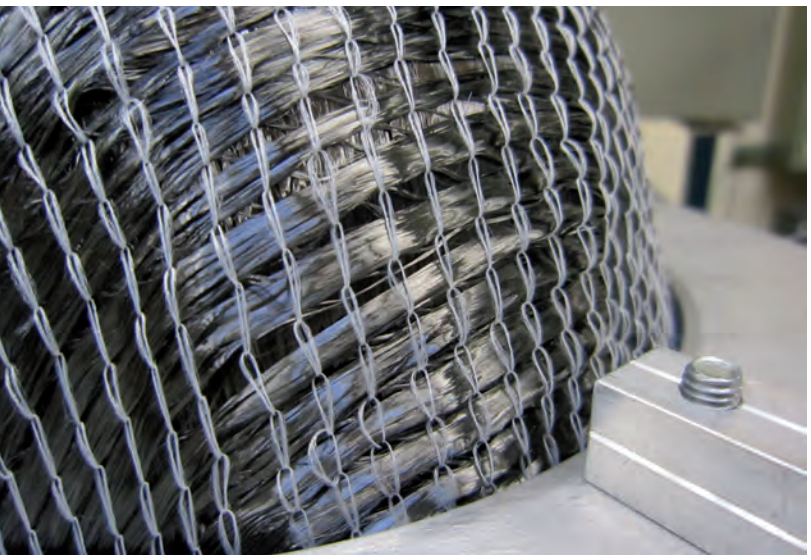
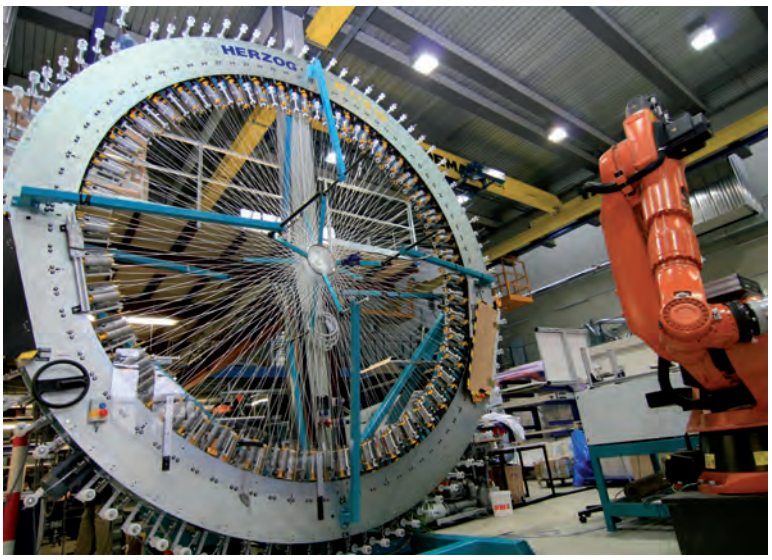




Gelege aus Kohlenstofffasern stoßen beim Drapieren über eine Halbkugel an die Grenzen ihrer Verformbarkeit (links). Industrieroboter und Flechtmaschine am Institut für Flugzeugbau (rechts). (Fotos: Institut)

NEUER TECHNOLOGIECLUSTER COMPOSITES (TC2) GEGRÜNDET

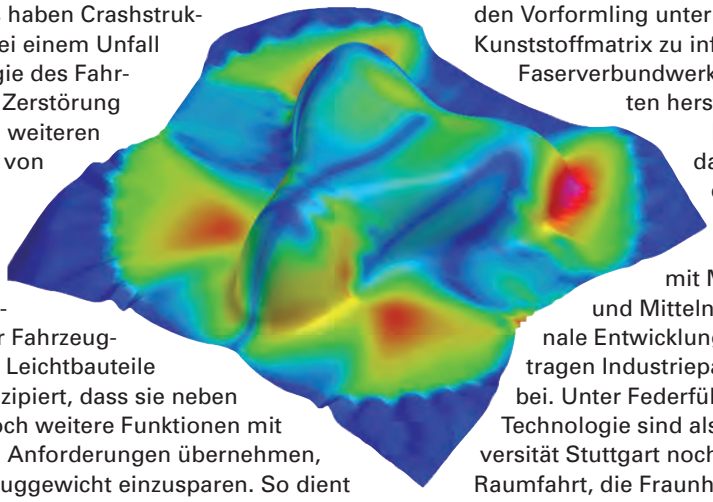
Fahrzeugleichtbau leicht gemacht

Leichtere Fahrzeuge verbrauchen weniger Sprit oder im Fall von Elektroautos Strom, stoßen weniger klimaschädliches Kohlenstoffdioxid aus und könnten zukünftig sogar preiswerter als herkömmliche Autos hergestellt werden. Kein Wunder, dass Leichtbau als die Schlüsseltechnologie für Fahrzeuge des 21. Jahrhunderts gilt. Im Januar 2012 startete daher ein baden-württembergisches Verbundprojekt zur Weiterentwicklung großserienfähiger Leichtbaustrukturen für Fahrzeuge aus neuen Faserverbundwerkstoffen. Die Universität Stuttgart ist an dem „Technologiecluster Composites (TC2)“ mit dem Institut für Flugzeugbau (IFB) beteiligt.

Um das Gewicht von Fahrzeugen zu senken, sollen Glas- oder Kohlenstofffaserverstärkte Verbundwerkstoffe eingesetzt werden, die sich bereits in der Luft- und Raumfahrt sowie im Rennsport bewährt haben. Sie sind nicht nur äußerst fest, sondern gleichzeitig besonders leicht. Ein etabliertes Verfahren, um diese Faserverbundwerkstoffe herzustellen, ist das sogenannte Resin Transfer Moulding (RTM)-Verfahren. Dabei werden Textilien aus Glas- oder Kohlenstofffasern, die als Rollenware bezogen werden, in die Form des herzustellenden Bauteils gebracht und anschließend mit einem Harz-Härter-Gemisch getränkt. Allerdings müssen viele der Einzelschritte im Herstellungsprozess bisher noch manuell durchgeführt werden. Das kostet nicht nur Zeit, sondern auch Geld, was die Herstellung der Faserverbundwerkstoffe bisher teuer machte. In dem neuen Verbund haben die Forscher insbesondere das Ziel, die einzelnen Arbeitsschritte des RTM-Verfahrens so zu optimieren und zu verknüpfen, dass eine durchgängige automatisierte Fertigungskette entsteht, um preisgünstige Fahrzeugbauteile in hohen Stückzahlen produzieren zu können. Parallel dazu soll die gesamte Fertigungskette von der Drapierung der Textilien über die Formfüllung bis hin zur Reaktion des Harzes sowie die Eigenschaften des produzierten Bauteils, etwa Steifigkeit, durchgängig am Computer simuliert werden. Eine Herausforderung im RTM-Verfahren besteht in der Formgebung des Materials, das beim Drapieren in nicht abwickelbare gekrümmte Flächen schnell an seine Grenzen stößt. Um diesen Arbeitsschritt zukünftig automatisieren zu können, untersuchen die am Forschungscluster beteiligten Wissenschaftler des IFB verschiedene Drapierstrategien. Dazu analysieren sie, wie gut sich verschiedene Textilarten beispielsweise über eine Halbkugel drapieren lassen und welche Methoden geeignet sind, das final ausgewählte Textil in ein komplexes, dreidimensionales Bauteil zu überführen. Andere Arbeitsgruppen innerhalb des Clusters werden weitere Arbeitsschritte im RTM-Verfahren weiterentwickeln, etwa das Handling der anfangs biegeschlaffen Textilien oder die Infiltration der drapierten Vorformlinge mit einem Harz-Härter-Gemisch.

In einem Simulations-Teilprojekt widmen sich die Stuttgarter Forscher ebenfalls dem ersten Schritt im RTM-Verfahren, dem textilen Vorformprozess, den sie als Simulation in die gesamte virtuelle Fertigungskette integrieren wollen. Dabei soll der Drapiervorgang komplexer, größerer Textilstrukturen zeit- und realitätsnah simuliert werden. Um realistische Voraussagen über das Drapierverhalten treffen zu können, werden die Mitarbeiter des IFB einen sogenannten Finite-Elemente-basierten Ansatz weiterentwickeln, der genauer sein soll, als der bisher in der Industrie eingesetzte geometrische. Mit dem neuen Ansatz modellieren die Forscher den Vorformling aus Flächenelementen. Gleichzeitig sollen die Materialeigenschaften des eingesetzten Textils eingegeben und berücksichtigt werden. Für exaktere Ergebnisse bezüglich der Faserarchitektur, Bildung von Löchern durch die Drapierung und der exakten Vorhersage der Dickenverteilung soll anschließend ein detaillierterer Ansatz gewählt werden. Ziel ist es hierbei, eine Modellierung zu finden, die das Verhalten der einzelnen Faserbündel des textilen Materials gut abbilden kann.

Fliegengewicht und Unfallgefahr: kein Widerspruch
Fahrzeugstrukturen aus leichten Faserverbundwerkstoffen sollen allerdings nicht nur günstig und in Serie herzustellen sein, sie müssen außerdem die Fahrzeuginsassen bei Unfällen genauso gut schützen wie herkömmliche Materialien. In Autos haben Crashstrukturen die Aufgabe, bei einem Unfall die Bewegungsenergie des Fahrzeugs durch gezielte Zerstörung abzubauen. In einem weiteren Teilprojekt innerhalb von TC2 untersuchen die beteiligten Forscher daher die Crasheigenschaften von Faserverbundstrukturen am Beispiel einer Fahrzeugbodenstruktur. Diese Leichtbauteile werden meist so konzipiert, dass sie neben der Crashfunktion noch weitere Funktionen mit teils gegensätzlichen Anforderungen übernehmen, um zusätzlich Fahrzeuggewicht einzusparen. So dient der Fahrzeugboden zusätzlich der Befestigung der Fahrzeugsitze und muss normale Betriebslasten übertragen können.



Für die Drapiersimulation wählten die IFB-Mitarbeiter einen makroskopischen Flächenelementansatz für unidirektionale Materialien und eine generische Sattelform. (Foto: Institut)

Um diesen gegensätzlichen Anforderungen gerecht zu werden, konzentrieren sich die Forscher am IFB auf eine Methode zur Verarbeitung der Kohlefasern, die Flechttechnologie. Sie erlaubt eine verschnittarme Fertigung und das kontinuierliche Ändern der mechanischen Eigenschaften des Bauteils. Die unterschiedlichen Anforderungen an das Bauteil können beispielsweise über den Ablagewinkel der Kohlefasern in einer Flechtmaschine berücksichtigt werden. Abhängig davon bewegt ein Industrieroboter das Bauteil mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten durch die Flechtmaschine. Für die Serienproduktion untersuchen die Forscher am IFB Technologien, die es erlauben, den entstehenden Vorformling unter hohem Infusionsdruck mit einer Kunststoffmatrix zu infiltrieren, um so den gewünschten Faserverbundwerkstoff in Taktzeiten von wenigen Minuten herstellen zu können.

In den nächsten drei Jahren fördert das Wissenschaftsministerium des Landes Baden-Württemberg den Forschungscluster mit insgesamt rund 9,2 Millionen Euro unter anderem mit Mitteln aus der Zukunftsoffensive IV und Mitteln des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE). Weitere 7,2 Millionen Euro tragen Industriepartner zu dem Forschungsverband bei. Unter Federführung des Karlsruher Instituts für Technologie sind als Forschungspartner neben der Universität Stuttgart noch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt, die Fraunhofer-Gesellschaft, das Institut für Textil- und Verfahrenstechnik in Denkendorf, die Hochschulen Esslingen, Konstanz und Ravensburg-Weingarten, sowie das Automotive Simulation Center Stuttgart beteiligt. *hb*

KONTAKT

Frank Härtel
Institut für Flugzeugbau
Tel. 0711/685-68324
e-mail: frank.haertel@ifb.uni-stuttgart.de

EUROPÄISCHES FORSCHUNGSPROJEKT SUPLIGHT > > >

einem ganzheitlichen Lebenszyklusansatz aufbauen. Im Mittelpunkt stehen dabei Denkprinzipien, Methoden und strategische Vorgehensweisen. Dabei haben die Projektbeteiligten das einzelne Molekül genauso im Blick wie das Branchensystem rund um Aluminium als Ganzes. Um Aluminiumlegierungen einsetzen zu können, wollen die Forscher zunächst verstehen, wie sich verschiedene Unreinheiten im Metall auf die Werkstoffeigenschaften auswirken und welches die optimale Bauteilform für deren Produktion und Einsatz ist. Dafür sollen innerhalb des Projekts neue methodische Ansätze für das Eco-Design entwickelt werden. In „SuPLight“ arbeiten nicht nur die verschiedenen Wertschöpfungsebenen der Herstellung von Aluminiumprodukten interdisziplinär zusammen, auch die regulatorische Seite ist integriert.

Aufgabe des IAT ist es, ein Geschäftsplanungssystem für Industrien mit geschlossenem Materialkreislauf zu generieren. Insbesondere wollen die IAT-Forscher Dynamiken innerhalb der industriellen Systeme identifizieren, um sozial, ökologisch und ökonomisch vorteilhafte Strukturen aufbauen zu können. Dazu haben sie den Lebenszyklus von Aluminiumprodukten und Dienstleistungen der Industriepartner analysiert und darauf aufbauend einen Trendradar der beiden Industrien „Automobil“ und „Luftfahrt“ erstellt. Ein solcher Trendradar enthält Anhaltspunkte dafür, wohin sich eine Branche entwickeln wird und determiniert so wiederum die Strategieplanung der Industriebeteiligten. Aufbauend auf diesen Analysen sollen verschiedene Szenarien entworfen werden, die aufzeigen, welcher Eingriff in das Industriesystem sich wie auswirkt und wer die entsprechenden Hebel überhaupt bedienen kann. All das dient dazu, eine IT-unterstütze Plattform zu entwerfen, die es Industrieteilnehmern ermöglicht, ihr Umfeld besser zu verstehen. Das im Rahmen des Projekts entwickelte Modell kann zukünftig auch auf andere Branchen übertragen werden. Das Konsortium umfasst elf Partnerorganisationen aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen, kleineren Hightech Unternehmen und Zulieferunternehmen aus der Luftfahrt und der Automobilindustrie. *Manuel Kern/hb*

KONTAKT

Manuel Kern
Institut für Arbeitswissenschaft
und Technologiemanagement
Tel. 0711/970-2322
e-mail: manuel.kern@iao.fraunhofer.de
> > > http://suplight-eu.org/

NEUES WERKZEUGMATERIAL ZUM PATENT ANGEMELDET > > >

ELEKTROMOBILITÄT IN DER MODELLREGION STUTTGART

Preisvorteil ab 34 Tageskilometer

Eine Millionen Elektrofahrzeuge sollen bis 2020 auf deutschen Straßen fahren. Die Bundesregierung verspricht sich davon, klimaschädliches Kohlenstoffdioxid einzusparen, die Lärmemissionen in Städten zu reduzieren sowie vom Erdöl unabhängig zu werden. Am Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT) haben Wissenschaftler nun untersucht, wie Elektrofahrzeuge in der Stadtverwaltung Ludwigsburg eingesetzt werden können. Das Bundesverkehrsministerium förderte das Teilprojekt im Rahmen der Modellregionen für Elektromobilität.

Wie viele Fahrten sind mit einem Elektroauto überhaupt möglich, bevor es wieder für mehrere Stunden aufgeladen werden muss? Was kostet es die Stadtverwaltung Ludwigsburg, wenn sie in ihrem Fuhrpark statt der herkömmlichen Dienstwagen elektrisch betriebene einsetzt? Und wie viel Kohlenstoffdioxid lässt sich dadurch einsparen? Das sind die zentralen Fragen, welche die IAT-Mitarbeiter mit einer eigens dafür entwickelten Software zu beantworten suchten. Die Wissenschaftler analysierten dabei unterschiedliche Szenarien, in denen der Anteil der Elektrofahrzeuge im Ludwigsburger Fuhrpark variierte. Betrachtet wurden zum Beispiel die maximale Elektrifizierung und die wirtschaftlichste Elektrifizierung. Wie sich zeigte, könnte die Stadt Ludwigsburg im Winter für rund 80 Prozent der Fahrten mit den 30 stadteigenen Dienstwägen Elektroautos einsetzen, ohne dass es zu Engpässen kommt. Im Sommer steigt der Anteil der möglichen Fahrten sogar auf über 95 Prozent. Der Unterschied rührt daher, dass im Winter die Autoheizung zusätzlich Strom schluckt. Somit reicht die gespeicherte Energie eines Elektroautos nur für etwa 60 Kilometer

So könnte es zukünftig vor dem Ludwigsburger Schloss aussehen, wenn die Stadtverwaltung womöglich mehr Elektroautos einsetzt.
(Foto: Institut)

anstatt der üblichen 100 Kilometer. Demnach könnte die Stadt Ludwigsburg bis zu 23 der 30 Dienstwägen durch Elektroautos ersetzen und damit 84 Prozent an Kohlenstoffdioxid einsparen.

Die maximale Elektrifizierung würde für die städtische Flotte jedoch zu Mehrkosten in der Größenordnung von fünf bis zehn Prozent führen verglichen mit dem herkömmlichen Fuhrpark. Wie hoch die Gesamtkosten für eine Elektrifizierung tatsächlich ausfallen, hängt vor allem davon ab, wie oft die Fahrzeuge genutzt werden. Das liegt daran, dass Elektroautos zwar teurer in der Anschaffung sind, die laufenden Kosten aber wegen der günstigeren Stromkosten niedriger ausfallen. Schon ab 34 Kilometer pro Tag können Elektroautos unter den Ludwigsburger Bedingungen, die beispielsweise die Haltedauer oder Stromkosten berücksichtigen, günstiger als die vorhandenen Autos mit Verbrennermotor fahren. Im wirtschaftlichsten Szenario mit vier Elektrofahrzeugen kann in Ludwigsburg deshalb sogar Geld eingespart werden. „Berücksichtigt man zusätzliche Einsparpotentiale durch höhere Fahrzeugauslastungen, kann die Stadt sogar bis zu 19 Elektrofahrzeuge ohne Mehrkosten einsetzen“, sagt Projektleiter Florian Klausmann vom IAT.

Parallel zur Fuhrparkanalyse ließen die Stuttgarter verschiedene Elektrofahrzeuge von 180 Mitarbeitern der Ludwigsburger Stadtverwaltung testen. Diese legten mit elektrisch betriebenen Segways, Pedelecs, Roller, PKWs und leichten Nutzfahrzeugen mehr als 25.000 Kilometer zurück. Die Forscher erfassten nicht nur die gefahrenen Kilometer und den Einsatzbereich der Fahrzeuge, sondern befragten die Nutzer auch nach der Alltagstauglichkeit der getesteten Fahrzeuge. „Das Feedback der Teilnehmer war durchweg positiv“, sagt Klausmann, „die Nutzer wurden vor allem von der Alltagstauglichkeit und dem großen Fahrspaß der Elektroautos positiv überrascht“.

Die Erfahrungen aus dem Projekt nutzen die Forscher, um auch anderen Kommunen und Firmen den Einstieg in die Elektromobilität zu erleichtern. Hierfür wurde gemeinsam mit dem Fraunhofer Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO die Beratungsleistung „Elektromobilisiert.de“ ins Leben gerufen.

Eine von acht Modellregionen

Die Region Stuttgart ist eine von acht deutschen Modellregionen für Elektromobilität, die 2009 als Sieger aus dem Wettbewerb Elektromobilität des Bundesverkehrsministeriums hervorgingen. Für den Wettbewerb wurden 130 Anträge aus ganz Deutschland eingereicht. Zu den Gewinnern gehören neben Stuttgart als einziger Modellregion aus Baden-Württemberg, Berlin/Potsdam, Bremen/Oldenburg, Hamburg, München, Rhein-Main, Rhein/Ruhr und Sachsen. In der Modellregion Stuttgart wurden bis Ende 2011 zahlreiche Teilprojekte zur Elektromobilität sowohl im öffentlichen Nahverkehr als auch im Individualverkehr durchgeführt und mit Stadtentwicklungskonzepten verknüpft. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Einsatz von Fahrzeugen im Alltag mit Pilotlösungen für die notwendige Infrastruktur, beispielsweise Ladestationen im öffentlichen Raum. *hb*

KONTAKT

Florian Klausmann
Institut für Arbeitswissenschaft und
Technologiemanagement
Tel. 0711/970-2315
e-mail: florian.klausmann@iat.uni-stuttgart.de

SIMULATIONSMODELL HILFT SCHADSTOFFBELASTUNG KONTROLLIEREN

Sauberes Trinkwasser – ein Menschenrecht

Jeder Mensch hat das Recht auf sauberes und sicheres Trinkwasser, wie es die Generalversammlung der Vereinten Nationen 2010 proklamierte. Wo Gefahren für den Menschen in Form von Pestiziden, Medikamentenrückständen oder Alltagschemikalien im Trinkwasser lauern und wie diese Gesundheitsrisiken niedrig gehalten werden können, will die Jungforschergruppe „Stochastische Modellierung von Hydrosystemen“ um Jun.-Prof. Wolfgang Nowak mit Hilfe eines ganzheitlichen computerbasierten Modells ermitteln. Das 2011 am Exzellenzcluster Simulation Technologie (SimTech) gestartete Projekt „Ein probabilistisches Risikomanagementsystem als integrales Trinkwassersicherungskonzept“ hat eine Laufzeit von insgesamt drei Jahren.

Im Schnitt verbraucht jeder Bundesbürger etwa 122 Liter Leitungswasser pro Tag. 80 Prozent davon werden aus Grundwasser gewonnen. Doch allein in Baden-Württemberg existieren 2.124 Altlasten und 14.472 altlastenverdächtigen Bereiche aus industriell genutzten Flächen, die das Grundwasser belasten könnten. Sicherheitsmaßnahmen, die das Trinkwasser vor diesen Gefahren schützen, können teuer sein. „Ob man in alternative und teurere Wasserbezugsquellen wie Uferfiltration oder tiefere und weniger ergiebige Brunnen, größere Wasserschutzgebiete, bessere

Trinkwasserschutz und andere Landnutzungsarten wie Landwirtschaft, Verkehr oder Industrie konkurrieren oft miteinander.
(Foto: © kavita / www.fotosearch.de Stock Fotografie)

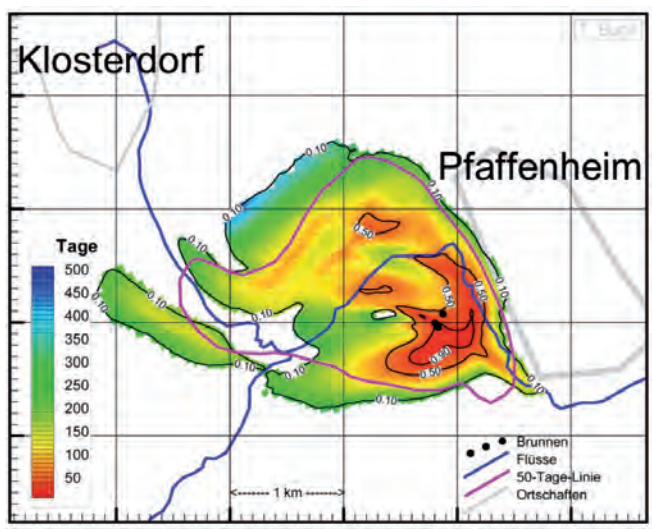
Überwachungssysteme, genauere Risikovorhersagemodelle oder in eine intensivere und vorsorgliche Wasseraufbereitung investiert, ist eine kritische und zentrale Frage für jeden Wasserversorger“, so Projektbearbeiter Rainer Enzenhöfer. In dem Projekt will die Forschergruppe daher ein System entwickeln, welches die Wasserversorger bei dieser Entscheidung unterstützt.

Die verwendeten Modelle sind in der Regel idealisierte Abbildungen der Realität. Oftmals kennen Ingenieure, wenn sie Wassereinzugsgebiete beurteilen sollen, nicht einmal die geologischen Schichtungen und die Fließwege des Wassers im Untergrund, oder sie wissen nicht wo und wie viele potentielle und tatsächliche Schadstoffe im Gebiet vorhanden sind. Ein weiteres Problem ist die Bodenstruktur, die räumlich variieren kann. Die Entscheidung, welche Maßnahmen für eine sichere Trinkwasserversorgung nötig sind, ist daher gepaart mit Unsicherheiten. Diese Unsicherheiten müssen in einem Simulationsmodell abgebildet und quantifiziert werden.

Das am Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung (IWS) entwickelte Simulationsmodell legt dies offen und hilft somit den Wasserversorgern, zukünftig verlässlichere Entscheidungen treffen zu können. In dem von der Landesstiftung Baden-Württemberg und SimTech gemeinsam finanzierten Projekt ermitteln Nowak und sein Team in Grundwasser- und Schadstofftransportmodellen statistische „Vulnerabilitäts-Karten“. Das sind Karten, die an jedem Ort im Gebiet angeben, wie wahrscheinlich eine Grundwasserverunreinigung, zum Beispiel durch einen Unfall, zu einer Beeinträchtigung des Trinkwasserbrunnens führen würde. Mit dem Modell können beliebig viele unsichere Parameter, etwa die hydraulische Durchlässigkeit des Bodens, die Grundwasserneubildungsrate und Bodenstrukturparameter, berücksichtigt und die Trinkwassersicherheit in einem Bruchteil der ursprünglich sehr langen Rechenzeit abgeschätzt werden. Erste Ergebnisse wurden bereits als Gastbeitrag in einer Sonderausgabe der renommierten Fachzeitschrift „Advances in Water Resources“ veröffentlicht.

Mit diesem Werkzeug können Wasserversorger das Sicherheitsniveau ihrer aktuellen Wasserschutzgebiete bestimmen und optimale Maßnahmen ermitteln, um das Sicherheitsniveau bei minimalen Kosten zu erhöhen. Allein durch Umwidmung der aktuellen Schutzgebietsfläche kann oft das bestehende Sicherheitsniveau um rund 20 Prozent erhöht werden. Durch Zukauf von Flächen können noch höhere Sicherheitsniveaus erreicht werden, jedoch zum Preis steigender Kosten. Ebenso können Erkundungs-, Monitoring-, und Frühwarnsysteme für maximale Sicherheit mit geringen Kosten ausgelegt werden.

Aktuell wird der Modellansatz um dynamische Komponenten der Grundwasserströmung erweitert. Diese können sich durch saisonale Effekte im Niederschlag, durch



Ausgewiesenes Brunnenschutzgebiet (violette Linie) und modellbasierte Linien (schwarz), die das tatsächlich notwendige Schutzgebiet angeben. Der farbige Hintergrund zeigt die mittlere Ankunftszeit eines Schadstoffes am Brunnen nach Eintritt ins Grundwasser. (Foto: Institut)

schwankenden Wasserbedarf oder durch zeitlich variierende Bewirtschaftung von Oberflächengewässern ändern. Als Nächstes sollen alle Teilsysteme der Trinkwasserversorgung, von der Wassergewinnung bis hin zum Wasserhahn, miteinander gekoppelt werden. In jedem Segment können jeweils Gefahren für sauberes und sicheres Trinkwasser lauern. Ziel ist es, ein ganzheitliches Risikomanagementsystem für den Trinkwasserschutz zu entwickeln, welches systemweit durch modellbasierte Optimierung die Sicherheit der Versorgung mit sauberem Trinkwasser garantiert. *hb*

KONTAKT

Jun.-Prof. Wolfgang Nowak
Institut für Wasser- und Umweltsystemmodellierung
Tel. 0711/685-60113
e-mail: wolfgang.nowak@iws.uni-stuttgart.de

KURZ BERICHTET > > >

Größe nicht der Norm entsprechen, beispielsweise krumme Gurken, heraussortiert. In den Supermärkten hat sich der Verbraucher längst daran gewöhnt, volle Regale bis Ladenschluss zu haben. Lebensmittel, die nicht mehr ganz frisch aussehen oder leicht beschädigt sind, verschwinden von der Verkaufsfläche oder landen spätestens in den eigenen vier Wänden im Mülleimer, obwohl sie noch genießbar wären. Auch Waren mit abgelaufenem Mindesthaltbarkeitsdatum werden oft unnötigerweise entsorgt. Manchmal fehlt es zudem an Wissen, wie die verderblichen Produkte richtig gelagert werden müssen, damit sie möglichst lange haltbar bleiben. So führe zum Beispiel die Lagerung von Avocados neben Tomaten dazu, dass die Avocados schneller reifen, schreiben die Studienautoren.

Jeder kann einen Beitrag leisten

Die mangelnde Wertschätzung von Lebensmittel innerhalb der Bevölkerung rühre daher, sagen die Wissenschaftler am ISWA, dass Lebensmittel jederzeit im Überfluss vorhanden und die Preise im EU-Vergleich äußerst niedrig sind. „Es ist Zeit für einen Bewusstseinswandel“, sagte Bundesverbraucherministerin Aigner. „Jeder von uns kann seinen Beitrag leisten, die Verschwendung wertvoller Ressourcen zu stoppen.“ Unter dem Titel „Zu gut für die Tonne“ startete das Bundesverbraucherministerium eine breit angelegte Informationskampagne für Verbraucher gegen die Verschwendung von Lebensmitteln. Aber auch der Handel ist gefordert, seinen Kunden mehr Informationen über den verantwortungsbewussten Umgang mit Lebensmitteln anzubieten und gleichzeitig zu prüfen, mit welchen Stellschrauben und Maßnahmen eine weitere Reduzierung der Wegwerfraten erreicht werden kann. Experten aus Industrie, Handel, Gastronomie und Landwirtschaft sowie Verbraucherschützer, Vertreter von Kirchen und NGOs haben auf Einladung der Bundesministerin bei einer Fachkonferenz am 27. März in Berlin gemeinsam über Strategien gegen die Lebensmittelverschwendung beraten. *uk*

KONTAKT

Gerold Hafner
Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft
Tel. 0711/685-65438
e-mail: Gerold.Hafner@iswa.uni-stuttgart.de
> > > www.bmelv.de/lebensmittelabfaelle_studie

PILOTANLAGE ZUR RÜCKGEWINNUNG IN BETRIEB > > >

das Fällmittel Magnesiumoxid zu dem Faulschlammfiltrat zugegeben und der pH-Wert erhöht wurde. Dem Absetzbecken wird das Fällprodukt schließlich entnommen und getrocknet. „Unser Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass die Phosphor-Rückgewinnung parallel zur Abwasserreinigung stattfinden kann, deren Ablauf somit nicht umgestellt werden muss“, erklärt Meyer.

Bis zum Projektende im Mai 2012 wollen die Stuttgarter Forscher den Prozess noch weiter optimieren und zur Marktreife führen. Auch an Verwertungs- und Vermarktungsstrategien für das Produkt MAP selbst denken sie bereits. Das Land Baden-Württemberg, das einen Ausstieg aus der landwirtschaftlichen Klärschlammausbringung will, fördert das Projekt mit 824.000 Euro. *hb*

KONTAKT

Prof. Heidrun Steinmetz
Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft
Tel. 0711/685-63723
e-mail: heidrun.steimetz@iswa.uni-stuttgart.de

NEUE DFG-FORSCHERGRUPPE: KRISTALLZUCHT VON NITRIDEN VERSTEHEN >

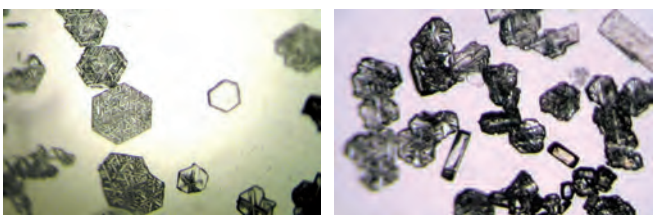
Halbleitermaterialien von morgen

Moderne Halbleitermaterialien auf Nitrid-Basis werden für viele optoelektronische Anwendungen zunehmend wichtiger, etwa für Bauelemente in energieeffizienten Leuchtdioden, aber auch für Anwendungen in der nichtlinearen Optik, Photonik oder Spintronik. Zur Züchtung von hochqualitativen Kristallen dieser Materialien bietet sich besonders eine Technik namens Ammonothermal-Synthese an, bei der besondere Lösungsmitteleigenschaften bei hohen Drücken und Temperaturen ausgenutzt werden. Chemiker um Prof. Rainer Niewa vom Institut für Anorganische Chemie wollen zusammen mit Forschern der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, des Fraunhofer Instituts für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie in Erlangen sowie der Ludwig-Maximilians-Universität München dieses Verfahren genauer erforschen.

Für Leuchtdioden und andere Anwendungen werden exzellente Nitrid-Kristalle zur Züchtung defektarmer Halbleiter-Materialien immer wichtiger. Mit konventionellen Syntheseverfahren konnten derartige Kristalle bisher meist nicht hergestellt werden. Ein vielversprechender Ansatz zur Herstellung größerer Kristalle ausreichender Qualität stellt die Ammonothermal-Synthese dar. Die Kristalle wachsen dabei in gasdicht verschließbaren Druckbehältern typischerweise bei Drücken oberhalb von 3.000 Bar und Temperaturen von 400 Grad Celsius in Ammoniak. Dem Lösungsmittel Ammoniak werden dabei sogenannte Mineralisatoren, meist Ammonosäuren oder -basen, zugesetzt, die das Kristallisationsverhalten, die Wachstumsgeschwindigkeit und Qualität der Kristalle sowie die Transportrichtung des Materials im Temperaturgradient entscheidend beeinflussen. Diese Vorgänge sind bisher weitestgehend ungeklärt, was jede Produkt- beziehungsweise Prozessoptimierung erschwert.

Die Chemiker und Ingenieure der neuen DFG-Forschergruppe wollen nun aufklären, welche Prozesse bei der bisher kaum untersuchten Ammonothermal-Synthese ablaufen und wie diese gezielt beeinflusst werden können. Parallel dazu entwickeln die Forscher Versuchseinrichtungen und Apparate, um die Kristallisationsabläufe unter den harschen Bedingungen in den Reaktoren beobachten zu können. Ziel der Forscher ist es, über das bessere Prozessverständnis gezielt Nitrid-Kristalle hoher Qualität zu züchten. Diese sollen die Grundlage für die Entwicklung neuer Stoffe und Materialien auf Nitrid-Halbleiterbasis bilden. Schon heute dient Galliumnitrid als Leuchtstoff in Leuchtdioden. Silizium- oder Bornitride werden wegen ihrer refraktären Eigenschaften und Härte als Strukturmaterialien (zum Beispiel für Turbolader und Kugellager) verwendet, und Aluminiumnitrid ist ein effizienter Wärmeleiter und findet beispielsweise als Substrat in der Leistungselektronik Anwendung. Auch im Bereich der optischen Datenübertragung und Kommunikationstechnik spielen Galliumnitrid-basierte Materialien etwa für Halbleiter-Bauelemente in zukünftigen Quantencomputern eine Rolle.

In der neuen Forschergruppe arbeiten die Stuttgarter Chemiker mit den Münchner und Erlanger Kollegen daran, neue Nitrid-Halbleitermaterialien herzustellen. Darüber hinaus wollen sie herausfinden, welche Ausgangsstoffe die Prozessabläufe verbessern, sowie Zwischenprodukte während des Kristallzucht-Prozesses identifizieren. Bisher



Kristalle von erstmals identifizierten Zwischenprodukten bei der Galliumnitrid-Kristallzucht unter ammonosauren Bedingungen. (Fotos: Institut)

konnten die Stuttgarter Forscher bereits zwei Modifikationen von Galliumnitrid sowie mehrere, bisher unbekannte Zwischenprodukte synthetisieren. Letztere sind vermutlich für den Materialtransport und die Kristallisation verantwortlich und könnten als verbesserte Ausgangsstoffe für die Ammonothermal-Synthese von Galliumnitrid dienen. Sie werden zurzeit in der Arbeitsgruppe von Prof. Niewa näher charakterisiert, um letztendlich den Kristallisationsprozess zu optimieren.

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) fördert das insgesamt 6-jährige Projekt „Chemie und Technologie der Ammonothermal-Synthese von Nitriden“ in den ersten drei Jahren bis Ende 2014 mit circa 2,5 Millionen Euro. *hb*

KONTAKT

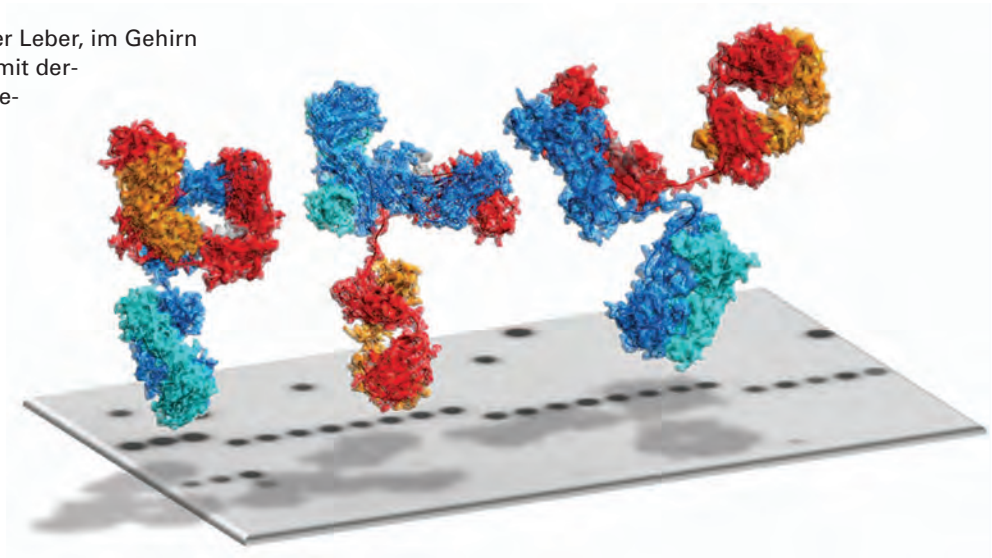
Prof. Rainer Niewa
Institut für Anorganische Chemie
Tel. 0711/685-64217
e-mail: rainer.niewa@iac.uni-stuttgart.de

NEUES FORSCHUNGSGEBIET EPIGENETIK AN DER UNI

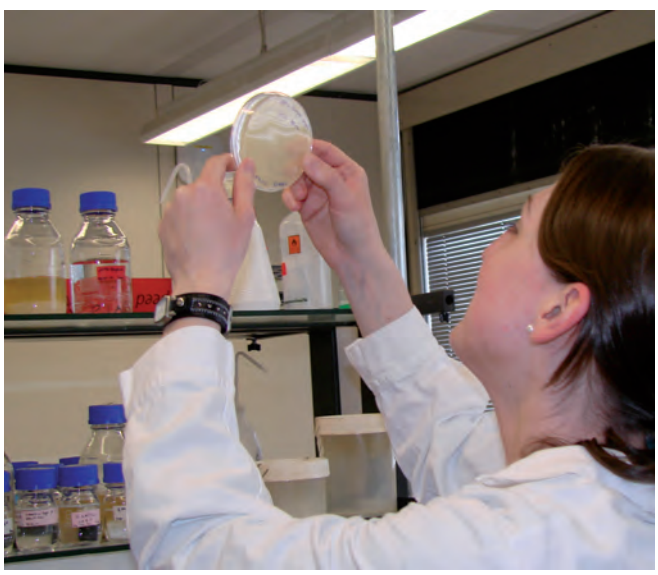
Gene sind nicht unser Schicksal

Der Mensch ist mehr als die Summe seiner Gene, äußere Einflüsse wie übermäßiger Stress, Ernährung oder Drogen können ihnen ein Leben lang ihren chemischen Stempel aufdrücken und sie so wandeln. Mit Prof. Albert Jeltsch hat die Universität Stuttgart seit Dezember 2011 nicht nur einen neuen Lehrstuhlinhaber für die Biochemie gewonnen, der Biochemiker brachte auch eine Forschergruppe mit. Sie beschäftigen sich mit dem hochaktuellen Forschungsgebiet der Epigenetik.

Jede Körperzelle in uns, egal ob in der Leber, im Gehirn oder im Muskel ist in ihrem Zellkern mit derselben genetischen Information ausgestattet. Dennoch erfüllen verschiedene Zellen völlig unterschiedliche Aufgaben und produzieren zelltypspezifische Eiweiße. Der Unterschied: es sind jeweils nur die leber-, gehirn- beziehungsweise muskelspezifischen Gene eingeschaltet und alle anderen abgeschaltet. Dies geschieht bereits in der frühembryonalen Entwicklung: Der wichtigste Mechanismus ist das Anhängen von Methylgruppen an bestimmte Cytosin-Bausteine der Erbsubstanz DNA oder an die DNA-"Verpackungsproteine", die Histone. Die Methylgruppen versperren den Enzymen, welche den genetischen Code ablesen, um ihn später in Eiweiße zu übersetzen, den Weg – die Gene sind stillgelegt. Diese sogenannte epigenetische Prägung erklärt auch, warum genetisch identische eineiige Zwillinge sich in Aussehen und Verhalten unterscheiden können. Ein ganzes Leben lang ermöglichen es die epigenetischen Veränderungen den Zellen, auf äußere Einflüsse zu reagieren, ohne die DNA selbst zu ändern. Andererseits können Prägungsfehler zu Krankheiten wie zum Beispiel Krebs führen, indem tumorunterdrückende Gene durch Methylierung ausgeschaltet oder tumorfördernde Gene durch zu geringe Methylierung aktiviert werden. Auch bei der Gewinnung von Stammzellen aus ausdifferenzierten Körperzellen bereitet den Forschern derzeit noch das Methylierungsmuster Probleme, welches entsprechend verändert werden muss.



Modell der Interaktion von Antikörpern mit Histone Arrays, mit denen man die Qualität von Antikörpern testen kann, die kommerziell als Forschungsreagenzien angeboten werden. (Fotos: Institut)



Suche nach Bakterien, die genetisch veränderte Enzyme herstellen.

Das Anhängen der Methylgruppen übernehmen sogenannte Methyltransferasen. Und genau die sind das „Steckenpferd" von Albert Jeltsch, der zuvor als Professor an der Jakobs Universität Bremen tätig war. So untersucht der Biochemiker mit seinem Team beispielsweise die Familie der DNMT-Methyltransferasen, die in Bakterienzellen ebenso anzutreffen sind wie in denen des Menschen. Die Forscher wollen unter anderem verstehen, wie diese Enzyme erkennen, welche Stellen der DNA sie methylieren müssen, um ein bestimmtes Gen stillzulegen, und wie die Methylierungsaktivität beeinflusst und reguliert wird. Die Erkenntnisse aus dieser Grundlagenforschung konnten die Forscher um Jeltsch in einem aktuellen Projekt bereits nutzen, um eine Methyltransferase mit einem sogenannten Zinkfingerprotein zu fusionieren, das die Methyltransferase gezielt zu krebsfördernden Genen dirigiert, um diese auszuschalten. Außerdem wurden Fusionsproteine mit höherer Methylierungsaktivität geschaffen. Durch Proteindesign sollen auch künstliche epigenetische Systeme geschaffen werden, um in Bakterien Gene spezifisch zu regulieren. In diesem Bereich stößt die Epigenetik an ein ebenfalls noch neues Forschungsgebiet: die Synthetische Biologie, von der Jeltsch sagt, dass sie „die technisch-methodische Klammer" seiner Arbeit sei. Seine Interesse gelte nämlich sowohl der Herstellung neuartiger oder verbesserter Proteine und Enyzme mittels Proteindesign als auch deren Regulation mit artifiziellen Regulationssystemen.

Bis vor wenigen Jahren fanden epigenetische Phänomene keine oder nur geringe Beachtung unter den Forschern, mittlerweile hat sich die Epigenetik zu einem wichtigen Forschungsgebiet entwickelt. „In der Hefe, Fruchtfliege und dem Fadenwurm, den frühen ´Haustieren´ der Genetiker, findet keine oder nur sehr wenig DNA-Methylierung statt“, erklärt Jeltsch, warum diese Forschungsrichtung nicht schon früher auf dem „Bildschirm“ der Forscher auftauchte. Vieles ist noch ungeklärt und wird derzeit intensiv erforscht, so auch, warum Histon-Methyltransferasen auch Nicht-Histon-Eiweiße methylieren. Um herauszufinden, welche biologische Funktion diese Methylierungen in der Zelle haben, will Jeltschs Arbeitsgruppe, alle Zellproteine herausfischen, die methyliert werden, und untersuchen mit welchen anderen Proteine diese methylierten Nicht-Histone interagieren. „An der Universität Stuttgart finde ich hervorragende Arbeitsbedingungen, um meine Forschungsarbeit auf diesem Gebiet fortführen zu können“, sagt Jeltsch, der sich neben der Epigenetik und den Methyltransferasen auch noch für andere biologische Systeme interessiert, beispielsweise die mittlerweile patentierte Wasserstofferzeugung in Algen. *hb*

KONTAKT

Prof. Albert Jeltsch
Institut für Technische Biochemie
Tel. 0711/685-64390
e-mail: albert.jeltsch@ibc.uni-stuttgart.de

KURZ BERICHTET > > >

EXPERIMENTELLER NACHWEIS IN DER RESONANZEMISSION VON QUANTENPUNKTEN >

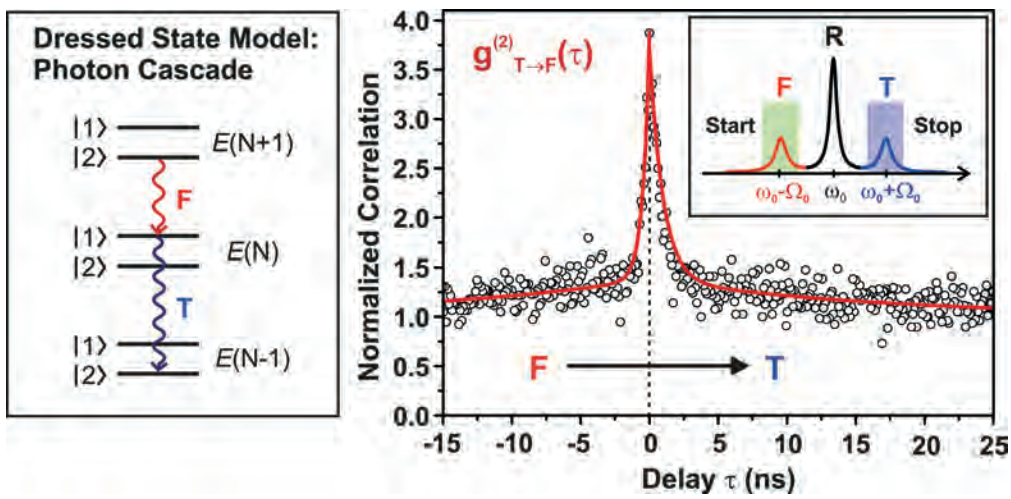
Zeitlich geordnete Photonenpaare

Die kontrollierte Erzeugung von einzelnen Lichtquanten (Photonen) ist eine zentrale Voraussetzung für die künftige Datenübertragung in superschnellen Quantencomputern oder abhörsicheren Glasfaser-Kommunikationsnetzen. Einen möglichen Ansatz hierzu bieten Halbleiter-Quantenpunkte (oft auch als „künstliche Atome“ bezeichnet), die zunächst mittels Laserlicht angeregt werden, um danach die Energie in Form genau eines Lichtquants wieder abzugeben und dabei in ihren Ausgangszustand zurückzukehren. Photonen höchster Güte, in der Fachsprache von hoher Kohärenz, können speziell unter „resonanter“ Anregung erreicht werden. Hierbei wird der Laser genau auf den optischen Übergang des Quantenpunktes abgestimmt. Detaillierte Studien der so entstehenden Resonanzfluoreszenz sind ein Forschungsfeld des Teams von Prof. Peter Michler am Institut für Halbleiteroptik und Funktionelle Grenzflächen (IHFG) der Uni Stuttgart, das hierzu das Halbleitersystem Indium-Gallium-Arsenid untersucht. Anfang 2012 ist es den Forschern erstmals gelungen, die Resonanzfluoreszenz von einzelnen Halbleiter-Quantenpunkten im Regime eines „Dressed States“ quantenstatistisch im Detail zu studieren und dabei die Vorhersagen theoretischer Modelle zu verifizieren. *)

In der Theorie beschreibt ein „Dressed State“ den gemeinsamen Eigenzustand eines Zwei-Niveau-Quantenemitters (hier: Quantenpunktes) und des ihn umgebenden, wechselwirkenden Lichtfeldes (Laser) im Fall hoher Anregungsintensitäten. Dann können der Emitter und das Lichtfeld nicht mehr als einzelne Systeme betrachtet werden, sondern nur noch über einen gekoppelten Emitter-Licht-Zustand. Optische Übergänge zwischen den Zuständen („Dressed States“) einer so modifizierten Photonenquelle zeigen nicht mehr nur eine einzelne Frequenz der ausgesendeten Photonen, sondern weisen ein charakteristisch aufgespaltenes Drei-Linien-Spektrum („Mollow Triplet“) auf. Dieser Fingerabdruck der Resonanzfluoreszenz kann mittels hochauflösender Spektroskopie direkt beobachtet werden.

Die Forscher des IHFG konnten nun innerhalb des „Mollow Triplets“ einzelner Halbleiter-Quantenpunkte so genannte Zwei-Photonen-Kaskaden nachweisen. Durch kontrollierte leichte Verstimmung des anregenden intensiven Lasers gegenüber der Resonanz des Emitters präparierten sie einen Zustand, bei dem Photonen unterschiedlicher Energie aus den beiden Nebenbanden des „Mollow-Triplets“ in geordneter zeitliche Abfolge ausgesendet werden. In einer solchen Kaskade wird zum Beispiel abwechselnd ein hochenergetisches („blaues“) Photon, gefolgt von einem niederenergetischen („roten“) Photon erzeugt. Die zeitliche Reihenfolge wird dabei über die Verstimmung des Lasers kontrolliert und kann mit ihrer Hilfe sogar umgekehrt werden. Für den experimentellen Nachweis dieser Photonen-Kaskade wurde die Emissionsstatistik der Lichtquanten aus den beiden Nebenbanden des „Mollow Triplets“ direkt gemessen und im Detail untersucht. Die gewonnenen Ergebnisse zeigten dabei sehr gute Übereinstimmung mit den Vorhersagen der Quantentheorie.

Für eine zukünftige technologische Nutzung sind solche auf Resonanz-Fluoreszenz einzelner Quantenpunkte basierende Zwei-Photonen-Emitter deshalb interessant, weil ihre Lichtemission gegenüber bisherigen Konzepten deutlich verbesserte Kohärenzeigenschaften aufweist. Zu den möglichen Anwendungsfeldern derartiger Lichtquellen zählen zum Beispiel Protokolle zur sicheren Datenübertragung in der Quantenkommunikation oder auch Algorithmen des Quanten-Computings mit rein optischer Logik der Datenverarbeitung gegenüber herkömmlichen elektronischen Schaltkreisen heutiger Computersysteme. *Sven Ulrich/amg*



Zeitlich korrelierte Photonenemission aus Resonanzfluoreszenz eines Quantenpunktes. Links: Schematische Darstellung des "Dressed State" als kombinierter Eigenzustand zwischen einem Quantenemitter und einem intensiven kohärenten treibenden Lichtfeld (Laser). Rechts: Zwei-Photonen-Korrelationsexperiment zwischen den Seitenbanden F und T des "Mollow-Triplets" (siehe Inset-Grafik). Die starke Überhöhung und Asymmetrie des Signals ist der experimentelle Fingerabdruck zeitlich geordneter (kaskadierter) Photonenemission."
(Grafik: Institut)

*) Über den Nachweis berichtete die Zeitschrift Nature Photonics im Februar 2012:
http://dx.doi.org/ unter DOI: 10.1038/NPHOTON.2012.23

KONTAKT

Dr. Sven Ulrich
Institut für Halbleiteroptik und Funktionale Grenzflächen
Tel. 0711/685-65226
e-mail: s.ulrich@ihfg.uni-stuttgart.de

STUTTGARTER EXPERIMENT IN NATURE PHYSICS

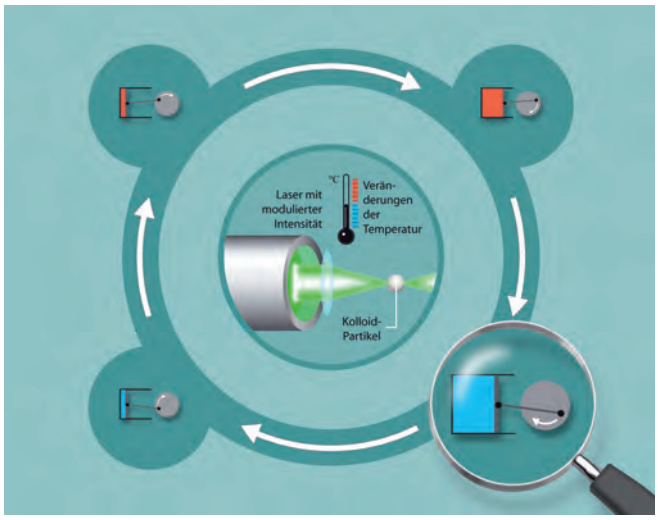
Die kleinste Dampfmaschine der Welt

Was beim Automotor einen Fall für die Werkstatt bedeutet, ist bei einem Mikromotor völlig normal. Wenn der stottert, liegt das nämlich an den thermischen Bewegungen der kleinsten Teilchen, die seinen Lauf stören. Das haben Forscher des 2. Physikalischen Instituts und des Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme in Stuttgart an einer Wärmekraftmaschine im Mikromaßstab beobachtet. Gleichzeitig stellten sie fest, dass die Maschine unterm Strich doch Arbeit leistet. Diese lässt sich derzeit zwar noch nicht nutzen, das Experiment der Stuttgarter zeigt aber, dass ein Motor auch im Mikromaßstab grundsätzlich funktioniert. Damit steht der Konstruktion von hocheffizienten, kleinen Wärmekraftmaschinen prinzipiell nichts im Wege*).

Vor knapp 200 Jahren hat Robert Stirling eine Wärmekraftmaschine erfunden, in der ein mit Gas gefüllter Zylinder periodisch erhitzt und abgekühlt wird, so dass sich das Gas ausdehnt und zusammenzieht. Dabei wird der Kolben in dem Zylinder in eine Auf- und Abwärtsbewegung versetzt, die etwa ein Rad antreibt. Clemens Bechinger, Professor an der Universität Stuttgart und Fellow des Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme, und seinem Mitarbeiter Valentin Blickle ist es nun gelungen, eine Wärmekraftmaschine im Mikromaßstab nachzubauen. „Wir haben die kleinste Dampfmaschine, genauer gesagt den kleinsten Stirling-Motor, der Welt entwickelt und festgestellt, dass die Maschine tatsächlich Arbeit verrichtet“, sagt Clemens Bechinger. „Zu erwarten war das nicht unbedingt, weil die Maschine so klein ist, dass ihre Bewegung von mikroskopischen Prozessen gestört wird, die in der Makrowelt keine Rolle spielen.“ Die Störungen führen dazu, dass die Mikromaschine sehr unrund läuft und gewissermaßen stottert.

„Uns ist es gelungen, die essentiellen Teile einer Wärmemaschine wie Arbeitsgas und Kolben auf nur wenige Mikrometer zu verkleinern und diese dann zu einer Maschine zusammenzusetzen“, sagt Valentin Blickle. So besteht das Arbeitsgas im Stuttgarter Experiment nicht mehr aus unzähligen Molekülen, sondern nur noch aus einem einzelnen, etwa drei Mikrometer großen Kunststoffkügelchen, das in Wasser schwebt und dessen Bewegung die Forscher direkt in einem Mikroskop beobachten können. Den Zylinderkolben ersetzen die Physiker durch einen fokussierten Laserstrahl, dessen Intensität periodisch variiert wird. Die optischen Kräfte des Lasers schränken die Bewegung des Kunststoffteilchens einmal stärker und einmal weniger stark ein, ganz analog zur Kompression und Expansion des Gases im Zylinder einer großen Wärmemaschine. Dabei leistet das Teilchen Arbeit am optischen Laserfeld. Damit sich die Beiträge zur Arbeit während der Kompression und Expansion nicht gegenseitig aufheben, müssen diese bei unterschiedlichen Temperaturen stattfinden. Zu diesem Zweck wird das System – genauso wie der Kessel einer Dampfmaschine – beim Expansionsprozess von außen erhitzt. Das Kohlefeuer einer altertümlichen Dampfmaschine ersetzten die Forscher jedoch durch einen weiteren Laserstrahl, der das Wasser schlagartig erhitzt, aber auch plötzlich wieder abkühlen lässt, sobald er ausgeschaltet wird.

Dass die Stuttgarter Maschine im Gegensatz zu ihrem makroskopischen Gegenstück nicht rund läuft, liegt an den



Ein Stirling-Motor in der Mikrowelt mit einem winzigen Kunststoff-Kügelchen im Fokus eines Laserfelds. Beim Vorbild, einem Motor gewöhnlicher Größe, expandiert und kontrahiert ein Gas bei unterschiedlicher Temperatur und bewegt dabei den Kolben in einem Zylinder. (Grafik: Fritz Höffeler/Art for Science)

Wassermolekülen, die das Kunststoff-Kügelchen umgeben. Die Wassermoleküle bewegen sich aufgrund ihrer Temperatur ständig und stoßen daher fortwährend mit dem Mikroteilchen zusammen. Bei diesen zufälligen Kollisionen tauscht das Kunststoffteilchen mit seiner Umgebung ständig Energie aus, und zwar in einer Größenordnung, in der die Mikromaschine Energie in Arbeit verwandelt. „Dieser Effekt führt dazu, dass die gewonnene Energiemenge von Zyklus zu Zyklus stark variiert und die Maschine im Extremfall sogar zum Stillstand bringt“ erklärt Valentin Blickle. In den makroskopischen Maschinen spielen die winzigen Stoßenergien der kleinsten Teilchen keine Rolle.

Umso erstaunter sind die Physiker, dass die Maschine trotz der schwankenden Leistung im Mittel genauso viel Energie pro Zyklus in Arbeit umsetzt und unter Volllast auch mit derselben Effizienz läuft wie ihr makroskopisches Gegenstück. „Obwohl unsere Maschine noch keine nützliche Arbeit verrichtet, gibt es keine prinzipiellen thermodynamischen Hindernisse, die das auf kleinen Längenskalen verbieten“, so Clemens Bechinger. Für die Konstruktion zuverlässiger, hocheffizienter Mikromaschinen, ist das sicher eine gute Nachricht.

*) Valentin Blickle und Clemens Bechinger: Realization of a micrometre-sized stochastic heat engine, Nature Physics 8, 143-146 (2012), DOI: 10.1038/NPHYS2163

KONTAKT

Prof. Clemens Bechinger
2. Physikalisches Institut
Tel. 0711/685-65218
e-mail: c.bechinger@physik.uni-stuttgart.de

ULM UND STUTTGART KOOPERIEREN

Neues Zentrum für die Quantenwissenschaft

Das 20. Jahrhundert war durch die Elektronik und die Photonik geprägt. Nun gibt es Anzeichen, dass das 21. Jahrhundert von der Quantenmechanik bestimmt sein wird. Schon heute spielen die Prinzipien der Quantenmechanik nicht nur in der Physik eine bedeutende Rolle, sondern strahlen auf viele angrenzende Disziplinen wie die Chemie, die Elektrotechnik und die Mathematik aus. Durch die Ausnutzung von Kohärenz und Verschränkung von quantenmechanischen Systemen könnten zukünftig viele technologische Neuerungen entstehen. Zur Bündelung der Expertise im Bereich der Quantenwissenschaft haben die beiden Universitäten Stuttgart und Ulm sowie das Stuttgarter Max-Planck-Institut für Festkörperforschung im Oktober 2011 das gemeinsame Zentrum für Integrierte Quantenwissenschaft und -technologie (IQST) gegründet.

Schon wiederholt haben die drei Institutionen in gemeinsamen Projekten zusammengearbeitet und die Entwicklung zur Quantenmechanik maßgeblich vorangetrieben. Aufbauend auf dieser Erfahrung werden in dem neuen Zentrum die in Stuttgart und Ulm vorhandenen Kompetenzen und die sich ergänzenden Stärken auf dem Gebiet zusammengeführt. Ziel des Zentrums IQST ist es, Synergien zwischen Chemie, Elektrotechnik, Mathematik und Physik zu fördern und die Quantenwissenschaft in ihrer ganzen Breite, von den Grundlagen bis hin zu den technologischen Anwendungen, zu erforschen. Die Gründung dieses Zentrums wurde durch eine Kooperationsvereinbarung zwischen den drei beteiligten Institutionen verankert.

Beide Universitäten werden Professorenstellen in das Zentrum einbringen, deren wissenschaftliche Ausrichtung an der Schnittstelle zwischen zwei oder mehreren Disziplinen liegen wird. Das Zentrum wird auch internationalen Forschern offen stehen, die für maximal fünf Jahre dauernde Projekte die Räumlichkeiten und Infrastruktur des Zentrums nutzen können. Außerdem soll ein aktives Gäste- sowie ein Graduiertenaustauschprogramm entwickelt werden. Ein von beiden Universitäten getragener Master-Studiengang „Quantum Science“ sowie eine Graduiertenschule werden ebenfalls eingerichtet. *uk*

KONTAKT

Prof. Tilman Pfau
5. Physikalisches Institut
Tel. 0711/685-68025
e-mail: t.pfau@physik.uni-stuttgart.de

FORSCHUNGSORGEL FÜR DIE ORGELFORSCHUNG

Bauphysik im Dienste der Musik

Wenn man sich am Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP) oder am Lehrstuhl für Bauphysik der Uni mit Akustik befasst, dann geht es meist um Lärm. Subtilere Töne schlägt eine Forschungsorgel an, die im Dezember 2011 mit Klängen von Bach, Mendelsohn-Bartholdy und modernen Komponisten eingeweiht wurde. Auf dem Instrument lassen sich Forschungsergebnisse demonstrieren, technische oder klangliche Fragen des Orgelbaus untersuchen und neue Klangideen erproben.

„Musik und Physik haben viele Gemeinsamkeiten“, erklärt der stellvertretende Leiter des IBP und Professor für Akustik an der Uni Stuttgart, Philip Leistner. So lasse sich der Klang einer Orgelpfeife akustisch als komplexes Zusammenspiel der Dimensionen Zeit, Amplitude und Frequenz darstellen. Das Fraunhofer IBP widmet sich denn auch schon seit vielen Jahren der wissenschaftlichen Orgel- und Kirchenakustik sowie der Erforschung von Musikinstrumenten und profitiert dabei von der Symbiose von Ingenieurswissenschaften und Instrumentenbau. Doch gerade an einem komplexen System wie einer Orgel stößt die Wissenschaft noch an Grenzen.

Eine neue Forschungsorgel verbindet Kunst und Wissenschaft. (Foto: IBP)

„Viele Messungen waren bisher nur eingeschränkt möglich, weil sie Bohrungen an der Orgel erfordern“, erklärt die Leiterin der Forschungsgruppe Musikalische Akustik, Dr. Judit Angster. Die Tochter eines berühmten ungarischen Orgelbauers weiß um die Schmerzen, die solche Eingriffe bei Liebhabern des Instruments verursachen und ergänzt augenzwinkernd: „Mit der Forschungsorgel können wir endlich machen, was wir wollen.“ Und das ist einiges. So wollen die Wissenschaftler Wege finden, um Klangschwankungen, die sich aus dem Druckabfall auf dem Weg vom Blasebalg zu den Windladen oder durch Druckmodulationen ergeben, in den Griff zu kriegen. Der Klang spezieller Pfeifen soll planbar gemacht und das Zusammenspiel zwischen Instrument und Raum verbessert werden. Der Klang neuartiger Pfeifen kann an der Forschungsorgel getestet und optimiert werden. Das ist höchst aktuell, da eine EU-Verordnung die konventionellen Blei-Zinn-Pfeifen bald verbieten will und es nicht leicht ist, mit alternativen Legierungen den gewohnten Klang zu erzielen.

Kein Wunder, dass das Forschungsinstrument gegenüber einer „normalen“ Kirchenorgel ein paar kleine, aber feine Unterschiede aufweist. So ist zum Beispiel das Innenleben sichtbar und jeder kann die vielschichtige Funktionsweise des Instrumentes studieren. Das Windsystem – die „Lunge“ der Orgel, die bei der Klangentstehung und -gestaltung eine sehr wichtige Rolle spielt – ist auf ein innovatives System ohne Balg umschaltbar und kann mit einer vereinfachten Methode zu dem gewünschten Klang führen. Die Windlade eines Manuals ist austauschbar, um neuartige Ventile und Pfeifenanordnungen zu erproben. Ebenso erlauben die Pfeifenstöcke einen späteren Tausch für Versuche mit innovativen Pfeifenformen. Diese und die vielen anderen technischen Raffinessen erschließen sich dem Betrachter der Orgel freilich erst auf den zweiten Blick. Denn, so Angster lachend: „Musizieren kann man auf unserer Institutsorgel auch noch“. Und da steht das Forschungsinstrument, wie Organist Attila Kálmán beim Einweihungskonzert virtuos unter Beweis stellte, einer „echten“ Orgel nicht nach. Weshalb es am Fraunhofer IBP künftig noch häufiger Orgelkonzerte geben soll. *amg*

KONTAKT

Prof. Philip Leistner
Lehrstuhl für Bauphysik/ Fraunhofer-Institut für Bauphysik
Tel. 0711/970-3346
e-mail: Philip.Leistner@ibp.fraunhofer.de

KURZ BERICHTET > > >

ließlich für die Geschichte der Erziehung durch Pädagogen an schulähnlichen Orten. Dies entsprach der gängigen Praxis in der griechischen Kultur. Dagegen wurde die römische Jugend überwiegend durch die persönliche Teilhabe an der politischen Tätigkeit des Lehrmeisters auf ihre künftige Rolle hin sozialisiert. Die Familie war der entscheidende Ort römischer Erziehung, tauchte aber in der Forschung, „wenn überhaupt, nur als staffageartiger Hintergrund auf", so dass die Frage nach innerfamiliären Formen der Vermittlung von Fähigkeiten und Kenntnissen ein Forschungsdesiderat darstellte. Scholz stellte sich daher die Frage nach den wesentlichen Merkmalen des Aufwachsens im aristokratischen Milieu Roms und zog dafür vor allem literarischer Quellen heran, die Aufschluss über das Denken und Handeln römischer Politiker des zweiten und ersten vorchristlichen Jahrhunderts geben.

Zuständig für Erziehung und Unterricht war in der römischen Kultur der Vater, das Familienoberhaupt. Während der gesamten Ausbildungszeit hielten sich die Söhne ständig in der Nähe dieser oder anderer Autoritäten aus dem familiären Umfeld auf und begleiteten sie zu Festen, Klienten-Empfängen, Rechtsberatungen, zum Forum und zu öffentlichen Versammlungen, aber auch zu den Beratungen im Stab des Feldherrn, und nahmen in den Schlachten aktiv am Kampfgeschehen teil. Mittels Beobachtung und Nachahmung dieser Väter übernahmen die Söhne allmählich den Habitus ihrer Vorbilder. Diesen charakterisiert Scholz als eine „innere Haltung", welche „die römischen Ritter und Senatoren dazu neigen ließ, sich in schwierigen Situationen grundsätzlich offen zu verhalten". Diese Aristokraten, die nichts mehr liebten als ein selbstbestimmtes Leben in der Öffentlichkeit, nahmen lieber große Unwägbarkeiten in Kauf oder setzten sich extremen Bewährungssituationen aus, statt ihre Hoffnungen auf den Gewinn von Ruhm und Ehre zu begrenzen.

Scholz bilanziert, dass der langfristige Erziehungserfolg offenkundig davon abhängig war, wie ernsthaft die Familien über das Heranwachsen der Nachkommen wachten. In den aktuellen Diskussionen um Erziehung und Bildung wird, so Scholz weiter, deutlich, dass die Institutionen außerhäuslicher Pädagogik überfordert sind, wenn nur sie allein auf die Realität des Lebens vorbereiten sollen. „Der Blick zurück nach Rom zeigt, welch besonders große Bedeutung den Familien und vor allem den Vätern zukam." Man sollte sich, mahnt Scholz, daran erinnern, „dass Erziehung und Bildung ein wesentlicher Aufgaben- und Verantwortungsbereich der Eltern ist". *Sabine Dettling*

Peter Scholz, Den Vätern folgen. Sozialisation und Erziehung der republikanischen Senatsaristokratie, Berlin: Verlag Antike 2011. € 64,90, 424 Seiten, ISBN: 978-3-938032-42-8.

KONTAKT

Prof. Peter Scholz
Historisches Institut, Abteilung Alte Geschichte
Tel. 0711/685-83440
e-mail: Peter.Scholz@hi.uni-stuttgart.de

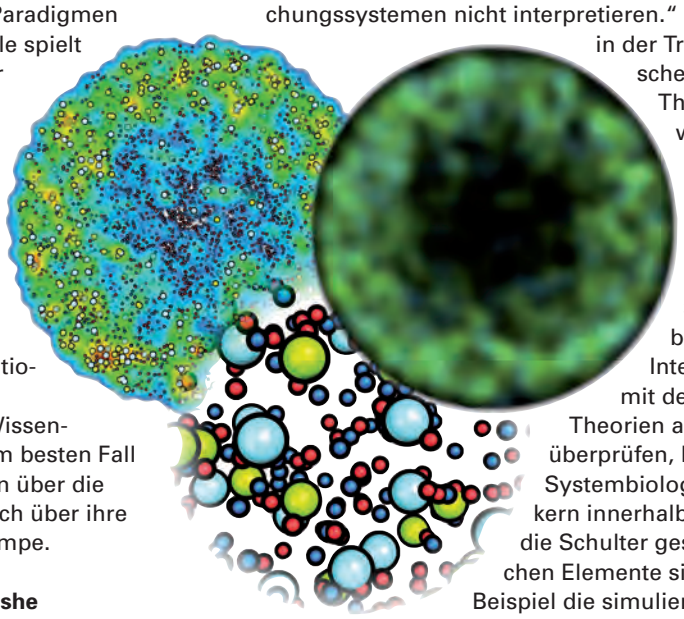
NEUER BLOG ZU „COMPLEMENTOR RELATIONSHIP MANAGEMENT" > > >

SIMULATIONSTECHNOLOGIE AUS PHILOSOPHISCHER PERSPEKTIVE

Kitt zwischen Naturwissenschaften

Die Simulation komplexer Probleme und die Visualisierung der Ergebnisse an Höchstleistungsrechnern ist in den Natur- und Ingenieurwissenschaften mittlerweile gang und gäbe, etwa wie sich Luftströme entlang eines fahrenden Autos verhalten oder was das Klima von morgen bringt. Doch wo sind die Fallstricke dieser noch jungen Technologie? Was vermag sie und was nicht und welche Folgen könnten die Ergebnisse für die Wissenschaft und Gesellschaft haben? Um diese Fragen zu beantworten, bedarf es eines ungetrübten Blicks von außen, eben den eines Philosophen oder einer Philosophin.

Zur Riege der Stuttgarter Philosophen zählt auch Ulrike Pompe, die im April 2011 als Juniorprofessorin den Lehrstuhl Philosophie der Simulation von ihrem Vorgänger Gregor Betz übernommen hat. „Die Geisteswissenschaften, und darunter auch die Philosophie, bilden eine Art Reflexionsplattform, auf der Natur- und Ingenieurwissenschaften weitab vom Labor ihre grundlegenden Paradigmen und Begriffe spiegeln können. Diese Rolle spielt die Philosophie auch im Exzellenzcluster Simulationstechnologie (SimTech)“, erklärt die 31-Jährige. Die Juniorprofessur und ein damit verbundener Forschungsbereich zur Reflexion und Bewertung der Simulationstechnologie waren daher im Zuge der Exzellenzinitiative Ende 2007 eingerichtet worden. Besonders gefällt es Pompe, so nah an den angewandten Wissenschaften forschen zu können, etwas, das traditionellen Philosophen sonst eher verwehrt bleibt. „Wir können direkt raus zu den Wissenschaftlern gehen und mit ihnen reden. Im besten Fall bietet sich uns die Möglichkeit, mit ihnen über die Bedeutung neuer Technologien, aber auch über ihre Terminologie zu sprechen“, erläutert Pompe.



Um Simulationsergebnisse wie hier aus der Systembiologie in aussagekräftige Bilder umzusetzen, arbeiten im Exzellenzcluster SimTech auch Philosophen. (Abbildung: Martin Falk/VIS)

Taugen Simulationsergebnisse für politishe Entscheidungen?

In manchen Fällen entdecke sie, dass fachspezifische Begriffe von Disziplin zu Disziplin anders verwendet werden. Dadurch könne ihre jeweilige Bedeutung an Klarheit verlieren, so die gebürtige Mainzerin. Begriffsreflektion – eines der Hauptwerkzeuge der Philosophie – hilft dann, die unterschiedlichen Bedeutungen herauszufiltern und schafft dabei begriffliche Brücken zwischen den Disziplinen. „Außerdem wollen wir verstehen, welche Rolle die Simulationstechnologie in der Wissenschaft der Zukunft spielen wird“, sagt Ulrike Pompe. Wie wichtig Computersimulationen heute schon sind, lässt sich am Beispiel von Klimamodellierung belegen, die dann wichtig werden, wenn weltweite politische Entscheidungen in puncto Klimaschutz getroffen werden sollen. Problematisch dabei ist, dass viele Klima beeinflussende Faktoren noch gar nicht bekannt sind und in den Klimamodellen daher nicht berücksichtigt werden können. „Wer weiß schon, wie sich der Flügelschlag eines Schmetterlings auf Hawaii auf das Klima auswirkt“, meint Pompe, nicht ohne Augenzwinkern. Inwieweit können diese Simulationsergebnisse also für politische Entscheidungen herangezogen werden? Auch damit beschäftigt sich die Technikphilosophie.

Ein Bild sagt mehr als tausend Worte

In einem aktuellen Projekt beschäftigt sich die Doktorandin Marianne Richter damit, wie Simulationsergebnisse in Bildelemente wie Grafiken, Bilder und Animationen gepackt werden. Bis weit in das 20. Jahrhundert galt das Bild in der wissenschaftlichen Argumentation als der Sprache unterlegen. Dagegen kontert Richter: „Eine Simulation würde ohne Bilder nicht funktionieren. Ohne die Visualisierung der Daten lassen sich die Ergebnisse von hochkomplexen Gleichungssystemen nicht interpretieren.“ Richter hat zunächst in der Tradition der klassischen Philosophie aus Theorien hergeleitet, welche Rolle und Funktion das Bild in der Wissenschaft hat und was die Visualisierung gegenüber der Sprache auszeichnet, beispielsweise die Interaktionsmöglichkeit mit dem Modell. Um die Theorien auch empirisch zu überprüfen, hat Richter den Systembiologen und Informatikern innerhalb von SimTech über die Schulter geschaut, welche bildlichen Elemente sie nutzen, um zum Beispiel die simulierte Differenzierung von Stammzellen zu Knochenzellen zu visualisieren. Daraus lassen sich wiederum Kriterien ableiten, in welchen Fällen welches Bildelement hilft, komplexe wissenschaftliche Sachverhalte zu erklären. Doch Vorsicht ist auch hier geboten, denn ein Bild sagt zwar mehr als tausend Worte, kann den Betrachter aber auch leichter täuschen. *hb*

KONTAKT

Jun.-Prof. Ulrike Pompe
Institut für Philosophie
Lehrstuhl Philosophie der Simulation
Tel. 0711/685-82347
e-mail: ulrike.pompe@philo.uni-stuttgart.de