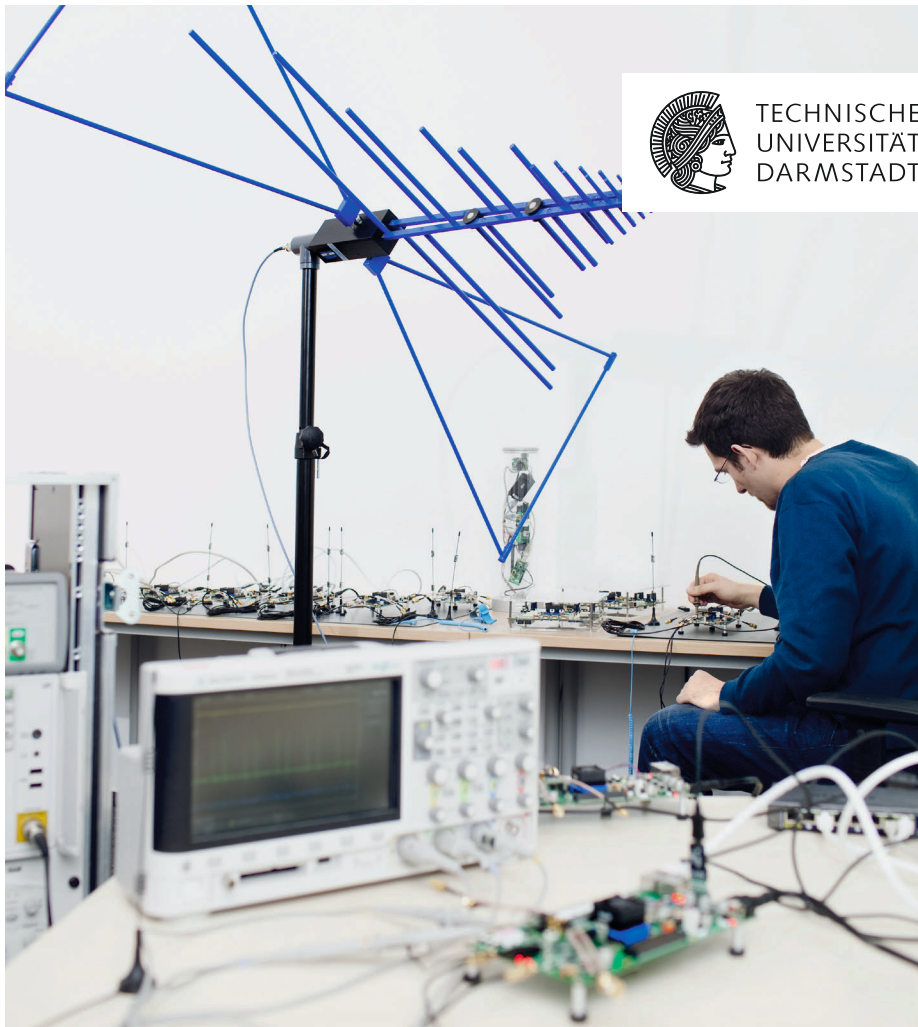




TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



— **1 Sicher in die Kurve:** Neue Technik für Motorräder — **2 Versteckte Schätze bergen:** Wertvolle Rohstoffe in Altgebäuden — **3 Immer auf Empfang und Sendung:** Mobile Kommunikationsnetzwerke werden robuster — **4 Das Interview:** Signale für die Smart City

hoch³FORSCHEN / Jahrgang 2 / Juni 2013



Bitte Zahlen!

5

Sonderforschungsbereiche, gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, gibt es an der TU Darmstadt. Die thematischen Schwerpunkte liegen im Maschinenbau und in den Materialwissenschaften, in den Kommunikationstechnologien und in der Kernphysik.

Bild: Katrin Binner

Impressum

Herausgeber
Der Präsident
der TU Darmstadt

Redaktion Stabsstelle
Kommunikation und Medien
der TU Darmstadt:
Jörg Feuck (Leitung, Vi.S.d.P.)
Ulrike Albrecht (Grafik Design)
Patrick Bal (Bildredaktion)

Gestalterische Konzeption
conclouso GmbH & Co. KG, Mainz

Titelbild Katrin Binner

Druck Frotscher Druck GmbH, Darmstadt

Auflage 6000 **Nächste Ausgabe** 13. September 2013

Leserservice redaktion@pvw.tu-darmstadt.de

Sicher in die Kurve

Am Fachgebiet Fahrzeugtechnik werden Systeme entwickelt, die Motorräder sicherer machen sollen – vor allem in Kurven. Ein wichtiges Element ist der Bremslenkmoment-Verhinderer.

— Von Jutta Witte

Mehrkomponenten-Reifen, Anti-Blockier- und Kombibremssysteme: Motorräder von heute sind echte High-Tech-Maschinen. Dennoch bleibt das Fahren auf den rasanten Zweirädern ein riskantes Vergnügen. „Eine besondere Herausforderung ist der Bremsvorgang“, sagt der Ingenieur und wissenschaftliche Mitarbeiter Kai Schröter, „vor allem in Kurven“. Dabei sei schon optimales Bremsen beim Geradeausfahren eine Wissenschaft für sich. Mit steigender Verzögerung muss hinten ab- und vorne zunehmend gebremst werden, ohne dass sich das Motorrad überschlägt oder die Räder blockieren, denn ohne stabilisierende Kreiselwirkung droht in Sekundenbruchteilen ein Sturz. In Schräglage wandert zudem der Kontaktpunkt zwischen Reifen und Fahrbahn zur Kurveninnenseite. Vor allem die am Vorderrad angreifende Bremskraft erzeugt über diesen seitlichen Abstand zur mittigen Lenkachse ein Bremslenkmoment (BLM), das vom Fahrer abgestützt werden muss.

Informationen

Fachgebiet Fahrzeugtechnik

Prof. Dr. rer. nat. Hermann Winner
Petersenstraße 30
64287 Darmstadt
E-Mail: kontakt@fzd.tu-darmstadt.de
www.fahrzeugtechnik-darmstadt.de

„Selbst mit großer Routine ist es im Notfall mit einer konventionellen Bremse praktisch unmöglich, all diese Anforderungen zeitgleich zu meistern“, weiß der Fahrdynamik-Experte. Ein modernes blockiergeschütztes Kombibremssystem ermögliche es mit entsprechender Übung hingegen fast jedermann, sogar in Kurven sicher und mitunter heftiger zu bremsen, als die meisten sich geradeaus trauten. „Kritisch wird es erst im Schreck“.

Schon bei Verzögerungen weit unterhalb der ABS-Regelschwelle wird das BLM von vielen Fahrern dann häufig nicht mehr ausreichend kompensiert und die Lenkung schlägt weiter ein. Die Fahrphysik tut ein Übriges, das Motorrad richtet sich auf und ist plötzlich auf einem größeren Radius unterwegs, als vom Fahrer geplant. Derart irritiert, geht wertvolle Reaktionszeit verloren; das Risiko des unkontrollierten Abkommens von der Fahrbahn oder gar einer Frontalkollision ist hoch.

„Jeder Motorradfahrer kennt das Phänomen“, berichtet Schröter. „Man kann zwar trainieren, damit umzugehen, den Schreck beherrscht aber letztendlich keiner“. Besser sei es daher, wenn das BLM gar nicht erst auftrete. Dazu haben Wissenschaftler der TU Darmstadt den sogenannten Bremslenkmoment-Verhinderer (BLMV) entwickelt und erprobt. Durch eine ausgeklügelte Mechanik können das obere Lenkkopflager –

und mit ihm die kinematische Lenkachse – per Stellmotor seitlich geschwenkt und so deren Abstand zum Reifenauflandspunkt verringert werden. Im Idealfall ruft eine Bremskraft kein störendes BLM mehr hervor und das Motorrad bleibt auf Kurs.

Mehr als 1000 Kilometer hat Schröter inzwischen mit dem auf einer Honda CBR 600 RR basierenden Prototypen zurückgelegt. Sein Fazit: Die Technik bewährt sich – sogar in sich ziehenden Kurven. Allerdings sind freie Kurvenfahrten aufgrund eines erhöhten stationären Lenkmoments bislang noch anstrengender als mit dem Serienfahrwerk. Ein Lösungsansatz hierfür sei, den BLMV auf Höhe der Radnabe anzubringen, um die Lenkachse noch schräger stellen zu können.

Für eine Serienfertigung ist es allerdings noch zu früh. Hochgeschwindigkeits-Stabilität und dynamische Fahrmanöver bedürfen weiterer Untersuchung und Optimierung. Zudem müsste das System einfacher, kleiner und leichter werden.

Kurz- und mittelfristig sei also eher mit einer Weiterentwicklung bestehender Systeme auf Basis konventioneller Fahrwerke zu rechnen. Bei ähnlich guter Wirkung böten diese vor allem ein gewohntes Fahrgefühl. „Und gerade das ist oft entscheidend für die Akzeptanz einer neuen Technologie. Wir haben da schon ein paar Ideen“, verspricht Schröter.

Die Autorin ist Wissenschaftsjournalistin und promovierte Historikerin.



Bild: Katrin Binner

Neue Technik hält das Motorrad sicher auf Kurs.

BLMV: Der Bremslenkmoment-Verhinderer

Erfunden hat den BLMV Alois Weidele, heute Lehrbeauftragter an der TU Darmstadt, im Jahr 1989. Kai Schröter vom Fachgebiet Fahrzeugtechnik setzte den BLMV mit Honda R&D Japan in die Praxis um und entwickelt ihn weiter. Schröter widmet sich der „Bremslenkmoment-optimierten Kurvenbremsung“ auch in seiner Dissertation. Mehr zum Thema: ATZ Automobiltechnische Zeitschrift 05/2013



Der Schatz urbaner Rohstoffe

Im Gebäudebestand der Bundesrepublik lagern 110 Millionen Tonnen Metalle. Mit einer digitalen „Rohstoffschatzkarte“ lässt sich dieser Bestand erkunden und die zukünftige Nutzung analysieren.

Wertvoll: Rohstoff-Inventur in Industriebeständen.



Bild: Wolf Hertlein

Experten für Urban Mining:
Prof. Liselotte Schebek,
Prof. Christoph Motzko,
Prof. Hans-Joachim Linke
(v. li.).



Bild: Katrin Binner

— Von Hildegard Kaulen
Rohstoffe sind ein knappes Gut und müssen mit viel Aufwand in Bergwerken abgebaut werden. Ein großer Teil der weltweit vorhandenen Kupfervorkommen lagert bereits im aktuellen Gebäudebestand. Statt in der Natur zu schürfen, können Kupfer und andere Metalle auch beim Abbruch von Immobilien zurückgewonnen werden. Urban Mining heißt dieses Konzept, das Metropolregionen als oberirdisches Rohstofflager betrachtet. Sein Potenzial lässt sich mit zwei Zahlen verdeutlichen: Allein die 2,6 Millionen Tonnen Kupfer, die bislang in der Bundesrepublik verbaut worden sind, haben einen Verkehrswert von rund 19 Milliarden Dollar. Die systematische Rückgewinnung von Rohstoffen aus abbruchreifen Gebäuden würde Deutschland mehr Unabhängigkeit vom Weltmarkt geben. Ein Team um Professorin Liselotte Schebek vom Fachgebiet Industrielle Stoffkreisläufe der TU Darmstadt wird Rohstoff-Inventur im Rhein-Main-Gebiet machen und Kriterien und Hilfsmittel für die Bewertung der Rohstoffgehalte und für die Planung von Umbau oder Abriss von Immobilien entwickeln.

Das Forschungsvorhaben mit dem Titel „Techno-Ökonomische Potenziale der Rückgewinnung von Rohstoffen aus dem Industrie- und Gewerbegebäude-Bestand – PRRIG“ wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. „Es gibt in Deutschland keine präzisen Angaben darüber, welche Rohstoffe in den Altbeständen verbaut worden sind und wie viel dort lagert. Auch über die mögliche Schadstoffbelastung ist wenig bekannt“, sagt Schebek. „Deshalb fällt es vielen Eigentümern schwer, den ökonomischen Wert ihrer Immobilie genau zu beziffern und zu entscheiden, was bei einem Leerstand zu tun ist.“ Schebek kooperiert bei dem Verbundprojekt mit Professor Hans-Joachim Linke vom Fachgebiet Landmanagement und Professor Christoph Motzko vom Institut für Baubetrieb sowie der Adam Opel AG und dem Dienstleister Re2areaGmbH. Unterstützt wird das Forschungsvorhaben von assoziierten Partnern wie der Fraport AG und dem Regionalverband Frankfurt/Rhein-Main.

Bei der Rohstoff-Inventur konzentrieren sich die Forscher auf Industrie- und Gewerbeimmobilien. Diese Gebäude sind technisch hochwertiger ausgestattet und haben einen kürzeren Nutzungszeitraum als andere Immobilien. „Bei Industrie- und Gewerbeimmobilien fallen technische und wirtschaftliche Nutzungsdauer auseinander“,

erklärt Linke. „Wenn sie nicht mehr den Bedürfnissen und Anforderungen der Betreiber entsprechen, werden sie aufgegeben, obwohl sie technisch noch in Ordnung sind. Dann muss über die Zukunft der Immobilie entschieden werden.“ Weil Kommunen zunehmend im aktuellen Bestand bauen lassen müssen, brauchen Eigentümer empirische Daten für die Nutzungsentscheidung. „Es fehlt an strukturierten Bewertungs-algorithmen und Dienstleistungskonzepten für die Revitalisierung solcher Immobilien“, sagt Motzko. „Wir brauchen Daten, um die technischen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für Umnutzung, Rückbau oder Abbruch eines Gebäudes kalkulieren zu können.“ Schebek interessiert sich zudem für Materialflüsse. „Wir fragen uns, wo sich Rohstoffe im Baubestand befinden und wie, wann und unter welchen Bedingungen sie wieder zurückgewonnen werden können? Wir sollten auch dahin kommen, beim Bau einer Immobilie schon an die spätere Wiederverwertung zu denken und entsprechende Recyclingtechniken vorzuhalten“, sagt die Chemikerin.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden die Projektpartner den Gebäudebestand im Rhein-Main-Gebiet über Flurkarten, Luftbilder und Flächennutzungspläne kartieren. Sie werden auch eine Gebäudetypologie entwickeln. Dabei soll jedem Gebäudetyp der bauzeit-typische Rohstoffanteil zugeordnet werden. Aus der Gebäudetypologie sollen Schlussfolgerungen gezogen werden, welche Rohstoffe in Lagerhallen, Bürogebäuden, Silos, Kasernen, Einkaufszentren oder Krankenhäusern verbaut worden sind. Zusammen mit den Daten zum Gebäudebestand ergibt sich daraus ein Rohstoffkataster für die gesamte Rhein-Main-Region. „In Kooperation mit der Adam Opel AG werden wir auch Strategien für historisch gewachsenen Industrieanlagen entwickeln“, sagt Motzko. Und Linke ergänzt: „Es geht darum, übertragbare Daten zu generieren. Die Gebäudetypologie, das Materialflussmodell und die Planungshilfen für Gebäude-eigentümer sollen bundesweit nutzbar sein. Wir werden generelle Empfehlungen für die Sichtung der Rohstoffinformation und die Entwicklung des Gebäudebestands machen. Bei der Rohstoff-Inventur im Rhein-Main-Gebiet müssen wir uns allerdings auch Grenzen setzen. Wir können nicht jedes einzelne Gebäude kartieren. Wir werden eine lernende Datenbank installieren, die in den nächsten Jahren weiter aufgestockt wird.“ An Praxisbeispielen werden die Partner prüfen, ob sich mit den erhobenen Daten tatsächlich attraktive Nutzungskonzepte für leer stehende Immobilien entwickeln lassen. **Die Partner werden** auch Szenarien für die Zukunft des Immobilienmarkts entwerfen.

Die Nutzungsdauer der Gebäude wird immer kürzer, weil sich die Arbeitsbedingungen rasant ändern. In der Automobilindustrie etwa wird auf immer kleinerer Fläche produziert. Es gibt kaum noch Lagerhaltung, weil die Bauteile genau zur rechten Zeit angeliefert und montiert werden. Gebäude sind heute nur noch Hüllen für Maschinenparks – Skelettbauten, die im besten Fall zerlegt und neu zusammengefügt werden.

Aus der Rohstoffperspektive betrachtet, ist die Vision des Urban Minings radikal: Gebäude werden sofort recycelt, wenn ihre wirtschaftliche Lebensdauer zu Ende gegangen ist. Wird es in Zukunft noch Industriedenkmäler wie den zum UNESCO-Weltkulturerbe gehörenden Stahlkoloss Völklinger Hütte geben? „Ganz sicher“, meint Schebek. „Solche herausragenden Industriegebäude können aber nur ein kleiner Teil des großen Gebäudebestands sein. Die übrigen Industriegebäude sind dann vielleicht nur noch zweckmäßige Bauten auf Zeit, die eine neue Zukunft als urbanes Rohstofflager haben“.

Die Autorin ist Wissenschaftsjournalistin und promovierte Biologin.

Projekt im Überblick

- Was:** Sichtung der Rohstoffpotenziale in Industrie- und Gewerbegebäuden
- Wer:** TU Darmstadt mit den Professoren Liselotte Schebek, Hans-Joachim Linke und Christoph Motzko und den Mitarbeitern Dr. Tine Köhler, Jan Wöltjen und Carolin Wiesenmaier; Adam Opel AG, Re2areaGmbH sowie assoziierte Partner
- Wo:** Rhein-Main-Gebiet mit 2.458 km² Fläche, 75 Kommunen und den kreisfreien Städten Frankfurt und Offenbach
- Wie lange:** 2 Jahre
- Seit wann:** 1. April 2013
- Was ist für das Rhein-Main-Gebiet zu erwarten:**
- Gebäuderegister
 - Ressourcenkataster zu den Rohstoffen im regionalen Baubestand
 - Szenarien für Immobilienmarkt
 - Vorhersagen über zukünftige Stoffströme in der Region
 - Empfehlungen für die regionale Planung
- Was ist überregional zu erwarten:**
- Allgemeingültige Gebäudetypologie
 - Rohstoffkennzahlen für verschiedene Gebäudetypen
 - Materialflussmodell
 - Planungshilfe für Eigentümer
 - Generelle Empfehlungen zum Urban Mining

Informationen

Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie
Fachgebiet Industrielle Stoffkreisläufe
Prof. Dr. Liselotte Schebek
Petersenstr. 13, 64287 Darmstadt
E-Mail: l.schebek@iwar.tu-darmstadt.de
www.iwar.tu-darmstadt.de/isk

Forschen für das Multitalent Sensor

Sensoren gelten als die Hauptplayer in mobilen Kommunikationsnetzwerken der Zukunft. Wissenschaftler der TU Darmstadt wollen gemeinsam mit Kollegen der Uni Kassel diesen Kleinstgeräten robustere Eigenschaften verleihen.

Von Jutta Witte

Sie sind mittlerweile kleiner als ein Fingernagel, erfassen alle möglichen Daten, verarbeiten und leiten sie weiter und durchdringen unsere Lebens- und Arbeitswelt immer mehr. Die Wissenschaftler von „Cocoon“, einem Projekt des hessischen Exzellenzprogramms LOEWE, trauen Sensoren als Dreh- und Angelpunkte in einer Welt, in der Rechner, physikalische Objekte und Nutzer unabhängig von Zeit und Ort drahtlos kommunizieren, eine Menge zu.

„In Zukunft werden wir überall Sensoren haben“, prophezeit Matthias Hollick, Informatik-Professor an der TU Darmstadt und bei Cocoon zuständig für die Netzwerkarchitektur. Tausende von immer mobileren Sensorknoten, vollgepackt mit Informationen, müssten dann miteinander in Einklang gebracht werden, sich Frequenzen teilen, in Eigenregie innerhalb von Sekunden den besten Funkkanal suchen und Störungen ausgleichen. Die Experten erforschen die Basistechnologien für einen möglichst reibungslosen Ablauf dieser drahtlosen Kommunikation – keine leichte Herausforderung, denn schon Bewegungen von Personen, ein Mikrowellengerät im Raum oder gut isolierte Fensterscheiben können den Funkkontakt empfindlich stören.

„Technologien, die wir aus der Kommunikation zwischen Handy und Basisstation kennen, reichen hier nicht mehr aus“, erklärt Hollick. Sein Team soll die Strukturen der Multi-hop Netze so gestalten, dass sie robust sind. Was das im

Forschungsalltag bedeutet, zeigt ein Blick ins neue Cocoon-Labor. Hier stehen die Transceiver der neuesten Generation, genannt Software-defined Radios. Sie sind mittels Software rekonfigurierbar, ihre Hardware kann sich wechselnden Bedingungen der Umgebung anpassen.

Matthias Schulz sitzt umgeben von Platinen und kleinen Antennen vor dem Rechner und testet die im Rahmen seiner Masterarbeit entwickelten Übertragungsverfahren. Er analysiert, welchen Funkkanal die Sensoren auswählen, wie stabil dieser Kanal ist und ob am Ende die Informationen eins zu eins beim Empfänger ankommen. Der Fluss der Daten, die die vielen Antennen gleichzeitig aus-

senden, wird online auf dem Bildschirm abgebildet. Die Kanäle ändern sich ständig und lassen dem Sensor nur Bruchteile von Sekunden Zeit, um sie einzuschätzen. „Darauf müssen wir reagieren und die Signale bereits auf der physikalischen Ebene des Transceivers entsprechend manipulieren“, sagt Schulz. Hunderte solcher Messreihen und Fehlersuchzyklen liegen vor den Wissenschaftlern, bis ein funktionsfähiger Mechanismus steht. Das Hochleistungslabor mit seinem Testfeld ist der Kristallisationspunkt, an dem alle Fäden zusammenlaufen. Hier müssen die Konzepte der Forscher aus den einzelnen Teilprojekten, die sich in Simulationen bereits als brauchbar erwiesen haben, den Praxistest bestehen. Hier können die Experten in Echtzeit sehen, ob ihre Berechnungen korrekt waren,

oder mit Rapid-Prototyping-Verfahren praxistaugliche Modelle hochkomplexer Kommunikationssysteme bauen.

Inmitten dieser High-Tech-Umgebung greift Matthias Hollick zum Stift, um seinen Lösungsansatz zu erklären. Der Informatiker zeichnet ein Spinnennetz mit vielen dicken Punkten auf das White Board. Es zeigt ein vermaschtes Sensornetz mit seinen Knoten oder Akteuren. Die einzelnen Fäden, so kann man es sich vorstellen, sind die Pfade, auf denen sich die Daten bewegen. „Es gibt in diesem System keine Schaltzentrale, die den generellen Überblick hat und die Pfade zuweist“, erläutert der Wissenschaftler. „Die Sensorknoten müssen also selbst entscheiden, auf welchen Weg sie die Daten schicken.“

„Sensorknoten müssen selbst entscheiden, auf welchen Weg sie Daten schicken.“

Um ein solches Netz

mit autonomen Knoten robust und leistungsfähig zu betreiben, untersuchen Hollick und seine Kollegen nicht nur einen Pfad von Punkt zu Punkt, sondern nehmen in einem ganzen Korridor mit mobilen Sensorknoten größere Entfernungen in den Blick: „Das ist, als ob man sich auf einer Straße mit ständig wechselnden Schlaglöchern bewegt, denen man ausweichen muss.“ Eine solche Dynamik erfordert Flexibilität. Und die ist nur zu erreichen, wenn man die bislang voneinander getrennten Netz-

werkschichten durchlässig macht für schnelle Anpassungen. „Wir wollen sie fundamental zusammen bringen und könnten damit die zentrale Instanz ersetzen“, sagt Hollick.

In Simulationsversuchen hat sich dieses Konzept bereits als plausibel erwiesen. Nun steht der Härtetest im Cocoon-Labor an. Dabei sind die Wissenschaftler sich bewusst, dass es niemals den einen Mechanismus geben wird, der alle Probleme lösen wird. „Wir bauen hier nicht den Sensor, den man in zehn Jahren im Geschäft kaufen kann“, betont der Informatiker, „aber wir stellen die Grundlagen für Anwendungen und Produkte der Zukunft her.“

Die Autorin ist Wissenschaftsjournalistin und promovierte Historikerin.

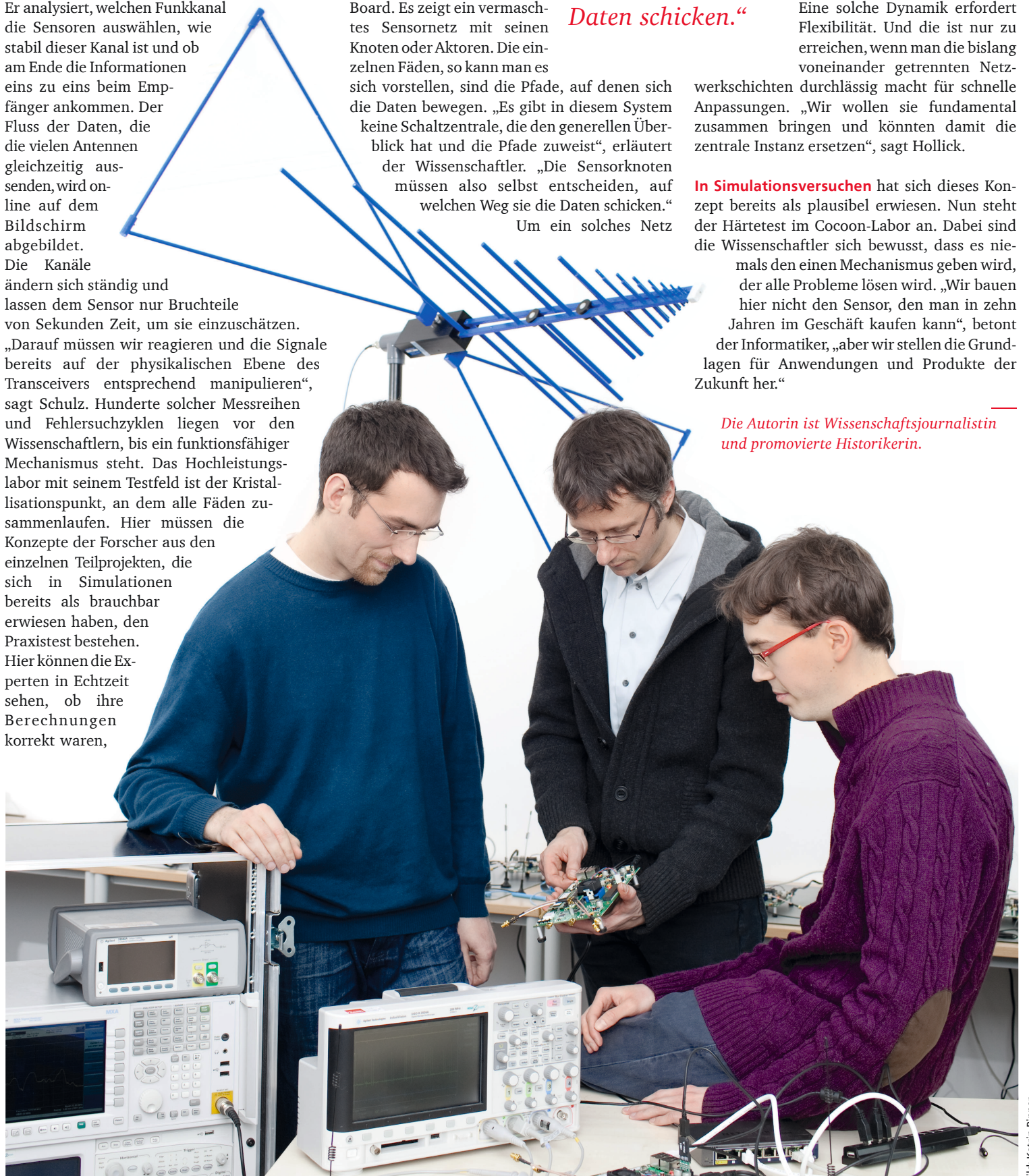
Beamforming

Wenn viele Menschen in einem kleinen Raum gleichzeitig reden, wird es für den Zuhörer irgendwann schwierig, die Informationsmenge zu trennen und zu sortieren. So ähnlich muss man sich die Lage eines Empfängers in einem Frequenzspektrum vorstellen, in dem viele Antennen ihre Signale in alle Richtungen aussenden – ein vertrautes Problem aus der Mobilfunkwelt: Die Teilnehmerzahl steigt und die Frequenzen bleiben begrenzt. Die Mehrantennen-Technologie, die die Nachrichtentechniker im Rahmen von Cocoon derzeit weiter erforschen, setzt hier das so genannte Beamforming ein. Hierbei werden elektromagnetische Wellen so verschoben, dass sie sich überlagern. Wie bei einem Parabolspiegel, der das einfallende Licht auf einen Punkt fokussiert, bündelt eine solche smarte Antenne die Signale, verstärkt sie, steuert einen geeigneten Teilnehmer an und folgt ihm. Noch spannender wird es, wenn nicht nur eine Zelle mit ihrer Basisstation und ihren Teilnehmern koordiniert werden soll, sondern sich mehrere Zellen untereinander abstimmen müssen.

Informationen

Fachbereich Informatik

Sichere mobile Netze
Prof. Dr.-Ing. Matthias Hollick
Mornewegstraße 32; 64293 Darmstadt
Telefon: 06151/16-70922
www.seemoo.tu-darmstadt.de



Arbeiten im Sensor-Labor: Matthias Schulz, Professor Matthias Hollick und Adrian Loch (v. li.) besprechen, wie eine Testplattform erweitert werden kann.

Bild: Katrin Binner



Zwei Kollegen an der TU Darmstadt: Professor Abdelhak Zoubir (re.) ist Sprecher des LOEWE-Schwerpunkts Cocoon und leitet das Fachgebiet Signalverarbeitung, Professor Marius Pesavento ist Leiter des Fachgebiets Nachrichtentechnische Systeme.

Ein Gespräch über Algorithmen für die Sensoren der Zukunft und die Vision einer „Smart City“.

Interview: Jutta Witte

Abdelhak Zoubir, Sprecher des LOEWE-Schwerpunkts Cocoon, und Marius Pesavento, Leiter des Fachgebiets Nachrichtentechnische Systeme, forschen und lehren am Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Darmstadt.

Herr Professor Zoubir, Herr Professor Pesavento, was fasziniert Sie an Sensoren?

Pesavento: Ihre Vielfältigkeit und ihr Potenzial. Sensoren können schon heute in vielen elektrischen Geräten stecken, in Mobiltelefonen, Navigationsgeräten, Schlüsseln oder Pulsmessern. Sie werden immer mobiler und intelligenter, ihre Anwendungsgebiete immer zahlreicher.

Zoubir: Ich bin überzeugt, dass autonomen Sensoren die Zukunft gehört. Sie müssen in unendlich großen Netzwerken kooperieren und selbst entscheiden. Das ist ein spannendes Szenario.

Eines dieser Zukunftsszenarien heißt „Smart City“. Was verbirgt sich dahinter?

Zoubir: Smart City umfasst die kooperative Kommunikation zwischen Geräten und beweglichen Sensorknoten in nahezu allen Bereichen des täglichen Lebens: Nehmen Sie zum Beispiel Smart Driving. Hier tauschen Fahrzeuge untereinander und mit anderen Objekten drahtlos Informationen aus. Oder Smart Hospitals. Hier wird der Zustand eines Patienten, zum Beispiel Körpertemperatur, Blutdruck oder Blutzucker, mithilfe einer Vielzahl verschiedenartiger drahtloser Sensoren überwacht und Messdaten werden aufgezeichnet. Basierend auf der intelligenten Analyse der Messdaten im Sensornetz wird die Medikation eingestellt, der Ernährungsplan angepasst oder das Pflegepersonal verständigt. Das Smart Home, ein Haushalt, in dem Trockner und Waschmaschine dann starten, wenn der Strom am billigsten ist, dürfte schon ein Begriff sein. Wir sehen auch Potenziale in der Umweltbeobachtung, Sensoren an Bäumen, die einen

Waldbrand rechtzeitig der Feuerwehr melden, Bojen, die Schiffe vor einem Tsunami warnen. Insofern trifft der Begriff Smart Space dieses Szenario vielleicht noch besser.

Wie hängt Cocoon mit solchen Visionen zusammen?

Pesavento: Es erwartet natürlich niemand von uns, dass wir hier in Darmstadt eine Smart City im Kleinformat bauen. Aber wir müssen uns technologisch für eine solche Zukunft rüsten. Unsere Aufgabe bei Cocoon ist es, die Grundlagen zu erforschen für eine stabile Netzwerkarchitektur, eine robuste Signalverarbeitung und eine anpassungsfähige Hardware.

Was ist die zentrale Herausforderung?

Zoubir: Wir sprechen von Umgebungen, die aus vielen mobilen, heterogenen Geräten bestehen, die wiederum mit vielen ebenso vielfältigen Objekten kommunizieren. Alle Geräte haben jedoch gänzlich unterschiedliche Möglichkeiten und Aufgaben. Darüber hinaus benutzen sie verschiedene Protokolle, das heißt sie sprechen unterschiedliche Sprachen. Soll nur eine einzige Sprachregelung im Netz zugelassen werden, an die sich alle Sensoren halten müssen? Das macht das System unflexibel, aufwendig und kostspielig. Es erschwert die Integration neuer Geräte in das Netz und verhindert Innovation. Also müssen wir sie in die Lage versetzen, trotz ihrer unterschiedlichen Sprachen miteinander reden zu können, und dies in guter und stabiler Qualität. **Pesavento:** Wir müssen auch dafür sorgen, dass aus den Signalen die entscheidenden Informationen extrahiert und an den nächsten Knoten weitergegeben werden. Hierfür entwickeln wir robuste digitale Algorithmen. Das sind hochkomplexe Verfahren, die auch greifen müssen, wenn unvorhersehbare Ereignisse eintreten, zum Beispiel Störungen der Signale durch äußere Einflüsse oder Ausfälle von Sensoren. Das System muss skalierbar sein und sich schnell an Änderungen in der Umgebung anpassen. Wenn ein neuer Sensor hinzu kommt oder ein anderer „verrückt spielt“, muss die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems stets gewährleistet bleiben.

Wie wichtig ist das Thema Energie für Ihre Forschung?

Zoubir: Es ist für uns die treibende Kraft. Die Kernfrage ist doch immer, wie kann ich die

Dienstgüte, also die Verfahren, die für die Qualität des Datenflusses in drahtlosen Netzen sorgen, verbessern und gleichzeitig den Energieverbrauch minimieren. Wir müssen diese Netzwerke so optimieren, dass sie arbeiten, ohne dass die Energie ausgeht.

Pesavento: Unsere Algorithmen sollen Sparsamkeit und Effizienz auf allen Ebenen sicherstellen. Dabei ist es wichtig, dass die relativ kleinen Sensoren mit ihrer Rechen- und Speicherkapazität sowie mit ihrer Batterieleistung energieeffizient umgehen. Sensoren müssen autonom entscheiden können, welche Daten wie vor Ort verarbeitet werden können, und welche Informationen dem Netz in kompakter Form bereitgestellt werden müssen. Häufig ist es sinnvoll, dass Sensoren auf kurzer Distanz lediglich mit ihrer unmittelbaren Umgebung im Netz

kommunizieren, um den Leistungsverbrauch im Netz zu minimieren.

Was haben Sie bei Cocoon schon erreicht?

Zoubir: Wir haben in allen Teilbereichen schon deutliche Fortschritte erzielt. Besonders in der Grundlagenforschung, wie zum Beispiel in der Signalverarbeitung. Bei der Weiterentwicklung der Transceiver ist

es unseren Experten für Hochfrequenztechnik gelungen, eine programmierbare Hardware zu schaffen. Auch die Informatiker haben zielführende Ansätze zur Stabilisierung der Netzwerke vorangetrieben.

Pesavento: Unser neues Forschungslabor ist ein ganz wichtiger Meilenstein, um die vielen Teillösungen aus den Einzelprojekten zusammen zu führen und als Komplettpaket zu optimieren.

Was bedeutet es, so viele Forschungsbereiche miteinander zu verknüpfen?

Pesavento: Es ist eine große Herausforderung, alle technischen Ebenen miteinander zu synchronisieren und so zu optimieren, dass die Systeme automatisiert und reibungslos laufen, ohne dass wir jedes Mal alle Parameter wieder neu berechnen müssen. Deswegen forschen wir nicht nebeneinander an diesen fundamental neuen Fragestellungen, sondern miteinander.

Zoubir: Wir decken ein großes fachliches Spektrum ab. Dabei bringt jede Fachrichtung ihre eigenen Methoden und ihre eigene Terminologie mit. Das heißt: Wir leisten hier wissenschaftliche und kulturelle Integrationsarbeit. Das Cocoon-Labor ist dabei ein ganz wichtiger Faktor.

Forschungsschwerpunkt Cocoon

Cocoon steht für Kooperative Sensorkommunikation. Der im Januar 2011 gestartete LOEWE-Forschungsschwerpunkt gliedert sich in die vier Teilprojekte Netzwerkaspekte, Signalverarbeitung, Transceiver-Architekturen sowie Bereichsübergreifende Aspekte und Verifizierung und widmet sich der Grundlagenforschung auf dem Gebiet der drahtlosen, vernetzten Sensorkommunikation.

An Cocoon sind unter der Federführung der TU Darmstadt 21 Wissenschaftler aus Informatik, Mathematik, Elektro- und Informationstechnik beteiligt. Wissenschaftlicher Kooperationspartner ist die Universität Kassel. Begleitende Partner aus der Industrie sind die auf hydraulische Mess- und Prüftechnik spezialisierte Hydrotechnik GmbH in Limburg, die Kommunikationsfirma mimoOn GmbH in Duisburg, die Gesellschaft für Computer- und Simulationstechnik (CST) in Darmstadt, das Messtechnik-Unternehmen Saphymo GmbH in Frankfurt und die Deutsche Telekom AG. Das Projekt wird vom Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst für einen Zeitraum von drei Jahren mit 4,5 Millionen Euro gefördert und geht jetzt in die Evaluationsphase.

www.cocoon.tu-darmstadt.de

Was wollen Sie bis zum Projektende erreicht haben?

Zoubir: Wir wollen ein rundes Paket aus unseren Einzelergebnissen schnüren und darauf aufbauend neue zukunftssträchtige Probleme im Bereich der Sensorkommunikation benennen können, die auch in zehn oder fünfzehn Jahren noch aktuell sein werden und die Grundlage für einen Sonderforschungsbereich an der TU Darmstadt legen könnten. Sie wissen ja: Wenn Sie in der Wissenschaft eine Frage beantwortet haben, knüpft sich an die Antwort direkt das nächste Problem.

Welche langfristigen Fragen stellen sich in der Sensorik?

Pesavento: Unser jetziges Thema „Robuste Systeme“ wird uns sicher noch lange beschäftigen. Zudem wird man sich mit den so genannten schlafenden Sensoren intensiv beschäftigen müssen – vor allem unter dem Gesichtspunkt der Energieeffizienz. Und angesichts der riesigen Datenmengen, die künftig hin und her bewegt werden, bleiben auch Sicherheitsfragen eine große Herausforderung.

Informationen

LOEWE Schwerpunkt Cocoon

Rundeturmstraße 12

64283 Darmstadt

Telefon: 06151/16-64824

E-Mail: hildenbrand@cocoon.tu-darmstadt.de

<http://bit.ly/102zVBy>