

TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

— **1 Exakter messen:** Software für Sensornetzwerke — **2 Sicherer kommunizieren:** Photonen und die Quantenkryptografie — **3 Begünstigen und beschenken:** Korruption in der Moderne — **4 Leichter bauen:** Kohlenstofffasern in Werkzeugmaschinen

hoch³FORSCHEN / Jahrgang 3 / März 2014

Bitte Zahlen!

31.730

Quadratmeter Laborfläche stehen an der TU Darmstadt zur Verfügung, um neue Erkenntnisse zu gewinnen und Forschungsergebnisse zu überprüfen.

Abbildung: Thomas Ott



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
gedruckt auf 100 g/m² PlanoScript, FSC-zertifiziert

Auflage 6.000 **Nächste Ausgabe** 12. Juni 2014

Leserservice presse@pvw.tu-darmstadt.de

ISSN 2196-1506

Sensible Knoten

Mit vernetzten Sensoren lassen sich exaktere Messergebnisse erzielen. Die dafür notwendigen Software-Testumgebungen werden von Informatikern der TU Darmstadt entwickelt.

— Von Katrin Collmar

Auf dem Schreibtisch von Pablo Guerrero steht ein Kohlenstoffdioxid-Messgerät. Ist die Luftqualität schlecht, lüftet er. „Aber wenn ich die Luftzirkulation in einem ganzen Gebäude messen will, brauche ich mehrere Kohlenstoffdioxidensoren“, sagt er. Diese sollen außerdem untereinander kommunizieren und die Informationen drahtlos an ein Sammelgerät senden. „Ein Sensornetzwerk also“, erklärt der Informatiker. Er arbeitet in dem von Professor Alejandro Buchmann geleiteten Fachgebiet Datenbanken und Verteilte Systeme am Fachbereich Informatik der TU Darmstadt.

Sensornetzwerke sind vielseitig einsetzbar und werden ständig weiter entwickelt. „Die am Netzwerk beteiligten Sensorknoten sind wie kleine Rechner – mit einer Leistung der Computer von vor 30 Jahren. Was auf dem Handy eine halbe Sekunde dauert, dauert hier eine halbe Minute“, sagt Guerrero. Sinnvoll investierte

Zeit, denn durch diese geringe Rechenleistung können Sensorknoten mit Batterien betrieben werden. „Eine Verkabelung wäre in der Realität zu teuer“, erklärt Guerrero. „Und neben der Hardware muss auch die Software so programmiert sein, dass die Batterien mehr aushalten.“

Die passende Software wird fortlaufend angepasst. „Entwickler müssen ständig die Algorithmen testen und jeden Knoten aktualisieren“, erklärt er. Zu Beginn seiner Arbeit hieß das für Guerrero, jeden Minirechner einzeln an den Laptop anzuschließen und die weiterentwickelte Software aufzuspielen. „Das war sehr umständlich. Mit unseren für Forschungszwecke verkabelten Sensornetzwerken, dem TUD μ Net, haben wir die Aktualisierung solcher Software stark vereinfacht und beschleunigt.“ Die Sensorknoten der Testumgebungen können nun schnell mit einem Mausklick aktualisiert werden.

Guerrero und sein Team haben mit TUD μ Net ein Forschungsinstrument geschaffen, welches das Testen von entwickelter Software vereinfacht. Zurzeit haben die Informatiker drei Testumgebungen installiert. „Wir bieten die Infrastruktur auch externen Forschern an“, sagt Guerrero. Ebenso mit konkreten Anwendungen für Sensornetzwerke könne man sich jederzeit an sie wenden. Beispielsweise zur

Messung der Luftzirkulation in einem Gebäude: „Im Solarhaus der TU Darmstadt hatten wir über zwei Jahre ein Sensornetzwerk mit Kohlenstoffdioxid- und Temperatursensoren installiert“, erzählt Guerrero. Daten zu Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Lichtintensität messen die Wissenschaftler um das TUD μ Net auch im eigenen Gebäude: „Wir haben in den Büros über 80 Knoten eingerichtet.“ Damit steht dieses Netzwerk Modell für ein typisches Smart Building.

Eine weitere Testumgebung steht im Technologie- und Innovationszentrum Darmstadt (TIZ) zur Verfügung. Hier testen Forscher beispielsweise die Kommunikation von Robotern mit Sensornetzwerken. „Im TIZ sind alle 60 Knoten mit Kohlenstoffdioxid-, Kohlenstoffmonoxid- und Temperatursensoren ausgestattet.“ Die Idee dahinter sei, dass Roboter mit den Sensoren interagieren. „Sie entscheiden autonom, wo sie hin fahren oder ob es zu gefährlich ist.“ Ein drittes Anwendungs-Projekt wird im Moment vom Kollegen Iliya Gurov aufgebaut: die Vernetzung des Botanischen Gartens der

Universität. „Wir sind eine der ersten Einrichtungen weltweit, die eine öffentliche Testumgebung im Freien anbietet“, sagt Gurov. „Dort messen wir bisher die Bodenfeuchtigkeit und Temperatur.“ Auch das Gewächshaus wollen die Wissenschaftler vernetzen. „Es ist toll, wenn Kooperationen wie diese entstehen“, sagt Guerrero.

Die Autorin ist Wissenschaftsjournalistin.

Pablo Guerrero entwickelt Sensornetzwerke, die sich etwa für Umweltmonitoring eignen.



Abbildung: Sandra Junker

Förderung von TUD μ Net

Die Sensornetzwerkumgebungen von TUD μ Net werden gefördert vom LOEWE-Forschungsschwerpunkt „Cooperative Sensor Communication“ (Cocoon), von der Deutschen Forschungsgemeinschaft durch das Graduiertenkolleg „GkMM – Cooperative, Adaptive and Responsive Monitoring in Mixed Mode Environments“ sowie durch den Sonderforschungsbereich „Multi-Mechanismen-Adaption für das künftige Internet“ an der TU Darmstadt.

Informationen

Fachbereich Informatik
Databases and Distributed Systems
Pablo Guerrero
Telefon: 06151/16-6231
E-Mail: guerrero@dvs.tu-darmstadt.de
www.dvs.tu-darmstadt.de/research/

Professor Thomas Walther und Sabine Euler arbeiten an der Optimierung von Lichtquellen für eine sichere Kommunikation.

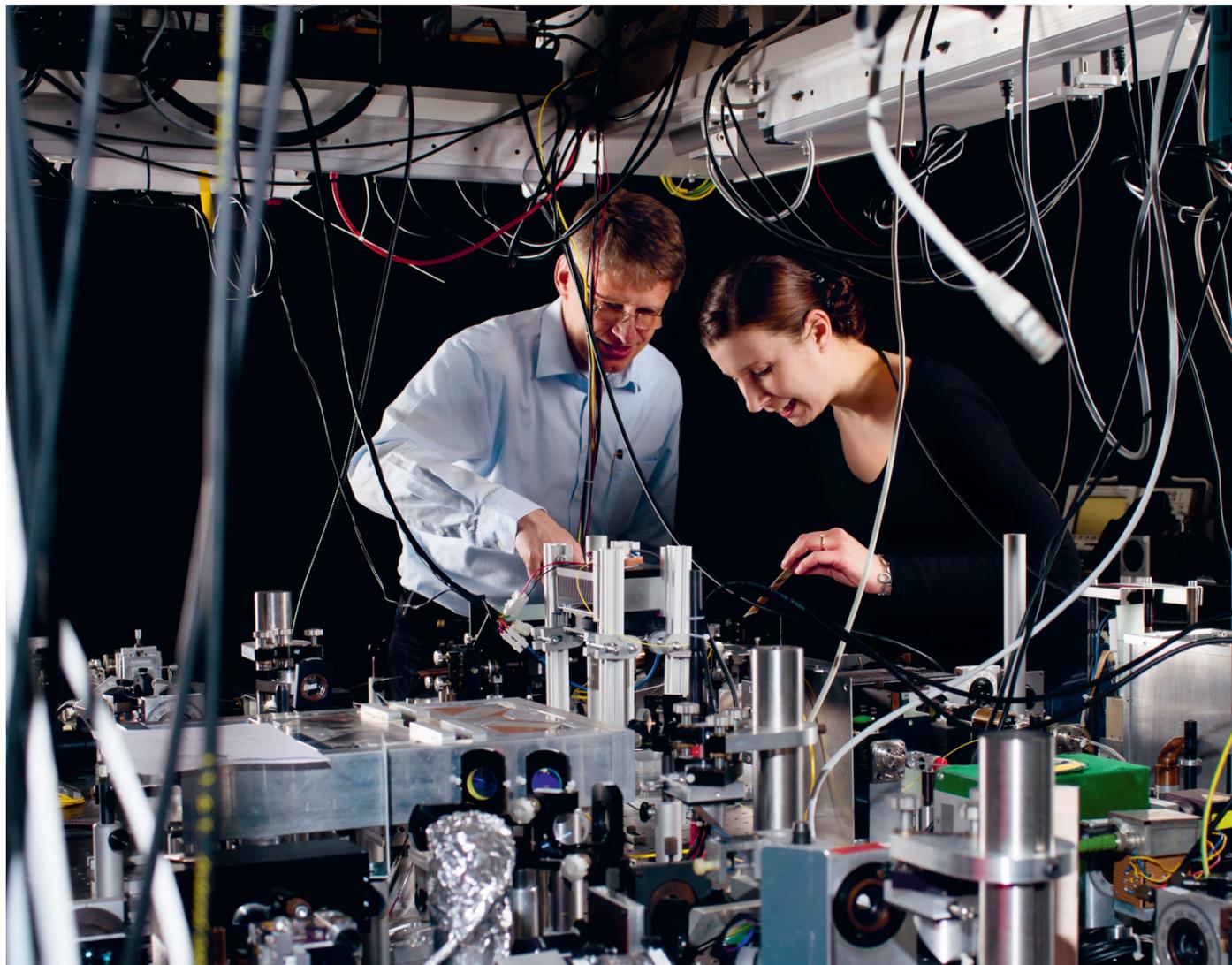


Bild: Katrin Binner

Mit Quantenphysik zur Datensicherheit

Physiker wundern sich kaum über die aktuelle Nachricht, dass der US-Geheimdienst NSA einen Quantencomputer entwickle. Ein solcher Rechner könnte die heute gängigen Verschlüsselungen im Nu knacken.

— Von Christian J. Meier

„Früher oder später wird der Quantencomputer kommen“, zeigt sich Professor Thomas Walther vom Institut für Angewandte Physik der Technischen Universität Darmstadt überzeugt. Der Quantenphysiker bleibt trotzdem gelassen. Denn er kennt ein Gegenmittel: die so genannte Quantenkryptografie. Sie benutzt ebenso die bizarren Regeln der Quantenphysik. Aber nicht, um Nachrichten im Rekordtempo zu entschlüsseln. Sondern umgekehrt, um sie auf eine Weise zu verschlüsseln, die auch ein Quantencomputer nicht knacken kann. Dazu ist der Austausch eines „Schlüssels“ nach den Gesetzen der Quantenmechanik zwischen den Kommunikationspartnern erforderlich, der dann dazu dient, die Nachricht zu verschlüsseln. Weltweit perfektionieren Physiker die Quantenkryptografie, um sie tauglich für besonders sicherheitssensible Anwendungen zu machen, etwa für Banktransaktionen oder für abhörsichere Kommunikation. Walthers Doktorandin Sabine Euler gehört zu ihnen.

„Wir versuchen mit viel Kreativität, Sicherheitslücken zu schließen.“

Schon in den 1980er Jahren überlegten sich die Physiker Charles Bennet und Gilles Brassard ein Verfahren, wie „Schlüssel“ mit Hilfe der Quantenphysik abhörsicher übermittelt werden können. Dabei kommt eine Art Morsecode zum Einsatz, der aus einer Abfolge von Lichtsignalen aus einzelnen Lichtteilchen (Photonen) besteht. Die Information steckt dabei in der unterschiedlichen Polarisation von aufeinanderfolgenden Photonen. Die Abhörsicherheit resultiert aus der Quantennatur der Photonen. Jeder Lauschangriff wird zwangsläufig enttarnt, weil der Lauscher nicht ohne Messungen an den Photonen auskommt, diese aber in jedem Fall bemerkt werden.

„Soweit die Theorie“, sagt Walther. In der Praxis gebe es dennoch Möglichkeiten, unbemerkt zu lauschen. Dies hätten auf Quantenkryptografie spezialisierte Hacker anhand der auf dem Markt schon verfügbaren Systeme gezeigt. „Kommerzielle Systeme geben bislang immer ein wenig der Sicherheit auf“, sagt Walther. Um das Protokoll von Bennet und Brassard zu verwirklichen, braucht man beispielsweise Lichtquellen, die so fein steuerbar sind, dass sie einzelne Photonen nacheinander aussenden. Meist dient ein Laser als Lichtquelle, der so weit abgeschwächt wird, bis er einzelne Photonen aussendet. „Dabei können aber auch mal zwei Photonen gleichzeitig herauskommen, was einem potenziellen Lauscher helfen könnte, unbemerkt zu bleiben“, sagt Walther. Denn er kann das zweite Photon abfangen und das erste weitersenden.

Das Team um Sabine Euler nutzt daher eine Lichtquelle, die beim Senden eines einzelnen Photons gleichzeitig ein Signal gibt, anhand dessen man wirklich nur die einzeln gesendeten Photonen für die Nachrichtenübermittlung auswählen kann. Trotzdem gibt es immer noch Sicherheitslücken. Wenn das System beim „Morsen“ die Polarisation der Lichtteilchen ändert, schwankt beispielsweise der Stromverbrauch oder es ändert sich der zeitliche Abstand der Impulse dabei geringfügig. „Ein Lauscher könnte diese Informationen anzapfen und sich daraus die Nachricht erschließen, ohne dass Sender und Empfänger es bemerken“, erklärt Walther. Sabine Euler und ihre Kollegen vom Institut für Angewandte Physik versuchen, solche Sicherheitslücken zu schließen. „Sie zeigen dabei sehr viel Kreativität“, lobt Walther. Hacker werden sich dank solcher Forschung immer schwerer tun, Sicherheitslücken in Quantenkryptographie-Systemen aufzutun.

Die Darmstädter Quantenphysiker wollen die Quantenkryptografie nicht nur sicherer machen, sondern gleichzeitig handhabbar. „Für ein Netzwerk, in dem viele Nutzer untereinander sicher kommunizieren möchten, muss die Technik erschwinglich sein“, sagt er. Sein Team entwickelt seine Systeme deshalb so, dass sie möglichst einfach aufgebaut sind und sich miniaturisieren lassen.

Die Forschung des Teams ist eingebettet in das Center for Advanced Security Research Darmstadt (CASED), in dem die TU Darmstadt, das Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie und die Hochschule Darmstadt ihre Kompetenzen in aktuellen und

Bizarre Quantenphysik und Verschlüsselung

Ein Quantencomputer könnte heutige Verschlüsselungen fix knacken, weil er sehr viele Möglichkeiten gleichzeitig testen kann, so als ob man alle möglichen Varianten für ein Passwort auf einmal probieren könnte.

Denn nach dem quantenphysikalischen Prinzip der „Superposition“ können Atome, Elektronen oder Lichtteilchen mehrere Zustände gleichzeitig annehmen, sich etwa links und rechts herum gleichzeitig drehen.

Misst man aber eine Eigenschaft eines Teilchens, etwa die Drehrichtung, geht die Superposition verloren. Dieses Phänomen macht sich die Quantenkryptografie zu nutze. Ein Lauscher verrät sich zwangsläufig, weil seine Messungen an den Photonen diese verändern.

Die Quantenphysik verbietet es ihm darüber hinaus, das Photon mit all seinen Eigenschaften zu kopieren. Er kann sich also keine Information abzweigen, um dem Sender die unbeeinflussten Photonen weiterzusenden.

zukünftigen IT-Sicherheitsthemen bündeln. In CASED forschen über 200 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, gefördert von der „Landesoffensive für wissenschaftlich-ökonomische Exzellenz“ (LOEWE), des Hessischen Ministeriums für Wissenschaft und Kunst. Die Informatik-Experten beschäftigen sich mit ähnlichen Fragen wie die Quantenphysiker rund um Walther. So entwickelt Johannes Buchmann vom Fachbereich Informatik der TU Darmstadt Verschlüsselungsverfahren, die ebenfalls für einen Quantencomputer nicht zu knacken sein sollen. Diese basieren aber nicht auf quantenphysikalischen Phänomenen, sondern auf einem unlösbaren mathematischen Problem.

Es kann also gut sein, dass die Antwort auf den ersten codeknackenden Quantencomputer aus Darmstadt kommen wird.

Der Autor ist Wissenschaftsjournalist und promovierter Physiker.

Informationen

Fachbereich Physik

Laser und Quantenoptik

Prof. Dr. Thomas Walther

Telefon: 06151/16-2182

E-Mail:

thomas.walther@physik.tu-darmstadt.de

www.iap.tu-darmstadt.de/lqo/

Das süße Gift der Begünstigungen

Korruption und ihre Skandalisierung haben eine lange Geschichte. Historiker der TU Darmstadt erklären, welche Praktiken und Gesetzmäßigkeiten in der Moderne dahinter stecken.

— Von Jutta Witte

Bestechung, Vetternwirtschaft, Vorteilsnahme: Korruptes Verhalten hat viele Facetten und undurchsichtige Beziehungen zwischen Politik und Wirtschaft bieten schon lange Zündstoff für öffentliche Debatten. Jens Ivo Engels, Professor für Neuere und Neueste Geschichte an der TU Darmstadt, umschreibt das Phänomen der Begünstigung mit dem Begriff „Mikropolitik“. Korruption, so erklärt er, ist dagegen die Bewertung dieser Praktiken, die sich in der Geschichte häufig verändert hat.

„Ohne Mikropolitik funktioniert Politik nicht“, ist der Korruptionsexperte überzeugt. „Und es wird immer einen Graubereich mit einem System von Begünstigungen und Seilschaften geben, solange Menschen handeln“. Engels und sein Wissenschaftlerteam sind nicht nur der Frage auf den Grund gegangen, wie diese Mikropolitik funktioniert und sich im Laufe der Zeit gewandelt hat, sondern auch, wie die daraus abgeleiteten Korruptionsvorwürfe zu einem schlagkräftigen politischen Instrument werden können. Korruption im Sinne von „Missbrauch eines öffentlichen Amtes zu privaten Zwecken“ gibt es erst seit dem Beginn des 19. Jahrhunderts, also seit Privates und Öffentliches strikt getrennt wurden. Zuvor galten die Förderung von Freunden und Verwandten, die Annahme von Geschenken und der Handel mit Posten auch für Inhaber öffentlicher Ämter als legitime Praktiken des sozialen Austausches. „Solange die Patronage nicht zu exzessiv wurde, nahm kaum jemand daran Anstoß“, sagt Engels. Seit der Epoche der Aufklärung und der großen Staatsreformen an der Wende zur Moderne aber waren Amtsträger ausschließlich dem Staat verpflichtet. Gleichzeitig bestimmte dieser die Rahmenbedingungen für eine im Laufe des 19. Jahrhunderts immer komplexer werdende Wirtschaft – ein neuer Nährboden für umstrittene Verflechtungen.

Die Darmstädter Historiker, die im Rahmen des deutsch-französischen Projekts „Korruption in der Moderne“ Zeitungen, Gerichtsprozesse, Parlamentsprotokolle, Briefe, Petitionen, Nachlässe und Memoiren aus der Kaiserzeit und der Weimarer Republik ausgewertet haben, verfolgen bei der Analyse des Phänomens Mikropolitik einen konstruktivistischen Ansatz und sind auf der Suche nach Handlungsmustern. Dabei unterscheiden sie zwischen den Praktiken und ihrer Rezeption in der Öffentlichkeit. „Korruption ist das, was wir zu Korruption machen“, erklärt Volker Köhler, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Geschichte der TU Darmstadt. Wie

die Kumpanei zwischen Politik und Wirtschaft und die darauf folgende Skandalisierung in der Öffentlichkeit schon in der Kaiserzeit funktionierten, zeigt zum Beispiel die Kornwalzer-Affäre. Hier versorgten Beamte aus dem Kriegsministerium und anderen Dienststellen den Rüstungskonzern Krupp mit Informationen über die militärischen Planungen des Deutschen Reiches. Der SPD-Abgeordnete Karl Liebknecht, dem hierzu Material zugespielt wurde, verstand es 1913 geschickt, den Vorgang in einer Reichstagsdebatte um die Erhöhung des Wehretats zu thematisieren. Die Presse sprang auf das Thema an. Der Skandal war perfekt.

Da Korruption kein Straftatbestand war, kamen in verschiedenen Prozessen der Verrat militärischer Geheimnisse und Bestechung zur Anklage. „Die Verfahren brachten zu Tage, dass die Beamten die sensiblen Informationen praktisch für ein Butterbrot verkauft hatten“, berichtet Köhlers Projektkollegin Anna Rothfuss. Kleine Gefälligkeiten wie Theaterkarten oder Essenseinladungen waren die Gegenleistung. Ebenso gering war das Unrechtsbewusstsein der Betroffenen. Sie begründeten ihr Vorgehen damit, Krupp, das Militär und der Staat hätten schließlich die gleichen Interessen.

„Die zunehmende Transparenz bietet keinen Raum mehr für Rechtfertigungen.“

Blieb die Zahl derartiger Affären in der Kaiserzeit zumindest in Deutschland noch überschaubar, erschütterte die Weimarer Republik unter dem Label Korruption ein „ganzes Füllhorn an Skandalen ganz

neuer Qualität“, wie die beiden Historiker berichten. Eine neue Generation von Aufsteigern war in Politik und Wirtschaft an die Macht gekommen, die Massenmedien hatten an Einfluss gewonnen und anders als im Kaiserreich war das staatliche System nicht mehr sakrosankt. Köhler verweist exemplarisch auf den so genannten Barmat-Skandal. Die ostjüdische Familie Barmat hatte nach dem Ersten Weltkrieg in Deutschland ein Inflationsimperium aufgebaut, das im Zuge der Währungsumstellung zusammenbrach. In der Folge stellte sich heraus, dass vor allem Sozialdemokraten für die Gewährung von Krediten und Aufträgen geschmiert worden waren. Eine Reihe von Rücktritten folgte, wegen aktiver Bestechung wanderten die Industriellen für einige Monate ins Gefängnis. Doch die Affäre wurde hochstilisiert zu einer Grundsatzfrage über die Korruptierbarkeit der Republik: „Am Ende waren nicht mehr die Kredite das Problem, sondern die Bilder von korrupten Politikern, die die öffentliche Debatte in den Köpfen der Menschen erzeugte“, erklärt der Experte.

Solche mikropolitischen Praktiken und ihre Folgen zeigen nicht nur die zunehmenden Bündnisse zwischen Geld und Macht im 20. Jahrhundert, sondern weisen nach Überzeugung der Experten auch erstaunliche Parallelen zur Gegenwart auf. Die Affäre um den Ex-Bundespräsidenten Christian Wulff, die Debatte um die vom Bundestag beschlossene „Hotelsteuer“ oder Skandale um Großunternehmen wie Siemens oder die Bayern LB verliefen nach ähnlichen Mechanismen, beobachten die Historiker. Umstrittene Netzwerke und Bestechungen seien

mittlerweile ebenso global vernetzt wie die Korruptionskritik, ergänzt Projektleiter Engels. „Die zunehmende Transparenz bietet keinen Raum mehr für Rechtfertigungen“.

Das war in der Bundesrepublik nicht immer so. Aus ihren frühen Jahren sind kaum öffentliche Korruptionsdiskurse bekannt, obwohl es genug Anlässe dafür gegeben hätte. Erst in den 1980er Jahren – im Zuge der Flick-Affäre und mit der Zunahme des investigativen Journalismus – wurde Korruption hierzulande wieder zum Aufreger-Thema. Das hatte nicht nur Folgen in der Politik. Eine globale Debatte hat die Unternehmen in den letzten Jahren gezwungen, sich unter dem Stichwort Compliance selbst ethische Regeln zu verordnen. „Korruptionspraktiken, ihre Rezeption und Bekämpfung zeigen uns, wie eine Gesellschaft sich selbst versteht und wie sie aushandelt, was erlaubt ist und was nicht“, ist Anna Rothfuss überzeugt. Stärkere Kontrollen und Sanktionen jedenfalls halten sie und Köhler nicht für zielführend. „Stattdessen müssen wir den öffentlichen Diskurs über richtiges und falsches Verhalten verändern.“ Es sei wichtig, genau hinzuschauen, wer aus welchen Gründen vermeintliche Korruption kritisiert, betont auch Engels. „Die Bekämpfung von Einzelfällen darf

nicht wie in der Weimarer Republik dazu führen, dass unser politisches Gesamtsystem in Frage gestellt wird.“

Die Autorin ist Wissenschaftsjournalistin und promovierte Historikerin.

Historische Korruptionsforschung

An der TU Darmstadt erforschen Historikerinnen und Historiker seit 2008 im Rahmen von mittlerweile vier von der Deutschen Forschungsgemeinschaft bewilligten Projekten das Phänomen Korruption. Der Fokus liegt auf Westeuropa im 19. und 20. Jahrhundert. Zwei Projekte laufen in Kooperation mit Partnern in Avignon, Paris/Metz und Frankfurt am Main und werden von der Agence nationale de la recherche (ANR) mitfinanziert. In diesem Rahmen entstehen 14 Doktorarbeiten, sechs davon in Darmstadt. Im Herbst 2014 erscheint im Verlag S. Fischer eine Geschichte der politischen Korruption in der europäischen Moderne von Jens Ivo Engels. www.korruptionsforschung.tu-darmstadt.de



Untersucht Mechanismen der Bündnisse zwischen Geld und Macht: Professor Jens Ivo Engels.

Informationen

Fachbereich Gesellschafts- und Geschichtswissenschaften
Neuere und Neueste Geschichte
Prof. Dr. Jens Ivo Engels
Telefon: 06151/16-2107
E-Mail: engels@pg.tu-darmstadt.de
www.geschichte.tu-darmstadt.de/index.php?id=3356

Entwickeln Prototypen für
Werkzeugmaschinen der
Zukunft: Professor Schürmann
(Mitte) und sein Team.

Die neue Leichtigkeit

Kunststoff, mit Kohlenfasern verstärkt, birgt immenses Potenzial – auch für den Werkzeugmaschinenbau. Am Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen wird der Werkstoff erforscht.

Von Jutta Witte

Wie eine schwarze Paketschnur sieht das Material aus, das auf Spulen gewickelt auf seinen Einsatz im Maschinenbau wartet. Ein „Faden“ besteht aus 12.000 einzelnen Kohlenstofffasern. Jede von ihnen ist mit einem Durchmesser von 7 µm zehnmal so dünn wie ein menschliches Haar. Dieser Faden wickelt sich nun langsam ab, wird gespannt, mit Kunstharz durchtränkt und auf ein Rohr aus geschliffenem Stahl gewickelt. Ist dieser Prozess abgeschlossen und das Material ausgehärtet, gibt das erhitzte Rohr, der so genannte Kern, die Basis einer Spindelwelle für die Weiterbearbeitung frei. Bis auf das Rotorpaket wird sie vollständig aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff (CFK) bestehen und bei gleicher Steifigkeit mit einem Gewicht von rund vier Kilo um drei Viertel leichter sein als vergleichbare Bauteile aus Stahl und 70 Prozent weniger Energie bei der Beschleunigung verbrauchen.

„Die Motorspindel ist das Herzstück einer modernen Werkzeugmaschine“, erklärt Martin Klimach, wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen der TU Darmstadt (KLuB). „Sie muss schnell beschleunigen können und dennoch präzise arbeiten. Je leichter diese Komponente ist, umso effizienter und zuverlässiger wird das ganze System.“ Drei Jahre haben die Wissenschaftler im Rahmen des Verbundprojekts „Energie MSP – Energiebedarfsoptimierte Motorspindel und angepasster elektrischer Antriebsstrang“ geforscht, bis der Prototyp der CFK-Spindelwelle stand.

Für Professor Helmut Schürmann, Leiter des Fachgebiets KLuB, hat sein Forscherteam damit einen „historischen Fortschritt“ auf dem Gebiet der Motorspindeln erreicht.

„CFK ist ein noch junger Werkstoff, dessen Eigenschaften und Verhalten wir gerade erst genau kennen lernen“, betont Schürmann. So sind Kohlenstofffasern nicht nur deutlich leichter, sondern auch deutlich steifer als Stahl, das heißt, sie verformen sich bei den hohen Drehzahlen, die zum Beispiel eine Fräsmaschine aufbringen muss, nur geringfügig. „Es gibt Fasern, die in der Längsrichtung fast so steif und fest wie eine Diamantstruktur sind“, sagt der Experte. Die Kunst ist es nun, sie so auszurichten, dass sich die für den Einsatz in einer Werkzeugmaschine notwendigen Bauteileigenschaften ergeben. Um die nötige Steifigkeit zu erreichen und zugleich die thermische Ausdehnung zu minimieren, empfiehlt es sich zum Beispiel, den Winkel der Fasern zur Spindelachse von Schicht zu Schicht zwischen neun und 45 Grad zu wechseln.

Eine weitere technische Herausforderung für die Konstrukteure sind die mechanischen Schnittstellen zu anderen Komponenten der Spindelwelle. Bislang werden hierfür Anschlussstücke aus Metall aufgeklebt, die aber das Gewicht erhöhen. Die Wissenschaftler haben nun neue Methoden entwickelt, die auch an diesen Stellen komplett auf Metall verzichten, um so zum Beispiel die Wälzlager direkt auf der geschliffenen CFK-Oberfläche platzieren zu können.

Einer Komponente nach der anderen widmen sich die Forscher, entwickeln und bauen Prototypen, erproben sie in der Praxis und behalten dabei immer die ganze Maschine im Blick. „Das ist ein evolutionärer Prozess. Wir können hier keine Revolution erwarten“, erklärt Andreas Landmann, wissenschaftlicher Mitarbeiter am KLuB. Ihm ist es gelungen, eine Werkzeugmaschinentür zu

entwickeln, die 80 Prozent leichter ist als eine herkömmliche sowie einen Schwenkarm, der 65 Prozent weniger Gewicht auf die Waage bringt als die klassische Variante aus Stahl. Als nächstes will er einen CFK-Portalträger konstruieren – das größte bewegliche Strukturbauteil einer solchen Werkzeugmaschine.

„Kohlenstofffasern gehört die Zukunft“, ist auch Professor Eberhard Abele überzeugt, dessen Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW) als Kooperationspartner an „EnergieMSP“ beteiligt ist. Dies könne sich auch der mittelständisch geprägte Werkzeugmaschinenbau in Deutschland zunutze machen, glaubt der Experte. Der neue Werkstoff bietet der hiesigen Industrie Chancen, sich angesichts der erstarkenden Konkurrenz aus Asien auf dem Weltmarkt nachhaltig zu behaupten.

„Wenn wir mit konventionellen Methoden weiter arbeiten, können wir auf dem globalen Werkzeugmaschinenmarkt nicht bestehen“, warnt Abele. „Deswegen müssen wir mit neuen Technologien punkten.“

Doch CFK ist in der Branche noch kaum eingeführt und erfordert neue Methoden auch in der Weiterverarbeitung der

Komponenten, die nicht verschweißt werden können, sondern geklebt, genietet oder durch Presssitze verbunden werden müssen. Deswegen ist das primäre Ziel der Wissenschaftler, derzeit mit Projekten wie „CFK in WZM“ Vertrauen aufzubauen. Den Prototypen einer CFK-Spindelwelle haben Schürmann und sein Team mittlerweile der Öffentlichkeit vorgestellt. Auch die Prototypen der von Andreas Landmann entwickelten CFK-Bauteile sind bereits an die Partnerunternehmen ausgeliefert.

Um Akzeptanz zu schaffen ist es allerdings auch wichtig, den Kosten-Nutzen-Aspekt im Auge zu behalten. Denn die Herstellung von Kohlenstofffasern, die derzeit noch auf Erdöl

Das Verbundprojekt „EnergieMSP“

- Projekt „Energiebedarfsoptimierte Motorspindel und angepasster elektrischer Antriebsstrang“
- Laufzeit: Juli 2009 bis Ende 2012
- Förderung: im Rahmen des Themenfeldes „Energieeffizienz in der Produktion“ und des dazu gehörigen Forschungsprogramms des Bundesministeriums für Bildung und Wissenschaft „Forschung für die Produktion von morgen“
- Konsortialführung: Franz Kessler GmbH
- Forschungspartner: Fachgebiet Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen (KLuB) sowie Institut für Produktionsmanagement, Technologie und Werkzeugmaschinen (PTW), beide TU Darmstadt
- Konsortialpartner: Franz Kessler GmbH, Schaeffler Technologie AG, OTT-Jakob Spanntechnik GmbH, MAPAL Dr. Kress KG, Mecatronix AG, ARADEX AG
- 3 Patentanmeldungen seitens KLuB: „Integral gewickelte Motorblechung in CFK-Spindeln zur Steigerung der magnetischen Leitfähigkeit von FKV-Wellen“, „Hochbelastbare Gewinde für FKV-Welle“ und „FKV-Spannsystem“
- Folgeprojekt in der Grundlagenforschung: „Gewinde und Absätze in CFK-Wellen“, gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)

basiert, ist teuer, ein wirtschaftlicher Einsatz des Werkstoffes bislang nur in wenigen Fällen möglich. Im Wettbewerb der Werkstoffe schlagen man Stahl nicht ohne weiteres, räumen die Experten ein. Nach seiner Einschätzung gebe es noch viele, sehr individuelle Fragen auf dem Gebiet der CFK-Forschung zu beantworten, betont Schürmann. „Was wir brauchen, sind sehr, sehr gute konstruktive Lösungen.“

Die Autorin ist Wissenschaftsjournalistin und promovierte Historikerin.

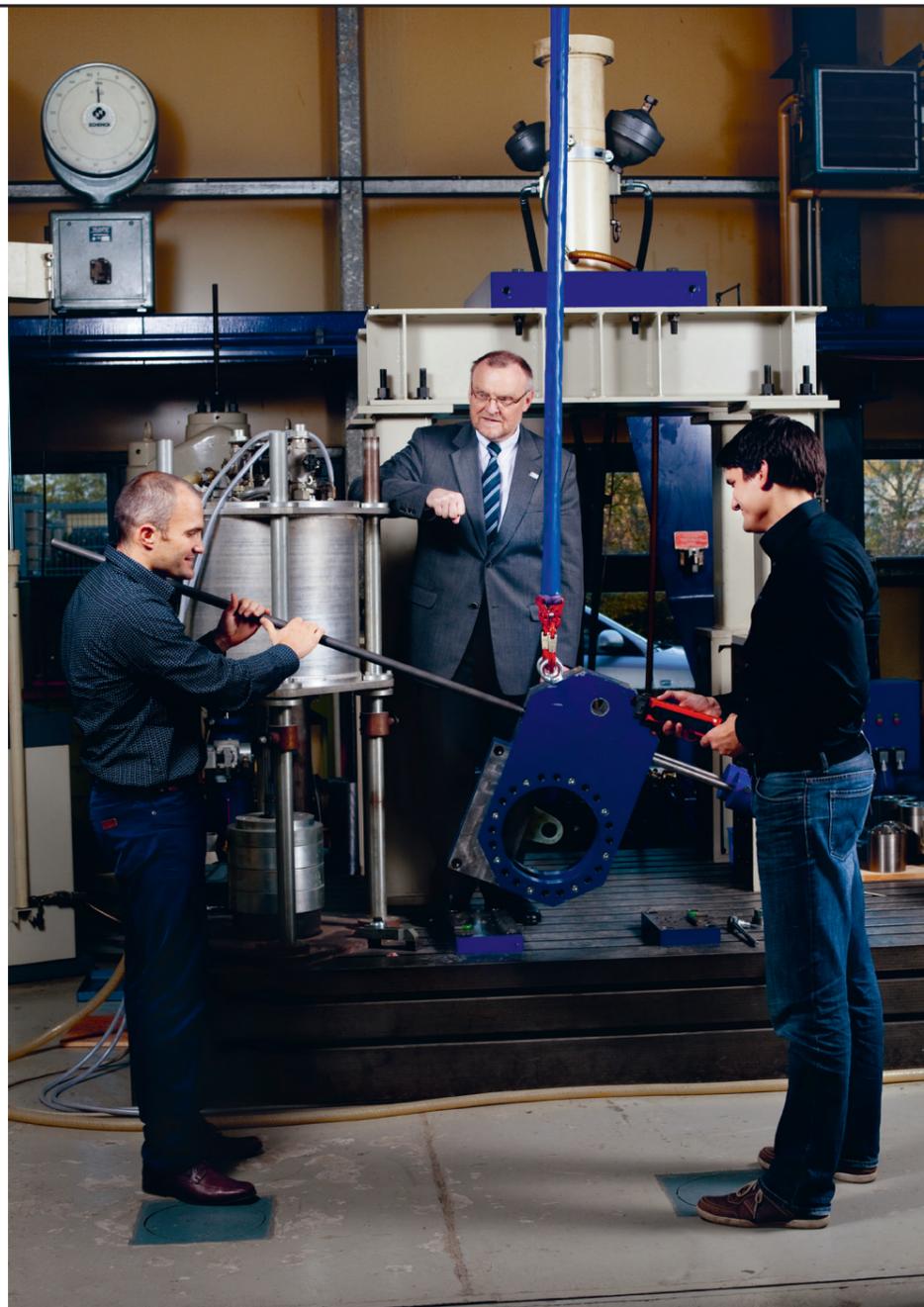


Abbildung: Katrin Binner

Informationen

Fachbereich Maschinenbau
Konstruktiver Leichtbau und Bauweisen
Prof. Dr.-Ing Helmut Schürmann
Otto-Berndt-Straße 2
64287 Darmstadt
Telefon: 06151/16-2160
E-Mail: sekretariat@klub.tu-darmstadt.de
www.klub.tu-darmstadt.de