



Wissenschaft ist unser Leben

Flüsterpflaster

Gehörknöchelchen

und mehr



Prolog

Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung werden in unterschiedlicher Weise manifest: Sie werden auf nationalen und internationalen Konferenzen der Fachwelt vorgestellt, deren kritische Bewertung als anregend und weiterführend verstanden wird. Herkömmliche und elektronische Fachzeitschriften und Bücher nehmen das Neuerkannte konzentriert auf und vermitteln es der Fachwelt. Forschungsergebnisse können aber auch, durch Patente geschützt, Eingang in neue Produktionslinien finden, die gemeinsam mit der Wirtschaft oder in eigenen Unternehmen der Wissenschaftler umgesetzt werden.

Dies alles vollzieht sich jedoch unter Ausschluss eines weiten Teiles der Öffentlichkeit. Die Trennung zwischen wissenschaftlicher und öffentlicher Welt hat in der Vergangenheit verstärkt zu Missverständnissen und Konflikten geführt und kennzeichnet somit auch ein gewisses Defizit im Selbstverständnis von Wissenschaft. Denn wenn es stimmt, dass wir uns an der Schwelle eines neuen Zeitalters befinden, in dem das Wissen und die Kompetenz der Menschen der entscheidende Reichtum ist, dann hat diese Wissensgesellschaft natürlich etwas mit Wissenschaft zu tun – und zwar für alle Menschen.

Es wächst daher die Notwendigkeit, die Ergebnisse von Wissenschaft öffentlich zu machen und sie in einer für viele Menschen verständlichen Form darzustellen ohne ausgrenzende Geheimsprache. Die Aufgabe muss von den Wissenschaftlern gemeinsam mit verantwortungsvollen Journalisten übernommen werden. Denn nur diese Kooperation garantiert, dass auf der Grundlage eines tiefen Hintergrundwissens, eines transdisziplinären Überblicks und der Klarheit der Gedanken eine ausgewogene Darstellung wissenschaftlicher Ergebnisse und ihrer vermutlichen

Konsequenzen gelingen kann. Diese Aufgabe des „verständlichen Schreibens“ über komplexe Zusammenhänge ist jedoch nicht leicht und erst auf der Grundlage wirklichen Verstehens und aufrichtiger Mitteilungsbereitschaft möglich.

Ich halte es deshalb für sehr verdienstvoll, wenn das Universitätsjournal der Technischen Universität Dresden den Versuch macht, wichtige Forschungsergebnisse, die an unserer Universität in den letzten Jahren erzielt worden sind, in allgemein verständlicher Form der universitären Öffentlichkeit, aber ausdrücklich auch darüber hinausgehend, zu präsentieren.

Der Leser erfährt Wissenswertes über neue Entwicklungen in der Medizin. Er erhält Einblicke in das Krisenmanagement von Unternehmen ebenso wie in neue Mobilfunknetze und dreidimensionale Darstellungen der Erdoberfläche am Computer. Neue Entwicklungen auf dem Materialsektor und deren Anwendung erfahren ebenso Berücksichtigung wie Beiträge zur Umweltperspektive der Erde. Wir hören Wissenswertes über die Lösung von Verkehrsproblemen in Ballungsräumen und erfahren, wie an der Universität versucht wird, sehbehinderte Menschen durch eine besondere Ausbildung am Computer mitzunehmen in die zukünftige Welt.

Dieses reich bebilderte Büchlein möge auch in die Hände der jungen Generation kommen und sie für ein Studium an der Technischen Universität Dresden begeistern.

Zum Schluss drängt es mich aber, noch einen wichtigen Gedanken anzufügen:

Bei allen Beiträgen ist der Nutzen von Wissenschaft und Forschung für das Leben der Menschen evident und auch besonders herausgestellt. Nicht immer aber



kann wissenschaftliche Forschung dem Ziel spontaner Nützlichkeit folgen. Es geht auch um Erkenntnisgewinn, der sich nicht sofort in materielle Anwendungen übertragen lässt. Als Wilhelm Conrad Röntgen 1895 seine berühmten elektromagnetischen Strahlen entdeckte, hatte er keinen Forschungsauftrag des Gesundheitsministers. Die Entdeckung der Flüssigkristalle, die heute die Grundlage der modernen Anzeige- und Bildgebung sind, wurde seinerzeit auf Anordnung der DDR-Wissenschaftsbehörden als „wertlose Hobbyforschung“ eingestellt. Ebenso wenig können wir auf Forschungen verzichten, die die Geschichte der Menschheit und ihre Kultur betreffen.

Diese Aspekte von Forschung müssen der Öffentlichkeit auch nahegebracht und verständlich gemacht werden. Denn wir Menschen leben bekanntlich nicht vom Brot allein. Wir sind geboren, um Erkenntnisse und Einsichten zu gewinnen und sie dann zu unserem Nutzen anzuwenden.

Dass die neue Sonderausgabe des Universitätsjournals der Technischen Universität Dresden zu dieser Aufgabe beitragen möge, ist mein aufrichtiger Wunsch.

Prof. Dr. rer. nat. habil. Achim Mehlhorn
Rektor der Technischen Universität Dresden

INHALTSVERZEICHNIS

Prolog	5
Inhaltsverzeichnis	6
Innovation hat Tradition an der TU Dresden	7
MEDIZIN	
Ästhetisch korrekt und leistungsstark: Das implantierbare Hörgerät	8
Voller Klang mit der Gehörknöchelchen-Prothese	9
KOMMUNIKATION	
Voll in Fahrt nach dem „Elchtest“	11
Störungsfrei mit dem Handy der Zukunft arbeiten	12
Virtuell in 3-D durch die Alpen-Höhle fliegen	13
DRESS liest an jedem Ort per Handy E-Mails vor	14
BILDUNG UND INFORMATION	
Multimedia-Unterricht bietet mehr als nur Surfen	17
Wer beim Surfen nicht sehen kann, muss hören und fühlen ..	18
NEUE MATERIALIEN	
Keramik – der Stoff, aus dem Knochen maßgeschneidert werden	20
Textilien verstärken leichte Hochleistungsrotoren	22
Mit flockig leichten High-Tech-Dämmstoffen isolieren	23
UMWELT	
Folien schützen Hölzer vor Borkenkäfern und Pilzen	24
Die Eigengeräusche des Autos „eindellen“	25
Hilfe aus dem Erdboden: Umweltfreundlich Baumwolle bleichen	26
Sachsens Wälder für die Zukunft	28
VERKEHR	
Zukunftsfähige Strategien für ein flexibles Verkehrsnetz	30
Leiser rollt der Verkehr übers Flüsterpflaster	34
Unfälle zeigen, welche Sicherheitstechnik verbessert werden muss	35
Kontakte / Impressum / Bildnachweis	38

Innovation hat Tradition an der TU Dresden

Bereits im 19. Jahrhundert wurden hier an den Vorgängereinrichtungen der heutigen Dresdner Universität Erkenntnisse gewonnen sowie Produkte und Verfahren entwickelt, die Geschichte machten. Odol und Aspirin – überhaupt viele der herkömmlichen Desinfektions- und Schmerzmittel – sind hier „geboren“ worden: An der damaligen Chemischen Abteilung des Dresdner Polytechnikums entwickelte Dr. Richard Seifert in der ersten Hälfte der 80-er Jahre des 19. Jahrhunderts die Grundlagen für die Synthese von Salicylsäure und Salicylsäureester – damit bereitete er die chemische Basis für diese Mittel. Als Heinrich Cotta 1811 in Tharandt bei Dresden seine Forstliche Lehranstalt – seit 1953 dann zur TH Dresden gehörig – einrichtete, schuf er nicht nur eine der ersten forstlichen akademischen Ausbildungsstätten. Cottas Einrichtung war die erste wissenschaftliche Institution weltweit, die den Gedanken der Nachhaltigkeit zum Handlungsprinzip erhob: Die Entwicklungszyklen des Waldes sind weit größer als dessen Bewirtschaftungszyklen. Seit 1853 engagierte sich der Fotograf Hermann Krone an der Königlich-Polytechnischen Schule – der damaligen Vorgängerin der heutigen Universität – als erster überhaupt für die Nutzung der Fotografie in der Wissenschaft. Krone begründete die wissenschaftliche Fotophysik und Fotochemie, er führte aber auch den Grundgedanken der wissenschaftlichen Fotodokumentation ein. Hier an der Technischen Hochschule Dresden steht auch die Wiege der modernen Informatik, denn die Forschungen Heinrich Barkhausens (1881, Bremen – 1956, Dresden) schufen überhaupt die Voraussetzungen dafür, dass die Elektronenröhre zum Grundbauelement für die Schwingungserzeugung, Signalverstärkung und vor allem

Signalsteuerung entwickelt und damit zur technologischen Grundvoraussetzung für die ersten elektronischen Computer werden konnte. Ohne Barkhausens Arbeiten auf dem Gebiet der Schwachstromtechnik wären weder Hörfunk und Radar noch die später einsetzenden Entwicklungen der Computertechnik denkbar. Japanische Schüler Barkhausens waren ganz maßgeblich am Aufbau der Elektronikindustrie ihres Heimatlandes und damit am globalen technologischen Fortschritt und der Entstehung der heutigen Kommunikationskultur beteiligt. Auch die modernen akustischen Messverfahren gehen auf Heinrich Barkhausen zurück – die Forschungen dieses Ausnahmewissenschaftlers führten unter anderem zur Definition der Lautstärkeinheit „Phon“. Barkhausen gründete an der TH Dresden das Institut für Schwachstromtechnik. Der Forscher erinnerte sich: „Ein solches Institut für Schwachstromtechnik war damals (...) etwas ganz Neues. Es gab noch nicht einmal ein schwachstromtechnisches Lehrbuch.“ Ein solches Lehrbuch schrieb Barkhausen bald darauf selbst, und zwar eines, was auf „seinem“ Gebiet jahrzehntelang weltweit zum Standard gehörte: Barkhausens vierbändiges Werk „Elektronenröhren und ihre technischen Anwendungen“ prägte Generationen von Nachrichtentechnikern. Weiterhin entdeckte er die sprunghaft ablaufenden Ummagnetisierungen in ferromagnetischen Werkstoffen – Zusammenhänge, die bis heute grundlegend für alltägliche Dinge wie elektromagnetische Schalter und Motoren sind und zum Basiswissen der modernen Werkstoffwissenschaft gehören. Barkhausen war aber auch ein Vordenker ganz praktischer Natur. Er erkannte, dass aufwendige Forschung ohne die finanziellen Zuwendungen



seitens der Industrie (Drittmittelforschung, Sponsoring) nicht mehr auskommt. Zum Verhältnis zwischen Forschung und Industrie an der Hochschule meinte er 1953: „Die kleinen Apparate bezahlt man, die großen lässt man sich schenken.“ Auch nach dem Zweiten Weltkrieg ließen Wissenschaftler der TH Dresden in ihrem Forscherdrang nicht nach. So beginnt die Geschichte des PC, des Personal Computers, nicht in Japan oder in den USA, sondern hier in Dresden. Professor N. Joachim Lehmann baute 1962/63 mit dem „D4A“ den allerersten Tischrechner der Welt. Die damalige Politik führte jedoch zum zwangsläufigen Abbruch dieser Forschungsrichtung, so dass später andere Forscher die Nase vorn hatten. Innovation hat also Tradition an der TU Dresden. Und die Gegenwart zeigt, dass diese Tradition lebendig ist.

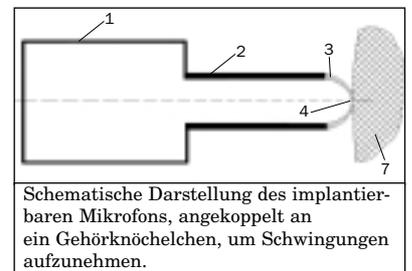
Mathias Bäumel

Ästhetisch korrekt und leistungsstark: das implantierbare Hörgerät

Klassische Hörgeräte nehmen mit einem Mikrophon den Schall auf, verstärken ihn und geben ihn über einen kleinen Lautsprecher in den Gehörgang ab. Derartige Hörgeräte sind von außen sichtbar, verstopfen den Gehörgang, und die verwendeten Lautsprecher haben eine begrenzte Übertragungsqualität. Der Spezialist für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, Professor Karl-Bernd Hüttenbrink, arbeitet gemeinsam mit seiner Arbeitsgruppe an der Entwicklung eines Hörgerätes, das direkt im Mittelohr implantiert wird. Dieses Hörgerät nimmt mit einem speziell konstruierten Mikrophon die vom Trommelfell aufgenommenen Schwingungen an der Gehörknöchelchenkette ab, verstärkt sie und gibt sie nicht in Form von Luftschall, sondern über ein schwingendes flüssiges Medium direkt an die weiche Stelle der Cochlea, das so genannte runde Fenster ab. Hüttenbrink: „Mit der Flüssigkeit nutzen wir genau dasselbe Medium wie im Innenohr, wo die Ohrflüssigkeit den Schall überträgt. Wir haben bereits einen Prototyp gebaut, der eine bessere Übertragungsqualität als herkömmliche Lautsprecher liefert.“ Dieses Prinzip ist nicht nur als Lautsprecher zu

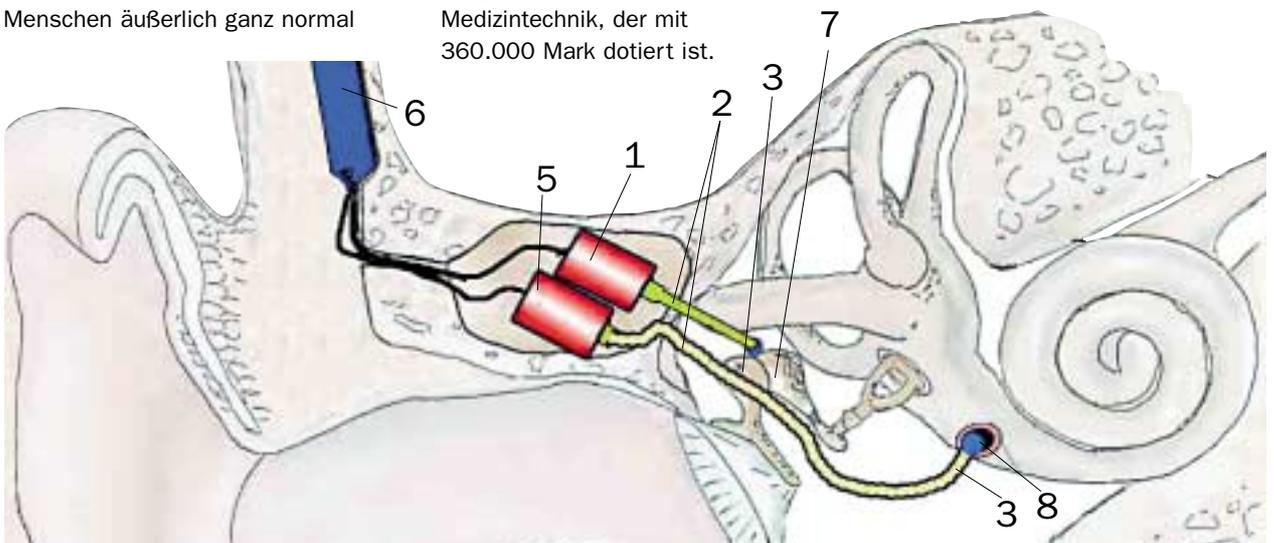
verwenden, sondern in umgekehrter Arbeitsweise auch als Mikrophon zu nutzen. Das Trommelfell im Ohr vibriert, gibt die Schwingungen an die angelegte Flüssigkeitssäule im Schlauch weiter. Solch ein implantierbares, unsichtbares Mikrophon könnte schwerhörigen und tauben Menschen helfen, sich wieder ganz normal am Alltagsleben zu beteiligen, einen Beruf auszuüben oder zur Schule zu gehen. Es gibt bereits sogenannte Cochlea-Implantate, bei denen jedoch nur einzelne Elemente wie die Batterie oder der Verstärker implantiert werden. Ein Mikrophon hingegen muss immer noch sichtbar am Ohr getragen werden. „Wenn es uns gelingt, ein verlässliches implantierbares Mikrophon zu entwickeln, dann sehen taube Menschen äußerlich ganz normal

aus,“ so der Dresdner Mediziner. „Dabei handelt es sich um mehr als nur ein ästhetisches Problem. Die psychologische Komponente, als Hörgeschädigter ganz deutlich erkannt zu werden, sollte nicht vergessen werden.“ Dieses Dresdner Forschungsvorhaben wird deshalb vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt. Hüttenbrink: „Das Ohr ist damit das erste Sinnesorgan, dessen Funktion wieder ersetzt werden kann.“ Für ihr bahnbrechendes Projekt erhielten im Juni 2000 Hüttenbrink und seine Mitarbeiter Professor Gerd Hoffmann, Matthias Bornitz, Dr. Thomas Zahnert und Dr. Holger Kraftan den vom Bundesministerium für Bildung und Forschung ausgeschriebenen Förderpreis für Medizintechnik, der mit 360.000 Mark dotiert ist.



Legende für beide Bilder

- 1 Mikrophon (hydroakustischer Wandler zur Umsetzung hydroakustischer Signale -> elektrischer Signale)
- 2 Schlauch
- 3 ausgebauchte Membran
- 4 Berührungspunkt der Membran mit dem Gehörknöchelchen
- 5 Aktuator (hydroakustischer Wandler zur Umsetzung elektrischer Signale -> hydroakustischer Signale) entspricht dem Lautsprecher eines konventionellen Hörgerätes
- 6 Verstärker und elektronische Signalverarbeitung
- 7 Amboss (Gehörknöchelchen)
- 8 Membran des runden Fensters



Schnitt durch das Gehörorgan mit dem eingebauten implantierbaren Hörgerät.



Voller Klang mit der Gehörknöchelchen-Prothese

Hören ist gar nicht so einfach: Geräusche gelangen als Schall über das Außen- und Mittelohr in das Innenohr zu den Hörzellen, die den Schall in eine Erregung der Hörnerven umsetzen. Auf der Hörbahn im Hirnstamm werden diese Nervenerregungen weiter aufgearbeitet, um dann im Hörzentrum des Großhirns zur eigentlichen Hörwahrnehmung zusammengesetzt zu werden. Bereits eine Mittelohrentzündung kann diesen hochkomplexen und empfindlichen Vorgang stören. Professor Hüttenbrink, Spezialist für Hals-, Nasen- und Ohrenkrankheiten, erklärt: „Mittelohrentzündungen greifen die winzigen Gehörknöchelchen an, die den Schall vom Trommelfell zum Innenohr weiterleiten. Die Übertragung wird beeinträchtigt und kann dadurch ganz unterbrochen werden.“

Der Hörverlust beträgt dann etwa 60 Dezibel, das heißt, dieser Mensch hört nur noch ein Tausendstel der ursprünglichen Lautstärke, die gesunde Menschen wahrnehmen. Während einer Operation müssen die Entzündung im Ohr gestoppt und das Trommelfell wieder aufgebaut werden, doch die Gehörknöchelchen bleiben weiterhin defekt.

Unter Hüttenbrink hat sich die Dresdner Uniklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde als ein Zentrum der Ohrenheilkunde etabliert, da hier viele neue Operationstechniken entwickelt worden sind. So hat der Mediziner mit seinem Team und der Arbeitsgruppe von Professor Hans-Jürgen Hardtke (Institut für Festkörpermechanik) auch eine Lösung erarbeitet, die Verbindung zwischen dem Trommelfell und dem Innenohr wieder herzustellen, um die Schallleitungskette zu schließen – die Dresdner Clip-Prothese.

Hüttenbrink: „Ohne Drittmittel haben wir interdisziplinär eine selbst haltende Gehörknöchelchen-Prothese entwickelt, die in Deutschland patentiert ist.“ Die winzige Prothese besteht aus

Titan, dem für Menschen am besten verträglichen Metall. Der Steigbügel, der die Verbindung zum Innenohr herstellt, bleibt bei Mittelohrentzündungen zu meist erhalten.

Die Grundidee war, direkt auf den Steigbügel die Prothese aufzustecken, ähnlich dem Prinzip eines Kugelschreiberclips.

Die sieben kleinen Füßchen der Prothese übernehmen die Funktion des Clips und garantieren einen stabilen Halt.

Steigbügel und Prothese vibrieren bei der Schallübertragung als ganze Einheit. An dem Clip befindet sich ein dünner biegsamer Draht, der an einer den Schall aufnehmenden Platte befestigt ist. Durch ihre Biegsamkeit kann die Prothese unterschiedlichen anatomischen Mittelohrverhältnissen und Trommelfellpositionen angepasst werden.

Professor Karl-Bernd Hüttenbrink warnt jedoch vor übertriebenen Hoffnungen: „Mit der Gehörknöchelchen-Prothese haben wir eine wichtige schallübertragende Verbindung entwickelt, die zur Hörverbesserung führen kann. Die Prothese kann helfen, dass Menschen nach einer Mittelohrentzündung besser hören können, aber sie muss es nicht zwangsläufig in allen Fällen. Es spielen dabei viele andere Faktoren mit eine Rolle, zum Beispiel die Ausheilung der krankhaft veränderten Schleimhaut im Ohr oder die Belüftung hinter dem Trommelfell.“



Die winzige Gehörknöchelchen-Prothese ist ganz aus Titan gefertigt.



Mit dem Clip wird die Prothese auf dem Steigbügel im Ohr fest verankert.

Voll in Fahrt nach dem „Elchtest“

Von einem Tag auf den anderen kann ein am Markt erfolgreiches Unternehmen von einer Krise erschüttert werden, die weder leicht steuerbar noch lösbar ist: Shell musste die geplante Versenkung der „Brent Spar“ aufgeben, in Belgien kamen giftige Coca-Cola-Dosen in den Handel, der TT-Sportwagen von Audi landete im Graben und die A-Klasse von Daimler-Benz bestand den „Elchtest“ nicht. Diese „Skandale“ bewegten die Nation, die Firmen mussten Krisenmanagement betreiben, um Image- und auch Wirtschaftsverluste aufzufangen. „Solch eine Krise, die ein Unternehmen unvorbereitet trifft, muss früh genug ernst genommen werden“, sagt Professor Armin Töpfer. Der Wirtschaftswissenschaftler weiß, wovon er spricht, denn mit seiner Arbeitsgruppe hat er vor und hinter den Kulissen den nicht bestandenen „Elchtest“ bei Daimler-Benz für das Unternehmen analysiert. Sein daraus entwickeltes Konzept für Risiko- und Krisenmanagement nutzt das fusionierte Unternehmen DaimlerChrysler mittlerweile.

„Bei diesen Krisen, die von der Bevölkerung als Skandale wahrgenommen werden, schaukeln sich die Emotionen auf. Mit rationalen Argumenten kommen Vorstände in diesen Situationen nicht weiter“, hat Töpfer erkannt. Unprofessionell war es beispielsweise, als ein Audi-Vorstand der Presse sagte, dass diejenigen, die einen TT-Sportwagen fahren, auch über ein gehöriges Niveau an Fahrkunst verfügen sollten. Denn erst einmal geht es für Unternehmen darum, die emotionale Ebene zu beherrschen. Töpfer: „Der Pressesprecher und der Vorstand müssen Betroffenheit zeigen. Gibt es noch keine Informationen darüber, weshalb es zu der Panne gekommen ist, wo die Ursachen liegen, sollte der Presse mitgeteilt werden: ‚Wir klären vorbehaltlos auf!‘ Die Medien haben etwas zum Schreiben, und Gerüchte können gar nicht erst aufkommen.“ Um die Krise einzudämmen, muss ein internes Projektteam eingesetzt werden, das aufklärt und Lösungen erarbeitet. Die Glaubwürdigkeit wird noch

erhöht, wenn eine externe Gruppe die Analyse übernimmt. Mercedes hat damals den Schwerpunkt bei der A-Klasse tiefer gelegt und die Reifen verbreitert. Gleichzeitig wurde die Auslieferung von 18.000 Autos gestoppt, um diese umzurüsten. „Ein überzeugender Schachzug war es, in allen Wagen ein elektronisches Stabilitätsprogramm einzubauen, obwohl das technisch nicht mehr notwendig war“, berichtet der Wirtschaftswissenschaftler. Damit zeigte das Unternehmen, dass es radikal an einer technischen Lösung für ein sicheres Auto gearbeitet hat. Um den Imageschaden aktiv zu begrenzen, begann Mercedes eine groß angelegte Werbekampagne mit dem erfolgreichen und sympathischen Tennisspieler Boris Becker. Doch Mercedes hat aus dieser Krise auch langfristig gelernt: Innerhalb des Konzerns analysiert bereichsübergreifend ein so genanntes Issue-Team Krisenszenarien und betreibt eine Krisen-Früherkennung. Beispielsweise werden im Internet Chatrooms überprüft, ob dort mehrfach kritische Äußerungen über das Unternehmen fallen. Und jedes Produkt von DaimlerChrysler durchläuft nun „Quality Gates“. Wenn bestimmte Fertigungen noch nicht ausgeführt sind, kann das Produkt nicht in die nächste Fertigungsstufe kommen. Professor Armin Töpfer: „DaimlerChrysler hat die Chance genutzt und nach dieser Krise einen Neustart geschafft. Das Instrumentarium zur Prävention und während einer Krise, das wir an Hand dieses realen Falles entwickelt haben, nutzt übrigens nicht nur Unternehmen, sondern auch Politikern.“



„Stark ist, wer keine Fehler macht. Stärker, wer aus seinen Fehlern lernt.“

Die A-Klasse ist wieder da.

Das Bild zeigt ein Profil von Boris Becker auf der linken Seite und ein Mercedes-Benz A-Klasse-Fahrzeug auf der rechten Seite. Der Text ist in einer klaren, serifenlosen Schrift gehalten. Unten rechts ist das Mercedes-Benz-Logo zu sehen.

Mit dem sympathischen und erfolgreichen Tennisspieler Boris Becker startete Mercedes nach dem „Elchtest“ eine groß angelegte Werbekampagne.

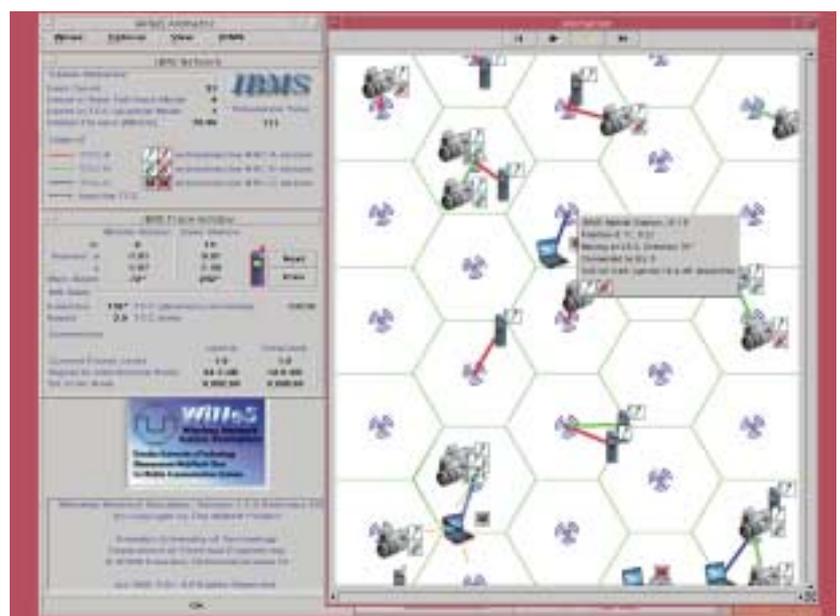
Störungsfrei mit dem Handy der Zukunft arbeiten

Im Jahr 2000 besitzen – laut einer Studie der Detron Group NV¹ – 500 Millionen Menschen weltweit Mobilfunktelefone. Und immer mehr und vielfältigere Dienste werden an beliebigen Orten der Welt auf Grundlage der Funknetze angeboten und genutzt. Das Handy der Zukunft ist nicht mehr allein zum Telefonieren da, sondern kann E-Mails verschicken, im Internet surfen oder Farbfotos weltweit verschicken. „Das Ende der Entwicklung ist noch nicht erreicht“, sagt Professor Gerhard Fettweis vom Mannesmann-Mobilfunk-Stiftungslehrstuhl an der Technischen Universität Dresden.

„Viele Menschen werden über mehrere drahtlose Kommunikationsgeräte verfügen wie ein Smart-Phone, einen Laptop und den im Auto integrierten Fahrzeugcomputer.“ Das heute genutzte „Global System for Mobile Communications“ (GSM) für die D- und E-Netze kann diese wachsenden Datenmengen einfach nicht mehr zügig bedienen. Die knappen Frequenzen, die die Netzbetreiber teuer gekauft haben, müssen deshalb den neuen Bedürfnissen angepasst und optimal ausgenutzt werden. Die Entwicklung für das „Universal Mobile Telecommunications System“ (UMTS) – die dritte Generation, die das GSM ablösen wird – läuft auf Hochtouren. Der Staat hat bereits im Sommer 2000 die heißbegehrten Lizenzen für das neue Mobilfunk-System UMTS versteigert. Damit die Mobilfunknetze der Zukunft optimal geplant werden und störungsfrei arbeiten können, entwickeln Professor Gerhard Fettweis und seine Arbeitsgruppe für das neue Netz einen Mobilfunknetzsimulator. Schließlich werden die künftigen Handys 200-mal schneller sein als die heutigen, und das neue System UMTS wird 30-mal so schnell Daten übertragen wie das herkömmliche ISDN. „In der Regel muss eine Frequenz gleichzeitig für mehrere Verbindungen genutzt werden, die dann durch die Zeitschlitz- oder Codes der digitalen Übertragungsverfahren oder einfach durch die räumliche Trennung aufgrund der Dämpfung der Funkwellen mit der Entfernung unterschieden werden“, erläutert Fettweis. Die gegenseitigen Störungen, die so genannten Interferenzen, durch die Funkübertragung auf denselben oder auf benachbarten Frequenzen seien ein

entscheidender Aspekt. Mit dieser Problemstellung beschäftigen sich die Dresdner Wissenschaftler bereits seit fünf Jahren und haben für Kapazitätsuntersuchungen von Mobilfunknetzen eine Simulationsplattform gemeinsam mit Mannesmann Mobilfunk entwickelt. Um für verschiedene Funknetze unkompliziert Lösungen anbieten zu können, basiert dieses Softwarewerkzeug auf einem allgemeinen Modell von Mobilfunknetzen, so dass für ein spezielles Problem nicht der ganze Simulator neu entwickelt wird, sondern lediglich auf die besonderen Eigenschaften des Funknetzes zugeschnitten werden müssen. Die Grundstruktur der Funknetze mit ihren sowohl ortsfesten als auch mobilen Sendestationen ist immer dieselbe und kann als Plattform auch für die neue Generation der Mobilfunknetze eingesetzt werden. Die Dresdner Wissenschaftler benutzen für ihren Simulator modernste Software: Die Objektorientierung auf der Basis von C++ und neuerdings Java sowie Ptolemy, ein ereignisgesteuerter Simulatorekern von der Universität Berkeley in Kalifornien, sind dafür die Grundlage. Zur Zeit entsteht am Mannesmann-Mobilfunk-Stiftungslehrstuhl eine Dissertation, in der an der Parallelisierung der Simulation gearbeitet wird, damit auch bei besonders aufwendigen Untersuchungen die Ergebnisse schnell verfügbar sind. Ein weiteres Plus der in Dresden entstandenen Lösung ist die dynamische Modellierung in Verbindung mit einer Animation: Normalerweise wird eine Simulation erst am Ende auf der Grundlage der umfangreichen aufgezeichneten Daten ausgewertet. Professor Gerhard Fettweis: „Durch die Online-Animation kann der Anwender direkt verfolgen, was am Modell des Funknetzes passiert, wie Problemsituationen entstehen und sich auswirken.“

¹ Die niederländische Detron Group NV in Zaltbommel ist spezialisiert auf Netzwerk- und Telekommunikationsdienstleistungen.



Wo genau Probleme im Funknetz auftreten, können Betreiberfirmen mit Hilfe der Online-Animation direkt am Bildschirm verfolgen.

Virtuell in 3-D durch die Alpen-Höhle fliegen

Wer in den Alpen wandert, hat im Rucksack zumeist eine Karte dabei. Auf dem zweidimensionalen Blatt Papier sieht der Wanderer zwar, wie der Weg verläuft, er kann auch ablesen, welche Höhenunterschiede er überwinden muss, aber real vorstellen können sich sogar gelernte Kartographen manchmal nicht genau, wie steil der Bergweg hinauf- oder hinabführt – wie anstrengend letztlich die Wanderung ist. Um diesen Mangel der herkömmlichen Landkarten zu beheben, beschäftigen sich Professor Manfred Buchroithner, Direktor des Instituts für Kartographie, und seine Arbeitsgruppe mit der Idee, geographische Karten dreidimensional darzustellen. Herausgekommen sind der weltweit erste filmische 3-D-Fledermausflug durch die geometrisch exakte Dachstein-Südwand-Höhle und die weltweit erste großstabmäßige holographische Hochgebirgskarte.

Der filmische 3-D-Fledermausflug

Freihängend Abseilen mit vollem Gepäck und der gesamten Vermessungsausrüstung, um 60 Meter Höhenunterschied zu überbrücken, durch eine winzige Spalte kriechen, in der ein Mensch mit Konfektionsgröße 52 stecken bleibt, sechs Nächte unter Tropfsteinen in der teilweise noch unerforschten

Dachstein-Südwand-Höhle in der Steiermark schlafen – diese körperlichen Anstrengungen mussten die Dresdner Kartographen erst einmal auf sich nehmen, um lasergenau das komplette Höhlensystem 1.200 Meter tief unter der Erde vermessen zu können, damit die Forschung über der Erde revolutioniert wird. 30 Seiten Vermessungsdaten mit rund 1.800 3-D-Punkten haben die Kartographen im Universitätsrechenzentrum der TU Dresden bei Dr. Bernd Hetze und seinem Team abgeliefert. Hetze war sogar selbst ein paar Tage mit in dem Höhlensystem, um einen Raumeindruck zu bekommen: „Die Datensammlung der Kartographen war für uns die Basis, um daraus ein Gitter zu berechnen, das grob den Höhlenraum wiedergibt.“

Kombiniert mit den Höheninformationen aus einer Satellitenaufnahme und einem Geotiff-Bild konnte dann im Universitätsrechenzentrum die realistische Videoanimation errechnet werden. Und Sinn macht diese weltweit erste, rund 2,5 Minuten lange Videoanimation allemal. Professor Manfred Buchroithner: „Wir haben das Höhlensystem vermessen und dreidimensional visualisiert. Nach uns untersuchen Geologen und Karst-Hydrologen die Höhle, die erdgeschichtlich sehr interessant ist.“



Angeseilt mit vollem Gepäck erkunden die Dresdner Kartographen die Dachstein-Südwand-Höhle – ein harte körperliche Arbeit, um lasergenau das Höhlensystem zu vermessen.



Professor Buchroithner musste durch so manche Felsspalte kriechen.

Die großstabmäßige holographische Hochgebirgskarte

Was für Laien zunächst wie eine einfache Glasplatte aussieht, wird durch einen Halogenstrahler zum Leben erweckt: Das wellige Karsthochplateau in der Steiermark, das an den Rändern scharf abfällt, an der Süddachsteinwand beispielsweise bis zu fast 1.000 Metern, erstreckt sich dreidimensional vor dem bloßen Auge des Betrachters. Wer sich vor dem Hologramm nach links bewegt, sieht über den Berggipfeln die Beschriftung schweben, von rechts ist nur die Landschaft zu sehen. Solch ein 3-D-Effekt lässt sich mittlerweile mit Computern simulieren. Das 100 x 110 Zentimeter große Hologramm wirkt von verschiedenen Betrachtungspunkten echt dreidimensional, vermittelt somit den Eindruck einer – virtuellen – Landschaft. Robert Schenkel, Diplomand und Mitarbeiter von Professor Manfred Buchroithner im Institut für Kartographie, erklärt den Hologramm-Effekt: „Wenn ein Stein ins Wasser geworfen wird, ergeben sich konzentrische Kreise. Werden zwei Steine ins Wasser geworfen, dann durchdringen beziehungsweise überlagern sich die Ringe. Genau das macht auch das Licht.“ Für das Hologramm wird auf einem Film ein sogenanntes Interferenzmuster aufgezeichnet. Dafür wird der Strahl eines Lasers aufgeteilt. Der erste Teilstrahl – dem ersten Stein entsprechend – erfasst gewissermaßen die Objektform (abgelenkter Strahl), der zweite den geraden originalen Strahl des Objektes. Intensität und Phase des Laserlichtes werden quasi „eingefroren“ und dann durch Beleuchtung unter gleichen geometrischen Bedingungen wieder „aufgetaut“.

DRESS liest an jedem Ort per Handy E-Mails vor

E-Mails haben so ihren ganz eigenen Sprachstil: Schnell werden sie getippt, oft mit umgangssprachlichen Ausdrücken versehen, zum Abschied heißt es dann schlicht „CU“ – „See you“ –, um die Osterzeit herum zielt ein Häschen die Mail oder ein gut gefüllter Korb mit Eiern. Manchmal wird auch eine Grafik verschickt. Damit jederzeit von jedem beliebigen Ort aus die Mails per Telefon oder Handy abgerufen und komplett vorgelesen werden können, wurde in Zusammenarbeit zwischen Professor Rüdiger Hoffmann vom Institut für Akustik und Sprachkommunikation an der Technischen Universität Dresden und der Global Teleport GmbH Leipzig ein System zur telefonbasierten Sprachausgabe von E-Mails entwickelt.

Das Herzstück ist das Sprachsynthesystem DRESS, ergänzt durch eine Steuerung, die von der „Global Teleport“ entwickelt und implementiert wurde.

Durch Tastenbefehle vom Telefon aus lassen sich Absender, Titel und der gesamte Inhalt der für einen Empfänger bestimmten E-Mails vorlesen. Einsatzgebiete sind E-Mail-Systeme bei Internet Service Providern oder als Teil von Message Handling Systemen in firmeninternen Kommunikationsnetzen.

Vorlesestunde mit DRESS auf Deutsch, Englisch, Italienisch, Tschechisch, Russisch und Chinesisch – in Vorbereitung ist eine französische Sprachsynthesierung: Die schnelle Ware E-Mail ist mit diesem Programm jederzeit und überall ver-

füßbar. Rund 1.000 Worte mussten für jede der zur Zeit konfigurierten Sprachen aufgenommen und in etwa 1.300 Diphone – Wortteile – geschnitten werden. Entsprechend dem jeweiligen Text werden dann die Diphone zusammengesetzt.

Die schriftliche Mail mit all ihren grafischen Elementen muss dann in Sprachsignale umgesetzt werden. Das macht eine Art Lexikon, in dem auf der einen Seite die Schrift definiert ist, dem gegenüber gestellt ist die lautsprachliche Variante.

„Zunehmend werden angepasste Stimmen verlangt“, weiß Professor Rüdiger Hoffmann. Firmen, die zum Beispiel dieses Programm intern nutzen, können zur Identifikation mit ihrem Unternehmen „ihre“ Stimme auswählen. Deshalb hat

Hoffmann gemeinsam mit seiner Projektgruppe daran gearbeitet, dass Nachrichten anders gesprochen werden als beispielsweise Witze. Noch sind die Dresdner Wissenschaftler nicht ganz zufrieden mit der sogenannten Prosodie: Am Sprachrhythmus, der Satzmelodie und der Lautstärke werden sie noch weiter arbeiten müssen, aber weltweit sind die Forschungsergebnisse anderer Wissenschaftler nicht besser als ihre.

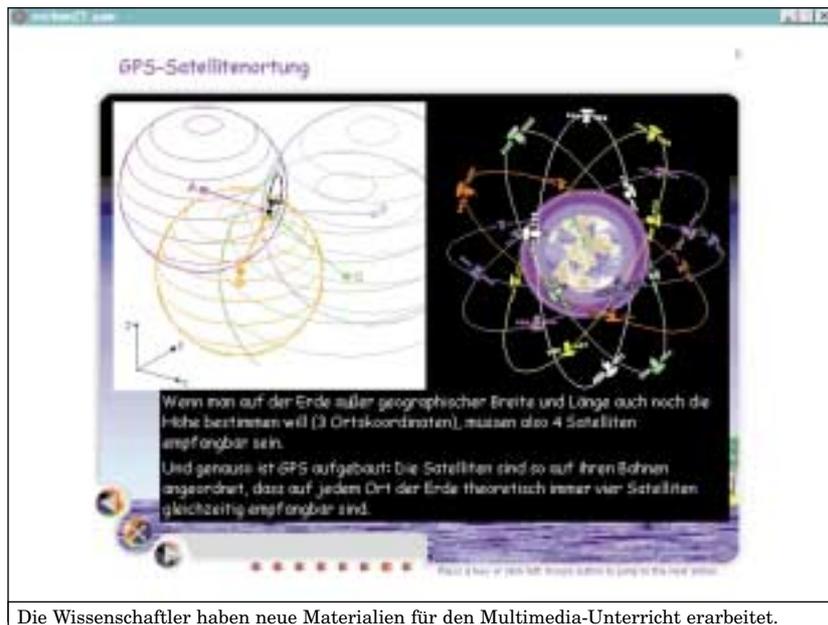
„Unsere Spezialität in Dresden ist auf jeden Fall die handhabbare Synthese“, so Hoffmann. „Für DRESS müssen nicht zehn Rechner hingestellt werden, um das Programm laufen zu lassen.“



Kein Problem haben die beiden Chinesen, sich mit DRESS ihre E-Mails komplett am Handy vorlesen zu lassen. Die Dresdner Software ist multilingual und spricht neben Deutsch und Chinesisch auch Englisch, Italienisch, Tschechisch und Russisch.

Multimedia-Unterricht bietet mehr als nur Surfen

„Neue Medien in den Schulen“ war bei dem gerade zu Ende gegangenen Projekt „Modulates“ mehr als nur ein Schlagwort. Wie können Lehrer das Internet, Suchmaschinen, Mailing und Videokonferenzen für den Unterricht sinnvoll nutzen? Wo liegen heute noch die Grenzen? Wie weit sind die Technologien gediehen, um sie für den Unterricht einzusetzen? Diese Fragen sollte das von der Europäischen Union geförderte Projekt ausloten, an dem Dresdner Gymnasien, Schulen aus Glasgow (Schottland) und Athen (Griechenland) für zwei Jahre beteiligt waren. „Uns ging es vor allem darum, wegzukommen vom Surfen im Internet, den Lehrern Alternativen aufzuzeigen und gemeinsam mit Schülern auszuprobieren“, berichtet der Koordinator Professor Hans-Joachim Jentschel vom Institut für Verkehrsinformationssysteme. Unterstützt wurde der Wissenschaftler dabei von Professor Steffen Friedrich (Institut für Software- und Multimediatechnik), Professor Alexander Schill (Institut für Systemarchitektur) und Dr. Barry Beggs (Caledonian University Glasgow). Noch fehlen den Lehrern die didaktischen Erfahrungen, neue Medien im Unterricht einzusetzen. „Wir haben mit diesem Projekt die Tür dafür aufgestoßen“, erläutert Jentschel. Für mehrere Kurse erarbeiteten die Wissenschaftler multimediale Materialien zu den Themen „Motorcar“ und „Mobile Telecommunication“, Materialien, die auch heute noch genutzt werden. Zwei Dresdner Gymnasien haben beispielsweise gemeinsam eine Physikstunde abgehalten, die mittels Videokonferenz von einer Schule zur anderen übertragen wurde. Teleteaching-Projekte vor allem mit den Dresdner und Glasgower Schulen konnten die Schüler ebenfalls ausprobieren. Dabei werden den Jungen und Mädchen gemeinsame Aufgaben, informative Videosequenzen und Grafiken angeboten, mit denen



sie arbeiten können. Zusätzlich haben die Schüler die Möglichkeit, sich via Computer zu „treffen“ und über den Stoff auszutauschen. Neben dem Üben der englischen Sprache für die deutschen Schüler wollten die Wissenschaftler vor allem die Information, Kommunikation und Kooperation mit Hilfe der Neuen Medien fördern. In Zukunft werden Web-basierte Lernsysteme boomen. Noch hapert es laut Jentschel an der Technik: „So war es zum Beispiel schwierig, zwischen Deutschland und Schottland ISDN-Leitungen herzustellen, weil die Netze in beiden Ländern unterschiedlich sind.“ Ebenso müssen die Werkzeuge, die sogenannten Tools, weiter verbessert werden. Noch gibt es kein System, das dem Lehrer erlaubt, die Resultate der Schüler zu erfassen. Und Videokonferenzen sind nur von einem Ort zum anderen einzusetzen, so dass eine Projektgruppe mit Teilnehmern an unterschiedlichen Orten zurzeit nicht möglich ist. Das von der Europäischen Union geförderte Projekt ist zwar ausgelaufen, aber die Verbindung zwischen den Dresdner Gymnasien und den Wissenschaftlern bleibt bestehen. „Wir haben eine Reihe von Erkenntnissen gewonnen, an denen wir weiter forschen“, berichtet Professor Hans-Joachim Jentschel. „Und es gibt Vereinbarungen, mit den Schulen gemeinsam weiter daran zu arbeiten.“



Auch nach dem Ende des EU-Projektes nutzen die Schüler des Marie-Curie-Gymnasiums in Dresden die Videokonferenz, um mit schottischen Schülern gemeinsam eine Deutschstunde zu veranstalten.

Wer beim Surfen nicht sehen kann, muss hören und fühlen

Blinde und Sehbehinderte bleiben im Internet oft außen vor. Ein Stolperstein sind die grafische Aufbereitung der Informationen und die Navigation durch eine Webseite. Im Internet sind Werbung, Grafiken und Animationen an der Tagesordnung. Da kapitulieren die Braille-Zeile am Computer und die Sprachausgabe. Und mal eben von Link zu Link klicken ist für Blinde und Sehbehinderte nur mittels spezieller, teurer Hilfsmittel und oft mit enormem Zeitaufwand möglich. „Die Visualisierung der Welt ist mit dem Internet weiter vorangeschritten“, hat Professor Wolfgang Wünschmann beobachtet. „Die Hürde, Blinde und Sehbehinderte am normalen Leben vor allem auch in der Arbeitswelt teilhaben zu lassen, sie zu integrieren, ist damit weiter gestiegen.“ Der Informatiker und Leiter der TU-Arbeitsgruppe „Studium für Blinde und Sehbehinderte“ will mit seinem Forschungsprojekt KONUS, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt wird, diesen Menschen den Zugang zu den Datennetzen erleichtern. Zu seinen derzeit 15 Partnern bei der „Kooperativen Nutzung von Datennetzen für die Bildung und berufliche Integration von blinden und sehbehinderten Menschen“ (KONUS) gehören Einrichtungen mit fast hundertjährigen Traditionen, beispielsweise die „Deutsche Zentralbücherei für Blinde zu Leipzig“, die „Sächsische Blindenschule“ in Chemnitz und das „Berufsförderwerk für Blinde und Sehbehinderte“ in Halle.

Technische Hilfen für Blinde und Sehbehinderte gibt es bereits:

Am Computer kann ein Braille-Display angebracht werden, um mit den Händen die Schrift zu erfühlen. Auch Druckersoftware, die in Braille druckt, oder Sprachausgaben sind als Hilfen im Angebot.

Wünschmanns Projekt setzt bei der Präsentation an:

„Wir müssen für



Die Hardware ist kein Problem für Blinde und Sehbehinderte: Auf einem zusätzlichen Braille-Display „lesen“ sie die Texte am Computer.

Blinde und Sehbehinderte die Daten einfach anders aufbereiten als für Sehende.“ Probleme bereiten vor allem Grafiken, Tabellen, aber auch mathematische Formeln. Der tabellarische Fahrplan des Öffentlichen Personennahverkehrs ist nur eines von vielen Beispielen. „Wir müssen uns bei der Aufbereitung immer fragen, wie wir die Informationen anordnen müssen, um das Verständnis und die Orientierung zu befördern“, so Wünschmann. Ein sehr viel strukturelles Denken sei dafür notwendig. Die Fahrplantabelle zerlegt der Wissenschaftler in drei Komponenten: den Inhalt, die Struktur und die Präsentation. Bei einer Tabelle dürfen Blinde und Sehbehinderte nicht den Überblick verlieren. Es ist nicht damit getan, die Tabelle einfach in einen verdichteten Lesetext umzuwandeln, denn schließlich muss ein Fahrplan auch interaktiv genutzt werden können: Zum Beispiel will jemand am Freitag gegen 14 Uhr von Punkt A nach Punkt B gelangen. Wann genau fährt die Straßenbahn ab? Wo muss eventuell derjenige in welche Bahn oder welchen Bus umsteigen? Das sind Probleme, die der Sehende mit einem Blick auf den Fahrplan schnell lösen könnte, aber nicht Blinde und Sehbehinderte.

Des Weiteren wird der TU-Informatiker mit seiner Arbeitsgruppe analysieren, wie Benutzer bestimmte Abläufe beim Lesen und Verstehen handhaben. Effektive Funktionsräume anbieten, lautet Wünschmanns Ziel: „Wir müssen im Grunde genommen Denkgewohnheiten erkennen und daraus lernen, um das Internet für Blinde und Sehbehinderte zugänglich zu machen“. Am Ende des Projektes sollen für unterschiedliche Probleme, die blinde und sehbehin-

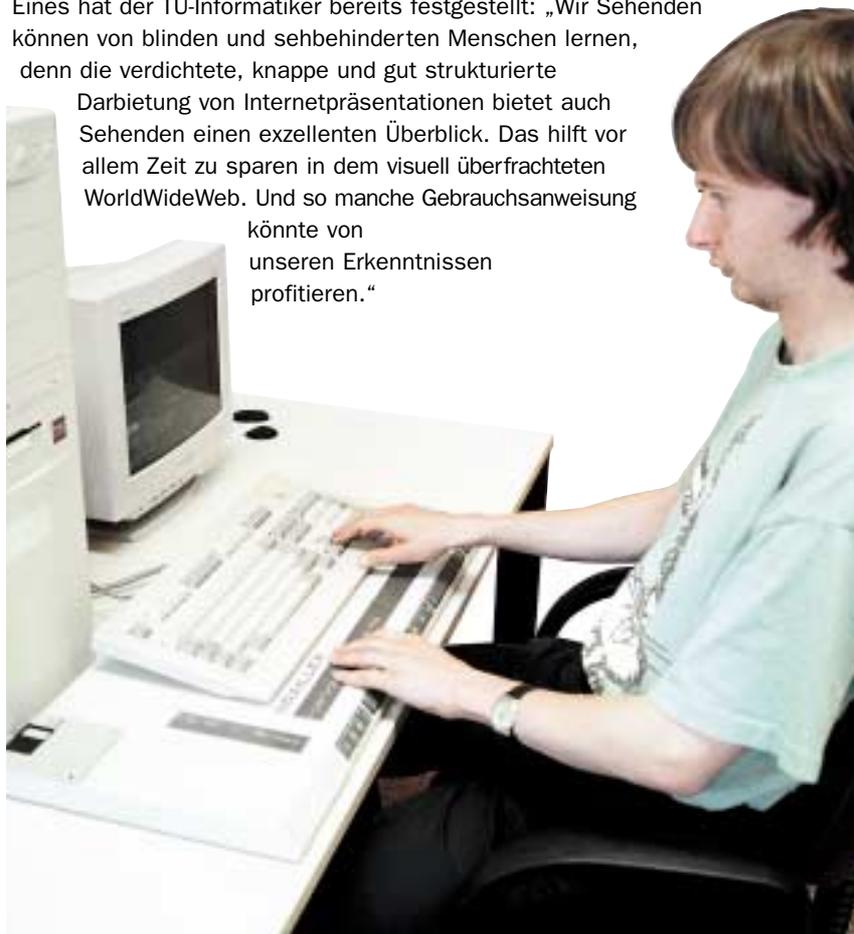
derte Menschen mit dem Internet haben, eine Lösung angeboten werden – in der KONUS-Datenbank.

„Wir bauen eine virtuelle Gemeinschaft auf, die diese Informationen für jeden zur Verfügung stellt“, berichtet Wünschmann. Auch Weiterbildungsangebote, neue Soft- und Hardware, nutzerspezifische Beratungen sowie Expertisen für Kostenträger werden in der Datenbank abzufragen sein. Schnell und kostengünstig können sich alle hier Rat holen – auch Sehende. Schließlich werden auch Lehrer, Professoren oder Ausbilder geschult werden müssen, um blinden- und sehbehindertengerechte Internetpräsentationen anbieten zu können.

Besonders wichtig ist für Wünschmann das KONUS-Angebot, Expertisen auszustellen. Ein Computerarbeitsplatz mit Internetzugang für Blinde und Sehbehinderte kostet schnell mal 50.000 Mark. „Wenn ein Arbeitgeber solch einen Platz einrichten will, muss er bei der Hauptfürsorgestelle etliche Anträge ausfüllen, um dafür die finanzielle Unterstützung zu erhalten“, weiß Wünschmann. „Ist die gewählte Software wirklich notwendig? Ist das Programm nicht schon bald veraltet?“, will die Hauptfürsorgestelle zum Beispiel wissen. Fragen, die nur Experten wie Wünschmann beantworten können.

Eines hat der TU-Informatiker bereits festgestellt: „Wir Sehenden können von blinden und sehbehinderten Menschen lernen, denn die verdichtete, knappe und gut strukturierte

Darbietung von Internetpräsentationen bietet auch Sehenden einen exzellenten Überblick. Das hilft vor allem Zeit zu sparen in dem visuell überfrachteten WorldWideWeb. Und so manche Gebrauchsanweisung könnte von unseren Erkenntnissen profitieren.“



Blinde und Sehbehinderte arbeiten am Computer, nur die Programme mit Grafiken, Werbung und Animationen überfordern sie noch. Abhilfe soll das Datennetz von Professor Wünschmann schaffen.

Keramik – der Stoff, aus dem Knochen maßgeschneidert werden

Beim Stichwort Keramik denkt Professor Wolfgang Pompe nicht unbedingt an Bunzlauer Geschirr, Terracotta-Töpfe auf dem Balkon oder bunt bemalte Fayence-Vasen. Für den Werkstoffwissenschaftler ist Keramik der Werkstoff der Zukunft, um verletzte oder kranke Knochen zu ersetzen. In seinem Labor hat Pompe mit seiner Arbeitsgruppe eine praxisreife Biokeramik entwickelt, die in fünf bis sechs Jahren zum Standard in der Humanmedizin gehören wird. So lautet seine Prognose.

Lange Zeit galt Keramik als spröde, schlecht formbar oder gar als zu teuer – eben ein Werkstoff, der nur für Spezialanwendungen im Maschinenbau in Betracht kommt. Doch diese Einschätzung gehört der Vergangenheit an: Lernen von „Mutter Natur“ eröffnet völlig neue Bereiche für Anwendungen in der Medizin und Nanotechnik. Die Forscher haben Vorgänge wie das Wachsen eines Knochens oder das Entstehen von kleinen Metallclustern in Bakterien erkundet und beginnen, es im Labor nachzuvollziehen. So lassen sich selbst winzige Strukturen im Molekül nachbilden.

„Ab dem 40. Lebensjahr nimmt die Festigkeit der Knochen etwa alle zehn Jahre um zehn Prozent ab“, berichtet Professor Wolfgang Pompe. „Jeder

von uns hat mittlerweile die berechnete Hoffnung, 70 oder 80 Jahre alt zu werden. Unsere Lebensqualität nimmt zu, unser Lebensalter, aber die Evolution schaltet sich ein und unsere Knochen bauen sich ab.“ Der Bedarf an Biomaterialien, die den älteren Menschen das Leben erleichtern, wird somit stetig wachsen. Osteoporose beispielsweise – der Knochenabbau – wird zur Volkskrankheit werden.

„Biokeramik“ heißt das intelligente Material aus Keramik und Biomolekülen, das die Dresdner Arbeitsgruppe entwickelt hat: „Unsere Keramik wird nicht gebrannt, wie das zum Beispiel bei Geschirr der Fall ist, sondern bei Raumtemperatur getrocknet.“ Der poröse Werkstoff Keramik – Hydroxylapatit – wird mit dem Biomolekül Kollagen kombiniert,

einem Protein, das wir als wichtigen Baustein in vielen unserer Körpergewebe wie den Knochen oder der Haut wiederfinden. In Tierversuchen hat sich herausgestellt, dass die der Natur nachempfundenen Poren ein Gefüge bieten, in das die Körperzellen hineinwachsen. Somit entsteht ein fester Verbund zwischen dem natürlichen Gewebe und dem Ersatz. Zellen bauen das Material um, prägen der Biokeramik im Körper schließlich den Bauplan der Natur auf. Letztlich entsteht wieder organisches Knochenmaterial. „Das ausgeklügelte System, der Auf- und Abbau der Knochen, der sich zyklisch in unserem Körper immer wiederholt, funktioniert mit unserem Biomaterial hervorragend“, hat Professor Pompe beobachtet. Der so umgebaute Ersatzknochen aus der Biokeramik ist durch diesen



Aus der porösen Biokeramik lässt sich ein Hüftgelenkknochen formen, der künftig Menschen mit kaputten oder kranken Gelenken eingesetzt werden könnte.

Prozess wieder belastbar wie ein gesunder menschlicher Knochen. Eingesetzt werden soll „Biocere“ zuerst einmal in der Kieferchirurgie, zukünftig wahrscheinlich auch in der Wirbelsäulenchirurgie.

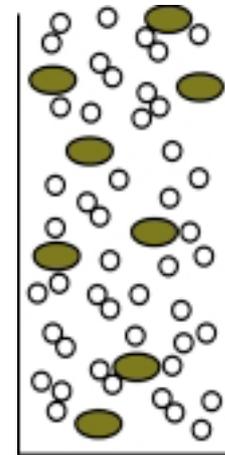
Ohne Partner hätten die Werkstoffwissenschaftler niemals diese Bio-Keramik als Knochenersatz entwickeln können, schließlich sind dafür auch medizinische und physiologische Kenntnisse vonnöten: Mit von der Partie bei diesem Projekt, das bereits im zweiten Jahr von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördert wird, sind deshalb Pompes Kollege Professor Hartmut Worch und die Mediziner Professor Richard Funk (Professur für Anatomie), Professor Klaus-Wolfgang Wenzel (Professur für Physiologische Chemie), Professor Hans Zwipp (Professur für Unfallchirurgie) und Professor Uwe Eckelt (Professur für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie). Pompe: „Für mich ist unsere Zusammenarbeit immer wieder spannend, und ich kann dabei noch phantastisch viel lernen.“



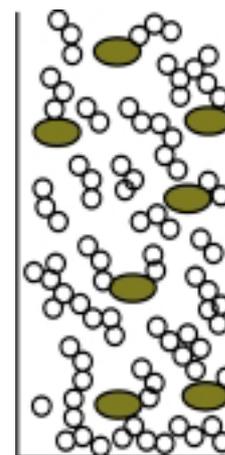
Modell einer Kollagenstruktur, so wie sie als Bandscheibenersatz verwendet werden kann.

Neues Leben für Keramik und in der Keramik

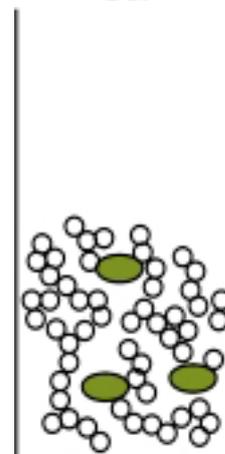
Beim Knochenersatz verbindet der TU-Wissenschaftler Keramik mit dem Protein Kollagen. Doch in den porösen Werkstoff kann Professor Wolfgang Pompe auch lebende Bakterien einsetzen, die in den keramischen Materialien weiterleben. Er spricht dann von einem „Biocer“. „Gemeinsam mit dem Forschungszentrum Rossendorf haben wir die ersten Keramikfilter gebaut, in denen Bakterien eingebettet sind“, so Pompe. Die Bakterien sollen aus dem Wasser und dem Erdboden metallische Verunreinigungen herausholen. Überall dort, wo Verunreinigungen im Boden vorhanden sind, zum Beispiel Schwermetallverbindungen auf bergmännischen Halden, leben Bakterien, die diese Stoffe an sich binden und damit die Umwelt gewissermaßen reinigen. Vielleicht können so einmal Biocere hierbei eine wichtige Aufgabe erfüllen.



Sol



Gel



Xerogel

Lebende Bakterien werden in der Bio-Keramik mittels eines Sol-Gel-Prozesses eingebettet, um hernach in Keramikfiltern Schwermetalle an sich zu binden.

Textilien verstärken leichte Hochleistungsrotoren

Was haben funkelnde Diamanten und die knallrote Karosserie von Michael Schumachers Formel-1-Ferrari gemeinsam? Ganz einfach: Beide bestehen aus Kohlenstoff. Während sich ein Diamant aus reinem Kohlenstoff, dem Carboneum, in der Natur bildet, verwenden die Formel-1-Fahrzeughersteller dünne Fasern aus reinem Kohlenstoff zur Verstärkung der Karosserie. Und genau aus diesem High-Tech-Werkstoff, dem mit Kohlenstofffaser verstärkten Kunststoff, entwickeln Wissenschaftler der Technischen Universität Dresden einen 3-D-verstärkten Hochgeschwindigkeitsrotor in Leichtbauweise. Hochleistungsrotoren kommen beispielsweise in Schwungrädern von Fahrzeugen oder in extraschnellen Zentrifugen bei der Lebensmittel- und Arzneimittelherstellung sowie der Gen- und Biotechnologie zum Einsatz.

„Wir planen einen ganz neuen, sehr leichten Faserverbund-Rotor für die biotechnologische und chemische Industrie“, erläutert Professor Werner Hufenbach vom Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik und Sprecher einer Forschergruppe, die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft bis zum Jahr 2003 mit mehr als zehn Millionen Mark gefördert wird. Die Hochleistungsrotoren müssen den hohen überlappenden Beanspruchungen aus Fliehkräften, Temperaturen und chemischen Einflüssen standhalten. Hufenbach: „Die Kohlenstofffasern für den Hochleistungsrotor müssen so ausgerichtet sein, dass sie optimal die verschiedenartigen Kräfte aufnehmen.“ Diese Aufgabe haben die Wissenschaftler unter Leitung von Professor Peter Offermann und Professor Hartmut Rödel vom Institut für Textil- und Bekleidungstechnik übernommen: Sie stellen sogenannte Commingling-Hybridgarne her. Dabei werden Kohlenstoff- und andere Kunststofffasern gleichmäßig durchmischt und zu einem Garn verarbeitet. Das Garn muss nun so verwirbelt werden, dass es den Anforderungen eines Rotors standhält,

sich weder zu stark verformt noch reißt. Durch eine spezielle Nähtechnik wird das Textilhalbzeug an überbeanspruchten Stellen verstärkt. Zur Messung der Rotorverformung integrieren die Dresdner Wissenschaftler unter Leitung von Professor Günter Pfeifer vom Institut für Akustik und Sprachkommunikation dehnungsempfindliche Messinstrumente in die textile Verstärkungsstruktur. „Wir streben an“, so Pfeifer, „dass die kohlenstofffaserverstärkten Verbundrotoren bei Betrieb online überwacht werden können.“ Im so genannten Autoklaven, einer Art großer Kessel, verpressen die Wissenschaftler im Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik das textile Halbzeug unter Hitze und Druck zu stabilen, festen und steifen Kunststoff-Rotorkomponenten mit geringem Gewicht. Mittlerweile ist das Verfahren so weit perfektioniert, dass die Wissenschaftler dem Autoklaven dreidimensional verstärkte Rotoren als Einheit entnehmen können. Im institutseigenen Hochgeschwindigkeits-Rotorprüfstand – übrigens dem bundesweit einzigen Hochleistungsprüfstand, der kohlenstofffaserverstärkte Rotoren testen darf – wird die Belastbarkeit neuer Rotoren in Textilbauweise kontrolliert. Die Wissenschaftler der drei Uni-Institute befinden sich bereits in der zweiten Projektphase: Jetzt sollen die Berechnungsmodelle verfeinert werden. Ziel ist es, einen Demonstrationsrotor zu bauen, der letztlich dann in einer Kleinserie gefertigt werden kann. Der Sprecher der Forschergruppe führt aus: „Wir werden nun als Basis den Mercedes unter den Medizinwerkstoffen einsetzen, das Kohlenstofffaser-Polyetheretherketon. Dieses Material ist resistent gegen Chemikalien, bioverträglich, sterilisierbar und hält extrem hohen Temperaturen stand. Die Industrie hat nicht geglaubt, dass wir derartig komplexe textilverstärkte Hochleistungsrotoren aus diesem Material fertigen können.“



Eine spezielle Nähtechnik verstärkt den Rotor.



Den federleichten Dresdner Hochleistungsrotor mit Kohlenstofffasern pressen die Leichtbauingenieure als komplette Einheit im Autoklaven.

Mit flockig leichten High-Tech-Dämmstoffen isolieren

Die feinen Fasern fallen – für das Auge kaum wahrnehmbar – durch das Sieb auf die darunter liegenden rotierenden Tische. Nur ein leises Knistern ist zu hören. „Das Geräusch entsteht durch ein elektrostatisches Feld“, erklärt Professor Peter Offermann. Denn die Fasern sollen aufgerichtet als Büschel auf dem mit Klebstoff versehenen Trägermaterial haften, und die Fädchen bleiben nur aufrecht stehen, wenn sie vorher „geladen“ werden. Elektrostatische Beflockung nennt der Fachmann dieses Verfahren. In der Textilmaschinenhalle des Institutsdirektors für Textil- und Bekleidungstechnik entstehen gerade weitere Proben für High-Tech-Dämmstoffe. Offermann entwickelt jedoch nicht neue Isoliermaterialien für den Hausbau: „Die Luft- und Raumfahrt beispielsweise benötigt sehr leichte Isolierungen beim Flugzeugbau.“ Seine Dämmstoffe sind nicht nur Leichtgewichte, sondern besitzen eine sehr geringe Wärmeleitfähigkeit und sind dazu flexibel sowie leicht verformbar. Das heißt, das Material lässt sich ganz unkompliziert an den zu isolierenden Körper anpassen. „Zurzeit wird beim Flugzeugbau noch die gesundheitsschädliche und schwerere Mineralwolle eingebaut“, weiß der Wissenschaftler. Ende 2001 soll die Produktentwicklung am Institut der TU Dresden abgeschlossen sein. Solange läuft auch die Förderung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Doch das ist nicht das Ende dieses Forschungsprojektes: Neben der Staatlichen Universität für Technologie und Design in St. Petersburg (Russland) gehört die sächsische Firma „ASGLAWO GmbH“ in Freiberg zu den Projektpartnern.



Auf die rotierenden Tische fallen durch das elektrostatische Feld die Textilfasern.

Das Unternehmen wird die Ergebnisse der Dresdner Wissenschaftler marktfähig machen und dann als Produkte verkaufen. Professor Offermann und seine Arbeitsgruppe experimentieren derzeit mit unterschiedlichen Materialien: „Wir können als Träger für die Flockenfasern Vliesstoffe, Aluminium-, aber auch Polyesterfolien oder Gewebe einsetzen.“ Auf diese Trägermaterialien wird mit Siebvorlagen in unterschiedlichen Mustern Klebstoff aufgebracht, an dem dann die elektrostatisch geladenen Flockenfasern haften.



Zu Büscheln aufgerichtet kleben die Fasern auf dem Dämmstoffträger.

Noch sind die Labormuster erst 30 x 30 Zentimeter groß, doch am Ende des Jahres steht in der Freiburger Firma eine Pilotanlage, mit der sich der High-Tech-Dämmstoff als Meterware herstellen lässt. Nicht nur die Luft- und Raumfahrt interessiert sich für den leichten High-Tech-Stoff, sondern auch die Automobilindustrie. So genannte Hitzeschilder – Glasvliese oder gewellte Bleche – sorgen zurzeit dafür, dass die Hitze des Motors oder der Katalysatoren nicht weitergegeben wird. Auch in der Feuerwehrschutzkleidung kann der neue Dämmstoff eingesetzt werden. Schließlich soll die 1,8 bis 2,5 Kilogramm schwere Jacke leichter werden. Weiterhin muss das Material atmungsaktiv sein, es darf sich darunter kein Hitzestau bilden, und die Kälte- und Wärmebrücken der Nähte müssen minimiert werden. Außerdem soll das gute Stück mindestens fünf Jahre lang halten und natürlich auch nicht sofort in Flammen aufgehen.

Professor Peter Offermann: „Als Träger für die Flocken nehmen wir ein Material mit reflektierender Oberfläche. Denn die Hitze, die sich bei einem Brand entwickelt, muss so gut wie möglich reflektiert werden, um diese von den Feuerwehrmännern fern zu halten.“

Folien schützen Hölzer vor Borkenkäfern und Pilzen

Lothar. Der Name klingt so harmlos, aber „Lothars“ Wirkung war enorm: Der orkanartige Sturm verwüstete am 26. Dezember 1999 in weiten Teilen Bayerns, Baden-Württembergs, Frankreichs und der Schweiz die Wälder und riss riesige Lücken in die Forste. Mehrere Millionen Festmeter Holz liegen noch immer in den Forsten. „Die vom Sturm umgekippten Bäume müssen erst einmal sicher vor Pilzen und Borkenkäfern gelagert werden“, sagt Professor Claus-Thomas Bues vom Institut für Forstnutzung und Forsttechnik. Die Sägewerke kommen gar nicht nach, so viel Holz zu verarbeiten. Bues: „Außerdem sinkt natürlich der Preis für den Festmeter Holz bei diesem Überangebot. Wir haben gemeinsam mit der Forstlichen Forschungsanstalt Baden-Württemberg ein Verfahren entwickelt, Baumstämme im Wald sicher über Jahre zu lagern. Damit kann auch der Holzpreis stabil gehalten werden.“



Auf zwei Lagen Folie werden die Baumstämme gelegt.



Schicht um Schicht stapeln sich die Stämme übereinander.



Auf jeden Fall bis zu fünf Jahre lang kann das Holz in Folie eingeschweißt lagern, ohne Schaden zu nehmen.

Die Methode hört sich ganz simpel an: Um den Sauerstoffgehalt gegen Null abzusenken, damit Mikroorganismen, Insekten und Pilze absterben, werden die Rundholzstapel eingeschweißt. „Das ist dieselbe Technik wie beim Verschweißen eines Gefrierbeutels“, berichtet der Forstwissenschaftler, „aber was so einfach klingt, muss handwerklich erst einmal beherrscht werden.“ Mittlerweile sechs Jahre Erfahrung können die Dresdner Experten vorweisen, ein bundesdeutsches und ein weltweites Patent sind bereits angemeldet. Ein Versuch beweist, dass auf jeden Fall fünf Jahre lang die Hölzer in den eingeschweißten Folien lagern können, ohne dass die Qualität des Holzes darunter leidet.

Bisher wurden die von den großen Stürmen beschädigten Rundhölzer im Wald zu Poltern aufgeschichtet und ständig gewässert. Doch besonders im süddeutschen Raum

zeigte sich, dass diese Methode die Baumstämme nicht konserviert, denn die Hölzer wurden von Pilzen befallen. Deshalb schweißen Bues und seine Arbeitsgruppe jetzt in allen Waldgebieten, die der Sturm „Lothar“ verwüstet hat, seit Monaten Hölzer ein. Auf zwei Lagen Plastikfolie werden die Baumstämme geschichtet. „Das ist eine handelsübliche Silofolie aus Polyethylen“, erläutert der Forstwissenschaftler. Zwei weitere Folien werden über den rund 100 Festmeter umfassenden Stapel Holz gezogen. Die Folien werden verschweißt, so dass am Ende der Stapel von zwei Lagen Polyethylen luftdicht umhüllt wird. Den in dem „Beutel“ enthaltenen Sauerstoff verbrauchen die im Holz lebenden Mikroorganismen in fünf bis zehn Tagen komplett.

Professor Claus-Thomas Bues weiß, dass diese Methode noch wenig dazu beitragen kann, „Lothars“ Sturmschäden abzumildern, schließlich wird gerade erst begonnen, die wissenschaftlichen Ergebnisse in die Praxis umzusetzen. „Die nächsten Herbststürme werden aber kommen und immense Schäden anrichten. Die Löcher im Waldbestand sind da. Dort werden die Stürme ansetzen; die Bäume fallen dann wie die Dominosteine um“, prophezeit er. Außerdem nimmt die Anzahl der Stürme und Naturkatastrophen weiter zu. Das belegen Zahlen der Münchner Rückversicherung, dem weltweit größten Unternehmen, bei dem die Schadensversicherer ihr Risiko finanziell absichern.

Die Eigengeräusche des Autos „eindellen“

Seit mehr als 120 Jahren treiben Ottomotoren Fahrzeuge an. Die Motoren laufen und laufen und laufen, und sie erzeugen noch immer jede Menge Schwingungen, die über die Bleche hin zum Ohr der Fahrer übertragen werden – als störende, laute Fahrgeräusche. Zwar werden die Motoren mittlerweile schallisoliert, das eine oder andere Klappergeräusch ist weggefallen, aber bisher mangelt es an effektiven und schnellen Möglichkeiten, um die Geometrie der Karosseriebleche so zu berechnen, dass die entstehenden Schwingungen abgebaut werden. Die Ingenieure der Automobilhersteller setzen bei diesem Problem noch fast immer auf ihre Erfahrungen und beobachtetes Variantenverhalten, um Bleche beispielsweise durch Versteifen zu beruhigen. Abhilfe schafft nun ein Verfahren, das von Professor Hans-Jürgen Hardtke und seiner Arbeitsgruppe am Institut für Festkörpermechanik – gefördert von den Ford-Werken und der Audi-Werke AG – entwickelt wurde. Das Verfahren, das in dem Programm „Akusta“ realisiert wurde, kommt dem unerwünschten Schall auf die Spur, um ihn zu beheben. Hardtkes Mitarbeiter, Dr. Steffen Marburg, ist für seine Forschungsergebnisse im Rahmen des Projektes sogar mit dem „Innovationspreis des Industrioclubs Sachsen“ ausgezeichnet worden.

„Als Voraussetzung für unsere Berechnungen benötigt meine Arbeitsgruppe Karosseriemodelle, die die Realität gut abbilden“, sagt Professor Hans-Jürgen Hardtke. Am äußeren Design dürfen die Wissenschaftler nichts ändern, schließlich muss ein Audi wie ein Audi aussehen und ein Ford als Ford erkennbar sein. Die Dresdner konzentrieren sich deshalb auf nicht sichtbare Bleche wie beispielsweise Bodenbleche

oder eine Spritzwand. Ziel ist es, durch Optimierungsrechnungen Parametersätze zu finden, die eine optimale Schalldämpfung – häufig ohne zusätzliche Masse – realisieren. In der Praxis sieht es so aus, dass mit der Software „Akusta“, entwickelt von Dr. Steffen Marburg, die jeweilige Geräuschübertragungsfunktion – der Zusammenhang zwischen einer Anregung zum Beispiel durch den Motor und dem Geräusch im Fahrerohr – eines Fahrzeugmodells berechnet wird. Akustisch empfindliche Zonen lassen sich dann mit einem speziellen Berechnungs- und Visualisierungsverfahren lokalisieren.

„Akusta“ berechnet nun, an welchen Stellen das Blech in besonderer Weise zu strukturieren ist, beispielsweise durch Sicken und Beulen. Dabei wird das jeweilige Blech höchstens um einen oder zwei Zentimeter verändert. Beulen und Sicken können Bleche versteifen: Eine ebene Platte gerät

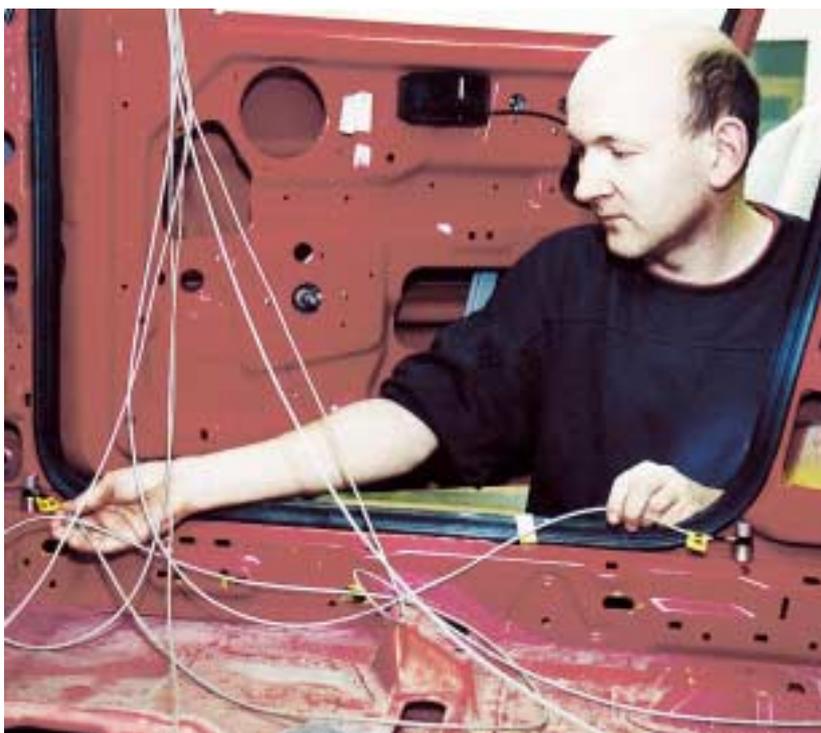
in einem sehr niedrigen Frequenzbereich in Schwingungen, und diese können sich aufschaukeln. Folglich ist das Geräusch sehr laut hörbar.

Der Eigenfrequenzbereich einer Platte mit einer Beule ist im allgemeinen sehr viel höher. Überhöhungen bei der Abstrahlung entfallen.

Hinzu kommt, dass das Verfahren konsequent lokale Auslöschungseffekte unterstützt, denn die Schwingungsbäuche löschen sich in ihrer Wirkung auf die Geräusche aus. Dieser Effekt ist gerade bei komplexen Modellen eine wesentliche Optimierungsstrategie.

„Der Anwendungsbereich unseres Verfahrens beschränkt sich nicht nur auf Fahrzeugkarosserien“, berichtet Professor Hans-Jürgen Hardtke.

„Zum Einsatz kommen kann ‚Akusta‘ überall dort, wo Gehäuse in Schwingungen geraten und Lärm produzieren, wie zum Beispiel bei Waschmaschinen, Staubsaugern oder auch Lautsprechern.“



Dr. Steffen Marburg checkt die Sensoren an einer Ford-Escort-Karosserie.

Hilfe aus dem Erdboden: Umweltfreundlich Baumwolle bleichen

Manchmal buddelt Karl-Heinz van Pée einfach in der Erde. Gold hofft der Professor für Biochemie dort nicht zu finden, ihn interessieren vor allem die für das Auge unsichtbaren Mikroorganismen, die er mit seiner Arbeitsgruppe im Labor isoliert. Ein Eiweiß mit besonderer Beschaffenheit, eine so genannte Peroxidase, ist die Grundlage für ein Forschungsprojekt, das die „Deutsche Bundesstiftung für Umwelt“ seit dem Mai 2000 für drei Jahre mit knapp einer Million Mark fördert. Dieselbe Summe bringen noch einmal van Pées Partner auf: das Deutsche Wollinstitut in Aachen sowie die Firmen „JenaBios“ (Jena) und „Textilchemie Dr. Petry GmbH“ (Reutlingen).

Die isolierte Peroxidase ist viel kleiner als die bisher bekannten und zeigt für ein Eiweiß ungewöhnliche Eigenschaften: Sie kann viele Farbstoffe entfärben, ist kochfest und stabil gegenüber starken Basen. Und gerade deshalb ist diese Peroxidase interessant für die Textilindustrie. „Baumwolle und Wolle sind von Natur aus etwas bräunlich, weil darin immer noch Pflanzenteile wie Kletten oder Fruchtschalen enthalten sind“, erläutert Professor van Pée. Um weiße Wolle und Baumwolle zu bekommen, müssen die Fasern erst einmal gebleicht werden. Dabei fallen große Mengen mit Salz belasteter Abwässer an, die teuer entsorgt werden müssen. Das Eiweiß aus der Natur hin-

gegen arbeitet umweltfreundlich. „Die Peroxidase bildet die Basis für einen Cocktail an Enzymen aus der Erde, mit dem dann – so das Ziel dieses Forschungsprojektes – industriell die Textilfasern gebleicht werden können“, ist sich van Pée sicher.

Zurzeit untersucht der Biochemiker mit seiner Arbeitsgruppe Erdboden, der unter Kletten wächst. Die Wissenschaftler hoffen, dort natürliche Mikroben zu finden, die die Pflanzenteile zersetzen und damit letztlich abbauen. Das wäre ein weiterer Bestandteil des ökologischen Cocktails.

Aus dem Kühlschrank holen sie Erdproben, die sie in Wasser geben. Van Pée: „Die darin

enthaltenen Mikroorganismen wie Bakterien werden mit Hefe- und Malzextrakten gefüttert – eben mit den Dingen, aus denen wir so etwas Vernünftiges wie Bier machen.“ Gezüchtet werden mit dieser nahrhaften Kraftbrühe Bakterien, die unter einfachen Bedingungen gut wachsen. Einzelne Tröpfchen des Gemisches aus Wasser und Bakterien kommen dann auf eine dünne Schicht aus Agar-Agar. Die Bakterien müssen so auf der Trägerschicht sitzen, dass sie sich nicht mit anderen einzelligen Mikroorganismen berühren. Denn die unterschiedlichen



Bunt leuchten die aus Bodenbakterien gezüchteten Eiweiße in den Laborgläsern.

Bakterien dürfen sich nicht miteinander vermischen. Bei 30° Celsius wachsen nun im Brutschrank auf dem Agar-Agar bunte Bakterienkolonien heran.

„Jetzt können wir einzelne Bakterien entnehmen und mit Ultraschall platzen lassen“, berichtet der Biochemiker. Die Inhaltsstoffe des Bakteriums laufen aus. In der Flüssigkeit hoffen die Wissenschaftler so genannte Biokatalysatoren zu entdecken, die die benötigten Fähigkeiten besitzen. Unter Katalysatoren verstehen die Biochemiker Enzyme, die Reaktionen immer und immer wieder ablaufen lassen, ohne dass das Enzym verbraucht wird. Der gesuchte Biokatalysator soll Pflanzenteile wie Kletten und Kapselreste der Baumwolle abbauen. Van Pée berichtet: „Haben wir ein geeignetes Enzym entdeckt, dann können wir den Bakterienstamm, der dieses Eiweiß besitzt, im Labor züchten, um größere Mengen davon zu gewinnen.“

Danach muss im Labor geklärt werden, ob sich die entfärbende Peroxidase und das noch zu findende Enzym vertragen und zusammenarbeiten können. Wie lange überleben und funktionieren diese Enzyme überhaupt? Reichen die Eigenschaften bereits aus, um beim industriellen Bleichen von Wolle und Baumwolle zufriedenstellende Ergebnisse zu erzielen? Noch sind viele Fragen zu beantworten und wissenschaftlich nachzuweisen, ehe die Textilindustrie diese umweltfreundlichen Enzyme in der Produktion einsetzen kann.



In dem Fermenter wird bei gleich bleibenden Temperaturen um 30 Grad Celsius die Peroxidase gezüchtet.

Doch sicher ist jetzt schon: Der Dresdner Eiweiß-Cocktail – gewonnen aus dem natürlichen Erdboden – wird billiger und ökologischer bleichen, denn es fallen keine stark salzhaltigen Abwässer mehr an, die selbst Textilmaschinen aus Edelstahl rosten lassen.

Sachsens Wälder für die Zukunft



Naturnahe Wälder, wie hier der alte Buchenbestand im Mittleren Erzgebirge mit noch junger Vegetation im Hintergrund, sind ideale und stabile Biotope, die auch forstwirtschaftlich genutzt werden können.

„Ohne den Einfluss des Menschen würde die heimische Baumart Buche auf fast 60 Prozent der Fläche Sachsens reich strukturierte Mischwälder bilden“, berichtet Professor Franz Makeschin vom Institut für Bodenkunde und Standortslehre. Hohe Flächenansprüche vergangener Generationen haben den Waldanteil bis zum späten Mittelalter stark abgesenkt. Dank der seit über 200 Jahren nachhaltig arbeitenden Forstwirtschaft entstanden neue Wälder – stets unter dem Einfluss des Zeitgeistes sowie des jeweiligen Wissensstandes.

Von den derzeit 509.000 Hektar sächsischer Wälder weisen rund 28 Prozent der Fläche relativ artenarme, gleichaltrige Kiefern- und 41 Prozent Fichten-Bestände meist geringer Strukturvielfalt und Biodiversität auf. Dies birgt erhebliche Risiken für deren ökologische Stabilität und Bewirtschaftung. Ziel ist es daher, diese Bestände in naturnahe, horizontal und vertikal reich strukturierte Mischbestände umzubauen. Genau diese Umbauphase – eine besondere forstliche Herausforderung – untersucht eine Tharandter Projektgruppe unter der Leitung von Professor Franz Makeschin und Prof. A. W. Bitter gemeinsam mit Forschern aus sechs Instituten. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung mit einem Volumen von knapp fünf Millionen Mark über zunächst drei Jahre geförderte Verbundprojekt soll extensive Waldbaukonzepte für das sächsische Tiefland sowie das Erzgebirge entwickeln. Dies geschieht in enger Kooperation mit der ebenfalls am Projekt beteiligten Landesanstalt für Forsten in Graupa, die auch die praktische Umsetzung der erarbeiteten Vorschläge fördert. Thematisch reicht der Bogen von der Bodenkunde über Botanik, Zoologie, Genetik, Waldwachstumslehre und Waldbau bis hin zur Inventur und Forstplanung – so ist eine intensive Vernetzung aller Themen gewährleistet. Grundlage der Untersuchungen sind

gemeinsame Versuchsflächen aller Arbeitsgruppen, welche das zeitliche Nacheinander der Waldentwicklung als räumliches Nebeneinander abbilden. Die Forstwissenschaftler unterstreichen, dass gemischte, strukturreiche Wälder in der Region einen höheren Wertzuwachs leisten und versprechen sich zusätzlich positive Auswirkungen für Artenreichtum und Stabilität. Über die Nutzung des hochwertigen Roh-, Energie- und Werkstoffes Holz wird zudem nicht nur ein nachwachsendes Produkt genutzt: Der hohe Anteil an gespeichertem Kohlendioxid (CO₂) entlastet darüber hinaus die Atmosphäre von diesem klimawirksamen Gas. Neben der Forstverwaltung, die das Projekt unterstützt, werden Naturschützer und Erholungssuchende – insbesondere auch private Waldeigentümer – von diesen Konzepten profitieren: Stabile Bestände mit höherem Vorrat und reichhaltiger Auswahl an hochwertigen Holz-Sortimenten garantieren anhaltend hohe Erträge und eine größere Flexibilität am Markt. Doch die Erfolge für Ökologie und Ökonomie werden nicht kurzfristig offenbar: Laut Professor Makeschin und Professor Bitter wird es forsttypisch Jahrzehnte dauern, bis durch die Umsetzung der Konzepte der angestrebte „Zukunftswald“ entsteht.

Dr. Stefan Peters



Der Hangschutzwald im Tal der Wilden Weißeritz beheimatet einen der wenigen naturnahen Buchenmischwälder in Sachsen.

Zukunftsfähige Strategien für ein flexibles Verkehrsnetz

Die Raum- und Verkehrsstrukturen der Region Dresden haben sich in den 90-er Jahren beispiellos gewandelt: Im Zeitraffertempo vollzog sich eine besorgniserregende Suburbanisierung nach nordamerikanischem Beispiel. Die individuelle Motorisierung ist explodiert. Individualverkehr, öffentlicher Personennahverkehr, Bahn- und Flugverkehr sind nur unzulänglich vernetzt. Stau, Verkehrslärm und Zersiedelung sind die für die Stadt unverträglichen Folgen.



Infosysteme informieren über den aktuellen Straßenverkehr und die Verbindungen im ÖPNV.

Das Vorhaben „Intermobil Region Dresden“ will zur Umkehr dieses Trends beitragen – unterstützt vom Bundesministerium für Wissenschaft und Bildung mit 36 Millionen Mark. Wissenschaftlicher Leiter und Kopf des auf fünf Jahre angelegten Leitprojektes ist Professor Horst Strobel (Institut für Verkehrsinformationssysteme). Mit eigenen Mitteln der Projektpartner aus der Industrie, anderen Forschungseinrichtungen, der Bahn AG und den übrigen Trägern des Öffentlichen Personennahverkehrs (ÖPNV) beläuft sich der Betrag letztlich auf insgesamt 61 Millionen Mark.

Bis zum Jahr 2004 wird das von der TU Dresden – insgesamt sind daran acht Professoren unterschiedlicher Fakultäten beteiligt – wissenschaftlich geführte Leitprojekt eine interdisziplinär angelegte Gesamtstrategie zur nachhaltigen Mobilitätssicherung am Beispiel des Südost-Korridors „Dresden – Sächsische Schweiz“ vorlegen. „Berücksichtigt werden die spezifischen Herausforderungen der neuen Bundesländer“, berichtet Strobel. „Solch eine Gesamtstrategie ist einmalig, und das Konzept kann auch auf andere Regionen übertragen werden, denn es handelt sich hierbei um die in Deutschland am häufigsten vorkommende Ballungskategorie mit rund 0,5 bis 1 Million Einwohnern.“ Genutzt wird überdies die Chance, die in diesem Zeitraum und Gebiet ohnehin geplanten und überwiegend vom Bund und Freistaat Sachsen geförderten Infrastrukturvorhaben mit einem Volumen von knapp zwei Milliarden Mark mit einer intelligenten und effizienten Vernetzung aller Mobilitätssysteme zu verbinden. Beispielsweise wird die S-Bahn-Strecke von Dresden nach Pirna neu gebaut, die A17 in Richtung Prag soll während der Projektzeit begonnen werden, es entsteht ein neues Flughafenterminal mit einem S-Bahn-Anschluss, die Pilotlinie 2 der Dresdner Stadtbahn wird errichtet und zwei neue Elbbrücken werden geschaffen.

Strobel unterscheidet in langfristige, mittelfristige und kurzfristige Strategien: „Kurzfristig ist ein internetbasiertes Mobilitätsinfosystem zu realisieren. Bevor sich ein Bürger ins Auto setzt, kann er sich über das Internet anschauen, wie auf seiner Strecke der Straßenverkehr rollt. Gibt es Staus? Wie lassen sich diese umgehen? Ist es sinnvoll, auf den ÖPNV umzusteigen? Wann fahren wo welche Busse und Bahnen ab? Wie komme ich von Straße X zur Sehenswürdigkeit Y?“ Bereits vier Live-Kameras sind heute schon im Einsatz. Ziel ist es, den gesamten Südost-Korridor damit auszustatten. Die vernetzte Online-Verkehrsauskunft funktioniert schon in Ansätzen (<http://dresden-info.fhg.de>). In der öffentlichkeitswirksamen Nutzung befinden sich bereits Auskunftautomaten und fachkraftbediente Terminals in den Servicestellen der DVB AG am Postplatz, Albertplatz, Pirnaischen Platz und Hauptbahnhof. Einige 1.000 Zugriffe am Tag registrieren Strobel und seine Mitarbeiter mittlerweile.

Das herkömmliche Ticket will der Verkehrswissenschaftler mittelfristig abschaffen. Damit entfielen die für den Bürger heute noch erforderlichen Detailkenntnisse undurchsichtiger Tarife beim ÖPNV und die manchmal komplizierte Handhabung der Ticketautomaten. Ganz nach dem Grundsatz „Einsteigen und Fahren“ wird das Chipkartensystem funktionieren. „Karten

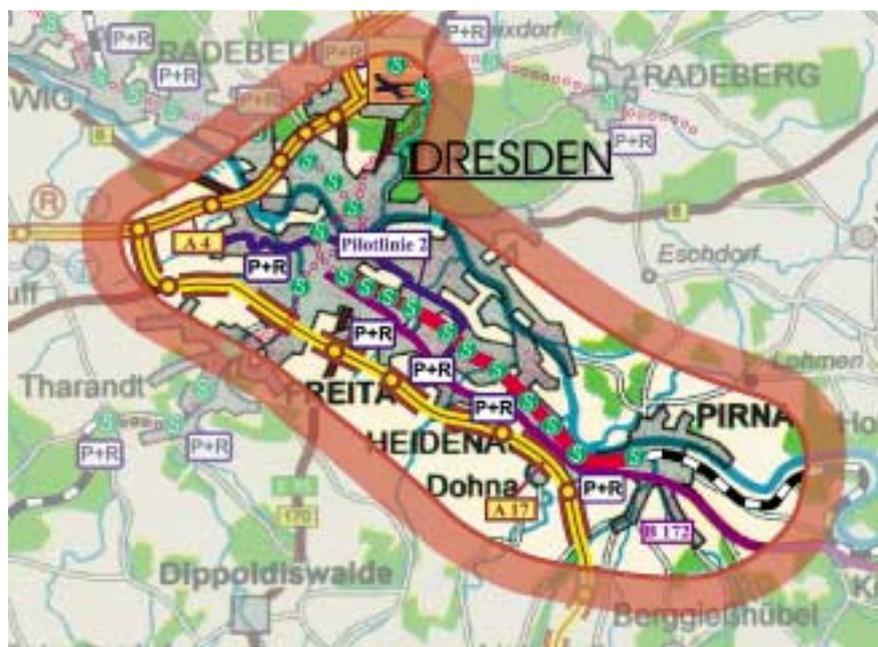
der Banken und die Uni-Chipkarte der TU Dresden werden massenhaft benutzt“, so Strobel, „diese Karten sollen mit kontaktloser Kommunikationstechnik versehen werden. Eine Leseeinrichtung beziehungsweise eine Antenne an der Bustür registrieren beispielsweise, ob jemand ein gültiges elektronisches Ticket besitzt. Durch ein so genanntes „Check-In“ und „Check-Out“ soll überdies die Möglichkeit geschaffen werden, die Personenkilometer nach Bestpreisverfahren bargeldlos zu bezahlen. Auch an virtuelle Mobilitätsmodelle denkt der Dresdner Wissenschaftler, denn mit dem Computer stehen jetzt wichtige Produktionsmaschinen des 21. Jahrhunderts bei fast jedem zu Hause. Unnötiger Pendlerverkehr und gegebenenfalls ein zweites Auto könnten entfallen, wenn Arbeitnehmer nur jeden zweiten oder dritten Tag im Büro anwesend sein müssen, die andere Zeit hingegen zu Hause am Computer arbeiten. Internetanschluss, Mailboxen und Videokonferenzen übers Internet ermöglichen die neue Form der Telearbeit. Telependler nennt der Wissenschaftler diese Personengruppe, die dann nicht mehr täglich ins Büro fahren wird. Der absehbare Anstieg informationstechnischer Berufe wird hierfür eine Massenbasis schaffen.

„Langzeitstrategien erzielen keine sofortigen Erfolge und kosten viel Geld“, weiß Strobel, doch sie sind das Rückgrat nachhaltiger Mobilitätssicherung und spielen deshalb eine wichtige Rolle im Leitprojekt. Um das weitere Wachstum des individuellen Pkw-Verkehrs zu bremsen, muss der ÖPNV flexibilisiert und optimiert werden. Die Zeittakte der S-Bahn betragen zurzeit 15 bis 60 Minuten. Da warten die Bürger einfach zu lange auf die nächste Bahn. Die längste Taktzeit soll so kurz gehalten werden, dass die Fahrgäste den Fahrplan gar nicht mehr kennen müssen. Unter S-Bahn-Bedingungen sind das etwa zehn Minuten. Außerdem muss der Zeittakt entsprechend dem Verkehrsaufkommen geschaltet werden. Möglich wird das unter anderem mit automatisierten, das heißt fahrerlosen S-Bahnen. In Paris, Lille, Toulouse und Vancouver werden bereits fahrerlose U-Bahnen eingesetzt. Unter den wesentlich komplizierteren Bedingungen des S-Bahn-Betriebes gibt es heute derartige Lösungen noch nicht. Mit der Schaffung von Grundlagen für den Einsatz automatisierter S-Bahnen auf der neu zu bauenden Strecke Dresden-Hauptbahnhof bis Heidenau betreten die Projektpartner Neuland. Dafür wird Hochtechnologie benötigt: Beispielsweise muss ein vollautomatisches Hinderniserkennungssystem entwickelt werden.

Ergänzt wird diese Demonstrationsstrecke durch ein Anschlusssystem. Auf Anzeigen soll für die Bahnfahrer an den Haltestellen Dobritz, Heidenau und Pirna sofort erkennbar sein, in wie vielen Minuten die Anschlusszüge oder -busse abfahren. Auch die Autobahnen und S-Bahnen sollen vernetzt werden. Elektronische Leitsysteme, ähnlich denen von

Parkhäusern, sollen anzeigen, ob zum Beispiel in der Sächsischen Schweiz alle Straßen verstopft und Parkplätze belegt sind. Der Autofahrer wird auf den nächsten Parkplatz an einer S-Bahn-Haltestelle hingewiesen, erkennt auf einen Blick, in wie vielen Minuten die nächste Bahn in die Sächsische Schweiz fährt. Strobel: „Bis zum Jahr 2004 werden wir noch keinen vollautomatischen S-Bahn-Betrieb haben, aber die Möglichkeiten, den Verkehr zu lenken, zu vernetzen und zu optimieren, können wir dann schon im Südost-Korridor ‘Dresden – Sächsische Schweiz’ demonstrieren. Dabei soll die neu zu bauende und durch fortgeschrittene Telematik weiter zu modernisierende S-Bahn zum Rückgrat der Verkehrsvernetzung in diesem Korridor gemacht werden.“

Noch klingen gerade die langfristigen Ziele nach Visionen, aber im Jahr 2004 wird Dresden mit dieser ganzheitlichen Strategie in Deutschland und darüber hinaus eine Vorbildfunktion haben, den städtischen und regionalen Verkehr für die Bürger erträglicher und flexibler zu gestalten.



Das Bundesleitprojekt „Intermobil“ erarbeitet ganzheitliche Mobilitätskonzepte für den Korridor „Dresden – Sächsische Schweiz“.

Leiser rollt der Verkehr übers Flüsterpflaster



Auch in Dresdens Innenstadt lärmen Autoreifen auf dem Asphalt. Flüsterpflaster wäre leiser.

Die Mobilität hat dem Einzelnen die individuelle Freiheit gebracht, seinen Mitmenschen aber oft den störenden und gesundheitsschädlichen Verkehrslärm. In Deutschland fühlen sich etwa 70 Prozent der Bundesbürger durch den Straßenverkehr belastigt. Laut dem Umweltbundesamt müssen 10 Millionen Menschen tagsüber einen Lärmpegel von über 65 Dezibel aushalten. Dieser Pegel liegt mehr als zehn Dezibel über dem Schwellenwert für Belastungsreaktionen, kann das vegetative Nervensystem stören und bis hin zum Herzinfarkt führen.

„Fahrzeuge haben unterschiedliche Geräuschquellen“, weiß Professor Peter Költzsch vom Institut für Akustik und Sprachkommunikation. „Im fließenden Verkehr dominieren zwischen 40 und 100 Stundenkilometern vor allem die Rollgeräusche, das heißt der Lärm, der durch den Autoreifen auf der Straßenoberfläche erzeugt wird. Dieser Tempobereich wird innerstädtisch gefahren – sei es auf Straßen oder Autobahnen.“ Genau hier setzt die Grundlagenforschung von Költzsch an, die die Deutsche Forschungsgemeinschaft seit September 1999 über drei Jahre mit knapp einer halben Million Mark fördert.

Wie muss der Straßenbelag beschaffen sein, damit der gesamte Verkehr – Pkws genauso wie schwere Lkws – deutlich leiser durch die Innenstadt und Wohngebiete rollt? Einen optimal schallschluckenden Modellbelag will der Akustiker am Ende des Projektes gemeinsam mit seinen Partnern Professor Frohmuth Wellner und Professor Konrad Roßberg (Professur für Straßenbau) vorlegen. Im schalltoten Raum des Instituts haben die Mitarbeiter bereits eine Versuchsanlage aufgebaut, die misst, wie viel Schall die im bundesdeutschen Verkehr eingesetzten, unterschied-

lichen Straßenbeläge absorbieren. „Wir messen den sehr flachen Schalleinfallwinkel, denn der Schall entsteht direkt unter dem Reifen und pflanzt sich dann auf dem Belag fort“, berichtet Költzsch. Auch an der Autobahn sind erste Messungen unternommen worden.

Herausgestellt hat sich, dass der sehr teure so genannte Drain-Asphalt, der für Flughäfen entwickelt wurde, relativ viel Schall absorbiert. „Dabei handelt es sich um einen sehr porösen Belag“, erklärt der Dresdner Wissenschaftler. „In den Poren reibt sich der Schall, und Energie wird vernichtet, also wird der Lärm gedämpft.“ Leider verschmutzen diese Poren schnell und setzen sich zu. Költzsch: „Unsere Idee ist, die Porengröße so zu beeinflussen, dass die oberste Asphaltsschicht feinporig aufgebracht wird, die darunter liegenden Schichten immer gröbere Poren aufweisen. Die Poren wirken dann wie ein Filter und können nicht mehr verstopfen.“

In Versuchsreihen wird sich herausstellen, ob diese Idee in der Praxis funktioniert. Solch ein Asphalt wäre heute noch zu teuer, um flächendeckend in Deutschland eingesetzt zu werden. Doch der Dresdner Akustiker kann sich vorstellen, dass nur bestimmte Gebiete damit gepflastert werden, um weniger störenden Lärm zu erzeugen: „Der leisere Straßenbelag könnte zum Beispiel an vielbefahrenen Kreuzungen in der Innenstadt oder auf Autobahnen, die durch Städte führen, eingesetzt werden.“ Dieser Belag hat gegenüber dem vereinzelt eingesetzten lärmgemindernden Fahrzeugen den großen Vorteil, dass er für den gesamten Verkehr wirkt, der unmittelbar vorbeifährt und den Lärm auf der Fahrbahn erzeugt.

Unfälle zeigen, welche Sicherheitstechnik verbessert werden muss

Für Sachsens Polizisten und Rettungsdienste sind die rotgekleideten Unfallforscher der TU Dresden ein täglicher Anblick: Bei jedem Verkehrsunfall mit Personenschaden in der Stadt Dresden sowie dem Landkreis Meißen und Teilen der Landkreise Riesa-Großenhain, Weißeritzkreis, Sächsische Schweiz, Bautzen und Kamenz sind die Wissenschaftler mit vor Ort. In einem Gebiet mit der Fläche von rund 2.575 Quadratkilometern, in dem etwa 925.000 Menschen leben, untersuchen sie seit dem 2. Juli 1999 zu jeder Tages- und Nachtzeit das Unfallgeschehen.

„In unserem Untersuchungsgebiet haben wir eine Großstadt, kleinere Städte, gebirgige Landschaften, Alleen, Flachland und Autobahnen“, erklärt Professor Horst Brunner vom Institut für

anstadt für Straßenwesen. Brunner: „Unsere Daten geben letztlich Hinweise darauf, welche Sicherheitstechnik wie die Karosserie, Airbags oder Schutzhelme weiter entwickelt und verbessert werden muss.“ Zum Team gehören ein Ingenieur, eine Ärztin, eine Projektmanagerin



Verbrennungsmotoren und Kraftfahrzeuge. Somit können die Wissenschaftler im Laufe des Jahres zu allen Tageszeiten in unterschiedlichem Gelände Unfälle dokumentieren und auswerten. Ziel ist es, 1.000 Unfälle pro Jahr aufzunehmen, um statistisch einwandfreie Aussagen treffen zu können. Auftraggeber des interdisziplinären Forschungsprojektes zwischen der Professur für Kraftfahrzeug- und Antriebstechnik und jener für Unfallchirurgie ist die „Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V.“, ein Zusammenschluss deutscher Automobilhersteller und Zulieferfirmen, unterstützt von der Bundes-

und mehr als 50 Studenten – Mediziner und Techniker. Die rund 25 Mediziner im höheren Semester kommen vom Projektpartner Professor Hans Zwipp. Eine Schulung in erweiterter erster Hilfe können alle Wissenschaftler vorweisen, denn es kann passieren, dass sie noch vor der Polizei und dem Rettungswagen am Unfallort sind und helfen müssen. Das Team darf nicht nur offiziell den Polizei- und Rettungsfunk abhören, sondern wird auch noch per Telefon alarmiert. Dann setzen sich zwei Techniker in den roten Wagen und fahren los – ausgerüstet mit Sondersignalen wie Blaulicht, Funk und einem Sicherheitsbeutel (Foto).

Auch ein diensthabender Mediziner fährt vor Ort. Unfallspuren werden dokumentiert, um den Unfallhergang zu rekonstruieren. Welches Wetter herrscht am Unfallort? Welche baulichen Besonderheiten gibt es? Wie ist die Straße gestaltet? Welche Verkehrsregelungen sind hier zu beachten? Die Techniker untersuchen das Fahrzeug auf Deformationen, nehmen die technischen Daten des jeweiligen Fahrzeugs auf sowie die Anprallstellen der Insassen. Was an dem Tag nicht untersucht werden kann, wird nachgearbeitet. Der Medizinstudent hält die Verletzungsmuster fest. Komplettiert werden die Daten mit Informationen über die weitere Behandlung der Patienten im Krankenhaus. Bis zu 3.000 einzelne Informationen können bei einem einzigen Unfall erfasst werden. In codierter Form werden die Daten in eine Datenbank eingegeben, die dann die Grundlage für alle weiteren Studien bildet. Personendaten werden darin nicht gespeichert, schließlich gilt auch hier das Datenschutzgesetz. „Gesetzgeber können anhand der Datenbank erkennen, ob beispielsweise Fahrradhelme gesetzlich Pflicht werden sollen oder nicht“, erläutert Professor Horst Brunner. „Und die Automobilindustrie kann das reale Unfallgeschehen mit den Crashversuchen vergleichen. Andere Personengruppen haben keinen Zugriff auf diese Datenbank.“



TU-Unfallforscher nehmen alle Daten direkt vor Ort auf.

Impressum

Herausgeber: Der Rektor der Technischen Universität Dresden;
Prof. Achim Mehlhorn
Birte Urban
V.i.S.d.P.: Pressestelle der TU Dresden
Nöthnitzer Straße 43,
01187 Dresden
Tel. (03 51) 4 63-28 82
Fax (03 51) 4 63-71 65
E-Mail: uni_urcs@rcs.urz.tu-dresden.de

Redaktion und Texte: Birte Urban
Vertrieb: Petra Kaatz,
Tel. (03 51) 4 63-66 56

Anzeigenredaktion: Sächsische Presseagentur Seibt
Bertolt-Brecht-Allee 24,
01309 Dresden
Tel./Fax (03 51) 31 99-26 70
E-Mail: presse.seibt@gmx.de

Gestaltungsredaktion: Dörte Gerlach
Umschlag: Doreen Thierfelder
Layout: Jacqueline Ackermann
Satz: Jacqueline Ackermann,
Doreen Thierfelder

Titelfoto: Prof. Manfred Buchroithner in der
Dachstein-Südwand-Höhle;
Stephan Schön,
Sächsische Zeitung

Druck: Druckerei Thieme, Meißen
Auflagenhöhe: 7000

Dresden, August 2000

Kontakt

Seite 6, 7: Professor Karl-Bernd Hüttenbrink,
Professur für Hals-Nasen-Ohrenkrankheiten,
Telefon (03 51) 4 58-44 20,
Fax (03 51) 4 58-43 26,
E-Mail: huettenb@rcs1.urz.tu-dresden.de

Seite 9: Professor Armin Töpfer,
Lehrstuhl für Marktorientierte
Unternehmensführung,
Telefon (03 51) 4 63-21 87,
Fax (03 51) 4 63-52 37,
E-Mail: atoepper@rcs.urz.tu-dresden.de

Seite 10: Professor Gerhard Fettweis,
Mannesmann-Mobilfunk-Stiftungsprofessur,
Telefon (03 51) 4 63-39 43,
Fax (03 51) 4 63-72 55,
E-Mail: fettweis@ifn.et.tu-dresden.de

Seite 11: Professor Manfred Buchroithner,
Institut für Kartographie,
Telefon (03 51) 4 63-48 09,
Fax (03 51) 4 63-70 28,
E-Mail: buc@karst9.geo.tu-dresden.de

Seite 12: Professor Rüdiger Hoffmann,
Institut für Akustik und Sprachkommunikation,
Telefon (03 51) 4 63-27 47,
Fax (03 51) 4 63-77 81,
E-Mail: kom@eakss1.et.tu-dresden.de

Seite 13: Professor Hans-Joachim Jentschel,
Institut für Verkehrsinformationssysteme,
Telefon (03 51) 4 63-67 58,
Fax (03 51) 4 63-67 82,
E-Mail: jentschel@vini.vkw.tu-dresden.de

Seite 14, 15: Professor Wolfgang Wünschmann,
Institut für Angewandte Informatik,
Telefon (03 51) 4 63-84 67,
Fax (03 51) 4 63-84 91,
E-Mail: wuenschmann@inf.tu-dresden.de

Seite 16, 17: Professor Wolfgang Pompe,
Institut für Werkstoffwissenschaft,
Telefon (03 51) 4 63-14 20,
Fax (03 51) 4 63-14 22,
E-Mail: pompe@tmfs.mpgfk.tu-dresden.de

Seite 18: Professor Werner Hufenbach,
Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik,
Telefon (03 51) 4 63-81 42,
Fax (03 51) 4 63-81 43,
E-Mail: ilk@ilk.mw.tu-dresden.de

Seite 19: Professor Peter Offermann,
Institut für Textil- und Bekleidungstechnik,
Telefon (03 51) 4 63-46 58,
Fax (03 51) 4 65-83 61,
E-Mail: itb@tudurz.urz.tu-dresden.de

Seite 20: Professor Claus-Thomas Bues,
Institut für Forstnutzung und Forsttechnik,
Telefon (03 52 03) 3 81-3 15,
Fax (03 52 03) 3 81-3 96,
E-Mail: fonuthar@frsww1.forst.tu-dresden.de

Seite 21: Professor Hans-Jürgen Hardtke,
Institut für Festkörpermechanik,
Telefon (03 51) 4 63-79 70,
Fax (03 51) 4 63-79 69,
E-Mail: hardtke@mfm.mw.tu-dresden.de

Seite 22, 23: Professor Karl-Heinz van Pée,
Institut für Biochemie,
Telefon (03 51) 4 63-44 94,
Fax (03 51) 4 63-55 06,
E-Mail: karl-heinz.vanpee@chemie.tu-dresden.de

Seite 24: Professor Franz Makeschin,
Institut für Bodenkunde und Standortslehre,
Telefon (03 52 03) 3 81-3 07,
Fax (03 52 03) 3 81-3 88,
E-Mail: makesch@forst.tu-dresden.de

Seite 26, 27: Professor Horst Strobel,
Institut für Verkehrsinformationssysteme,
Telefon (03 51) 4 63-67 78,
Fax (03 51) 4 63-67 85,
E-Mail: strobel@vina.vkw.tu-dresden.de

Seite 28: Professor Peter Költzsch,
Institut für Akustik und Sprachkommunikation,
Telefon (03 51) 4 63-44 63,
Fax (03 51) 4 63-70 91,
E-Mail: peterkoe@eakaw1.et.tu-dresden.de

Seite 29: Professor Horst Brunner,
Institut für Verbrennungsmotoren und
Kraftfahrzeuge,
Telefon (03 51) 4 63-45 29,
Fax (03 51) 4 63-70 66,
E-Mail: brunner@vwkno1.vkw.tu-dresden.de

Bildnachweis

UJ/Karsten Eckold: 12, 13, 14, 15, 21, 28
Jacqueline Ackermann, Doreen Thierfelder: 5, 19, 26
Stephan Schön, Sächsische Zeitung: 11
Andreas Streich: 24
DaimlerChrysler: 9
Klinik und Poliklinik für Hals-Nasen-Ohrenheilkunde: 6, 7
Mannesmann-Mobilfunk-Stiftungslehrstuhl: 10
Institut für Verkehrsinformationssysteme: 13, 27
Institut für Werkstoffwissenschaft: 16, 17
Institut für Leichtbau und Kunststofftechnik: 18
Institut für Textil- und Bekleidungstechnik: 19
Institut für Forstnutzung und Forsttechnik: 20
Institut für Biochemie: 22, 23
Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrzeuge: 29

Bezugshinweis  **Universitätsjournal**
Die Zeitung der Technischen Universität Dresden

Das Universitätsjournal erscheint alle 14 Tage (insgesamt 20 Mal pro Jahr) und kann über Petra Kaatz unentgeltlich bezogen werden (Adresse: Technische Universität Dresden, Pressestelle, Petra Kaatz, 01062 Dresden, Tel. 03 51 4 63-66 56). Des weiteren liegt das Universitätsjournal außerhalb des TU-Geländes in Dresdner Kultureinrichtungen, Buchläden, Cafés sowie im Rathaus, in allen Ortsämtern, im Arbeitsamt, verschiedenen Business-Centern und Ärztehäusern aus.

