die Metallteile einer solchen Minipumpe spiegelglatt sein. Die Herstellung ist allerdings äußerst aufwändig. Um die etwa drei Zentimeter großen Titanteilchen blank zu reiben, benötigt ein Handpolierer satte drei Stunden. Er trägt in mehreren Schritten Schleifmittel und Polierpasten auf. Damit es keine Kratzer gibt oder gar zu viel Material abgetragen wird, muss der Glättungsfachmann mit höchster Konzentration arbeiten. Doch in Deutschland beherrschen nur noch wenige Personen die Kunst der Politur perfekt. Die Hersteller von Medizinprodukten, aber auch von Werkzeugformen und optischen Geräten klagen über Nachwuchsmangel.

So kam immer häufiger die Frage auf, ob nicht Maschinen diese Aufgabe übernehmen könnten. »Für viele komplexe dreidimensionale Flächen gibt es derzeit aber kein gängiges industrielles Verfahren, um diese automatisiert zu polieren«, berichtet Edgar Willenborg. Noch nicht. Denn Willenborgs Gruppe »Laserpolieren« am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen hat genau zu diesem Zweck eine Methode entwickelt, die im Jahr 2005 patentiert wurde: das Polieren durch Laserstrahlung. Es ebnet selbst verzwickte Objekte aus Metall, Glas und Kunststoff. Der Kniff: Trifft die hochenergetische Strahlung auf ein Bauteil, so schmilzt die Oberfläche an. Die Rauheiten zerfließen und erstarren im geglätteten Zustand. Voilà, das Werkstück glänzt ebenmäßig. Ein weiterer Vorteil: Es entstehen keine umweltbelastenden Abfälle, da anders als beim Handpolieren kein Material abgetragen wird und zudem das Schleif- und Poliermittel wegfällt. Derzeit entwickeln sechs Wissenschaftler das Laserpolieren weiter. Dabei geht es nicht mehr nur ums Glätten. Inzwischen tut der Laserstrahl – so paradox es klingt – das genaue Gegenteil: Mit ihm lassen sich auch Oberflächen gezielt strukturieren. Künftig könnte das etwa bei der Herstellung von Spritzgießformen für Kunststoffteile von Interesse sein, mittels derer man Autoinnenverkleidungen mit ansprechender Oberfläche fertigt. Anstatt fotochemische Ätzverfahren einzusetzen, modelliert der Laser einzelne Bereiche der Form, mal rau, mal glatt.

Die gekonnte Mischung aus Grobkörnigkeit und Spiegelglätte ist auch bei Zahnimplantaten gefragt: »Hier gibt es raue Stellen, damit der Kieferknochen gut anwachsen kann. Andere Bereiche sollen glatt sein, so dass keine Bakterien haften bleiben«, beschreibt Willenborg ein weiteres mögliches Einsatzgebiet des Laserpolierens.



DAS MULTIFUNKTIONSTALENT UNTER DEN WERKSTOFFEN

ORMOCER®E VEREINEN ANORGANISCHE UND ORGANISCHE EIGENSCHAFTEN

Man kann sie nicht sehen, nicht riechen und nicht spüren. Und doch nutzen Millionen Menschen sie. Manche tragen sie sogar mitten im Gesicht: ORMOCER®e – als kratzfeste Schicht auf Kunststoff-Brillengläsern. Sie garantieren den Trägern für lange Zeit den vollen Durchblick.

ORMOCER®e sind eine völlig neue und ausgesprochen vielseitige Werkstoffklasse, die äußerst stabile Schutzschicht fürs Brillenglas ist nur eine Facette ihres großen Anwendungsspektrums. Sie können noch viel mehr. Sie entspiegeln Oberflächen und optische Instrumente, eignen sich als Sensorschicht für Gasdetektoren oder auch als Antihaft-Schicht. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Silicatforschung ISC in Würzburg haben die neue Werkstoffklasse entwickelt. Bereits seit 1988 werden auf ORMOCER®-Basis kratzfeste Beschichtungen für Brillengläser hergestellt. Im selben Jahr startete die Entwicklung patientenfreundlicher und belastbarer Zahnfüllstoffe. 1994 erhielten die Erfinder vom ISC für ihre dentalen Werkstoffe den Fraunhofer-Preis – ein Meilenstein in der Entwicklung der ORMOCER®e. »ORMOCER®e lassen sich nahezu beliebig variieren, steuern und trimmen«, sagt Dr. Karl-Heinz Haas, der wesentlich zum Erfolg der ORMOCER®e beigetragen hat.

Die neuartige Werkstoffklasse besteht aus organischen Kunststoffen, die auf molekularer Ebene mit einem anorganischen Netzwerk verstärkt sind. Je nach Zusammensetzung verleiht ihnen das mal glasartige oder keramische Eigenschaften. In anderen Fällen ähneln sie eher flexiblen Kunststoffen, Elastomeren. Das Geniale: Die Eigenschaften lassen sich durch gezielte Zugabe bestimmter Molekülbestandteile exakt steuern. Der flüssigen Basismischung, dem Sol, setzen die ISC-Experten je nach Anwendung bestimmte Chemikalien zu. Dabei entsteht ein Gel, das zu Partikeln, Pulvern, Fasern, Beschichtungen oder auch kompakten Werkstoffen weiterverarbeitet werden kann. »Je nach Rezeptur erhalten wir genau das, was wir wollen und in welcher Form wir es wollen«, erklärt Haas.

Die wandlungsfähigen Werkstoffe werden heute in Hunderten verschiedener Anwendungen eingesetzt. 1998 gab es bereits den zweiten Fraunhofer-Preis, diesmal für die kratzfesten Beschichtungen von Lupen und anderen Lesehilfen. 2007 gesellte sich die dritte Auszeichnung für eine Innovation in der Mikroelektronik hinzu. Dort fungieren ORMOCER®e als der Leiterplatte integrierte Lichtwellenleiter, eine Art Miniatur-Glasfaserkabel. Die Arbeit geht weiter. Derzeit tüfteln die ISC-Spezialisten an festen statt der bislang üblichen flüssigen Elektrolyte für Lithium-Ionen-Akkus in Handys oder Laptops – natürlich auch auf ORMOCER®-Basis. Auch sie haben das Zeug dazu, ein unsichtbarer und doch unverzichtbarer Renner zu werden.

RISS ALS WERZEUG

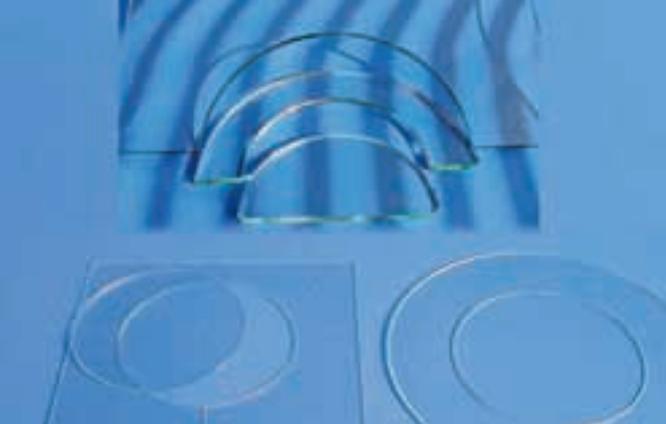
LASERINDUZIERTE SPANNUNGSTRENNVERFAHREN FÜR FLACHGLAS

Ein wahrer Tausendsassa: Glas. Es wird als Windschutzscheiben in Autos und als Fenster in Gebäude eingebaut. Es schmückt den Couchtisch im Wohnzimmer und schützt das Display von Handys. Mehr als 2 Millionen Tonnen Flachglas werden jedes Jahr in Deutschland hergestellt.

Sehr aufwändig und teuer ist bis heute das Zurechtschneiden des Glases für den jeweiligen Zweck: Üblicherweise wird mit einem Rädchen eine Linie aufs Flachglas geritzt. Dabei platzen Glassplitter ab, feinste Risse entstehen entlang der Ritzspur. Anschließend wird das Glas entlang der Linie belastet, so dass es bricht. Schaut man genau hin, entdeckt man an der entstandenen Glaskante Mikrorisse. Um sie zu beseitigen, müssen die Kanten geschliffen und poliert werden – und trotzdem können Risse im Glas verbleiben. Die Folge: Das Glas ist nicht maximal belastbar. Das heißt: viel Aufwand, hohe Kosten und eingeschränkte Designmöglichkeiten.

Dr. Rainer Kübler vom Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM in Freiburg hat mit seinem Team ein deutlich effektiveres Verfahren entwickelt – das Laserinduzierte Spannungstrennverfahren für Flachglas: Die Forscher ritzen das Glas nicht mehr mechanisch, sondern durch Spannungen. Zunächst wird es mithilfe eines Lasers entlang der gewünschten Trennlinie erhitzt und anschließend schockartig gekühlt. Durch diesen Temperaturunterschied entsteht ein Spannungsfeld, das in der Glasoberfläche einen Riss erzeugt, der absolut glatt ist. Tatsächlich dient der Riss bei diesem Verfahren als Werkzeug. Das Glas reißt so sauber und glatt, dass die Kanten nicht einmal mehr nachbearbeitet werden müssen. Auf diese Weise wird mit Wärme und Kälte Glas geschnitten. Dafür hat Kübler 2008 den Joseph-von-Fraunhofer-Preis erhalten.

Fehlerfreie, glatte Kanten bedeuten belastbareres Glas. Damit ergeben sich auch neue Perspektiven in der Architektur: Die Glasscheiben könnten künftig dünner werden und sind trotzdem belastbar.



SPIEGELGLATTE PRÄZISION

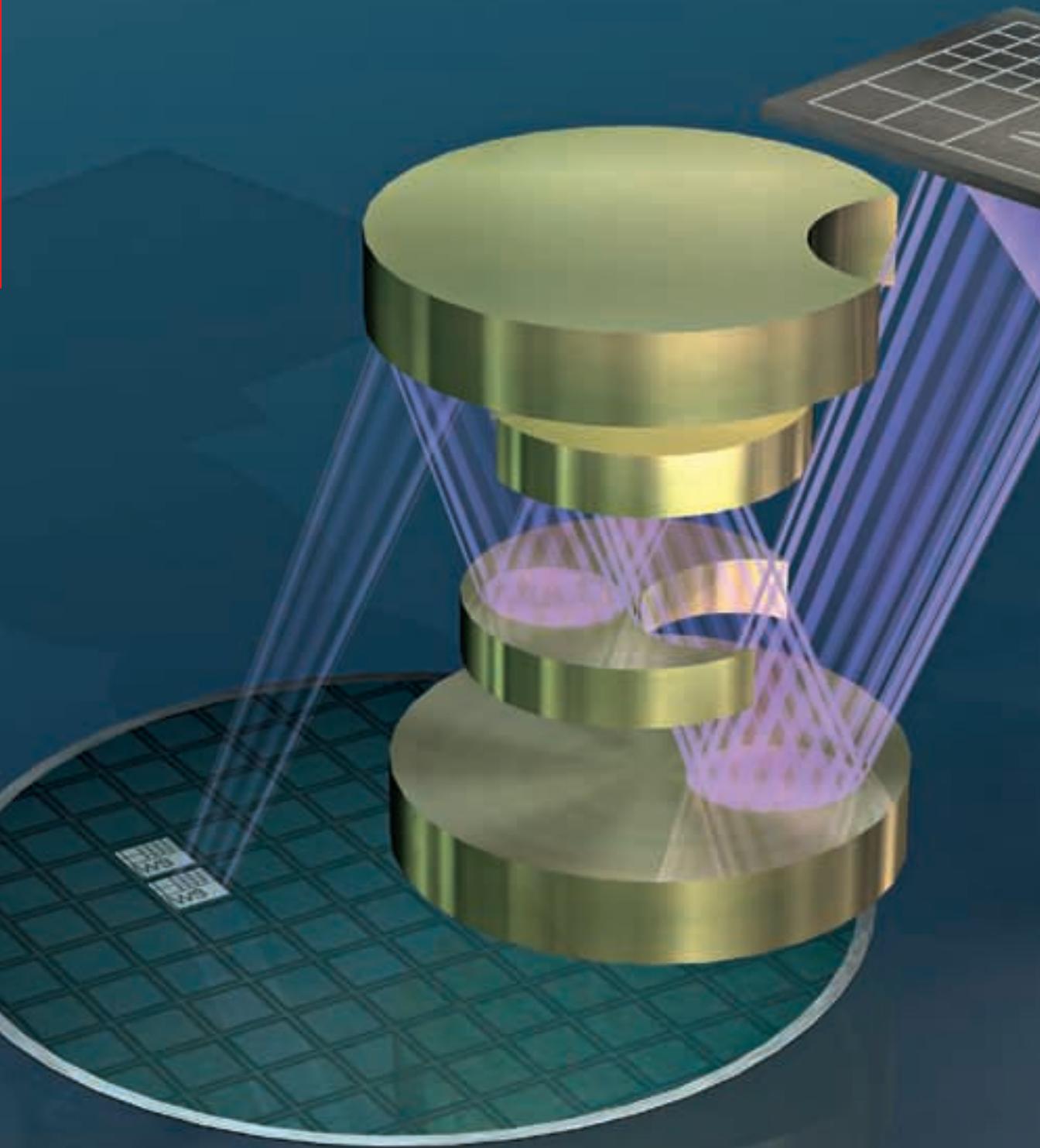
NEUARTIGE SPIEGEL REFLEKTIEREN EUV-LICHT PERFEKT

Mobiltelefone, einst sperrig und schwer, beulen heute kaum noch Jackentaschen aus. Notebooks sind auf Miniaturgröße geschrumpft. MP3-Player werden von Jahr zu Jahr dünner. Immer kleinere und leistungsfähigere Elektronikbausteine und Chips machen's möglich.

Die Produktion der winzigen Komponenten ist dabei eine Kunst für sich: Die Chiprohlinge werden erst mit einer photoempfindlichen Lackschicht versehen und dann belichtet. Wie bei einer Diaprojektion wird dann ein Bild der mikroskopisch feinen Schaltkreisstruktur auf die Oberfläche geworfen. Je kürzer die Wellenlänge des Laserlichts ist, mit dem man die Chips und die photoempfindliche Lackschicht auf ihrer Oberfläche belichtet, desto feinere Strukturen lassen sich darstellen – und umso dichter lassen sich die elektrischen Schaltkreise packen.

Heute kommt ultraviolettes Licht mit einer Wellenlänge von 193 Nanometern zum Einsatz. In naher Zukunft soll die Wellenlänge weiter auf 13,5 Nanometer sinken und bislang unerreicht feine und dichte Schaltstrukturen auf die Chipoberfläche zaubern. Dieses extrem ultraviolette Licht wird allerdings von gewöhnlichen optischen Linsen fast völlig geschluckt. Die gängigen Optiken, die bisher das Laserlicht auf die Chipoberfläche fokussiert haben, sind damit nicht geeignet für die Produktion der Zukunft. Dr. Stefan Braun hat mit seinem Team vom Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden eine Alternative zu den bisher üblichen optischen Linsen entwickelt: glattpolierte Spiegel, die – dank einer speziellen Beschichtung – sogar extremes UV-Licht perfekt reflektieren. Auf die Spiegeloberfläche werden abwechselnd nanometerdünne Schichten aus Silizium und Molybdän aufgedampft – eine Zwischenschicht aus Borkarbid verhindert die Diffusion der beiden Elemente und damit einen Qualitätsverlust.

»Unsere Leistung besteht darin, das Beschichtungsverfahren so optimiert zu haben, dass die Spiegelschichten äußerst präzise sind, sehr gut reflektieren und geringste Eigenspannungen aufweisen«, sagt Braun. So darf die Beschichtung im Mittel Unebenheiten von höchstens einigen Pikometern aufweisen – also wenigen Milliardstel Millimetern. Und noch etwas zeichnet das IWS-Verfahren aus: Es ist ausgesprochen schnell. Inzwischen bauen die Dresdner gemeinsam mit namhaften Industriepartnern Produktionsanlagen auf, in denen sie die Spiegel beschichten. Noch muss optimiert werden, aber schon in wenigen Jahren soll mithilfe der Präzisionsspiegel die neue Chipgeneration – die noch winziger sein wird, als alles bisher Dagewesene – vom Band laufen.



*Glatt polierte Spiegel eignen sich für die
Chip-Produktion der Zukunft.*



SCNELLER SCHLIFF FÜR DAS TASCHENTUCH

INTELLIGENTES MOBILES SCHLEIFSYSTEM FÜR DIE PAPIERINDUSTRIE

Hatschi! Mit einem Tempo von bis zu 160 Kilometern pro Stunde niest der Mensch in ein Taschentuch. Es soll natürlich nicht reißen, andererseits darf die Nase aber auch nicht wund werden, weil das Papier zu fest ist. Entsprechend ausgetüftelt ist die Herstellung hochwertiger Papiertaschentücher und -servietten. Zentrales Element der Produktion ist der Trockenzylinder mit einem Durchmesser von bis zu fünf Metern und einer Länge von maximal sieben Metern. Er wird innen mit Hochdruckwasserdampf beheizt und steckt unter einer riesigen Trockenhaube. Dazwischen trocknet die dünne Papiermasse. Die Produktion und vor allem das »Kreppen«, bei dem ein Stahlmesser das feine, getrocknete Papier vom Zylinder abschabt, beanspruchen die Walzenoberfläche: Es entstehen Dellen und Riefen. Deshalb wird die Oberfläche alle zwei Jahre plan geschliffen. Ein Vorgang, der es in sich hat: Für das Schleifen muss die Anlage aufwändig umgebaut werden. Die Produktion steht derweil still. Der Ausfall kostet den Papierhersteller jedes Mal mehrere Hunderttausend Euro.

Doch es geht auch anders: Ulrich Priber und Jürgen Schönitz vom Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Chemnitz haben dafür eine Art Schleifautomat entwickelt – ein mobiles Schleifsystem, das selbstständig den Zylinder vermisst. 2005 erhielten die Chemnitzer dafür den Fraunhofer-Preis. Das handliche Gerät wird einfach in die Maschine eingehängt – aufwändige Umbauten sind überflüssig. Sein Lasermesssystem fährt die Walze ab und erfasst alle Unebenheiten. Aus den Daten entsteht im Computer eine detaillierte Höhenkarte der Oberfläche. Mit ihr kann nun das Schleifgerät gesteuert werden: Je höher die Erhebung, desto größer der Anpressdruck. Auf diese Weise wird eine Genauigkeit von 50 Mikrometern erreicht – auf einer Oberfläche von bis zu 100 Quadratmetern. Die Maschine arbeitet deutlich schneller als die konventionellen Systeme. Sie braucht nur 36 Stunden statt – wie bisher – volle drei Tage. Der Papierhersteller spart also viel Geld, und die Maschine liefert schneller als zuvor wieder weiches Papier – damit die Nase auch in Zukunft nicht wund wird.

Das mobile Schleifsystem bringt die Walzoberfläche wieder in Form.

ROSTSCHUTZ AM LAUFENDEN BAND

ZINK-MAGNESIUM-BESCHICHTUNG FÜR AUTOBLECHE

Rostflecken am Auto sind gefürchtet. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP in Dresden haben ein neues Verfahren entwickelt, um Autobleche vor Rost zu schützen. Sie beschichten die verzinkten Bleche mit Magnesium. Dafür haben die Wissenschaftler die In-line-Vakuum-Beschichtungsanlage MAXI aufgebaut.

In dieser Anlage wird Leichtmetall auf 700 Grad Celsius erhitzt und verdampft. Ein Transportsystem befördert die Bleche durch die Dampfkammer. Im Vakuum legt sich das Magnesium gleichmäßig hauchdünn um die verzinkten Bleche und verbindet sich mit dem Zink zu einer dauerhaften Legierung. So entstehen quasi am laufenden Band stählerne Automobilbleche mit hervorragendem Korrosionsschutz. »Durch diese Legierung konnten wir die Widerstandsfähigkeit von Karosserieteilen um den Faktor 10 bis 20 steigern«, sagt Christoph Metzner, Leiter der Abteilung für Beschichtung von Platten und metallischen Bändern am FEP. Rost hat es also künftig viel schwerer.

Bisher galt es als fast unmöglich, Magnesium auf Stahl aufzutragen. Doch mit der am Fraunhofer FEP entwickelten Anlage ist das jetzt möglich. Die in vier aufeinander folgenden Arbeitsstationen erzeugte Beschichtung bringt der Automobilindustrie ein ganzes Bündel an Vorteilen: Weil das Leichtmetall Magnesium den Korrosionsschutz erhöht, kann am konventionellen Rostschreck, einer dicken Zinkschicht, gespart werden. Das macht Autos umweltfreundlicher und vereinfacht das anschließende Schweißen der Bleche. »Noch hat kein Stahlunternehmen unser Verfahren übernommen«, räumt Christoph Metzner ein. Allerdings sei es nur eine Frage der Zeit, bis die neuartige Beschichtungstechnik nach FEP-Rezept in großem Stil angewandt wird. »Automobilhersteller aus der ganzen Welt zeigen großes Interesse.«

Mit Magnesium beschichtete Bleche sind gut vor Rost geschützt.





SPIEGELFREI DANK MOTTENAUGE

WINZIGE STRUKTUREN VERHINDERN REFLEKTIONEN

Jeder Brillenträger oder Computernutzer weiß die Vorteile von entspiegelten Oberflächen zu schätzen. Aber auch bei Linsensystemen in Kameras sind Antireflexeigenschaften sinnvoll: Die Lichtausbeute ist höher, der Kontrast der Bilder stärker. Seit Jahren werden im optischen Bereich immer öfter transparente Kunststoffe verwendet. Sie sind leichter als Glas und lassen sich mit bestimmten Verfahren kostengünstig zu komplizierten Teilen formen. Forscher vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena haben deshalb ein Verfahren zur Entspiegelung von Kunststoffoberflächen wie Plexiglas entwickelt, das alle bisherigen Möglichkeiten in den Schatten stellt. Die Vorlage gab die Natur: Die Forscher bilden die Strukturen von Mottenaugen nach. Der Falter kann nachts hervorragend sehen und bleibt zugleich unsichtbar, denn keine Reflexion verrät ihn. Das Auge ist mit Milliarden winziger Noppen übersät. Die Strukturen sind so klein, dass das einfallende Licht nicht mehr streuen kann, zugleich wird es nicht länger reflektiert. Die Motte bleibt also für Fressfeinde wie Käuzchen nahezu unsichtbar.

Bei der IOF-Technologie sorgt eine nachgeahmte Struktur des Mottenauges auf der Kunststoffoberfläche dafür, dass das Licht nicht mehr reflektiert, sondern durchgelassen wird. AR-plas® heißt diese Methode, mit der sich Kunststoffoberflächen innerhalb weniger Minuten in einem einzigen Arbeitsschritt entspiegeln lassen. Ein Gemisch aus Argon und Sauerstoff wird durch ein Niederdruckplasma ionisiert und auf das Plexiglas geschossen. Dabei ätzen die Ionen die Mottenaugenstruktur in die Oberfläche. Nach einer solchen Behandlung können bis zu 99 Prozent des sichtbaren Lichts das Kunststoffglas durchdringen. Dabei spielt der Winkel des einfallenden Lichts fast keine Rolle mehr. In den vergangenen Jahren haben viele Forschergruppen versucht, eine solche »Mottenaugenstruktur« herzustellen. Das gelang ihnen aber meist nur für ebene Oberflächen. Das von den Jenaer Optikspezialisten entwickelte Verfahren aber entspiegelt selbst gekrümmte oder bereits vorstrukturierte Kunststoffoberflächen.

Mit AR-plas® lassen sich Kunststoffoberflächen in einem einzigen Arbeitsschritt entspiegeln.

HILFE FÜR ASCHENPUTTEL

OPTISCHES SYSTEM SORTIERT MANGELHAFTE TEILE AUTOMATISCH AUS

»Die guten ins Töpfchen, die schlechten ins Kröpfchen« – mühevoll sortierten die Tauben für Aschenputtel einst die Linsen aus dem Häuflein. Heute würde ihr das optische Qualitätsprüfungssystem vom Fraunhofer-Institut für Informations- und Datenverarbeitung IITB in Karlsruhe die Arbeit abnehmen. Es sortiert vollautomatisch mangelhafte Teile aus Schüttgut aus – aus losen Fördergütern wie Erz oder Kies, aber auch aus Kräutern, Tabak oder Zucker. Der Mensch wäre völlig überfordert, müsste er die Verunreinigungen mit bloßem Auge erkennen; viel zu schnell bewegen sich die Förderbänder und viel zu klein sind die Verunreinigungen.

Grundlage des IITB-Systems ist eine hoch auflösende Spezialkamera. Das Prinzip: Während das Schüttgut vom Förderband herabfällt, wird es von einer Kamera aufgenommen. Ein Bildauswertungsrechner erkennt dabei fehlerhafte Objekte wie Plastik oder Gummistücke. Findet das System Unstimmigkeiten, kommen Luftdüsen zum Einsatz: Sie pusten punktgenau Fremdkörper aus Tee oder Tabak heraus. Die IITB-Forscher haben das System sogar so verfeinert, dass es sich im Glasrecycling einsetzen lässt. Es kann zwischen Altglasscherben nicht nur Steine, Keramik und Porzellan erkennen, sondern auch zwischen normalem und hitzebeständigem Glas unterscheiden, das unter anderem bei Ofentüren eingesetzt wird. Dieses schmilzt nicht bei üblichen Temperaturen. Die Glasstückchen können deshalb beim Recycling Schmelzofen oder Ausguss verstopfen und die Schmelzwanne verschmutzen.

Von Diamantminen in Südafrika über sibirische Erzabbaustätten bis hin zur Kräuterteeproduktion in Deutschland – weltweit sind die Schüttgutsortieranlagen im Einsatz. Für die Zukunft setzen die IITB-Kunden auf weitere Systementwicklungen – beispielsweise, um Bleiglas gemäß EU-Bestimmung auszusortieren.

Gut sortiert – Kamillenblüten ohne Fremdkörper.



Recyclinganlage für gebrauchte Siliziumwafer.



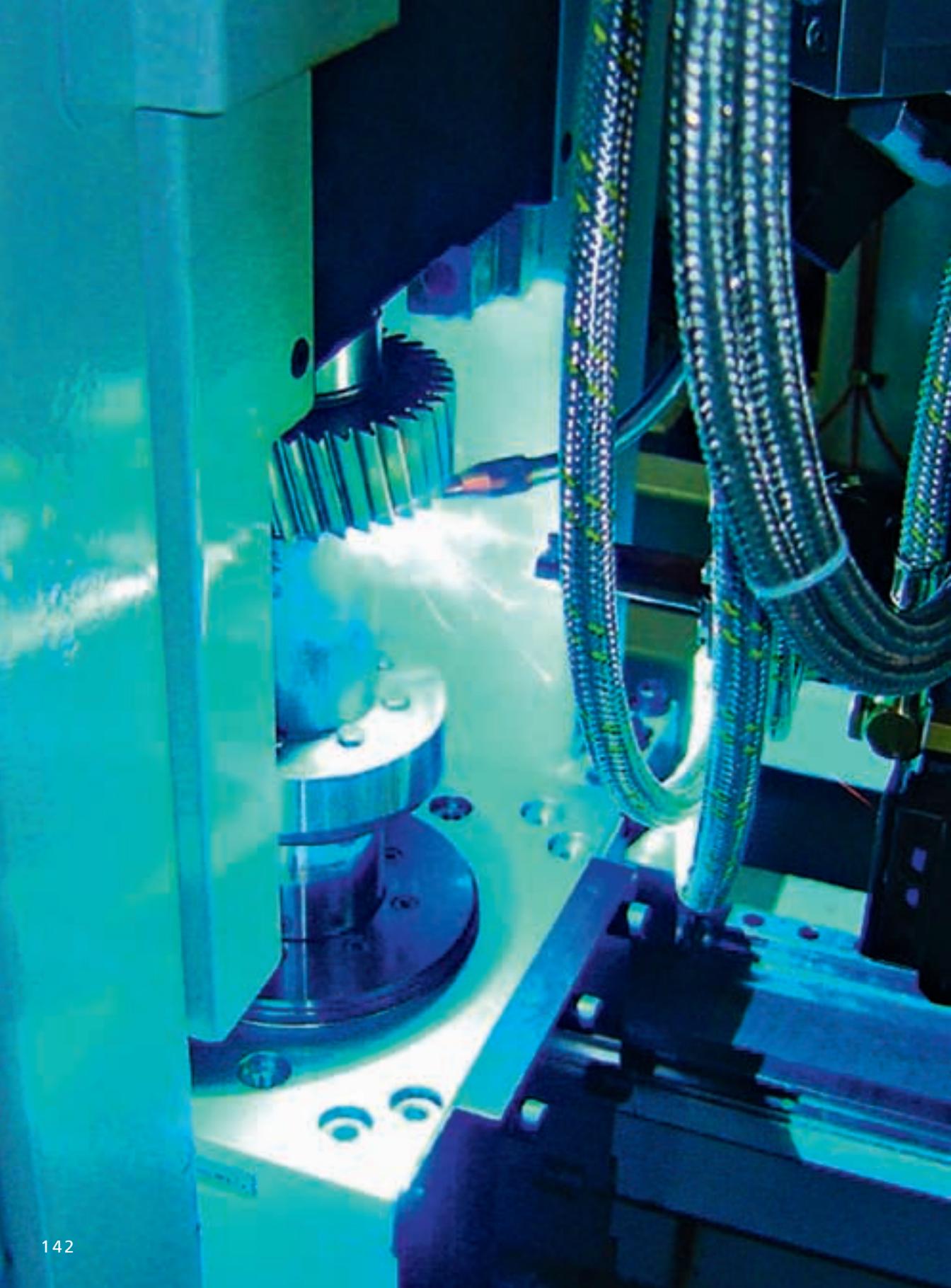
RECYCLING FÜR MIKROCHIPS

WIEDERVERWERTUNG FÜR GEBRAUCHTE SILIZIUMSCHEIBEN

Deutsche sind Meister im Recycling: Leere Marmeladengläser kommen in den Altglascontainer, Zeitungen wandern in den Altpapierbehälter und Kunststoffverpackungen landen im Gelben Sack. Dass auch gebrauchte Siliziumscheiben (Wafer), die Grundlage für fast alle Mikrochips, recycelt werden können, ist hingegen selbst vielen Computerfans noch unbekannt: Forscher des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB in Erlangen optimierten das Reclaimverfahren für Wafer mit 300 Millimetern Durchmesser. Die pizzagroßen Scheiben sind derzeit der Standard in der industriellen Chip-Produktion für Speicher und Computerprozessoren.

Die Wafer stellen das Rohmaterial beziehungsweise die Grundplatte dar, auf der elektronische Bauelemente für integrierte Schaltkreise (IC), also Computerchips mit verschiedenen Verfahren hergestellt werden. Die Chips auf den kreisrunden, nur 0,75 Millimeter dicken und absolut glatten Wafern werden wegen ihrer Empfindlichkeit nur in extrem sauberen Reinräumen produziert. Ein stattlicher Teil der Scheiben jedoch erlebt die Geburt der Chips gar nicht mehr und landet während des komplizierten Herstellungsprozesses als Fehlproduktion im Ausschuss. Doch für den Müll sind die Wafer viel zu schade. Denn sie bestehen aus dem wertvollen Rohstoff Silizium. Außerdem ist ihre Herstellung viel zu aufwändig und teuer, als dass man einen halbfertigen Wafer zum alten Eisen würfe. IISB-Abteilungsleiter Prof. Dr. Lothar Pfitzner und sein ehemaliger Mitarbeiter Dipl.-Ing. Gerhard Zielonka wollten die gebrauchten Scheiben zu neuem Leben erwecken und bauten in den 90er Jahren eine komplette 300-Millimeter-Reclaim-Linie auf. 1999 war die Pilotlinie fertig.

In der Recyclinganlage entfernen speziell auf die jeweiligen gebrauchten Siliziumwafer abgestimmte Ätz-, Polier- und Reinigungsprozesse alles, was vorher im Produktionsprozess auf die Oberflächen aufgebracht wurde. »Silizium vergisst nichts«, erklärt Lothar Pfitzner, »alles, was auf die winzigen Gitterflächen kommt, egal ob chemische Stoffe, Staubpartikel oder Flüssigkeiten, hinterlässt dort Spuren und beeinflusst die Eigenschaften der Wafer.« Jede Verschmutzung kann für die elektronischen Bauelemente auf diesen Wafern katastrophale Folgen haben. Doch nach der Reinigung sind die Wafer wieder blitzblank. »Anschließend können sie erneut in der Produktion von Halbleiterbauelementen benutzt werden«, sagt Zielonka. Umsetzen konnten die IISB-Wissenschaftler dieses Waferreclaim nur, weil sie zuvor jahrelang die Züchtung von leistungsfähigen Siliziumkristallen für die Mikroelektronik und die 600 Prozesse umfassende Herstellung von Computerchips begleitet, analysiert und optimiert hatten. Nur so konnten sie die optimalen Rezepturen für die einzelnen Wiederaufbereitungs-Schritte entwickeln und das Chipherstellungs-Verfahren praktisch rückwärts ablaufen lassen.



SCHWEISSEN STATT SCHRAUBEN

LASERSTRAHLSCHWEISSEN IM BEREICH POWERTRAIN

Schrauben, Unterlegscheiben, Sicherungsringe – bis Ende der neunziger Jahre benötigte man eine Unmenge von Kleinteilen, um ein Autodifferentialgetriebe zusammenzuschrauben. Das bedeutete viel Gewicht, Material und einen hohen Montageaufwand. Für die Massenproduktionen im Automobilbereich war das nicht gerade wünschenswert. Das Laserverfahren des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff und Strahltechnik IWS in Dresden ist da deutlich effizienter. Es fügt Autobauteile binnen Sekunden aneinander. Nicht eine einzige Schraube ist dafür nötig. Alles in allem wird ein Differentialgetriebe damit zudem um zwei Kilogramm leichter.

Kein Wunder also, dass das IWS mit dieser Methode eine beeindruckende Erfolgsgeschichte geschrieben hat. Der Trick: Schweißen mit Laserstrahlen, eine Technologie, die Mitte der neunziger Jahre die bisherige Schweißtechnik revolutioniert hat. Mit ihr gelang es endlich auch extrem feste Materialien wie Stähle oder Gusseisen fehlerfrei zu schweißen. Beim Laserstrahlschweißen trifft der gebündelte Laserstrahl punktförmig auf die Werkstoffoberfläche und bringt sie kurzfristig zum Schmelzen. Selbst Bauteile aus harten Stählen lassen sich auf diese Weise extrem schnell schweißen, ohne dass sie sich dabei großartig verziehen.

Ein weiterer Vorteil gegenüber den herkömmlichen Schweißverfahren ist die berührungslose und damit verschleißfreie Arbeitsweise. Für bestimmte Bauteile hat sich diese Technologie inzwischen zu einem der wirtschaftlichsten und energieeffizientesten Fügeverfahren entwickelt. Materialien für Autos und Flugzeuge sollen immer stabiler, leichter, härter und umweltfreundlicher werden. Die Ansprüche steigen ständig und damit auch die Anforderungen an die schweißtechnischen Lösungen. Die IWS-Forscher sind deshalb kontinuierlich auf der Suche danach, speziell für die Antriebsstränge von Fahrzeugen neue Werkstoffe und Laserstrahlschweiß-Varianten intelligent miteinander zu verknüpfen.

Laser fügen Autobauteile binnen Sekunden aneinander.

GLÜCKLICHE FÜGUNG – DANK LASER

KUNSTSTOFFE MIT DEM LASER SCHWEISSEN

Es ist wie verflucht – das Rad vom Lieblingsspielzeugauto ist abgebrochen. Aber der gute alte Alleskleber aus der Werkzeugkiste will nicht funktionieren. So ähnlich ging es einem großen Automobilzulieferer, als er sich vor zwölf Jahren an das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen wandte. Die einzelnen Komponenten eines neu produzierten Autoschlüssels – innen liegende Elektronik und umgebende Kapselteile aus Kunststoff – ließen sich partout nicht miteinander verbinden. Gängige Verfahren versagten. Klebstoff war als Bindematerial zu teuer und erforderte außerdem aufwändige Handarbeit. Und beim Ultraschallschweißen wurde die Elektronik im Schlüsselinneren derart durchgerüttelt, dass der Schließmechanismus nicht mehr verlässlich funktionierte. Um dem Auftraggeber helfen zu können, gab es nur eine Lösung: Das ILT musste zwei Fachgebiete zusammenschweißen: die Kunststoff- und die Lasertechnik.

Das Ergebnis war ein gänzlich neues Verfahren: das Laserstrahl-Mikroschweißen. Wird der Laser auf die Plastikteile gerichtet, verflüssigt sich der Kunststoff. In dem rund 250 Grad heißen Schmelzbad verbinden sich die zwei Teile sofort. »Die Energie wird punktgenau dorthin gelenkt, wo sie wirken soll«, beschreibt Alexander Olowinsky, Leiter der Gruppe Aufbau- und Verbindungstechnik, die Vorteile des Laserschweißens.

Die Methode, die mit dem sprichwörtlichen Schlüsselkunden begann, erfreute sich zunehmender Beliebtheit und die Forscher haben sie weiter verbessert: Die Schmelznähte schrumpften, dafür wurde die Farbpalette der Kunststoffe, die geschweißt werden können, immer bunter. Und inzwischen geht es nicht mehr nur um Kleinteile: Der größte Gegenstand, den die Forscher mit dem Laser zusammenfügen, ist ein etwa 1,7 Meter langer Luftkanal, der im Auto unter dem Armaturenbrett versteckt ist. Doch nicht nur die Produzenten von Kunststoffkomponenten haben das Verfahren entdeckt. Auch Industriezweige, die wahrlich Filigranes produzieren, setzen auf die Technik: So fixiert der Laser Uhren gläser am Gehäuse. Und winzigen Mikrofluidikchips für die Laboranalytik mit ihren haardünnen Kanälen verpasst er zarte Deckelfolien. Die porenfreie Laserschweißnaht ist gerade einmal 0,1 Millimeter breit. Konventionelle Schmelzklebstoffe sind hier chancenlos, sie würden in die Kanäle fließen und diese verstopfen. Nicht so beim Laser-Mikroschweißen. Eine Sonderform des Laserstrahl-Mikroschweißens wurde 2007 mit dem ersten Platz des Ferchau-Innovationspreises ausgezeichnet.



Das Kunststoffgehäuse des Autoschlüssels wurde mit Laser geschweißt.

AUFGEPEPPTES PLASTIK

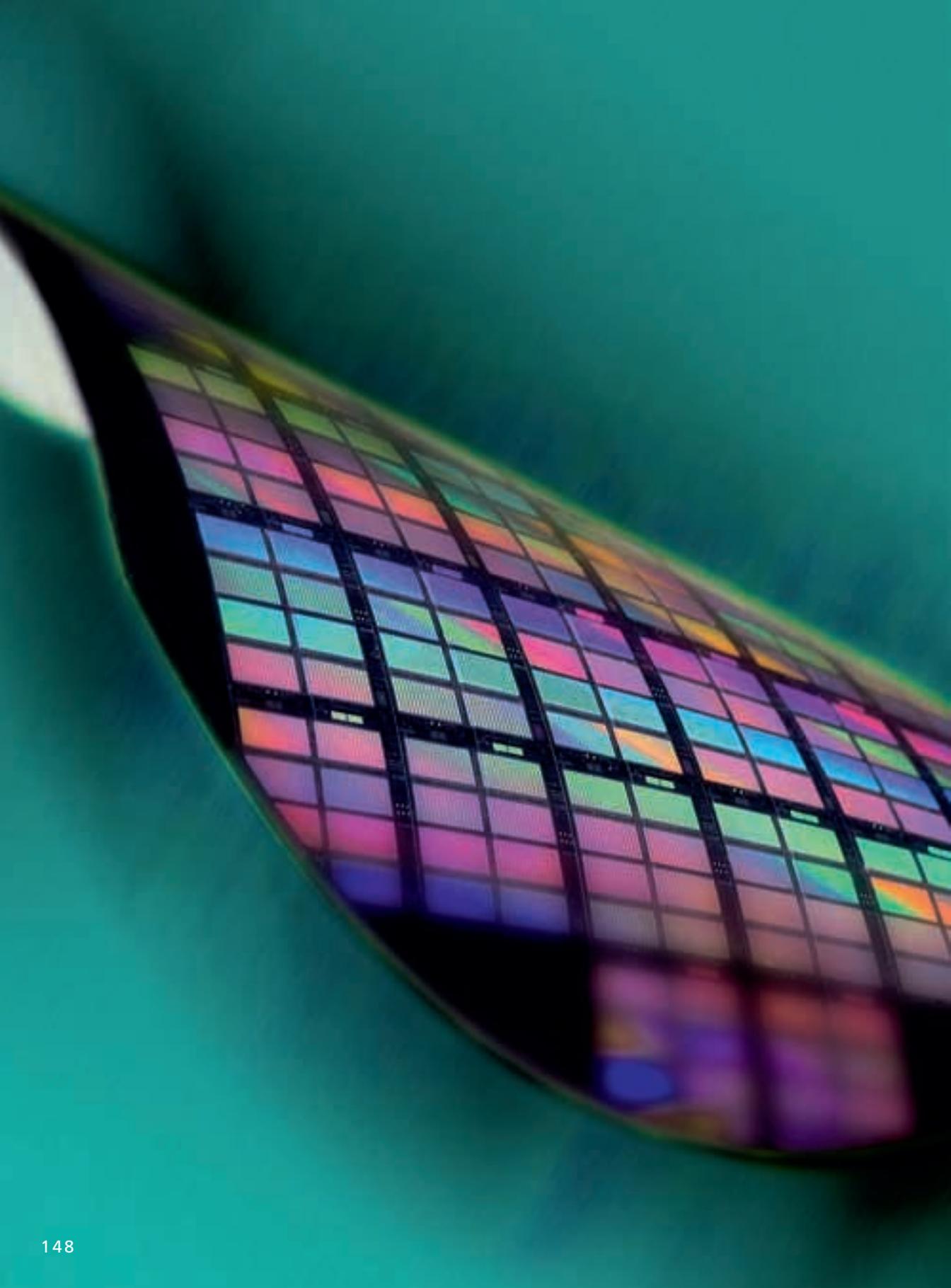
NEUE FERTIGUNGSTECHNIK FÜR VERBUNDWERKSTOFFE

Was haben Flips, Müsliriegel und Kartoffelklößchen gemeinsam? Sie werden in einem Extrusionsprozess hergestellt: Eine Maschine vermischt die Grundsubstanzen und knetet sie zu einem homogenen Teig. Dieser wird durch eine Düse gequetscht, extrudiert, anschließend portioniert und in Form gebracht.

So ähnlich läuft auch die Herstellung von Leichtbauteilen ab: Für die Automobilindustrie hat das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT in Pfinztal das LFT-D-ILC-Verfahren entwickelt – die Abkürzung steht für »Langfaser-Thermoplast-Direktprozess mit In-line-Compounding«. Zutaten sowie Endprodukte sind freilich andere als in der Lebensmittelproduktion. Und auch was die Verarbeitungszeit betrifft, gibt es Unterschiede, denn das Verfahren ist ausgesprochen flott: »Vom Einfüllen der Polymere in den Extruder bis zum gepressten und faserverstärkten Bauteil vergehen zwischen 25 und 45 Sekunden«, erklärt Dipl.-Ing. Oliver Geiger, ICT-Projektgruppenleiter Faserverbundwerkstoffe. Das Besondere an der zwischen 1998 und 2002 entwickelten Fertigungstechnik ist, dass sie zwei Arbeitsschritte verbindet. Die von ICT-Wissenschaftlern gemeinsam mit der Firma Dieffenbacher konzipierte Anlage benötigt nur insgesamt 45 Sekunden, um Kunststoffgranulate und Zusatzstoffe in den beheizten Zylinder eines Extruders, also eines Misch- und Fördergeräts, einzufüllen, aufzuschmelzen, zu vermischen und dann zum zweiten nachgeschalteten Extruder zu transportieren. Dort wird der »Plastikteig« mit Verstärkungsfasern aus Glas, Kohlenstoff, Hanf, Flachs oder Sisal gemischt. Die Fasern rollen von Endlosspulen. Erst Extruder Nummer 2 teilt sie in 20 bis 40 Millimeter lange Stücke. Das Materialrezept und die zugesetzten Verstärkungsfasern beeinflussen die Eigenschaften des Kunststoffes: Er wird steifer, fester, schlagzäher oder schwerer entflammbar. Anschließend wird die faserverstärkte Kunststoffschmelze portionsweise in ein Formwerkzeug gefüllt und mit einer Presse in Form gebracht – fertig sind die langfaserverstärkten Kunststoffbauteile.

»Unser Verfahren spart nicht nur Materialkosten. Es zeichnet sich auch durch eine hohe Produktivität aus«, fasst Geiger die Vorteile zusammen. Derzeit suchen die Pfinztaler Spezialisten nach alternativen Polymeren aus nachwachsenden Rohstoffen, wie etwa Maisstärke. Zusammen mit Naturfasern können so Bauteile für die Leichtbaufertigung entstehen, die zu 100 Prozent aus natürlichen Ressourcen bestehen – ein Vorteil in Zeiten knapper werdender Erdölreserven.





CHIPS – ULTRADÜNN UND FLEXIBEL

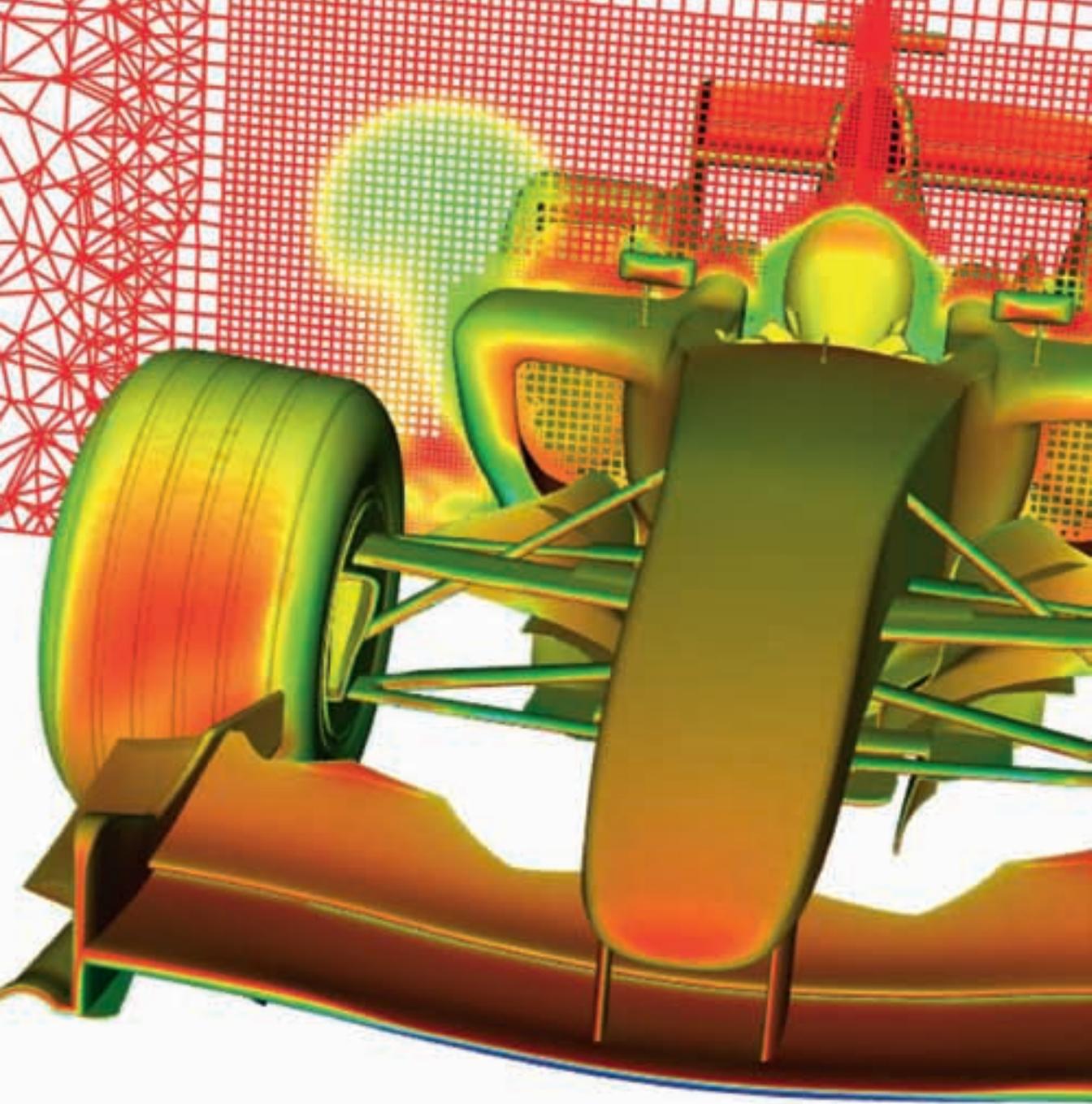
SCHLEIFVERFAHREN FÜR SILIZIUMWAFER

Wer glaubt, dass elektronische Chips immer klein, eckig und hart wie auf der EC-Karte sein müssen, der irrt: Sie können dünn sein wie Papier und flexibel wie Plastikfolie. Vor fast zehn Jahren gelang es Wissenschaftlern und Ingenieuren vom Münchner Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM, Silizium-Wafer auf 30 Mikrometer herunterzuschleifen. Zum Vergleich: Die dünnsten Chips, die heute auf dem Markt sind, messen immer noch 70 Mikrometer.

Die Innovation der Fraunhofer-Forscher ermöglicht eine ganze Reihe neuer technischer Anwendungen: beispielsweise flexible Leuchtanzeigen, die sich auf gewölbtem Untergrund fixieren lassen, oder medizinische Sensoren, welche am Handgelenk haften. Noch gab es allerdings keine Technik, mit der man die ultradünnen Siliziumscheiben weiterverarbeiten konnte. »Dazu gehören unter anderem Methoden, mit denen man den fertig bearbeiteten Wafer in einzelne Chips zerteilt«, sagt Projektleiter Christof Landesberger. Die klassische Säge erwies sich als ungeeignet – sie ist zu grob. Die Forscher entwickelten ein neues Verfahren: Sie beschossen ihre Wafer noch vor dem Dünnschliff mit Ionenplasma und ätzten auf diese Weise feine Gräben ins Silizium – an die Stellen, wo nachher die einzelnen Chips voneinander getrennt würden. Dann klebten sie den Wafer mit der Leiterbahnenoberseite auf eine Art Stützfolie und begannen, die reine Siliziumrückseite in gewohnter Manier abzuschleifen, solange, bis sie sich von hinten an die Gräben herangearbeitet hatten und die Chips sich voneinander lösten. Dicing-by-thinning – Vereinzeln durch Dünnen – taufte die Forscher ihre inzwischen patentgeschützte Methode.

Der nächste große Entwicklungsschritt war die Kombination der hauchdünnen Chips mit Polymerelektronik, kurz Polytronik: Eine Maschine bedruckt Kunststoffolie mit halbleitenden und leitenden Flüssigkeiten, dann werden die flexiblen Chips aufgeklebt, welche die Plastikelektronik steuern. Mit dieser Methode lassen sich leuchtende Displays herstellen. Noch testeten die Wissenschaftler die Sandwichs aus Folie und flexiblem Chip. Doch Landesberger ist zuversichtlich, dass das IZM die ersten Pilotprodukte schon in wenigen Jahren fertigen wird.

Flexibler Wafer.



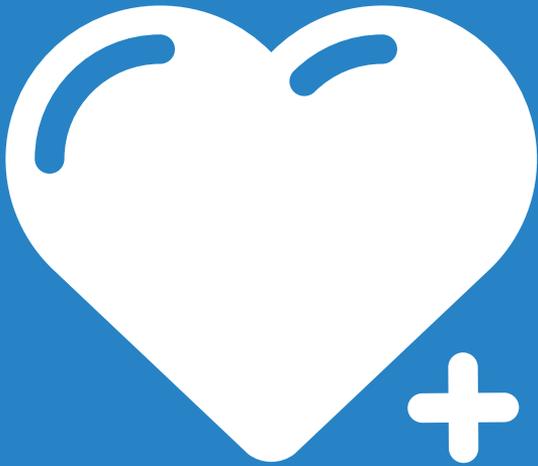
DER TURBOLÖSER

ALGEBRAISCHE MEHRGITTERVERFAHREN FÜR SYSTEME

Der Teufel steckt bekanntlich im Detail – kein Problem für ein ausgefuchstes Softwareprogramm aus dem Fraunhofer-Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI in Sankt Augustin. Das »Algebraische Mehrgitterverfahren für Systeme«, kurz SAMG, hilft beispielsweise, durch Simulation im Computer geeignete Ölbohrlöcher ausfindig zu machen oder Gussformen für Plastikspielzeug zu optimieren.

Um das Bohrloch oder die Gussform überhaupt im Computer abbilden zu können, legen Forscher ein Gitter aus vielen einzelnen Punkten über das Objekt und rekonstruieren es somit. »Auf diesem Gitter sitzen wiederum die Unbekannten, verbunden durch physikalische Größen wie Druck, Spannung oder Temperatur«, erklärt Dr. Klaus Stüben vom SCAI. Es entsteht ein lineares Gleichungssystem, das – je nach Anwendung – aus bis zu 100 Millionen Unbekannten bestehen kann. An dieser Stelle kommen Stüben und seine Kollegen ins Spiel: Sie bringen mit ihrer Software Ordnung in die Zahlenflut, und zwar bis zu hundert Mal schneller als die üblichen Verfahren. Und weil es nur noch um Gleichungen geht, ist SAMG unabhängig von der eigentlichen Anwendung. Das macht das System so vielseitig einsetzbar.

»SAMG ist ein Turbo unter den Lösern, ein Porschemotor, den wir in einen alten Käfer einbauen«, erklärt Stüben. Er selbst hat die Technologie Anfang der achtziger Jahre mit einem Kollegen entwickelt – damals war der Mathematiker seiner Zeit weit voraus, galten doch die industriellen Problemstellungen mit bis zu 10 000 Unbekannten als überschaubar klein: Der Einsatz der aufwändigen Technologie hätte keinen nennenswerten Vorteil gehabt. Zehn Jahre später aber war die Methode sehr gefragt – und das hat sich bis heute nicht geändert. Denn: Industrielle Simulationsaufgaben werden immer umfangreicher. Um sie zu bearbeiten, bedarf es schnellerer Lösungsverfahren – und damit auch der ausgeklügelten SAMG-Software.



ENERGIE
SICHERHEIT
KOMMUNIKATION
UMWELT
MOBILITÄT
PRODUKTION
GESUNDHEIT



EISKALTES ARCHIV

BIO- UND KYROBANKEN FÜR GEWEBEPROBEN

Um Zellen oder Gewebeproben über Jahre hinweg aufzubewahren, gibt es nur eine Möglichkeit – einfrieren bei minus 130 Grad Celsius. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik IBMT in St. Ingbert im Saarland arbeiten an der Kryokonservierung. Das griechische Wort »Kryos« bedeutet Eis und Kälte. Gekühlt werden die Proben mit flüssigem Stickstoff auf minus 196 Grad Celsius. Obwohl bei diesen Temperaturen sämtliche Lebensvorgänge still stehen, bleiben die tierischen, pflanzlichen oder menschlichen Zellen vollkommen intakt – und zwar über Jahrzehnte und Jahrhunderte hinweg. Die Lebendkonservierung macht es möglich, die Zellen zu jedem späteren Zeitpunkt zu vermehren und zu untersuchen. Sogar noch Jahrzehnte später können Wissenschaftler nach Genen, Erregern oder Krankheiten suchen, die heute nicht einmal bekannt sind.

2003 wurde die Europäische Kryoforschungsbank im Saarland eröffnet. Sie wird vom IBMT geleitet. Die Anlage gehört zu den modernsten, größten und sichersten Kryobanken der Welt. Auf einer Fläche von 1200 Quadratmetern können bis zu 150 Kryobehälter mit einem Fassungsvermögen von jeweils 1400 Litern installiert werden. Das Verdienst des IBMT ist es, die Tieftemperaturkonservierung gewissermaßen von Handarbeit auf Fließbandproduktion umgestellt zu haben. In der Kryoforschungsbank laufen viele Arbeitsschritte automatisch ab.

Jedes tiefgekühlte Objekt ist mit einem Speicherchip versehen, auf dem neben einer Kennnummer eine ausführliche Probenbeschreibung, die Rechtslage, die benutzten Datenformate oder Literaturdaten und Bildserien gespeichert werden können. Die Proben sind einzigartig und eine wichtige Grundlage für die künftige Entwicklung der Medizin und Biotechnologie.

Die Proben werden in flüssigem Stickstoff eingefroren.



Transparente Schallschlucker aus Acrylglas sorgen im ehemaligen Plenarsaal des Deutschen Bundestags in Bonn für gute Akustik.

MIKROLÖCHER SCHLUCKEN SCHALL

NEUARTIGE SCHALLABSORBER

Was verbindet Politiker, Bauarbeiter und Berufsmusiker? Sie können unter schlechter Akustik oder Lärm leiden. Während politische Redner oft beklagen, dass sie wegen der schlechten Raumakustik kaum zu verstehen seien, sind Arbeiter und Musiker häufig Opfer ihrer selbst produzierten Geräusche, denn Presslufthammer oder Posaunen im Orchestergraben bringen es auf Schallpegel von bis zu 120 Dezibel (dB).

Linderung schaffen die vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP in Stuttgart entwickelten Schallabsorber. »Das ist nicht nur ein Produkt«, erklärt der stellvertretende Institutsleiter und Chef der Abteilung Akustik, Dr. Philip Leistner. »Wir bieten eine ganze Bauteilfamilie.« Die Erfolgsgeschichte begann 1994. Damals wurde der Plenarsaal des Deutschen Bundestags im Bonner Wasserwerk mit Unterstützung der IBP-Experten akustisch saniert. Der Grund: Redner hatten sich über Klangverfälschungen im Saal beschwert und darüber, dass sie kaum zu verstehen seien. Um die lichte, moderne Optik mit viel Glas zu erhalten, entwickelten die Stuttgarter Forscher transparente Schallschlucker aus Acrylglas. Der Trick: In den durchsichtigen Kunststoffplatten stecken Tausende Minilöcher. »Damals waren solche mikroperforierten Absorber eine visionäre Idee«, erinnert sich Leistner, »denn die Löcher mit einem Durchmesser von weniger als einem Millimeter wurden zunächst mechanisch, dann mit Laserstrahlen gebohrt.« Kurze Zeit später kamen durchsichtige Folien- und Membranabsorber made in Schwaben auf den Markt. Heute gibt es eine ganze Palette akustisch und technologisch ausgereifter Produkte für Wände, Möbel und Schallschirme.

Ein anderes Bauprinzip entwickelten die IBP-Wissenschaftler zum Schutz von Musikern und deren lärmgeplagten Ohren. In den Orchestergräben sind Bläser, Streicher und Schlagzeuger auf engstem Raum ihren eigenen Tönen, den Schallwellen der Kollegen und den Raum-reflexionen ausgeliefert. Die Folge: Kaum einer kann das eigene Instrument wahrnehmen. Viele leiden an Gehörschäden. Doch auch dafür gibt es am IBP eine Lösung: Mit zehn Zentimeter dicken und leicht montierbaren Schallabsorbern lassen sich vor allem Töne im tiefen und lauten Bereich wirksam dämpfen. »Unsere Resonatorplatten bestehen vereinfacht gesagt aus Blech plus Schaum«, erklärt Leistner, »und die schlucken ganz schön was weg.« Mehr noch: Sind die Resonatorplatten im Orchestergraben verbaut, hören sich die Musiker gegenseitig deutlich besser. Und auch der Dirigent ist einfacher zu verstehen. Derzeit arbeiten die Akustikspezialisten an Lärmschluckern für Großraumbüros. Basiselemente und -patente sind fertig, doch sie müssen noch preiswerter, effizienter und leichter werden, damit künftig auch die Bürobiensteten ungestörter arbeiten können.

SILBER SCHÜTZT VOR BAKTERIEN

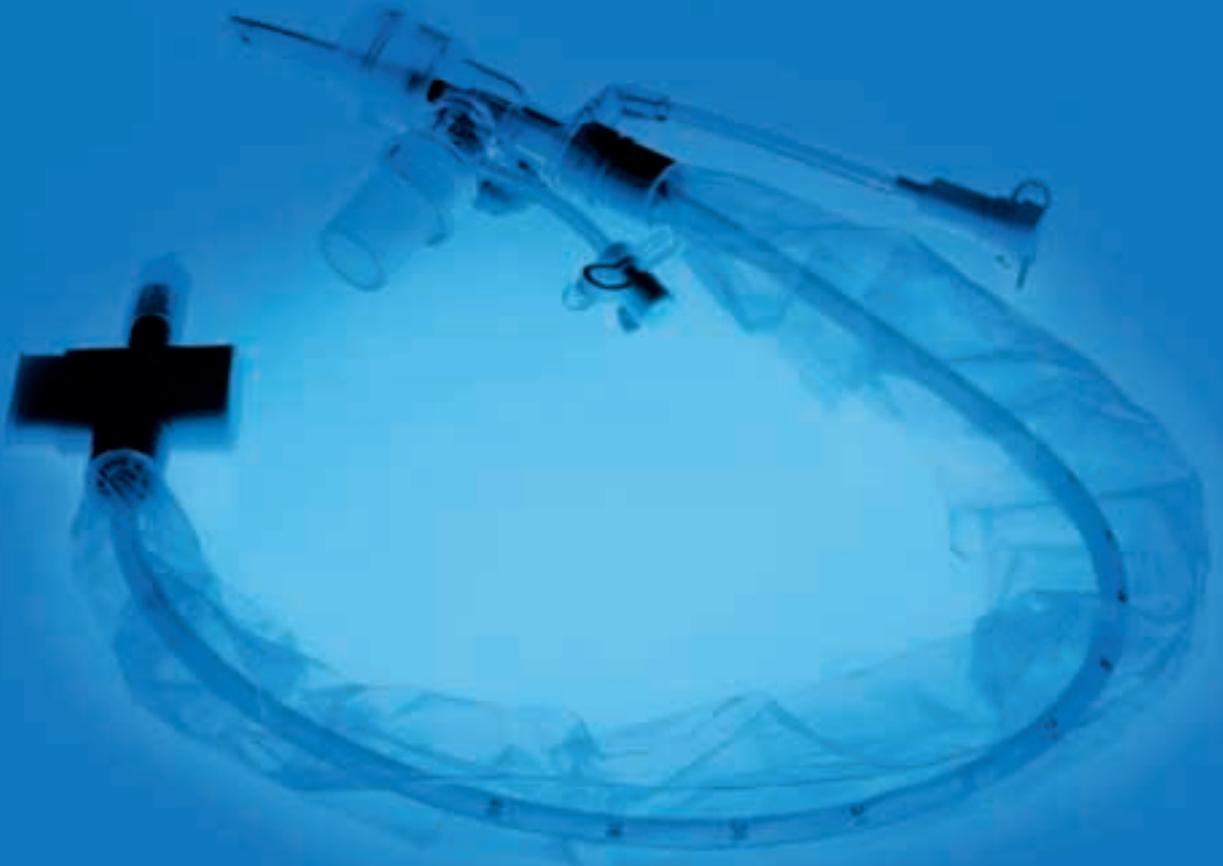
NANOSILBER WIRKT ANTISEPTISCH

Silber ist Gold wert – das wussten schon unsere Urgroßmütter. Sie legten damals eine Silbermünze in die Milch, damit sie länger frisch blieb. Die antiseptische Wirkung des Edelmetalls ist seit mehr als 3000 Jahren bekannt. Noch heute werden Nabelwunden von Babys mit Silberpulver sterilisiert.

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM in Bremen haben das zur Desinfektion bewährte Hausmittel Mitte der 90er-Jahre mithilfe der Nanotechnologie noch wirksamer gemacht: Das Silber wird dabei in einer Edelgasatmosphäre verdampft, als Pulver abgeschieden und direkt weiter verarbeitet. Das Einsatzspektrum reicht von Textilfasern über Heftpflaster bis zu medizinischen Instrumenten. In Kooperation mit der Firma Bio-Gate, einer Ausgründung der Universität Erlangen, entwickelten die Forscher das Edelmetallprodukt bis 2003 zu einer auf die Medizintechnik zugeschnittenen silberhaltigen Nanobeschichtung weiter. Der Hintergrund: Nach jeder Operation besteht die Gefahr, dass durch verunreinigte Skalpelle, Katheter oder Implantate Keime in den Körper gelangen und mitunter lebensbedrohliche Infektionen auslösen.

Allein in Deutschland erkranken jährlich Tausende von Patienten an diesen Krankenhausinfektionen. Werden die medizinischen Geräte hingegen mit den winzigen Silberpartikeln beschichtet, haben die Bakterien kaum Überlebenschancen. Der Trick: Die Silberteilchen mit einem Durchmesser von wenigen Millionstel Millimetern geben kontinuierlich positiv geladene Ionen ab und machen den Mikroben das Leben schwer. Die Silberionen zerstören lebenswichtige Enzyme der Bakterien, destabilisieren sie und stören die Zellvermehrung. Katheter und Co., die mit Silber überzogen sind, bleiben deshalb keimfrei. Patienten sind so vor gefährlichen Infektionen besser geschützt.

Inzwischen vermarktet Bio-Gate das Nanosilber. 2005 hat das heute börsennotierte Unternehmen das gesamte Prozess-Know-how sowie die Anlagentechnik vom IFAM erworben.



Medizinische Geräte wie Katheter oder Implantate werden mit einer silberhaltigen Nanobeschichtung versehen.



NEUE MITTEL GEGEN MS

MODIFIZIERTES INTERFERON-BETA IST BESSER LÖSLICH

Etwa 2,5 Millionen Menschen sind weltweit von Multipler Sklerose (MS) betroffen: Bei der Krankheit werden die Reizleitungen des Nervensystems nach und nach zerstört. MS gehört zu den häufigsten Erkrankungen des zentralen Nervensystems. Behandlungserfolge wurden bisher nur mit einem körpereigenen Protein, dem Interferon-beta, erzielt. Dieser Wirkstoff verlangsamt das Fortschreiten der Krankheit: Die Anzahl der für MS typischen »Schübe« verringert sich.

Mit Cinnovex gelang es dem Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart als erster Fraunhofer-Einrichtung, ein therapeutisches Protein zu entwickeln, das als Arzneimittel zugelassen wurde. Die Wissenschaftler stellten das Medikament, ein Interferon-beta, in Zusammenarbeit mit einer iranischen Biotechfirma mithilfe von Säugetierzellen her. Mittlerweile wird es auf dem iranischen Markt vertrieben. Um die Behandlung von MS-Patienten weiter zu verbessern, arbeiten die IGB-Forscher zudem an neuen, noch wirksameren therapeutischen Interferonproteinen.

Ein Beispiel: Soluferon, ein Medikament, das zurzeit noch klinisch getestet wird. Diese Interferonvariante wurde über einzelne Eiweißbausteine, die Aminosäuren, so verändert, dass sie sehr viel löslicher und aktiver als die ursprüngliche Ausgangsform ist. Im Vergleich zu den herkömmlichen Interferon-beta -Arzneimitteln kann der Körper den Soluferonwirkstoff besser aufnehmen. Da das Protein im Stoffwechsel aktiver ist, benötigt der Patient deutlich weniger Wirkstoff, um denselben oder gar einen besseren Behandlungserfolg zu erzielen. Am IGB werden die Interferonvarianten und weitere therapeutische Proteine auch in Bakterien produziert. Der Vorteil gegenüber der Herstellung in Säugerzellen sind die geringeren Kosten: Die Bakterien produzieren in kürzester Zeit sehr viel mehr Interferon. Allerdings unterscheidet es sich in seiner Struktur von dem körpereigenen Protein und wird deshalb von vielen Patienten weniger gut vertragen.

*Bei MS werden die Reizleitungen des Nervensystems zerstört.
Einige Betroffene sind auf den Rollstuhl angewiesen.*



FENSTER IN DEN KÖRPER

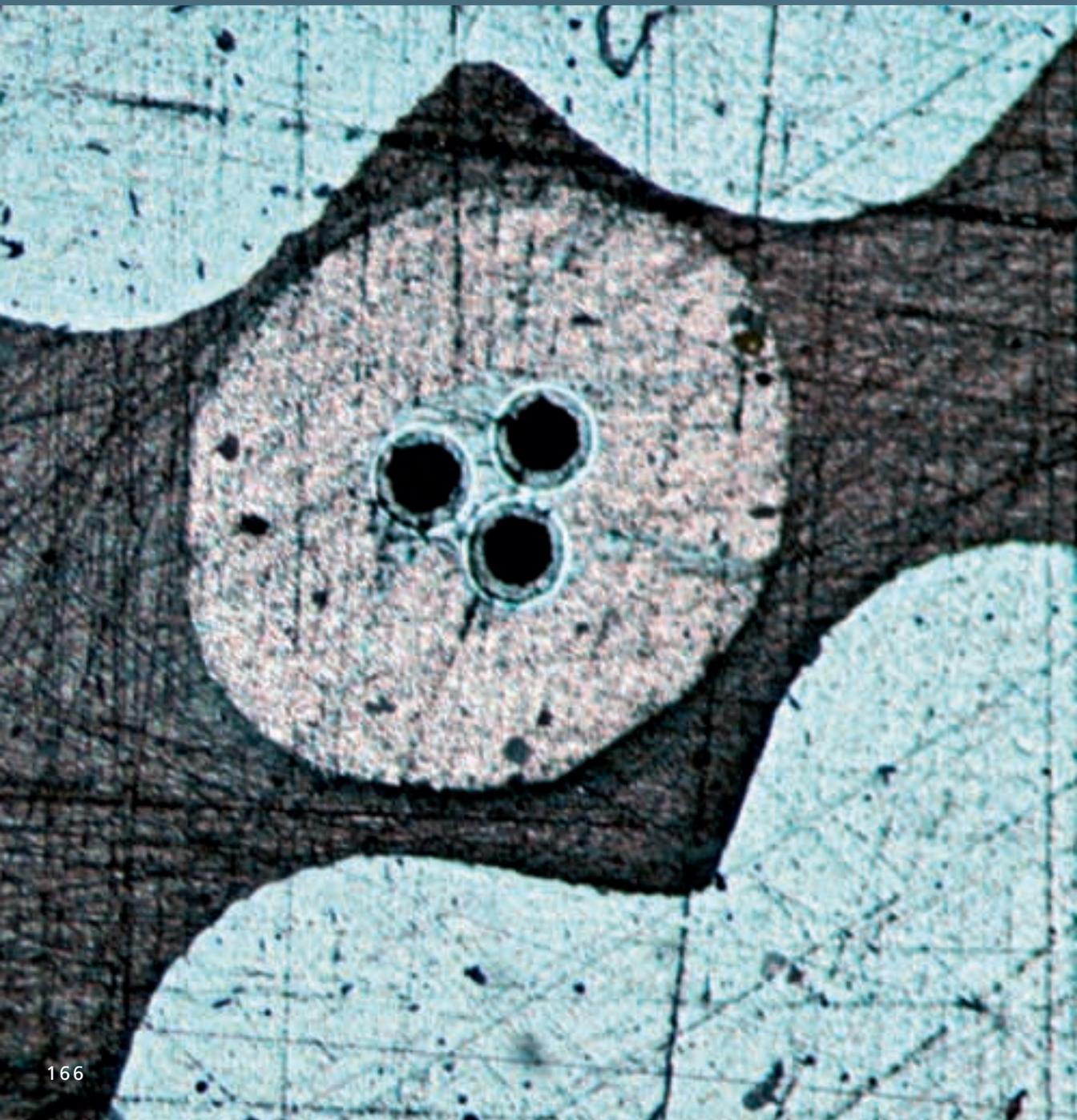
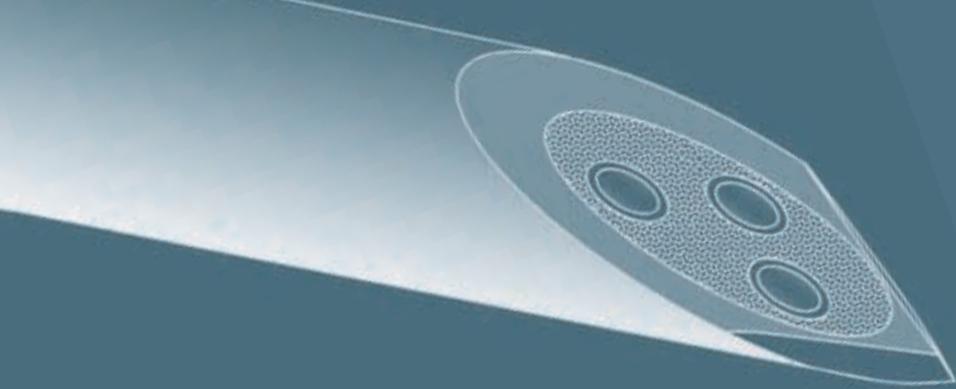
ERWEITERTE REALITÄT ERLEICHTERT OPERATIONEN

Für Patienten sind Schlüsselloch-Operationen meist weniger belastend als herkömmliche Eingriffe. Für den behandelnden Arzt sind die minimal-invasiven OPs eine Herausforderung – anders als bei offenen Operationen kann er nicht sehen oder ertasten, wo die einzelnen Organe liegen und wo genau im Körper sich die von ihm eingesetzten Instrumente gerade befinden. Was fehlt, ist ein Navigationssystem für Operateure.

Genau das haben Wissenschaftler am Fraunhofer-Institut für Graphische Datenverarbeitung IGD in Darmstadt entwickelt. MEDARPA (Medical Augmented Reality for Patients) kombiniert zuvor aufgenommene Patientenbilder mit aktuellen Positionsdaten endoskopischer Geräte und hilft so dem Arzt, sich zu orientieren. Dazu projizieren die Mediziner existierende Aufnahmen – beispielsweise von Ultraschall- oder Computertomographie-Untersuchungen – auf ein halbtransparentes Display, das über den Patienten gelegt wird und mit dessen innerer Anatomie millimetergenau übereinstimmt. Auf dem chirurgischen Instrument wiederum sind optische Reflektoren und kleine magnetische Sensoren angebracht. Mit deren Hilfe wird die aktuelle Position des Instruments im Körper des Patienten übermittelt und passgenau in das Display eingespielt. »So kann der Arzt während der Operation quasi in den Patienten hineinblicken, ohne seinen Blick von der Operationsstelle abwenden zu müssen«, sagt Prof. Dr.-Ing. Georgios Sakas, Leiter des Bereichs Medizinische Bildverarbeitung am IGD. Bei diesem Projekt steht die Handhabbarkeit im Vordergrund. Damit das System im Alltag tatsächlich helfen kann, darf es den Arzt nicht beeinträchtigen. Datenbrillen, Kabel oder komplizierte Geräte würden nur stören. MEDARPA kommt ohne sie aus.

Dieses virtuelle Fenster in den Körper haben Mediziner 2002 erstmals erfolgreich eingesetzt. Unter anderem wurde es in der Herzchirurgie der Universitätsklinik Frankfurt und der Strahlenklinik in Offenbach bei Tierversuchen und auch bei Operationen getestet. »Obwohl der Prototyp seine Praxistauglichkeit eindrucksvoll beweisen konnte, wird er im klinischen Alltag noch nicht eingesetzt. MEDARPA ist derzeit sehr kostenintensiv«, erklärt Sakas. »Im Gesundheitswesen ist dafür im Moment leider noch kein Geld vorhanden«.

Bilder von Ultraschall- oder Computertomographie-Untersuchungen werden auf ein halbtransparentes Display projiziert.



KLEINER STICH, GROSSE WIRKUNG

PUNKTIONSNADEL AUS FASERVERSTÄRKTEM KUNSTSTOFF

Ein Bandscheibenvorfall ist äußerst schmerzhaft – viele Patienten können sich danach nur robbend durch die Wohnung bewegen. Da hilft meist nur eine schmerzlindernde oder betäubende Injektion. Das Problem: Die Mediziner können bei solchen »minimalinvasiven Eingriffen« die exakte Platzierung der Kanüle nur mithilfe moderner Bildgebungsverfahren wie der Magnetresonanztomographie (MRT) oder der Computertomographie (CT) kontrollieren.

Nutzt der Mediziner die MRT fällt bei der Herstellung von Schnittbildern der menschlichen Organe keine Strahlung an. Zudem stellt das Verfahren weiches Gewebe kontrastreich dar – ein entscheidender Vorteil bei komplizierten Eingriffen an der Wirbelsäule. Allerdings können beim MRT keine herkömmlichen Instrumente aus Metall eingesetzt werden. Sie beeinflussen das Magnetfeld und rufen im Bild Störungen, Artefakte, hervor. Das erschwert eine genaue Positionierung. Die am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen entwickelte Punktionsnadel aus faserverstärktem Kunststoff hingegen verursacht keine Fehlerbilder. »Die Nadeln sind für die Ärzte gut sichtbar und haben bessere mechanische Eigenschaften als Titan- oder Edelstahlprodukte«, erklärt Dipl.-Ing. Adrian Schütte, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Bereich Faserverbund- und Lasersystemtechnik.

Die neuen Kanülen aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) sind steif und doch biegsam und lassen sich zum Beispiel auch bei der Entnahme von Gelenkflüssigkeit nutzen. Das Hightechmaterial Carbon wird schon seit Jahren im Bootsbau und im Motorsport verwendet. Es besteht aus zwei Komponenten: den Kohlenstofffasern, die Zug- und Druckbelastungen gut aushalten, und dem Kunststoff, der die Fasern zusammenhält.

Die Punktionskanülen sind seit Ende 2006 zugelassen. Sie werden im Strangziehverfahren in zwei Längen (10 und 15 cm) hergestellt und haben einen Durchmesser von 0,8 mm. Derzeit arbeiten die IPT-Forscher an einem Novum: einem Führungsdraht aus glasfaserverstärktem Kunststoff für Eingriffe im MRT, mit dem Katheter im Körper platziert werden können. Die Entwicklung ist abgeschlossen, jetzt wird die medizinische Zulassung vorbereitet.

Die Kanülen aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff lassen sich auch bei der Entnahme von Gelenkflüssigkeit nutzen.

DAS LABOR FÜR UNTERWEGS

ELEKTRONISCHER BIOCHIP

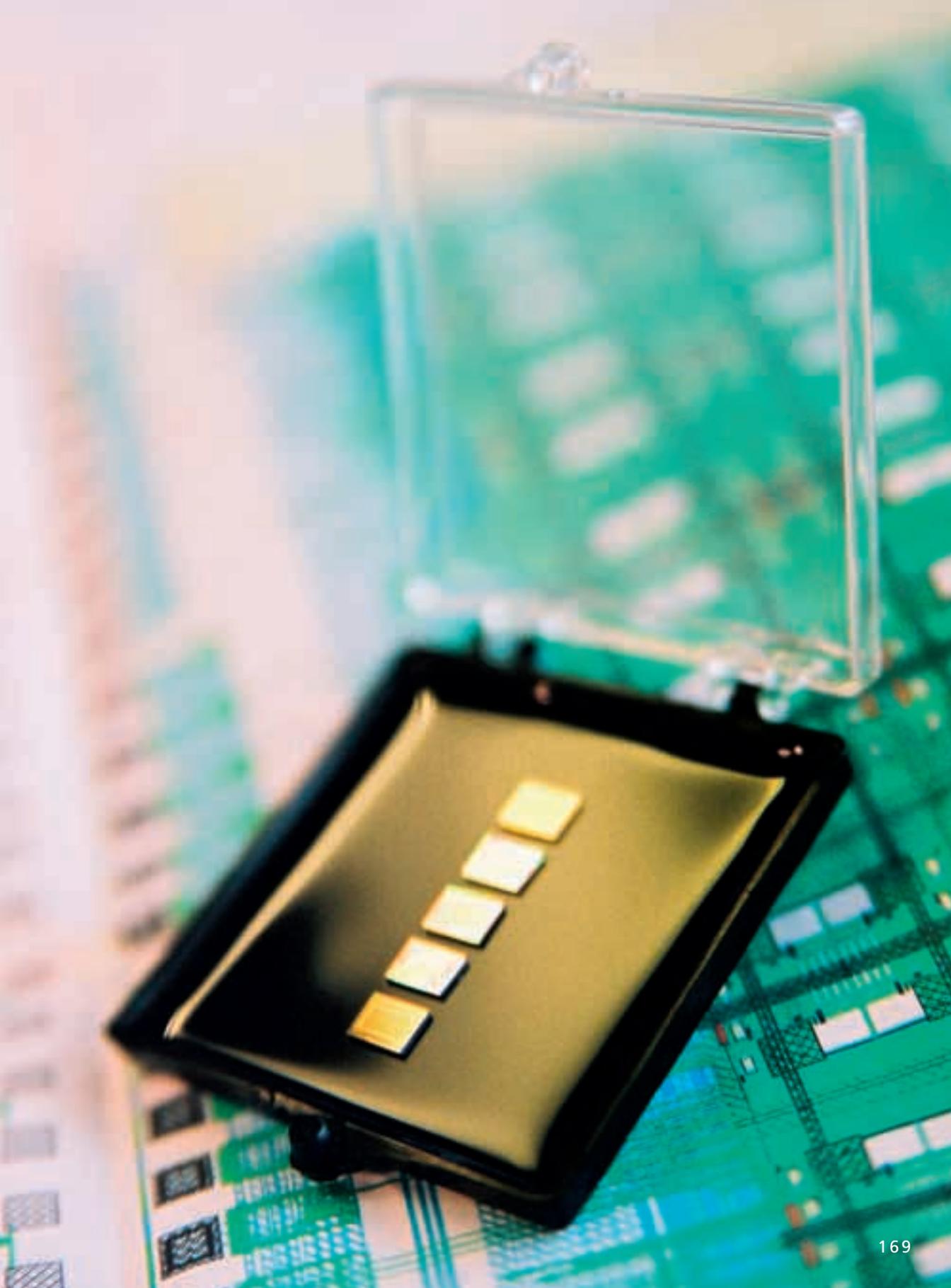
Das Aufspüren biologischer oder chemischer Moleküle gleicht manchmal der sprichwörtlichen Suche nach der Nadel im Heuhaufen. Bisher sind meist große Apparate und aufwändige Analysen notwendig, wenn Mediziner wissen wollen, ob sich im Blut von Patienten Eiweiße befinden, die auf Herz- oder Krebserkrankungen hindeuten, oder wenn Katastrophenschützer nach Bakterien oder Viren in Wasser- beziehungsweise Luftproben fahnden.

Ein elektronischer Biochip mit Minilabor reduziert den Aufwand. Dr. Rainer Hintsche vom Fraunhofer-Institut für Siliziumtechnologie ISIT in Itzehoe hat mit seiner Abteilung in den 1990er-Jahren diesen neuartigen Biochip erarbeitet und zusammen mit Kollegen von Infineon Technologies und Siemens weiterentwickelt. Kernstück der Mini-Analytik ist ein handlicher elektrischer Chip, der mit Fänger-molekülen ausgestattet ist. Er eignet sich für den Nachweis von Krankheitserregern, Proteinen oder Erbgutabschnitten. Dockt die gesuchte Substanz am Fänger an, entsteht ein winziger elektrischer Impuls und der Chip gibt Alarm.

Neu ist, dass das Gerät diagnostische Informationen durchgängig elektronisch verarbeitet und ausgibt. Damit ist es schneller und robuster als herkömmliche optische Analyse-Systeme. Musste der Wissenschaftler oder Mediziner früher Stunden oder sogar Tage warten, ehe er die gewünschten Analysen aus dem Großlabor bekam, liefert diese Biochiptechnik das Ergebnis innerhalb von Minuten oder höchstens Stunden. Da das System portabel ist, lassen sich Untersuchungen direkt an Ort und Stelle durchführen. Der Transport der Proben zum Großlabor entfällt.

2004 erhielt das Entwickler-Team für seine Erfindungen den Deutschen Zukunftspreis des Bundespräsidenten. Inzwischen vermarktet Hintsche den Chip in der von ihm gegründeten Firma AJ eBiochip, einer Tochter der Analytik Jena. Etwa fünfzig Geräteplattformen sind bereits im Einsatz, die sich mit verschiedenen Chip-Typen bestücken lassen.

Mit dem elektronischen Biochip lassen sich Proben sofort vor Ort analysieren.



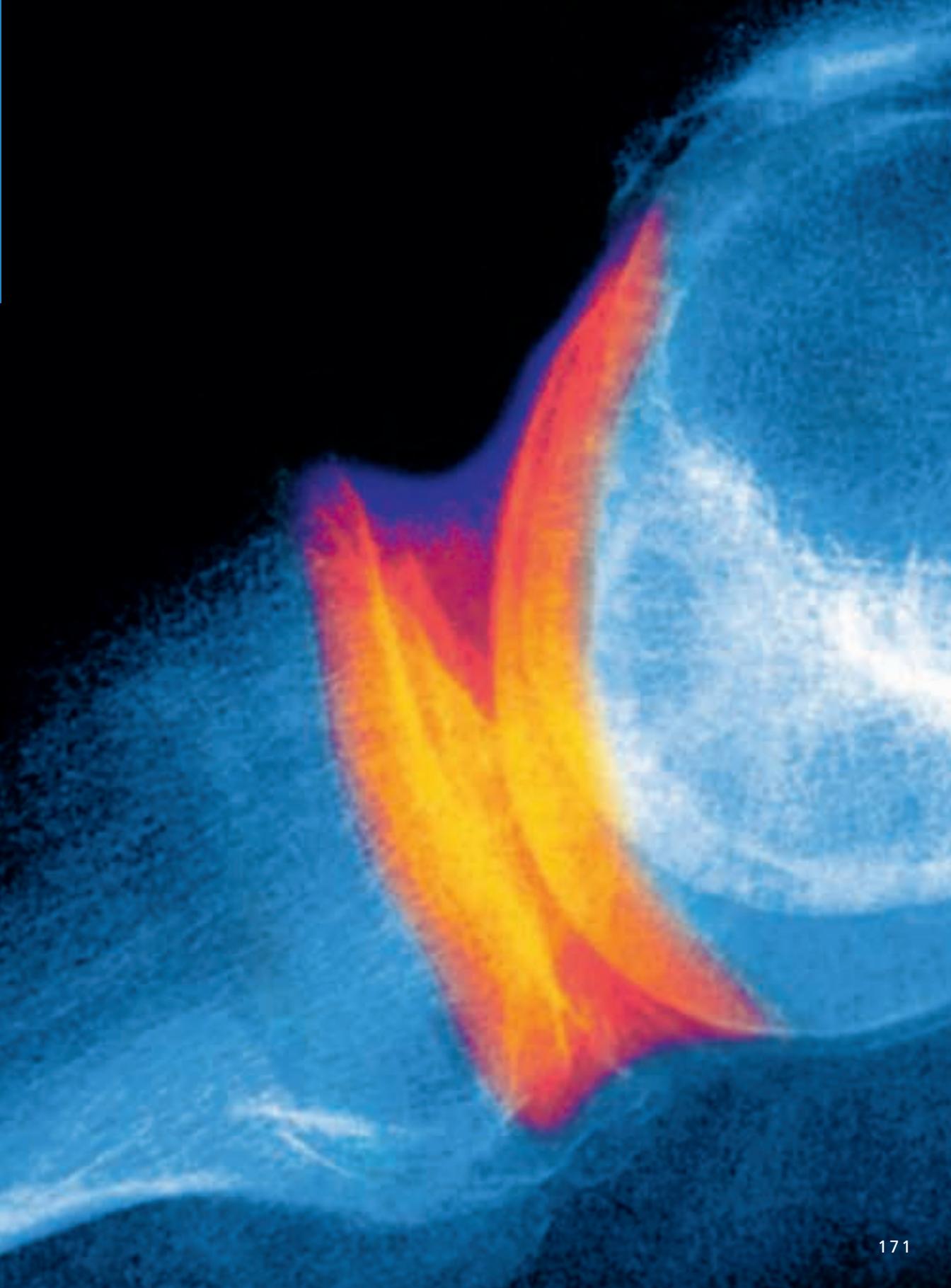
KNORPEL AUS DER RETORTE

TRANSPLANTAT AUS KÖRPEREIGENEN ZELLEN

Ein langer Pass, ein kurzes Dribbling. Der Spieler stolpert, fällt – und schreit vor Schmerzen. Die Diagnose: Knorpelschaden im Knie. Eine folgenschwere Verletzung für den Hobbykicker, denn bei Erwachsenen regeneriert sich Knorpel kaum. Oftmals wächst sich die Verletzung zur Arthrose aus, der weltweit häufigsten Gelenkerkrankung. Allein in Deutschland setzen Chirurgen deshalb jährlich etwa 70 000 künstliche Kniegelenke ein. Experten schätzen die Kosten auf 200 Millionen Euro pro Jahr. Eine günstigere und zudem patientenfreundlichere Variante ist der Knorpel aus dem Reagenzglas. Bei dem bisher üblichen Verfahren wird dem Betroffenen zunächst gesundes Knorpelgewebe entnommen und vermehrt. Nach einiger Zeit folgt die zweite OP: Der Arzt spritzt die Lösung mit den Knorpelzellen in den mit einem Knochenhautlappen abgedichteten Knorpeldefekt. Das Problem des technisch sehr anspruchsvollen Verfahrens besteht darin, dass die Knorpelzellen in der Flüssigkeit »schwimmen« und sich diffus verteilen: Dass die heilbringenden Zellen tatsächlich im verletzten Gelenk verbleiben, ist nicht garantiert. Deshalb haben Forscher vom Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB in Stuttgart eine Alternative entwickelt: ein gelartiges Knorpelimplantat, das exakt in den defekten Knorpel eingepasst wird.

Auch bei dieser Methode züchten die Forscher zunächst körpereigene Knorpelzellen, die in eine Art Schwamm aus Kollagen gegossen werden. Die Zellen verteilen sich in der gelartigen Substanz dreidimensional. Der Chirurg spritzt also keine Flüssigkeit mehr, sondern implantiert ein Knorpelkonstrukt von bestimmter Größe und Dicke, das direkt in den Defekt geklebt wird. Der Knochenhautlappen ist damit überflüssig. Dadurch verkürzt und vereinfacht sich die Operation. Inzwischen vertreibt Arthro Kinetics, eine IGB-Ausgründung, das Knorpelregenerations-Verfahren. Unter dem Namen CaReS wurde das Knorpelkonstrukt bereits mehr als 2000 Patienten erfolgreich implantiert.

Schäden am Knorpel sind besonders problematisch, da das Gewebe sich nicht mehr regeneriert.





Dactylis glomerata
Gräserpollen 20g

Forscher untersuchen, wie sich Pollen in bestimmten Konzentrationen und Kombinationen auswirken.

ATMEN FÜR DIE FORSCHUNG

KLINISCHE ATEMWEGSFORSCHUNG

Schnief, keuch, heul: Wenn die ersten Gräser, Bäume oder Sträucher blühen und ihre Pollen streuen, ist es bei vielen Menschen vorbei mit den Frühlingsgefühlen. Stattdessen plagen sich Betroffene mit Niesattacken und Augenjucken. Immer häufiger treten Allergien wie Heuschnupfen auf, immer mehr Menschen leiden an Atemwegserkrankungen, etwa Asthma bronchiale oder Bronchitis. Wie wirken sich ultrafeine Stäube, Abgase, Ozon, Stickoxide oder allergene Stoffe wie Pollen auf Bronchien und Lunge aus? Hemmen Asthmamedikamente tatsächlich Entzündungen? Antworten auf diese Fragen finden die Forscher des Fraunhofer-Instituts für Toxikologie und Experimentelle Medizin ITEM in Hannover in der seit 2000 bestehenden Abteilung für Klinische Atemwegsforschung.

Kernstück der Abteilung sind die drei mit Hightechinstrumenten zur Herstellung von verschiedensten Umweltatmosphären ausgestatteten Expositionsräume. »Wir können dort unabhängig von der Jahreszeit und Wetter unter kontrollierten Bedingungen untersuchen, wie sich eine ganz bestimmte Pollenmenge und -zusammensetzung oder mit Abgasen und Nano-Partikeln belastete Luft auf die Probanden auswirkt«, erklärt Institutsleiter Prof. Dr. Dr. Uwe Heinrich. Um neue therapeutische Wirkstoffe zu untersuchen, wird gerade die kontrollierte Exposition von Probanden gegenüber luftgetragenen Allergenen von der internationalen Pharmaindustrie genutzt. Die Pharmaforschung und -entwicklung ist ein Schwerpunkt des Instituts: Sowohl für die Pharma- und Biotechnologie-Industrie als auch für öffentlich geförderte Forschungsgruppen bietet das Institut eine GXP-Prüfungsplattform nach international standardisierten und zertifizierten Normen der Arzneimittelbehörden an. »Damit gewährleisten wir als einziges Institut in Deutschland eine kompetente Forschung und Dienstleistung sowohl für präklinische und klinische Studien als auch für die Entwicklung und Herstellung klinischer Prüfpräparate«, erläutert Heinrich. »Damit decken wir für entzündliche und allergische Erkrankungen der Lunge die forschungsintensive Schnittstelle zwischen präklinischen Modellen und ersten Untersuchungen am Menschen ab.«

Doch bis es so weit war, musste Heinrich hart dafür kämpfen: »Die Fraunhofer-Gesellschaft galt als ingenieurwissenschaftliche Organisation und sollte plötzlich in der klinischen Medizin forschen. Das fanden Zuwendungsgeber und Vorstand damals abwegig«. Inzwischen ist das Institut international anerkannt. Damit die Forscher künftig mehr Platz für ihre klinische Auftragsforschung und für frühe Klinische Studien der benachbarten Medizinischen Hochschule Hannover und dem Helmholtz Zentrum für Infektionsforschung haben, wird ein 40 Millionen teures Translationszentrum, das »Hannover Center for Translational Medicine« HCTM gebaut. Hier sollen neue Arzneien nicht nur für Asthmatiker und Heuschnupfengeplagte, sondern auch für andere Patienten auf Wirksamkeit hin untersucht werden.



DER KALTE WEG ZUR FETTARMEN WURST

HERSTELLUNGSVERFAHREN FÜR KALORIENARME WURST

Bierschinken, Leberkäse oder Salami – ein Gaumenschmaus, der es in sich hat. Doch bei einem Fettgehalt von bis zu 40 Prozent bleibt manch einem der Bissen im Hals stecken, liegt doch inzwischen eine leichte Ernährung voll im Trend. Einen Ausweg aus der kalorienreichen Misere fanden die drei Wissenschaftler Peter Eisner, Klaus Müller und Christian Zacherl vom Fraunhofer-Institut für Verfahrens- und Verpackungstechnik IVV in Freising in Zusammenarbeit mit dem Metzgermeister Josef Pointner aus dem Allgäu. Sie haben ein Verfahren entwickelt, mit dem sich der Fettgehalt von Schweine- und Rinderwurstsorten auf zwei bis drei Prozent reduzieren lässt. Und trotzdem schmeckt' s. Der Trick: Sehr mageres Fleisch wird so verarbeitet, dass es mehr Wasser speichern kann. Die leichte Variante erreicht so eine Konsistenz wie fetthaltige Wurst.

Dreh- und Angelpunkt ist der Kutter, eine Schüssel, die um scharfe, rotierende Messer kreist. Mageres Fleisch, Gewürze und Eis werden darin gemischt. Bei herkömmlichen Kuttern entstehen an den Messern Temperaturspitzen von bis zu 75 Grad Celsius. Die Folge: Die Proteine bilden Klümpchen und verlieren teilweise die Fähigkeit, Wasser zu binden. In der institutseigenen Wurstküche wurde schließlich eine Reihe von Versuchen gefahren, um den idealen Fettgehalt und die richtige Konsistenz des Bräts zu erreichen. Der Schlüssel zum Erfolg: Die Temperatur muss kontrolliert und Kuttermesser sowie Brät immer wieder gekühlt werden. Dabei kommt es auf den richtigen Zeitpunkt an: Nur einen Moment zu spät, dann wird das Brät zu heiß, die Proteine verklumpen und können weder Wasser binden, noch dem Fleisch die richtige Konsistenz geben. Entwickelt haben die Wissenschaftler und der Metzger inzwischen die gesamte Bandbreite an Brühwurstprodukten wie Mortadella, Wiener Würstchen oder Leberkäs.

Für die Entwicklung rund um die Fitnesswurst erhielten sie den von ehemaligen Vorständen und Institutsleitern der Fraunhofer-Gesellschaft gestifteten Preis »Technik für Menschen«. Das Projekt zeigt, dass auch kleine Handwerksbetriebe von einer Fraunhofer-Kooperation profitieren.

Wurst muss nicht immer viel Fett enthalten.

BUTLER AUF VIER RÄDERN

DER SERVICEROBOTER KANN IM HAUSHALT HELFEN

Ja, zugegeben, Ulrich Reiser hat schon einmal daran gedacht, das IPA-Baby aus dem Labor zu entführen und bei einer Geburtstagsfeier der Verwandtschaft vorzustellen. Der mobile Haushaltsroboter gäbe bei der Party eine gute Empfangsdame oder Servierkraft ab. Doch die Dienstleistungsmaschine namens Care-O-bot wiegt satte 150 Kilogramm – zu schwer, um sie aus dem Stuttgarter Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA zu schmuggeln. Außerdem gibt es momentan nur zwei Stück der neuesten Version des handgebauten Roboters, des Care-O-bot 3. Vor mittlerweile fast zehn Jahren erblickte der erste Care-O-bot das Licht der Welt. Seitdem wurde er laufend verbessert. »Derzeit arbeiten wir an der Version 3.5«, erzählt Reiser, der Projektleiter für die Entwicklung des Assistenzroboters.

Schon der Care-O-bot 3 beherrscht das Kellnerhandwerk ziemlich gut: Bekommt er via Touchscreen einen Befehl – beispielsweise »Hole eine Tasse Kaffee!« – sucht er nach dem gewünschten Gegenstand. Durch 3-D- und Farbkameras, sowie Laserscanner macht er sich ein genaues Bild von der Umgebung. Hat er die Tasse entdeckt, setzt er sich in Bewegung. Vier voneinander getrennt gesteuerte Räder manövrieren ihn geschickt um Personen und Hindernisse herum. Mit einem hochflexiblen Arm und drei Fingern greift der Roboter nach der Tasse und stellt sie auf das schwenkbare Tablett, das seitlich am Care-O-bot 3 angebracht ist. Dann nickt er sachte: »Es ist angerichtet.« Bis auf diese Geste mutet der Roboter allerdings nicht menschenähnlich an. Die Entwickler haben bewusst auf ein humanoides Design verzichtet, damit keine zu großen Erwartungen aufkommen.

Heute sind die wenigen kommerziell erhältlichen Serviceroboter noch eher etwas für Technikverliebte. Doch das dürfte sich ändern, schätzt Ulrich Reiser das enorme wirtschaftliche Potential der smarten Haushaltshilfen ein. Sicher ist, dass künftig jedermann solche Roboter bedienen kann. Programmierkenntnisse werden nicht nötig sein, um den lernfähigen Maschinen neue Aufgaben beizubringen. Auch ältere Menschen, die im Alltag hin und wieder Hilfestellungen brauchen, könnten durch Serviceroboter länger ein unabhängiges Leben in den eigenen vier Wänden führen. Derart leistungsfähige Assistenten gibt es heute noch nicht. Für andere Branchen aber hat das IPA in den vergangenen zehn Jahren bereits industrielle Servicelösungen entwickelt – Kletter-, Tank- und Putzroboter zum Beispiel.

Der Care-O-bot® ist mit einem hochflexiblen Arm sowie mit einer 3-Finger-Hand ausgestattet.





*Mit dem Selective Laser Melting lassen sich
Implantate schnell und exakt fertigen.*

MIT LASERSCHMELZEN ZUM IMPLANTAT

SCHICHT FÜR SCHICHT ZUM KÜNSTLICHEN KNOCHEN

Es war der Traum des Physikers Theodore Taylor: die »Santa-Claus-Maschine«. Der in den siebziger Jahren erdachte Wunderautomat konnte Gegenstände in jeder erdenklichen Form herstellen – Waschmaschinen, Teetassen oder Raumschiffe. Nun, eine »Santa-Claus-Maschine« gibt es noch immer nicht, doch ein am Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen entwickeltes Verfahren hätte Taylor vermutlich hoch erfreut: das Selective Laser Melting (SLM), zu deutsch »Laserschmelzen«. Das SLM lässt aus feinem Metall- oder Keramikpulver Schicht um Schicht unterschiedlichste Strukturen wachsen, etwa künstliche Knochen oder Werkzeuge. Überall, wo der hochpräzise Laserstrahl auf das Pulver trifft, schmilzt der Werkstoff und verfestigt sich dann sogleich. Bei diesem Verfahren braucht es weder Gießformen noch Werkzeuge zum Fräsen; die Daten für die Konstruktionen stammen aus Computergraphikmodellen. Der Laser wird entsprechend gesteuert. Materialverlust gibt es nicht, überschüssiges Pulver wird einfach für das nächste Bauteil genutzt.

Das Laserschmelzen ist seit 1996 serienreif. Als erstes Unternehmen der Dentalindustrie stellte Bego Medical Zahnersatz mit SLM her. Dafür erhielt das Unternehmen den Innovationspreis Lasertechnik 2004. Mittlerweile kommt das Verfahren in ganz Deutschland in der Zahntechnik zum Einsatz. Es ersetzt dort zeitraubende Handarbeit. Metallgerüste für Brücken und Kronen entstehen in speziellen Laserschmelzmaschinen, die mit digitalen Zahnabdrücken gefüttert werden. Dadurch stehen den Patienten die künstlichen Beißerchen schon binnen weniger Tage zur Verfügung. »Durch das Laserschmelzen haben deutsche Dentallabors einen Wettbewerbsvorteil. Dank der Automatisierung können sich die hoch qualifizierten Techniker auf die anspruchsvollen Tätigkeiten konzentrieren, zum Beispiel die keramische Verblendung und Farbabstimmung des Zahnersatzes«, sagt Wilhelm Meiners, Leiter der Gruppe Selective Laser Melting am ILT. Weiterer Vorteil: Die Maschine liefert immer gleichbleibend hohe Qualität.«

Meiners erwartet, dass das Laserschmelzen künftig auch bei der Herstellung von Implantaten eine größere Rolle spielen wird. Ein Anfang ist gemacht: 2008 wurde einer Patientin erstmals eine im SLM-Verfahren hergestellte Hüftpfanne aus einer Titan-Aluminium-Vanadium-Legierung eingesetzt. Der nächste Schritt, so Meiners, sind resorbierbare Implantate – Werkstoffe, die im Körper abgebaut und durch eigene Knochensubstanz ersetzt werden. Noch vertragen diese Biomaterialien die Hitze des Laserstrahls nicht besonders gut. Forscher des ILT haben aber dafür inzwischen einen alternativen und sanften Prozess entwickelt. Um das erarbeitete Know-how noch besser industriell umzusetzen wurde 2004 die Firma inno-shape gegründet, ein Spin-off des ILT.

IMPRESSUM

TEXTE:

Julia Harlfinger, Katja Lüers, Tim Schröder, Alexander Stirn, Heidi Wahl

REDAKTION:

Tim Schröder, Birgit Niesing, Christa Schraivogel (Bild)

KONZEPTION:

Birgit Niesing, Christa Schraivogel

GESTALTUNG:

Designstudio Henning Bornemann

LITHO:

drm-Desktop Repro Munich

DRUCK:

DZA Druckerei zu Altenburg GmbH

ANSCHRIFT:

Fraunhofer-Gesellschaft
Presse- und Öffentlichkeitsarbeit
Hansastraße 27c
80686 München
www.fraunhofer.de

FOTOGRAFIE:

Peter Bornemann, Henning Bornemann, Thomas Ernsting, Kurt Fuchs, Matthias Heyde, Mirko Krizanovic, Rainer Meier, Bernd Müller, Armin Okulla, Volker Steger

FOTONACHWEIS:

WeberHaus (16), Deutscher Zukunftspreis/Andreas Pudenz (19, 169), Novaled (22), ESA (26), Ali Paczensky/images.de (35 o.), ATS (36), MEV (56, 139), Canon (52), gettyimages (66), Rlbberlin (64), Intermec Technologies Corp. (72), ARRI (80, 85), IKEA (102), Volkmar Schulz/Keystone (105), VVO Dresden (110) Philipp Morris (116), A1PIX (118), Bilderbox (162), SPL/Agentur Focus (171)

alle übrigen Abbildungen:
© Fraunhofer-Gesellschaft

ISBN 978-3-8396-0019-1

© Fraunhofer-Gesellschaft, 2009
Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, sowie Verbreitung durch Film, Funk, Fernsehen und Internet, durch fotomechanische Wiedergabe, Tonträger und Datenverarbeitungssysteme jeder Art nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags.

