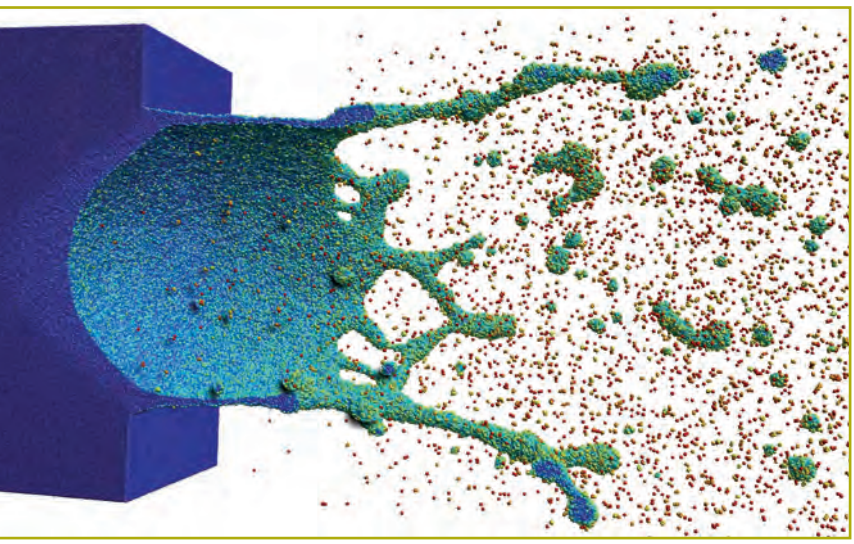
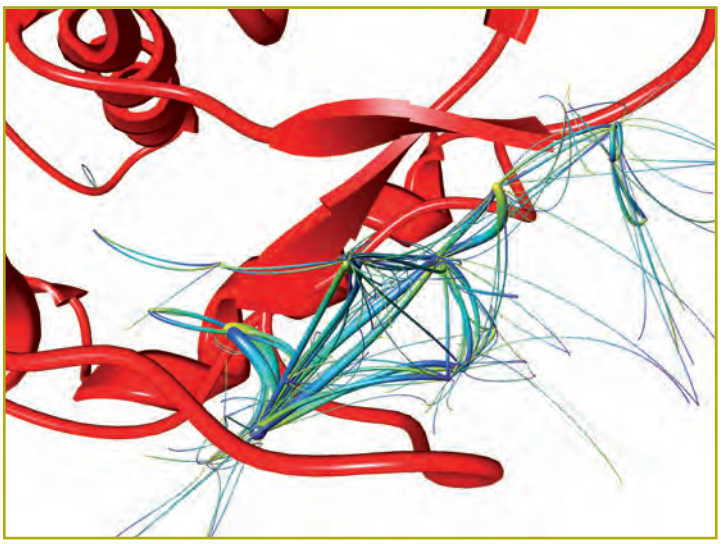




Die Wissenschaftler des Sonderforschungsbereichs 716 simulieren Teilchensysteme aus den verschiedensten Anwendungsbereichen. Die Bilder zeigen (links) den Querschnitt durch eine Teilchenwolke, wie sie bei der Laserbearbeitung emittiert wird. Rechts eine abstrahierende Darstellung von Lösungsmittelbewegungen an einem Protein. (Abbildungen: Institute)

WEITERBEWILLIGUNG FÜR SONDERFORSCHUNGSBEREICH 716

Milliarden Atome tanzen weiter

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) hat grünes Licht für die Weiterförderung des Sonderforschungsbereichs (SFB) 716 „Dynamische Simulation von Systemen mit großen Teilchenzahlen“ gegeben. Der Förderumfang beträgt von 2011 bis 2014 rund zwei Millionen Euro jährlich. „Mit ihrer Entscheidung honoriert die DFG einerseits die Exzellenz der Stuttgarter Natur- und Ingenieurwissenschaften, zum anderen die international herausragende Stellung der Universität Stuttgart auf dem Gebiet der Simulationstechnologien und Visualisierung sowie deren hervorragende Ausstattung und Know-how im Bereich des Höchstleistungsrechnens“, so Uni-Rektor Prof. Wolfram Ressel. Ziel des im Jahr 2007 angelaufenen Sonderforschungsbereiches 716 (Sprecher Prof. Hans-Rainer Trebin) ist es, im Computer Teilchensysteme zu simulieren. Aus Partikeln, auf der untersten Stufe aus Atomen, ist jede Art von Materie aufgebaut.

Ein Bereich des SFB befasst sich mit Prozessen in Festkörpern auf atomistischer Skala. Die Wissenschaftler simulieren zum Beispiel, wie ein Laserstrahl auf einen Aluminiumblock trifft, die Oberfläche aufschmilzt und durch Auswurf des Materials ein Loch bohrt. Indem man im Rechner die Intensität des Strahles, seine Form und Dauer variiert, kann man den Prozess optimieren, ohne ein reales Experiment durchführen zu müssen. Ebenso kann man mit atomistischen Simulationen studieren, wie sich metallische Leiterbahnen in einem Schaltkreis von ihrem isolierenden Untergrund lösen und damit zum Beispiel ein Handy unbrauchbar machen. Darüber hinaus wollen Forscher herausfinden, wie man optimal Nanodiamanten erzeugen und darin Stickstoffatome implantieren kann. Deren Leuchten macht einerseits die Nanodiamanten zu idealen Biomarkern. Andererseits erhofft man sich, die elektronischen Zustände der Implantate als Prozessoren für Quantencomputer nutzen zu können.

Bei den Partikel-Simulationen auf atomarer Skala, auch „Molekulardynamik“ genannt, wird der Weg eines jeden einzelnen Teilchens berechnet, den es unter den Einflüssen seiner Nachbarn und äußerer Kräfte durchläuft. Dazu ist es erforderlich, die Kraftgesetze, mit denen sich die Teilchen beeinflussen, so genau wie möglich zu erforschen. Mit der Molekulardynamik lassen sich aber nicht nur Festkörper, sondern insbesondere auch biologische Systeme studieren. Im SFB werden Struktur und Flexibilität von Proteinen in Lösungsmitteln simuliert und der Transport von Proteinen durch Zellmembrane. Ohne experimentellen Aufwand kann man die Folgen von Mutationen beobachten. Es ist geplant, biologische Reaktionsmechanismen zu untersuchen, wie etwa die Anbindung von Liganden an Enzyme. Derartige Prozesse führen zu Komplexen, welche Abstoßungsreaktionen bei Organtransplantationen verhindern oder durch Signalkaskaden die Krebsbildung stören.

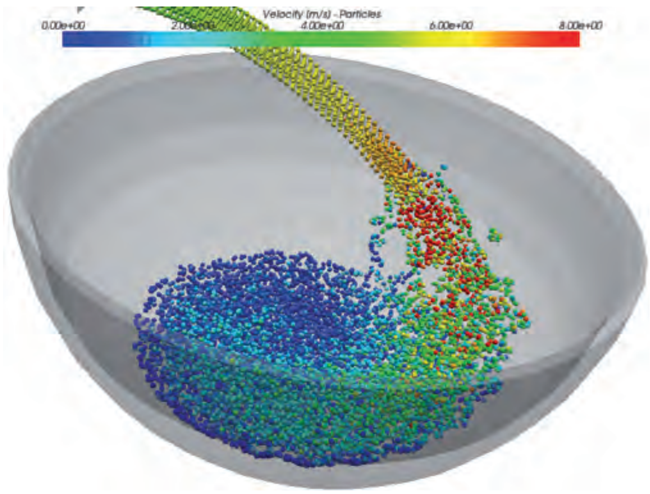
Weitere Bereiche des SFB betrachten exotische Kristallstrukturen von Nanoteilchen oder größere Partikel, wie zum Beispiel Kohlenstoffteilchen, die sich in turbulenten Flammenströmungen zu Rußflecken zusammenbacken. Stärker anwendungsorientiert sind Studien des Abriebs in Maschinenteilen, die von Flüssigkeiten oder Gasen durchströmt werden, wie Pumpen oder Strahltriebwerke. Hier soll simuliert werden, wie Schwebeteilchen exponierte Stellen an den Maschinenteilen schädigen und wie man durch kluges Design den Abrieb minimieren kann. Mehrere Teilprojekte befassen sich mit Bruchvorgängen in körnigen Materialien wie etwa Hohlsteinen, zum Beispiel, wenn ein Schlagbohrer Partikel von Gestein oder Beton abmeißelt.

Klein + schnell = große Herausforderung

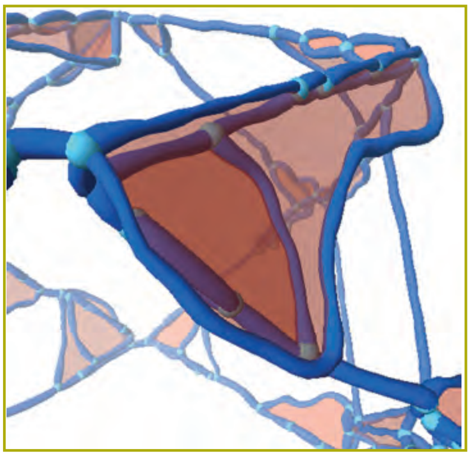
Bei den atomistischen Simulationen stellt sich das große Problem, dass die Atome unvorstellbar klein und ihre Bewegungen extrem schnell sind. In einen Würfel, dessen Kantenlänge ein Hundertstel einer Haaresbreite misst, passen

eine Milliarde Atome. Man braucht also Höchstleistungsrechner in Form von Computer-Clustern mit Tausenden von Prozessoren, und auch hiermit kann man Realzeiten von nur einer Milliardstel Sekunde berechnen. Die Teilchenzahl und die Simulationszeiten zu steigern, ist das vorrangige Ziel des Sonderforschungsbereiches. Dazu bedarf es nicht nur neuer Hardware-Architekturen, sondern auch neuer Algorithmen, Programmierparadigmen und Speicherstrategien.

Bei den Rechnungen fallen riesige Datenmengen an, für deren Interpretation die Visualisierung unverzichtbar ist. Neben der Präsentation der Ergebnisse durch Einzelbilder oder Videosequenzen wird dabei die interaktive visuelle Analyse immer wichtiger. So kann man Atome im gasförmigen Bereich zwar als Kugeln darstellen, aber Millionen davon in einer großen Projektion zu drehen, erfordert neue Ansätze der Computergraphik. Zusätzlich müssen die sich aus den Partikeln ergebenden Grenzflächen zwischen flüssigen und festen Bereichen im Festkörper in geeigneter Weise gekennzeichnet werden. Insbesondere bei biologischen Systemen ist es erforderlich, zusammengehörige Einheiten, Hohlräume und Oberflächen durch abstrakte Formen hervorzuheben. Weitere Informationen über das physikalische System, zum Beispiel die Geschwindigkeiten der Teilchen, können durch Farbkodierungen eingebracht werden. Die Extraktion von Merkmalen extrem vieler Teilchen und ihre graphische Darstellung in Echtzeit ist eine große Herausforderung an die am SFB beteiligten Informatiker.



Befüllen einer Schüssel mit einem Fluid-Freistrahl.


Analyse von Defektausbreitung in Nickel durch Extraktion von Versetzungen und Stapelfehlern.

Der Sonderforschungsbereich mit Prof. Hans-Rainer Trebin als Sprecher und Prof. Thomas Ertl als Stellvertreter ist für diese Aufgaben gut aufgestellt. Beteiligt sind Wissenschaftler aus insgesamt fünf Fakultäten, darunter der Mathematik und Physik, der Informatik und der Energie-, Verfahrens- und Biotechnik sowie fakultätsübergreifende Einrichtungen wie das Höchstleistungsrechenzentrum und das Visualisierungszentrum der Universität. Ein großes Anliegen für den SFB ist die Nachwuchsförderung: Drei Junior-Professoren aus dem Exzellenzcluster SimTech und vier Postdoktoranden sind als Teilprojektleiter eingebunden.

Hans-Rainer Trebin/amg

KONTAKT

Prof. Hans-Rainer Trebin
Institut für Theoretische und Angewandte Physik
Tel. 0711/685-65255
e-mail: trebin@itap.uni-stuttgart.de
> > > www.sfb716.uni-stuttgart.de

DFG-GRADUIERTENKOLLEG „NUPUS“ WURDE VERLÄNGERT >

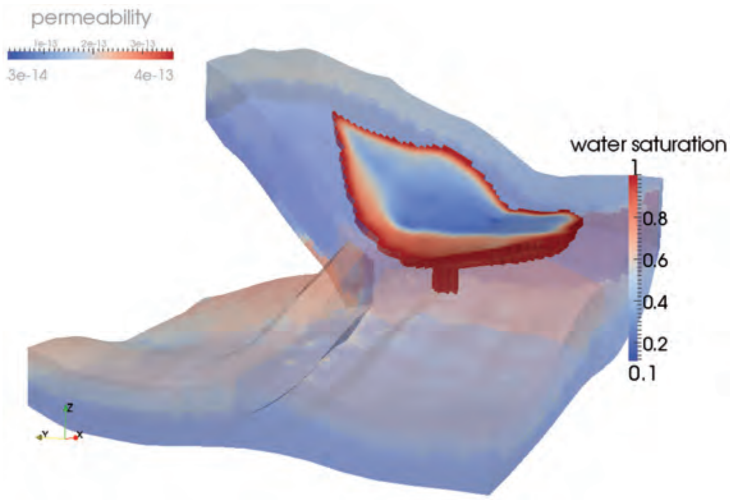
Fluidphasen in porösen Medien

Wenn man zum Beispiel vorhersagen will, wie groß die Risiken bei der unterirdischen Speicherung von Kohlendioxid sind, muss man neben detaillierten hydrogeologischen Kenntnissen vor allem die Strömungsprozesse verschiedenartiger Fluide im Untergrund verstehen und berechnen können. Derartige Fragestellungen stehen im Fokus des Graduiertenkollegs NUPUS, das die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) verlängert hat.

Ob Forschungsprogramm, Expertise der beteiligten Wissenschaftler, Qualifizierungskonzept, Betreuung oder Internationalität: In allen sieben Begutachtungskriterien des Entscheidungsverfahrens gab die DFG „NUPUS“ (Nichtlinearitäten und Upscaling in porösen Medien) das Prädikat „exzellent“. Sie empfahl die erneute Einrichtung des im Jahr 2006 ins Leben gerufenen Graduiertenkollegs mit höchster Förderpriorität. Die Gruppe habe herausragende wissenschaftliche Ergebnisse erzielt, die durch eine Vielzahl sehr guter und exzellenter Publikationen belegt sind. Grundlagenforschung wie die Entwicklung stochastischer Methoden und grundlegende Theorien von Fluss und Transport in porösen Medien sowie die Optimierung von effizienten numerischen Modellen seien in NUPUS eng verbunden mit der angewandten Forschung. „Das Graduiertenkolleg präsentiert neue Konzepte, auf welche die Fachgemeinschaft bereits seit Jahren gewartet hat“, heißt es in dem Bewilligungsschreiben der DFG.

Strömungen durch poröse Medien kommen in sehr vielfältigen Anwendungsgebieten der Ingenieur- und Naturwissenschaften vor. Sie weisen etliche Gemeinsamkeiten, aber auch charakteristische Unterschiede auf. Die Bandbreite an Anwendungen umfasst die oben erwähnte, derzeit ent-

wickelte Speichertechnologie für das Klimagas Kohlendioxid in tiefen geologischen Formationen, die Optimierung des Wassermanagements in Brennstoffzellen oder die thermisch unterstützte Förderung von Schwerölen. Will man die dabei auftretenden Strömungsvorgänge modellieren, um damit zum Beispiel Vorhersagen zu machen oder das Pro-



Ausbreitung von Kohlendioxid in einer Speicherformation und zugehöriges Durchlässigkeitsfeld. (Foto: Institut)

zessverständnis zu verbessern, so treten große Nichtlinearitäten in den mathematischen Beschreibungen von hydraulischen, thermodynamischen, chemischen oder biologischen Wechselwirkungen auf. Ein weiteres Problem ist das so genannte Upscaling: Hier geht es um die Frage, wie Mittelungsansätze genutzt werden können, um feinskalige Prozesse auf größeren Skalen zu beschreiben und so den erforderlichen Rechenaufwand zu reduzieren.

Die rund 40 Wissenschaftler in „NUPUS“ gehen diese Fragestellungen aus den unterschiedlichsten Fachdisziplinen an, darunter angewandte Mathematik, Informatik, Physik, Chemie, Umwelt- und Bauingenieurwesen, Geowissenschaften und Erdölingenieurwissenschaften. Beteiligte Universitäten sind neben der Uni Stuttgart die Universitäten Eindhoven, Delft, Utrecht und Wageningen aus den Niederlanden sowie die Uni Bergen in Norwegen. „NUPUS“ profitiert zudem von diversen assoziierten Partnereinrichtungen, so dem Exzellenzcluster Simulation Technology (Simtech) der Uni Stuttgart, der Princeton University (USA), der ETH Zürich, der Montana State University (USA) und der Heriot-Watt University in Edinburgh. Der Gruppe an der Uni Stuttgart stehen rund fünf Millionen Euro für die nächsten 4,5 Jahre zur Verfügung.

Mit dem Geld möchten die Wissenschaftler an die Forschungserfolge der ersten Förderperiode anknüpfen. Unter anderem wollen sie herausfinden, in wie weit die entwickelten Methoden zwischen unterschiedlichen Skalen der Anwendungsfelder übertragbar sind, zum Beispiel von der regionalen Skala, die bei der Speicherung von Kohlendioxid zu betrachten ist, auf eine Mikrometer- beziehungsweise Millimeter-Skala bei Reaktions- und Diffusionsschichten in Brennstoffzellen.

Ein weiterer zentraler Aspekt von „NUPUS“ ist das Ausbildungsprogramm für die rund 40 Doktoranden und Post-Doktoranden, das sie in Lehre und Forschung unterstützt. Für sie werden Kurse angeboten, die auf die typischen Fragestellungen der jungen Wissenschaftler abgestimmt sind. Alle zwei Wochen ist ein Graduiertenseminar zur Diskussion von Forschungsergebnissen geplant. Dazu kommt ein Austauschprogramm, das es dem wissenschaftlichen Nachwuchs erlaubt, bis zu neun Monate im Ausland an einer der Partnerhochschulen zu verbringen. *amg*

KONTAKT

Prof. Rainer Helmig,
Lehrstuhl für Hydromechanik
und Hydrosystemmodellierung
Tel. 0711/685-64749
e-mail: rainer.helmig@iws.uni-stuttgart.de

DAS STEINHEIMER BECKEN AUF DER OSTALB >

Unerwarteter Schwabenstein

Das rund 3,5 Kilometer durchmessende Steinheimer Becken auf der Ostalb ist längst nicht so bekannt wie das 24 Kilometer große Nördlinger Ries, das die Pioniere der Impaktforschung seit den 1960er Jahren (also der Erforschung von Meteoriteneinschlägen und deren Auswirkungen) intensiv untersuchen. Mit seinem ringförmigen Becken und dem prominenten Zentralhügel in seiner Mitte bildet der Steinheimer Meteoritenkrater aber eine ganz besondere morphologische Erscheinung. Dr. Martin Schmieder vom Institut für Planetologie der Uni Stuttgart und Dr. Elmar Buchner vom Rieskratermuseum Nördlingen haben die Steinheimer Impaktgesteine nach jahrelangem Dornröschenschlaf noch einmal unter die Lupe genommen und dabei Erstaunliches entdeckt.

Vor rund 14,6 Millionen Jahren im Miozän durch den Einschlag eines Doppelasteroiden entstanden, bildet das Steinheimer Becken zusammen mit dem überwiegend in Bayern liegenden Ries eines von wenigen Doppelkratersystemen auf der Erde. Dabei ist gerade das kleinere und gut erhaltene Steinheimer Becken mit seiner markanten Kraterform ein Musterbeispiel für einen kleineren Meteoritenkrater des komplexen Typs – nirgendwo sonst auf der Erde können die Meteoritenforscher einen solchen Krater besser studieren als auf der Ostalb. Der Kratersee, der sich im Steinheimer Becken kurz nach dessen Aussprengung bildete, lieferte zahlreiche, teils endemische Tier- und Pflanzenfossilien und trug Mitte des 19. Jahrhunderts maßgeblich zur Evolutionslehre bei.

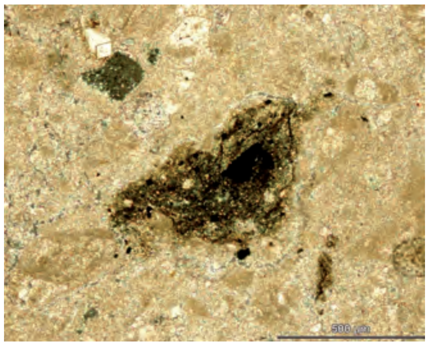
Neben den bei Sammlern begehrten Steinheimer „Strahlenkalken“, speziellen Bruchstrukturen im Weißjurakalkstein der Schwäbischen Alb, die Geologen international als shatter cones bezeichnen, sind Trümmergesteine (so genannte Impakt-Brekzien) und durch die Stoßwelle geschockte Minerale Zeugen der kosmischen Katastrophe. Zuletzt wurden während Bauarbeiten auf dem Steinheimer Zentralhügel völlig neuartige „Strahlenknollen“ aus den dort herausgehobe-

nen Schichten des Opalinustons geborgen, die Neues zur Entstehung von Strahlenkegeln in irdischen Meteoritenkratern erzählen.

Seitdem das Geologische Landesamt Baden-Württemberg vor allem in den 60er und 70er Jahren zahlreiche Bohrungen im Steinheimer Becken durchgeführt hat, lagern Dutzende von Bohrkernen im Keller des Steinheimer Meteorkratermuseums. In den Kernen wird anschaulich, wie der Steinheimer Meteoritenkrater in den zertrümmerten Jura-Kalks-

Strahlenkegel (shatter cone) im Weißjurakalk des Steinheimer Beckens. (Fotos: Schmieder)

teinen von Impaktbrekzien ausgefüllt wird, die ihrerseits durch die Ablagerungen des miozänen Kratersees überlagert werden. Anders als zuvor angenommen, so fanden Schmieder und Buchner bei den neuerlichen Untersuchungen heraus, liegt auch im Steinheimer Becken ein so genannter Suevit. Dieser „Schwabenstein“, dessen Namensgebung weltweit für derartige Impaktgesteine steht, ist eigentlich vom benachbarten Nördlinger Ries bekannt. Charakteristisch für den Suevit sind durch den Meteoriteneinschlag aufgeschmolzene und wiedererstarrte Gesteinspartikel, die im Steinheimer Becken ihrerseits exotische, Nickel- und Kobaltreiche Eisensulfidkristalle und Nickeleisenkügelchen führen. Der Geologe kann diese seltenen Elemente sozusagen als geochemischen Fingerabdruck des Steinheimer Meteoriten identifizieren.



Mikroskopische Dünnschliffaufnahme des Steinheimer Schwabensteins mit einem rund 0,5 mm großen Gesteinsschmelzepartikel (dunkel, Bildmitte) bei gekreuzten Polarisatoren.

Entgegen der bisherigen Annahme, dass das Steinheimer Becken durch einen Steinmeteoriten geschlagen wurde, sprechen die Suevit-Funde der Stuttgarter Geologen nun stark für den Einschlag eines Eisenmeteoriten. Gegenwärtig untersuchen Schmieder und Buchner zudem neu entdeckte Karbonatschmelzen in den Steinheimer Kalksteinen, die anderswo auf der Erde in ähnlicher Form nur von sehr wenigen Stellen, so etwa vom Haughton-Krater in der Arktis Kanadas, bekannt sind. *Martin Schmieder/amg*

KONTAKT

Dr. Martin Schmieder
Institut für Planetologie
Tel: 0711/685-81315
e-mail: martin.schmieder@geologie.uni-stuttgart.de

KURZ BERICHTET >

Verbünde für die Quantenkommunikation

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) möchte die Anwendung von Quantentechnologien in der Informationstechnik vorantreiben. Dazu hat es rund 13 Millionen Euro für insgesamt vier Verbundprojekte zur Verfügung gestellt. Mit rund 1,3 Millionen Euro fließt ein Zehntel der Fördersumme an drei Physik-Institute der Universität Stuttgart. Die Forscher wollen quantenphysikalische Effekte nutzen, um die Begrenzung der Übertragungsreichweite von abhörsicheren Nachrichten von heute etwa 100 Kilometern zu überwinden.

Schon in den letzten Jahren sind Quanteneffekte in der klassischen Informationstechnologie immer wichtiger geworden. Ursache hierfür sind die immer kleineren Abmessungen der elektrischen Bausteine, die mit Milliardstel Metern in den Bereich von atomaren Strukturen vordringen. Heutige Chip-Technologien nutzen momentan jedoch immer nur die beiden klassischen Bitzustände 0 und 1. „Nun scheint die Zeit reif, ein faszinierendes Phänomen aus der Quantenwelt für Anwendungen in der Informationsübertragung einzusetzen“, erklärt Prof. Tilman Pfau vom 5. Physikalischen Institut. „Dort gibt es nämlich die Möglichkeit, die Zustände zu überlagern: Ein Bit ist in der Quantenwelt nicht nur entweder an (Zustand 1) oder aus (Zustand 0), sondern gleichzeitig zu einem gewissen Teil auch beides.“ Mit diesen „Überlagerungszuständen“ könnten sich zum Beispiel Nachrichten abhörsicher übertragen oder Messgenauigkeiten weiter steigern lassen.

Das Ziel der Wissenschaftler ist die Entwicklung eines Quantenrepeaters, der die Übertragung abhörsicherer Nachrichten über große Entfernungen ermöglicht. Dieser Thematik werden sich vier Forschungsverbünde mit unterschiedlichen Ansätzen nähern. Innerhalb des 15 Projekte umfassenden Verbunds QuOReP (Quantenoptische Repeater-Plattform) untersuchen die Forschergruppe von Prof. Pfau Rydberg-Anregungen in atomaren Gasen und die Gruppe von Prof. Jörg Wrachtrup vom 3. Physikalischen Institut der Uni Stuttgart künstliche Atome, die auf Fehlstellen in Diamanten basieren. Im Rahmen des Forschungsverbunds QuaHLRep (Quanten-Halbleiter-Repeaterplattformen) befasst sich eine Gruppe um Prof. Peter Michler vom Institut für Halbleiteroptik und Funktionelle Grenzflächen mit Quantenpunkten auf Halbleiterbasis. Dabei arbeiten die Stuttgarter Physiker eng mit Wissenschaftlern der Universität Ulm zusammen. *uk*

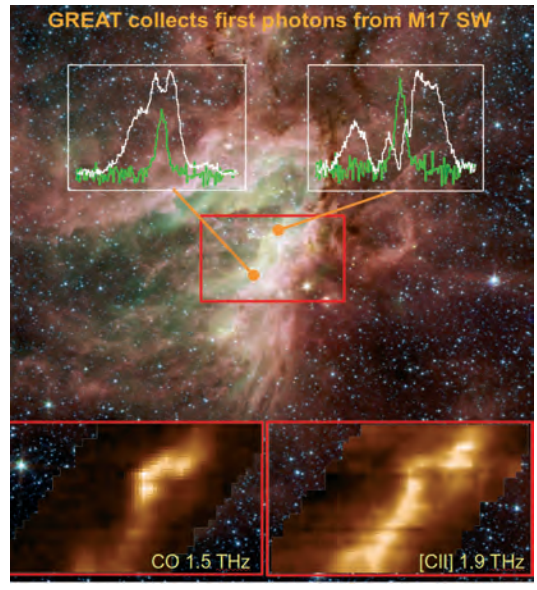
SOFIA HAT WISSENSCHAFTLICHEN BETRIEB AUFGENOMMEN

Neue Fenster in die Sterne

Am 6. April 2011 führten deutsche Wissenschaftler ihre ersten astronomischen Messungen an Bord des Stratosphären-Observatoriums für Infrarot-Astronomie SOFIA durch und gingen mit dem Beobachtungsinstrument GREAT, dem „German Receiver for Astronomy at Terahertz Frequencies" der Entstehung von Sternen auf die Spur. Beim ersten wissenschaftlichen Flug überhaupt im Dezember letzten Jahres hatte SOFIA die zahlreichen Sternentstehungsgebiete im Sternbild Orion beobachtet, deren Infrarotinformationen von der Erde aus praktisch nicht beobachtbar sind. Der wissenschaftliche Betrieb des Projekts der Amerikanischen Weltraumbehörde NASA und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) wird auf deutscher Seite vom Deutschen SOFIA Institut (DSI) der Uni Stuttgart koordiniert.

Beim Beobachtungsflug im April wurde das Instrument GREAT unter anderem auf die Galaxie IC342 ausgerichtet, eine nahegelegene Spiralgalaxie in Richtung des Sternbilds Giraffe (Camelopardalis), und auf den Omeganebel M17. In beiden Quellen wurden sowohl die Strahlung des ionisierten Kohlenstoffs bei einer Frequenz von 1,9 Terahertz (einer Wellenlänge von 0,158 Millimetern entsprechend) als auch die Emission der Rotationsübergänge des warmen Kohlenmonoxids CO beobachtet. Diese allerersten Spektren mit GREAT zeigen das herausragende wissenschaftliche Potential der luftgestützten Ferninfrarot-Spektroskopie. Die große Sammelfläche des Teleskops mit 2,7 Metern Durchmesser, gepaart mit dem enormen Fortschritt der Terahertz-Technologien, lässt GREAT Daten 100-fach schneller erfassen als bisher. Dies eröffnet den Weg für einzigartige wissenschaftliche Experimente.

Mit GREAT wurden die stärksten Emissionslinien beobachtet, über die eine Kühlung des interstellaren Materials erfolgt. Das Gleichgewicht zwischen Heizungs- und Kühlungsprozessen reguliert die Temperatur des interstellaren Mediums, und damit auch die Ausgangsbedingungen für die Entstehung von neuen Sternen. Die ionisierte Kohlenstofflinie wird durch intensive Ultraviolettstrahlung von neugebildeten Sternen angeregt; sie gibt einen einzigartigen Zugang zum Verständnis der physikalischen Prozesse und chemischen Bedingungen in den stellaren Geburtsstätten.



Terahertz-Photonen aus der Sternentstehungsregion M17SW, aufgenommen mit dem Beobachtungsinstrument GREAT. (Abbildung: NASA/DLR/SOFIA/ USRA/DSI/JPL-Caltech/M. Povich)

Nach diesen ersten Beobachtungsflügen mit GREAT wird SOFIA für die Nutzung von Astronomen außerhalb des Projektes geöffnet. Bewerben konnten sich Astronomen aller deutschen Institute. *uk*

KONTAKT

Prof. Alfred Krabbe
Deutsches Sofia Institut
Tel. 0711/685-62406
e-mail: krabbe@dsi.uni-stuttgart.de

VERSCHLEIßPROZESSE AN PUMPENTEILEN

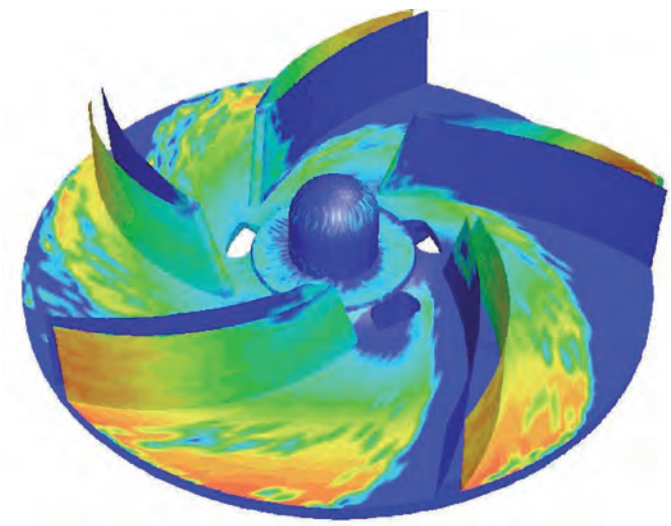
Beschichtung lohnt - aber welche?

Der Verschleiß von Pumpenlaufrädern stellt in der Pumpentechnik ein großes Problem dar. Um die bewährten Werkstoffe weiterverwenden zu können und dennoch die Lebensdauer von Pumpen zu erhöhen, untersuchten Wissenschaftler am Institut für Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre (IMWV) der Uni eine Vielzahl an Beschichtungswerkstoffen und –verfahren. Zudem erstellten sie ein Simulationsmodell, das die Wechselwirkungen zwischen den Partikeln in einer Strömung und der Pumpenwand ermittelt.

Werden abrasive Medien wie zum Beispiel eine Flüssigkeit mit Spänen durch ein Pumpensystem transportiert, so schlagen die scharfkantigen Partikel auf den Pumpenteilen auf und tragen dort das Material ab. Beim Pumpenlaufrad kann man diesen Materialabtrag über die abnehmende Förderleistung beobachten, während der Materialabtrag am Pumpengehäuse erst beim Austritt der Förderflüssigkeit aus der Pumpe bemerkt wird. Dies kann in bestimmten Fällen zum Problem werden, weil das Medium dann in die Umgebung gelangt und gegebenenfalls dort Schäden verursacht.

Ein Ausweg sind Beschichtungen – doch welche? Um dies herauszufinden, nahm die aus Prof. Siegfried Schmauder und Andreas Reuschel vom IMWV sowie Thomas Merkle von der Firma Schmalenberger bestehende Gruppe verschiedene Schichttypen sowie verschiedene Beschichtungsverfahren unter die Lupe. Die untersuchten Schichtsysteme reichten von dünnen Hartstoffschichten wie Titannitrid über thermisch gespritzte und elektrochemisch abgeschiedene Schichten bis hin zu sehr dicken, per Laserauftrag geschweißten Verbundwerkstoffschichten. Die zur Charakterisierung der Schichten erforderlichen Schichthärten wur-

den mit Mirkohärteverfahren und – wo nötig – mit Härteeindrücken im Nanometerbereich bestimmt. An einem speziell aufgebauten Verschleißprüfstand testeten die Wissenschaftler die Schutzwirkung der verschiedenen Beschichtungswerkstoffe unter anwendungsnahen Randbedingungen und verglichen die beschichteten Pumpenlaufräder mit einem unbeschichteten. Durch verstärktes Strahlen mit Sand oder Glasperlen kann die Graugussoberfläche für den Beschichtungsprozess gut präpariert werden. Teilweise ist ein anschließendes Härten der Randschichten durch Einlagern von Stickstoff (Plasmanitrieren) notwendig, um die Haftfähigkeit noch zu erhöhen. „Zum Schutz vor Abrasion eignen sich verschiedene Beschichtungsverfahren“, erklärt Andreas Reuschel. „Je nach Anwendung und Feststoff (Späne, Schleifstaub, Sand) muss man aber entscheiden, welcher Beschichtungsprozess und welche Schichtdicke optimal sind.“



Verteilung der Auftreffgeschwindigkeit der Partikel.

Um den Verschleiß an besonders betroffenen Stellen des Laufrades besser zu verstehen, führte die Gruppe in Zusammenarbeit mit anderen Instituten der Uni CFD-Simulationen (computerbasierte Strömungssimulationen) durch, die Einblicke in den Strömungszustand innerhalb der Pumpe ermöglichen. Da die Flüssigkeit in der Pumpe ständig in Bewegung ist, erfordert dies eine immense Rechenleistung, die durch das Höchstleistungsrechenzentrum der Uni zur Verfügung gestellt wurde.

Wie treffen Partikel auf die Wand?

Diese Simulationen dienen zudem als Grundlage, um die Interaktion zwischen Partikeln und Wand an den besonders beanspruchten Stellen auf dem Laufrad und im Gehäuse zu berechnen. Dazu simulierten die Wissenschaftler den Partikeltransport innerhalb der Strömung. Neben den Partikelbahnen im Medium errechneten sie auch, mit welcher Auftreffgeschwindigkeit und in welchem Winkel zur Flächennormalen die Partikel die Wand berühren. Diese Werte wurden für jedes Partikel gespeichert und lokal ausgewertet. Hierzu führten die Wissenschaftler ein Verschleißmodell ein, das neben den aus der Partikeltransportsimulation stammenden Daten auch Materialkennwerte berücksichtigt. Somit wurde eine Schnittstelle zwischen dem Partikeltransport in der Strömung und der Auswertung durch ein Verschleißmodell geschaffen. „Durch die Kopplung der Strömungssimulation und der Verschleißberechnung ist es uns gelungen, neben der strömungstechnischen Überprüfung bestehender beziehungsweise neuer Ausführungen von Pumpenlaufrädern den Feststofftransport mit zu berücksichtigen“, so Reuschel. Durch die Interaktion der Partikel mit der Pumpenwand können Rückschlüsse auf örtliche Verschleißschwerpunkte und das Verhalten verschiedener Basismaterialien beziehungsweise Oberflächenbeschichtungen und -modifikationen hinsichtlich Verschleißwiderstand gezogen werden.

Mehrinvestition rechnet sich

Bei der Betrachtung der Standzeit rückten die gesamten Anschaffungs-, Nutzungs- und Entsorgungskosten (Total Cost of Ownership, TCO) ebenso in den Vordergrund wie die Lebenszykluskosten, die auch die Kosten für Instandhaltung, Reparaturen und vor allem der Verfügbarkeit der Anlage beziehungsweise die Kosten für den Ausfall bei deren Stillstand enthalten. Dies trägt dem Ziel vieler Betreiber Rechnung, Maschinen und Anlagen zu kaufen, bei denen die gesamten Kosten – von der Anschaffung über die Betriebskosten bis hin zur Verwertung über einen Zeitraum von etwa acht bis zehn Jahren – genau definiert werden können. Im Rahmen der TCO-Betrachtung geht der Wert für die höhere Standzeit direkt in die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit ein. Die Bilanz der Gesamtbetrachtung, so Reuschel: „Die Mehrinvestition in Pumpen mit Beschichtung ist in den allermeisten Fällen sehr viel wirtschaftlicher als der Verzicht darauf, da die Kosten für Reparaturen und Produktionsausfall sehr viel höher sind.“ *Andreas Reuschel/amg*

Schäden an einem Pumpenlaufrad, die durch Partikel und Späne in abrasiven Medien verursacht sind. (Fotos: Institut)

KONTAKT

Andreas Reuschel
Institut für Materialprüfung, Werkstoffkunde und Festigkeitslehre
Tel. 0711/685-62547
e-mail: andreas.reuschel@mpa.uni-stuttgart.de

MASCHINENBAU MEETS MEDIZINTECHNIK

Neuartige Implantatbeschichtungen

Langlebige, besser verträgliche und kostengünstige Implantate wie bei Hüft- und Knieprothesen oder im zahnärztlichen Bereich erforschen Ingenieure am Institut für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile (IFKB) der Uni im Rahmen des neuen Projekts „Entwicklung bioaktiver und bioresorbierbarer keramischer Schichten auf Implantaten und deren Optimierung". Im Rahmen des „Ideenwettbewerbs Biotechnologie und Medizintechnik" des Förderprogramms Biotechnologie Baden-Württemberg wurde das Projekt als eine der besten Ideen ausgewählt. Eingereicht waren insgesamt 120 Entwürfe.

Der Bedarf an künstlichen Implantaten steigt von Jahr zu Jahr rapide an. Bei Gelenkersatz wird dies durch die steigende Lebenserwartung mit der damit verbundenen Zunahme degenerativer Erkrankungen begründet. Vor diesem Hintergrund soll im Rahmen einer Machbarkeitsstudie die Herstellung einer neuartigen Implantatbeschichtung durch ein am IFKB entwickeltes Beschichtungsverfahren untersucht werden. Dieses Verfahren, ein so genanntes Hochgeschwindigkeits-Suspensions-Flammspritzverfahren, erlaubt den Einsatz und die Verarbeitung nanoskaliger Pulverwerkstoffe. Es ermöglicht die Verarbeitung eines breiten Spektrums an Partikelgrößen von mehreren Mikrometern bis hinab zu nanoskaligen Partikeln in der Größenordnung von 50 Nanometern für eine ganze Reihe biomedizinisch interessanter Keramiken. Durch die angestrebten Verbesserungen soll eine erhöhte und zuverlässigere Lebensdauer des Gelenkersatzes erzielt werden, was die Kosten reduzieren und den Nutzen für den Patienten erhöhen soll. Im Rahmen des Projekts soll den Wissenschaftlern nun die Möglichkeit gegeben werden, ihre Ideen zu realisieren.

Das an der Uni Stuttgart entwickelte Hochgeschwindigkeits-Suspensions-Flammspritzverfahren. (Foto: Institut)

Ziel des Ideenwettbewerbs ist es, die Wettbewerbsfähigkeit der Wissenschaft und Wirtschaft in Baden-Württemberg auf dem Gebiet der Biotechnologie und der Medizintechnik langfristig zu sichern und zu stärken. Es werden Projekte mit den vier Schwerpunktthemen Synthetische Biologie, Bioverfahrenstechnik, Molekulare Bionik und Medizintechnik gefördert, die sich durch originelle Ideen mit hohem wissenschaftlich-technischem Erfolgs- und Entwicklungsrisiko auszeichnen. Weitere Aktivitäten sind im Rahmen des Interuniversitären Zentrums für Medizinische Technologie Stuttgart-Tübingen (IZST) geplant. *uk*

KONTAKT

Prof. Rainer Gadow
Institut für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile
Tel. 0711/685-68 301
e-mail: ifkb@ifkb.uni-stuttgart.de

WELTWEIT SCHNELLSTES RÖNTGEN-VIDEO EINES LASERSCHWEIßPROZESSES

Inneneinsichten im Rekordtempo

Den Wissenschaftlern des Instituts für Strahlwerkzeuge (IFSW) der Uni Stuttgart gelang mit einer neuen Röntgenanlage erstmals in Europa ein hochaufgelöster Blick in das Innere von Werkstücken während eines Laserschweißprozesses. Die Forscher zeichneten Röntgenvideoaufnahmen mit Bildraten von über 1.000 Bildern pro Sekunde (fps) in Echtzeit auf. In einem ersten Versuch haben sie einen Schweißprozess in sechs Millimeter starkem Aluminium mit einer Bildrate von 5.000 fps bei einer Auflösung von 512 mal 512 Pixel gefilmt. Die Aufnahmedauer betrug dabei etwas mehr als eine Sekunde.

Die neue Röntgenanlage am IFSW. (Foto: Institut)

Diese Leistungsdaten sind weltweit bisher unerreicht und eröffnen wichtige neue Erkenntnisse über die Grundlagen der Lasermaterialbearbeitung. So ist es zum Beispiel möglich, die Gestalt und vor allem die hochdynamischen Veränderungen der beim Laser-Tiefschweißen entstehenden Dampfkapillare und der damit verbundenen Strömungen der umgebenden Metallschmelze zu untersuchen. Wendet man beim Laserstrahlschweißen beispielsweise hohe Geschwindigkeiten an, treten unerwünschte Auswirkungen am Material auf, wie Spritzer und Porenbildung. Die Gründe dafür und für andere Faktoren, die den Laserschweißprozess begrenzen, können die Wissenschaftler nun mit den Videoaufnahmen der im November am IFSW in Betrieb genommen Röntgenanlage erforschen. Die so gewonnenen Erkenntnisse dienen der Weiterentwicklung und Optimierung der Prozesse beim Laserschweißen. *uk*

KONTAKT

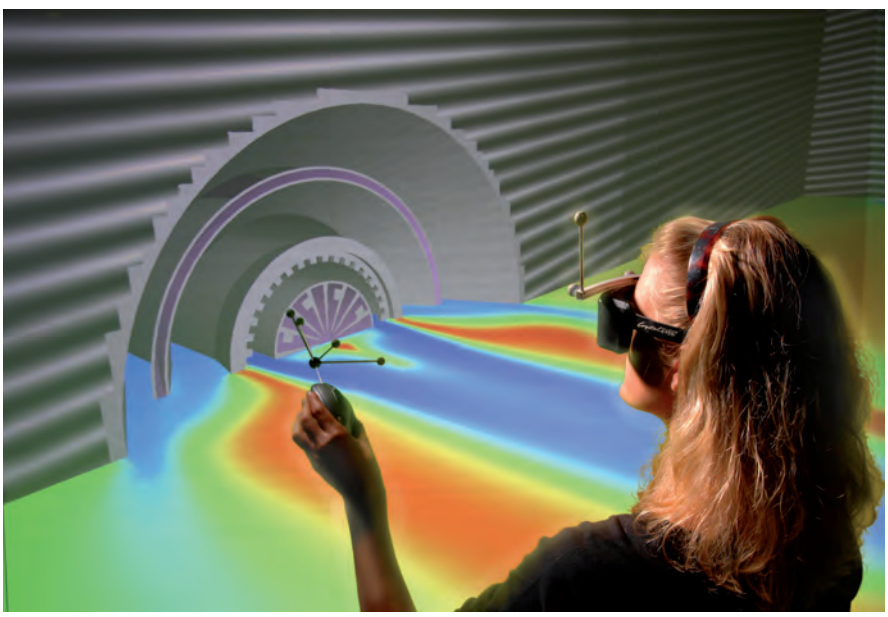
Felix Abt
Institut für Strahlwerkzeuge
Tel. 0711/685-66841
e-mail: felix.abt@ifsw.uni-stuttgart.de

FORSCHUNGSPROJEKT AM HLRS MIT ITEA ACHIEVEMENT AWARD 2010 IN GOLD AUSGEZEICHNET > > > > > > > > > > > >

Parallelprogrammierung für die Industrie

Das Projekt ParMA - Parallel Programming for Multicore Architectures – wurde für seine herausragenden Beiträge zur Förderung von Forschung und Entwicklung im IT Bereich mit dem ITEA Achievement Award 2010 in Gold ausgezeichnet. An dem Projekt beteiligt waren auf deutscher Seite das Höchstleistungsrechenzentrum der Universität Stuttgart sowie weitere Wissenschaftspartner und kleinere und mittlere Unternehmen.

Bis vor einigen Jahren stieg die Taktfrequenz von Prozessoren mit jeder Generation an, und die daraus resultierende Rechenleistungssteigerung stand jeder Anwendung unmittelbar zur Verfügung. Seit Mitte dieses Jahrzehntes allerdings stagniert die Taktfrequenz. Eine weitere Steigerung der Rechenleistung wird stattdessen durch eine Zunahme der Anzahl der sogenannten Rechenkerne (Englisch core) eines Prozessors erreicht, was zur Bezeichnung Multicore-Prozessor geführt hat. Damit eine Anwendung von der erhöhten Leistung solcher Multicore-Prozessoren profitieren kann, muss sie speziell so programmiert werden, dass mehrere Aufgaben gleichzeitig, das heißt parallel abgearbeitet werden. Diese so genannte Parallele Programmierung hört sich einfach an, ist in Realität aber sehr komplex und bedarf spezieller Fertigkeiten und unterstützender Entwicklungswerkzeuge.



Virtual-Reality Darstellung einer Simulation von Verbrennungsprozessen.
(Foto: RECOM Services, Stuttgart)

Parallele Programmierung ist im Bereich des wissenschaftlichen Hochleistungsrechnens, wie zum Beispiel am HLRS der Universität Stuttgart, heute gang und gebe. In der Industrie dagegen ist diese Herangehensweise bislang nur wenig verbreitet. Das Projekt ParMA zielte vor diesem Hintergrund unter anderem darauf, die bis dato rein akademischen Entwicklungswerkzeuge an die Bedürfnisse industrieller Anwender anzupassen und somit parallele Programmierung im industriellen Umfeld zu erleichtern. Dadurch wird es möglich, auch in der Wirtschaft das volle Potential moderner Rechnerarchitekturen auszuschöpfen, um substanzielle Leistungssteigerungen für Anwendungen zu erzielen. Davon profitiert zum Beispiel die Autoindustrie bei der Simulation von Fertigungsprozessen oder der Energiesektor bei der Optimierung von Verbrennungsprozessen in Kraftwerken.

„Marmot“ und „Peruse“

Das HLRS stellte im Rahmen des Projekts unter anderem die Entwicklungswerkzeuge „Marmot“ und „Peruse“ bereit. Marmot ist ein Tool, das bei einem vorhandenen parallelen Programm die korrekte Verwendung von Kommunikationsmethoden zur Übermittlung von Daten zwischen verschiedenen Programmteilen überprüft. Nach der Korrektheitsprüfung durch Marmot dient Peruse gegebenenfalls dazu, die Datenkommunikation mit Blick auf die Datenwege sowie die Geschwindigkeit zu optimieren. Des Weiteren leitete das HLRS das Arbeitspaket zur Werkzeugentwicklung und koordinierte das vom BMBF finanzierte, deutsche Teilprojekt.

ITEA ist eine von der Industrie vorangetriebene europäische Initiative zur Förderung von Forschung und Entwicklung im IT Bereich. Ziel ist es, Industrieunternehmen, Universitäten und andere Forschungseinrichtungen in strategischen Forschungsprojekten zusammenzubringen und somit Wissenstransfer zu ermöglichen. Bisher hat ITEA mehr als 140 Projekte unter Teilnahme von über 1.000 Partnerinstitutionen aus 30 Ländern gefördert. Der ITEA Achievement Award in Gold, Silber oder Bronze, wird jährlich an die drei besten im letzten Jahr abgeschlossenen Projekte vergeben. Bei der Bewertung wird nicht nur die Qualität der Forschungsresultate, sondern auch deren unmittelbare wie mittelfristige industrielle Verwertung in Betracht gezogen. *uk*

KONTAKT

Dr. José Gracia
Höchstleistungsrechenzentrum Universität Stuttgart
Tel. 0711/685-87208
e-mail: gracia@hlrs.de

UNI UND GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY KOOPERIEREN

Effizienter Zugriff auf komplexe Daten

Rapide Fortschritte in der Sensortechnologie erlauben eine zunehmend feinere Vermessung unseres Planeten. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse erlauben es, lebenswichtige Ressourcen wie Energie, Wasser oder Nahrung effektiv zu verwalten. Die mit der Verarbeitung der komplexen Zusammenhänge einhergehenden Datenvolumina sind allerdings enorm. Im Rahmen einer neuen Forschungskooperation mit dem Namen „CEP in the Large" (Komplexe Ereignisverarbeitung im Großen) suchen Wissenschaftler des Instituts für Parallele und Verteilte Systeme (IPVS) der Uni Stuttgart und des Georgia Institutes of Technology, USA, nach Wegen, um Entscheidungsträgern den effizienten Zugriff auf Analysedaten zu ermöglichen.

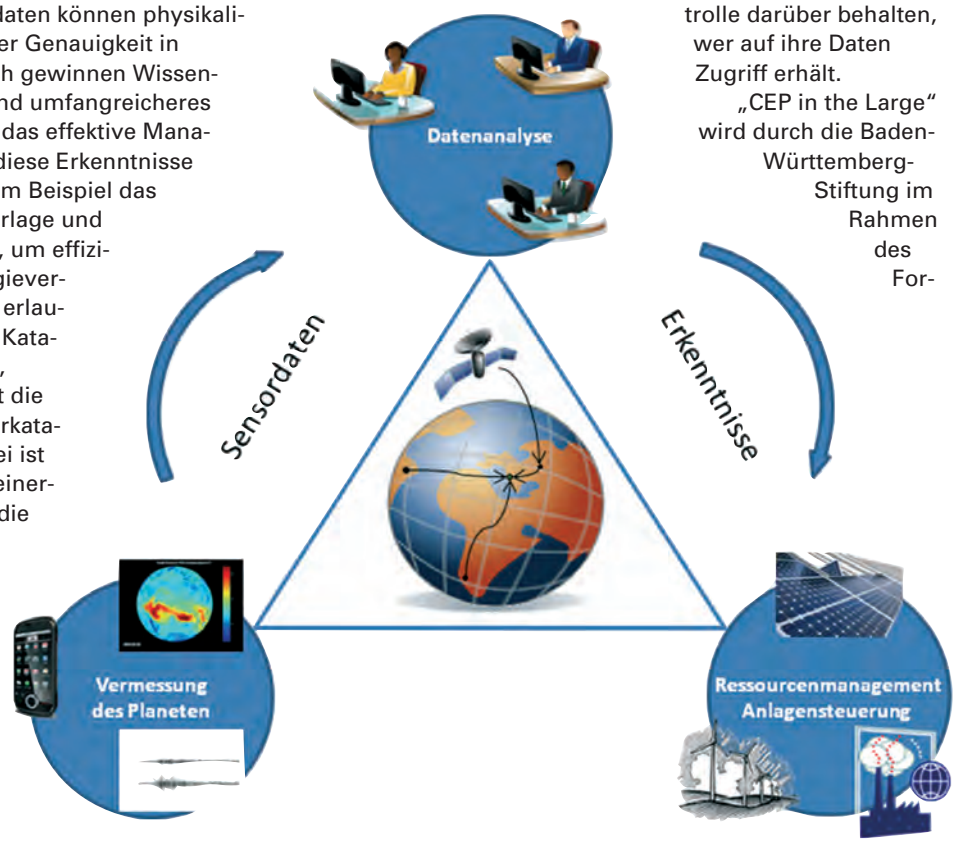
Auf der Basis von Erdvermessungsdaten können physikalische Phänomene mit immer größerer Genauigkeit in Echtzeit beobachtet werden. Dadurch gewinnen Wissenschaftler ein immer detaillierteres und umfangreicheres Verständnis dieser Phänomene. Für das effektive Management von Ressourcen gewinnen diese Erkenntnisse zunehmend an Bedeutung. So ist zum Beispiel das Verständnis der momentanen Wetterlage und deren weiteren Entwicklung wichtig, um effizient alternative Energien in die Energieversorgung mit einzubeziehen. Ebenso erlauben es Echtzeitanalysen im Fall von Katastrophen den Entscheidungsträgern, angemessen zu reagieren und somit die negativen Auswirkungen einer Naturkatastrophe deutlich zu reduzieren. Dabei ist es von entscheidender Bedeutung, einerseits möglichst viele Messungen in die Analysemodelle zu integrieren und diese andererseits zeitnah zu verarbeiten. Diese gigantischen Datenmengen bringen heutige IT-Infrastrukturen an die Grenzen ihrer Leistungsfähigkeit.

Dies gilt umso mehr, wenn in naher Zukunft umfangreiche Datenströme aus Billionen von Sensorquellen zur Verfügung stehen werden. Diese umfassen Informationen aus Satelliten, Sensoren in Wetterstationen, dediziert ausgebrachten Sensornetzen, und mobilen Endgeräten. Sogar Informationen über Gegenstände des alltäglichen Lebens können mit Hilfe von RFID Technologie in die Datenanalyse mit einbezogen werden.

Um Entscheidungsträgern den effizienten Zugriff auf Analysedaten zu ermöglichen, werden im Rahmen des Projekts „CEP in the Large" insbesondere die Kommunikationswege bei der Übertragung der Daten mit betrachtet. Dabei werden Berechnungen zur Datenanalyse über viele weltweit verteilte Rechner hinweg durchgeführt, wodurch die anfallende Datenlast insgesamt besser bewältigt werden kann. Die Entscheidung, wo Berechnungen durchgeführt werden, kann dabei dynamisch an das Datenvolumen als auch an die verfügbaren Quellen sowie Anforderungen und Anzahl der Entscheidungsträger angepasst werden. So erfordert beispielsweise die Beobachtung eines Wetterphänomens, dessen Ortsbezug sich über die Zeit verändert, die Einbindung sich stetig ändernder Sensorquellen.

Im Rahmen des Projektes wird daher erforscht, wie eine zuverlässige Datenanalyse unter hoher Dynamik und partiellem Ausfall der zugrundeliegenden Infrastruktur bewerkstelligt werden kann. Weiterhin wird untersucht, wie unter Einbeziehung vieler Quellen und Entscheidungsträgern die Anbieter von Daten Kontrolle darüber behalten, wer auf ihre Daten Zugriff erhält.

„CEP in the Large" wird durch die Baden-Württemberg-Stiftung im Rahmen des Forschungsprogramms „Internationale Spitzenforschung" mit 420.000 Euro gefördert. *uk*



Sensordaten aus der Planetenvermessung erlauben es, lebenswichtige Ressourcen wie Energie, Wasser oder Nahrung effektiv zu verwalten. (Foto. Institut)

KONTAKT

Prof. Kurt Rothermel
Institut für Parallele und Verteilte Systeme
Tel. 0711/685-88434
e-mail: Kurt.Rothermel@ipvs.uni-stuttgart.de

MATERIALPRÜFER KONSERVIEREN EINZIGARTIGES FELSENRELIEF >

Rettung für Sankt Salvator

Die Wallfahrtskirche St. Salvator in Schwäbisch Gmünd besitzt eine in Deutschland einzigartige Darstellung: Ein Relief aus dem Leben Christi (Ölbergdarstellung, entstanden 1620), das direkt aus dem Felshang herausgearbeitet wurde. Doch die Wandoberflächen der Felsenkapelle sind von der Verwitterung bedroht. Um die wertvolle Darstellung zu erhalten, entwickeln Wissenschaftler Materialprüfungsanstalt (MPA) der Uni Stuttgart Methoden für die Konservierung der Kapelle.

Die Kirche wurde 1617 bis 1621 durch Kaspar Vogt als natürliche Felsenkirche oberhalb von Schwäbisch Gmünd in eine obere und untere Kapelle ausgebaut. Die Felsen der Kirche bestehen aus Stubensandstein des mittleren Keupers. Vor allem Feuchtigkeit, Salze und mikrobieller Befall setzen deren Oberflächen zu. Sie beginnen zu bröckeln, zudem bilden sich in Teilbereichen schwarze Krusten. Aufgrund der natürlichen, hohen Bergfeuchte, die zudem jahreszeitlichen Schwankungen unterliegt, gibt es bis heute keine geeigneten Gesteinsfestigungsmittel beziehungsweise Konservierungsverfahren, die gefahrlos eingesetzt werden können. Ein Austrocknen des Reliefs birgt das Risiko, dass es aufgrund des fragilen Zustands zu verstärkten und schnellen Materialverlusten kommt.

Die Wissenschaftler der Uni Stuttgart werden gemeinsam mit den Projektpartnern, darunter Unternehmen, die zuständige Denkmalbehörde und die Katholischen Kirchengemeinde Heilig-Kreuz Schwäbisch Gmünd, die Schadenspotentiale aus klimatischen, hydrogeologischen, mikrobiellen und nutzungsbedingten Belastungen des Objekts erfassen. Anschließend entwickeln sie ein feuchtetolerantes Festigungsmittel für die Steinoberflächen, das zunächst auf einige Musterfelder aufgebracht wird und für eine Vorfestigung sorgt. Die anschließende, gesamte Konservierung des Objekts beinhaltet verschiedene Schritte, bei der unter anderem die Oberflächen gereinigt und von Salzen und mikrobiellen Befall befreit werden und schließlich ein Mittel für die Endfestigung aufgebracht wird.

Ziel des von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt und der Denkmalpflege geförderten Projekts ist, über die Konservierung der beiden Felsenkapellen hinaus, dass die gewonnen Ergebnisse als Muster für die Konservierung ähnlicher Objekte aus dauerfeuchten Naturstein genutzt werden können. Zudem erarbeiten die Stuttgarter Wissenschaftler ein Überwachungs- und Maßnahmenkonzept, um die Wallfahrtskapelle auch in Zukunft zu erhalten. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf die Einbindung des Eigentümers, der Nutzer, der Denkmalpflege und der Öffentlichkeit gelegt.

Das Felsrelief in der Wallfahrtskirche St. Salvator in Schwäbisch Gmünd aus dem Jahr 1620. (Foto: Karl Fiedler)

KONTAKT

Dr. Jürgen Frick
Materialprüfungsanstalt (MPA) Universität Stuttgart
Tel. 0711/685-63381
e-mail: Juergen.Frick@mpa.uni-stuttgart.de
> > > www.shm.uni-stuttgart.de

NEUARTIGE BAUTEILE MIT FLIEßENDEN MATERIALEIGENSCHAFTEN >

Bauen mit Luft statt Zement

Das Bauwesen verbraucht mehr als die Hälfte der weltweiten Ressourcen an Rohstoffen, Energie und Land. Es ist auch für die Hälfte des Müllaufkommens verantwortlich. Ingenieure am Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK) haben sich dieses Problems angenommen und Bauteile mit stufenlos veränderten Materialeigenschaften entwickelt. So lassen sich die Bauteile den tatsächlich auftretenden Beanspruchungen anpassen. Die Ingenieure sparen dadurch Material ein und verursachen gleichzeitig weniger Müll, sollte das Bauteil ausgedient haben. Das Projekt wurde aus Mitteln der Forschungsinitiative Zukunft Bau des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert.

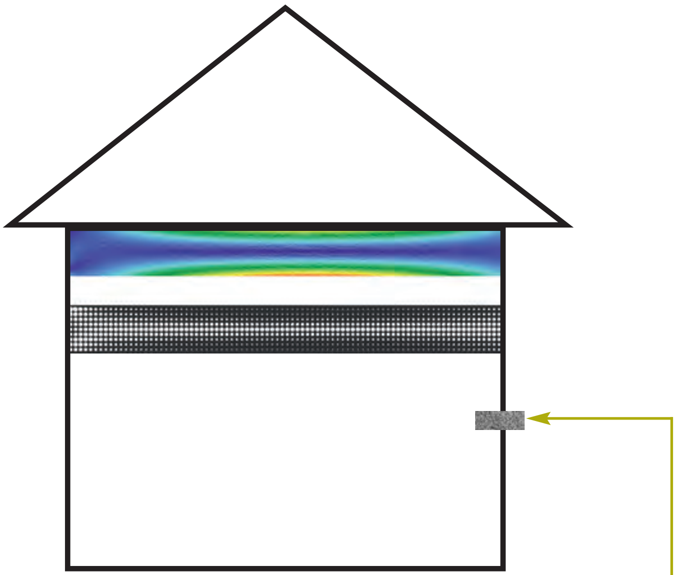
Beton – eine Mischung aus Zement, Wasser und Gesteinskörnung – ist der dominierende Baustoff im Bauwesen. Je mehr eines hochporösen Materials, zum Beispiel Blähglas oder Aerogel, die ILEK-Mitarbeiter dem Beton als Gesteinskörung beimischten, desto poröser und leichter wurde auch die Betonmischung. Sie schafften es sogar, die Wärmedämmfähigkeit von Styropor zu übertreffen. Für zukünftige Gebäude würde das bedeuten, dass die Betonaußenwände nicht mehr so dick sein müssen, um zu verhindern, dass im Winter warme Luft nach außen und umgekehrt im Sommer nach innen dringt. Die Ingenieure wollen aber nur das Innere der Wand porös haben, die Oberfläche muss wasserdicht, tragfähig und beanspruchbar sein. Mit der am ILEK entwickelten Beton-Sprühtechnik können die Ingenieure solche Wände, aber auch gekrümmte Betonteile mit fließenden Porositätsverläufen fertigen. Die Wände müssen zur Wärmedämmung dann nicht mehr mit Polymerschaum oder

anderen Dämmstoffen beklebt werden, die sich bei der Entsorgung schwer wieder trennen lassen.

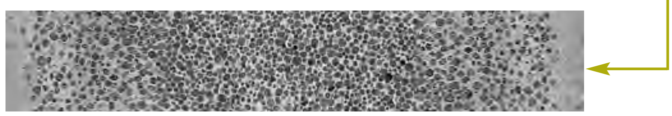
Bei Geschossdecken reicht es, nur zur Mitte hin und an den Stellen, wo die Decke auf der Wand aufliegt, das Betongefüge möglichst dicht auszuführen. Damit hält sie auch den starken Zug- und Druckkräften stand, die in jenen Bereichen auf sie wirken. An den weniger belasteten Stellen kann die Betonmischung stärker mit Luftporen durchsetzt sein. Für Decken müssen die ILEK-Mitarbeiter die Anzahl und Größe der Luftporen fließend in allen drei Raumrichtungen verändern. Die variable Betondichte lässt das Gewicht von Decken und damit auch die Zementmenge um mehr als die Hälfte schrumpfen.

Die Vision der Stuttgarter geht noch weiter: Gewebe aus Glasfasern mit abgestuften Silikonbeschichtungen könnten als Gebäudehülle dienen. Sie würden die Menschen im Gebäude wie bei einer Funktionsjacke vor Regen schützen, gleichzeitig aber den Luft- und Feuchtigkeitsaustausch gewährleisten ohne Zugluft zu erzeugen, wie es bei offenen Fenstern und Lüftungsanlagen der Fall sein kann. In Matratzen und Sitzmöbeln könnte der Schaumstoff künftig aus einem Guss bestehen und trotzdem Zonen unterschiedlicher Härte aufweisen, um einzelne Körperregionen individuell stützen zu können.

Ob Materialien, die in fließendem Verlauf unterschiedlich dicht, durchsichtig, steif oder durchlässig sind: der Fantasie sind keine Grenzen gesetzt. Selbst ein nahtloser Übergang von Holz nach Aluminium wäre denkbar und würde ein Verschrauben der zwei Materialien überflüssig machen. Denn besonders im Bereich punktueller Verbindungen wie zum Beispiel bei Verschraubungen entstehen Spannungen, die Risse im Material verursachen können. „Auf der anderen Seite ergeben sich auch neue gestalterische Möglichkeiten, da die Bauteilformen nicht länger der Logik homogener Materialien untergeordnet werden", sagt Pascal Heinz vom ILEK. Hatte sich bisher die Form dem Material unterzuordnen, so ist es mit dem neuen Verfahren möglich, das Material der gewünschten Form anzupassen. *Heinz/Braitmaier*



Oben: Der vertikale Schnitt durch eine Decke mit stark (rot) bis schwach (blau) beanspruchten Bereichen. Unten: Verteilung und Größe der Luftporen im Beton. Eine Betonaußenwand mit abgestufter Porosität. (Illustration: Institut)



KONTAKT

Pascal Heinz
Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren
Tel. 0711/685-63798
e-mail: pascal.heinz@ilek.uni-stuttgart.de

HAUS DER ZUKUNFT VERSORGT E-MOBILE MIT ENERGIE >

Stromtankstelle zum Wohnen

Mobilität und Wohnen wachsen zukünftig immer mehr zusammen, und Elektrofahrzeuge spielen dabei eine zentrale Rolle. Die notwendigen Ladeinfrastrukturen müssen in den Städten jedoch neu geschaffen werden. Das Institut für Leichtbau Entwerfen und Konstruieren (ILEK) der Uni hat ein Haus entwickelt, in dem man nicht nur energetisch korrekt wohnen, sondern auch den Elektroflitzer „betanken" kann. Beim Wettbewerb „Plusenergiehaus mit Elektromobilität" des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) erhielt das Konzept den ersten Preis.

Das unter der Leitung von Prof. Werner Sobek in enger Zusammenarbeit mit weiteren Instituten der Universität entstandene Konzept zeigt das Potenzial auf, das durch die energetische Verknüpfung von Wohnhäusern und Elektrofahrzeugen zukünftig entstehen kann und demonstriert diese Verbindung auf mehreren Ebenen. Es basiert auf einer horizontalen Dreiteilung in Plusenergiehaus, Energiekern und „Showcase". Das Plusenergiehaus mit dem Energiekern könnte zukünftig aufgrund seiner flexiblen Raumplanung und Konstruktion als Einfamilienhaus in Breitenanwendung gebaut werden. Durch die optimale räumliche Ausrichtung und die Optimierung der solaren Gewinne Richtung Süd-Ost bei gleichzeitiger Minimierung der Verluste Richtung Nord sowie der weitreichenden architektonischen Integration von Photovoltaik und Solarthermie wird mehr Energie produziert als zur Versorgung des Gebäudes und der Fahrzeuge notwendig ist. Diese zusätzliche Energie wird in das öffentliche Netz eingespeist und trägt zur Erhöhung des regenerativ erzeugten Anteils am Gesamtstrommix bei. Das Konzept zeigt zudem auf, dass Gebäude zukünftig so entworfen und konstruiert werden können, dass nach ihrer Nutzung ein sortenreines Recycling aller Baumaterialien problemlos möglich ist. Die Eröffnung des Forschungs- und Anschauungsobjekts auf dem Grundstück des BMVBS in Berlin ist im Herbst 2011 geplant. Um Erfahrungswerte zu sammeln, soll das Haus ein Jahr lang von einer Modellfamilie bewohnt werden. */uk*

(Visualisierung: ©Werner Sobek Stuttgart)

STÄDTE UND KLIMASCHUTZ:

Zwischen Anspruch und Methodik

Während auf der Bühne der Vereinten Nationen um ein Nachfolgeabkommen für das Kyoto-Protokoll gerungen wird, haben Städte in verschiedenen Ländern der Erde im Kampf gegen den Klimawandel freiwillig die Initiative ergriffen. Sie setzen eigene Emissionsziele und messen ihre Treibhausgasemissionen aus Gebäuden, Verkehr oder Müllkippen. Doch wie sieht die Erfassung in der Praxis aus und sind die Städte auf Kurs, ihre selbst gesteckten Klimaschutzziele zu erreichen? Diesen Fragen ging Maike Sippel am Institut für Energiewirtschaft und Rationelle Energieanwendung (IER) der Uni in einer Studie nach, die in der Zeitschrift „Greenhouse Gas Measurement and Management" veröffentlicht wurde. *)

In der Tat sind die untersuchten Städte fleißig dabei, ihre Treibhausgasemissionen zu messen: 75 Prozent der untersuchten Städte haben bereits so genannte Emissionsinventare erstellt, die übrigen sind gerade dabei. Bei der Methodik zur Erstellung dieser Inventare grassiert allerdings der Wildwuchs, wie ein Beispiel aus dem Verkehrsbereich verdeutlicht: Während Stadt A die Emissionen einrechnet, die der Verkehr auf ihrem Stadtgebiet erzeugt, berechnet Stadt B Emissionen, die die Bürger der Stadt mit ihren Fahrzeugen (auch außerhalb des Stadtgebiets) verursachen. Stadt C wiederum lässt Emissionen aus dem Verkehrssektor ganz aus ihrem Treibhausgasinventar heraus. „Die Emissionsdaten verschiedener Städte sind also kaum vergleichbar", so Maike Sippel.

Auch hat sich ein großer Teil der untersuchten Städte Ziele zur Reduktion der Treibhausgasemissionen gesetzt. Welche Rolle dabei die Analyse der jeweiligen lokalen Emissionen gespielt hat, und ob ein stadtspezifischer Reduktionspfad entworfen wurde, bleibt allerdings häufig offen. Meist wurden die Ziele direkt aus den übergreifenden Vorgaben des Städtenetzwerks „Klima Bündnis" übernommen oder sie sind an deutsche oder europäische Klimaschutzziele angelehnt. „Fast die Hälfte der Städteziele dürfen wohl als eher symbolisch betrachtet werden, da keine Emissionsdaten aus dem Basisjahr der Zielsetzung veröffentlicht werden", sagt Sippel. Ohne solche Ausgangsdaten kann jedoch gar nicht beurteilt werden, ob eine Senkung der Emissionen um einen bestimmten Prozentwert erreicht wurde.

Ziele zur Reduktion ihrer Treibhausgasemissionen habe inzwischen die meisten Städte – fragt sich nur, welche…
(Foto: Rainer Sturm/pixelio)

Betrachtet man die tatsächliche Entwicklung der Emissionen in den einzelnen Städten, ergibt sich ein gemischtes Bild. Dabei scheinen die Städte in den neuen Bundesländern die weit besseren Klimaschützer zu sein: Ihre Emissionspfade weisen deutlich nach unten – mit einem durchschnittlichen Rückgang von jährlich drei Prozent gegenüber dem Ausgangsjahr. In den alten Bundesländern sind es nur -0,65 Prozent. Die vermutlich einfache Erklärung: Die ostdeutschen Regionen „profitieren" vom Strukturwandel nach dem Mauerfall, in dessen Folge zahlreiche Industrieanlagen stillgelegt und damit Emissionen reduziert wurden.

Um die schlimmsten Klimaschäden zu vermeiden sind nach Ansätzen der internationalen Wissenschaftlergemeinschaft des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) bis 2050 Emissionsreduktionen in Höhe von -1,33 bis -1,58 Prozent pro Jahr erforderlich. Setzen die Städte ihren bisherigen Emissionspfad fort, so werden rechnerisch nur sieben Städte ihre Emissionsziele für die Jahre 2020, 2030 oder 2050 auch erreichen – und die liegen alle in Ostdeutschland. Der Westen dagegen ist nicht auf Kurs: Dort würden die meisten Städte ihre Ziele zwar auch erreichen – allerdings zum Teil über 100 Jahre später als geplant...

Damit es schneller und systematischer geht, so das Fazit der Studie, wäre zum einen eine einheitliche Methodik zur Emissionserfassung auf der Ebene der Städte außerordentlich hilfreich. Städtenetzwerke und die Bundespolitik könnten einen einheitlichen Standard für die Emissionsinventare der Städte festlegen und die Emissionserfassung – zum Beispiel erstmal für alle Städte mit mehr als 100.000 Einwohnern – verpflichtend machen. In einer bundesweiten Datenbank könnten die Emissionsdaten der Städte dann miteinander verglichen werden.

Damit Reduktionsziele als Teil eines Qualitätsmanagements der städtischen Klimaschutzpolitik verwendet werden können, müssen diese Ziele realistisch und mit stadtspezifischen Reduktionspfaden hinterlegt sein. Da der mögliche Beitrag einer Stadt zum Klimaschutz stark von externen Faktoren (wie der nationalen Energie- und Klimaschutzpolitik) abhängt, scheint ein doppelstrategischer Ansatz sinnvoll: Die Stadt setzt sich ein realistisches Ziel A, das sie aus eigenem Antrieb erreichen kann. Gleichzeitig formuliert sie ein sehr ambitioniertes Ziel B, für dessen Erreichung auch bestimmte nationale und internationale Rahmenbedingungen Voraussetzung sind, die die Stadt dann als Teil ihrer Klimaschutzpolitik auch einfordern sollte. *MaikeSippel/amg*

*) Sippel, Maike: „Urban GHG inventories, target setting and mitigation achievements: how German cities fail to outperform their country", in: Greenhouse Gas Measurement & Management 1/1, Earthscan Verlag 2011, Seite 55-63. Die Datensammlung für die Studie erfolgte im Rahmen einer Diplomarbeit durch Michael Bradt.

KONTAKT

Dr. Maike Sippel
Institut für Energiewirtschaft und
Rationelle Energieanwendung
Tel. 0711/685-87800
e-mail: maike.sippel@gmx.de

PROF. FRANZ PESCH ÜBER DIE THESEN DES STÄDTEBAUAUSSCHUSSES ZU STUTTGART 21 > > > > > > > > > > > > > > > > >

„Ziel ist das beste urbane Konzept“

Über die verkehrstechnische Leistungsfähigkeit von Kopf- und Tiefbahnhöfen sowie deren Kosten wird in der Debatte um Stuttgart 21 seit Monaten intensiv diskutiert, und daran wird sich bis zu dem geplanten Volksentscheid wohl auch nicht viel ändern. Ein wenig außen vor blieben dabei die städtebaulichen Chancen und Optimierungsmöglichkeiten des Megaprojektes. Mit diesen Fragen befasst sich ein Thesenpapier des Städtebauausschusses der Stadt Stuttgart zur Weiterentwicklung der Stuttgarter Bahnhofsplanung. Es sieht unter anderem die Wiedererrichtung des Nordflügels und den Erhalt des Bonatzbaus als Empfangsportal des Hauptbahnhofes vor und unterbreitet weitreichende Vorschläge, um auf den freiwerdenden Gleisflächen attraktive Quartiere entstehen zu lassen. Zu den Autoren gehören auch die Professoren Tilman Harlander, Arno Lederer und Franz Pesch der Universität Stuttgart. Für den uni*kurier*** **erläutert Prof. Franz Pesch von Städtebau Institut die Thesen im Gespräch mit Andrea Mayer-Grenu.**

Herr Prof. Pesch, die Vorschläge der Arbeitsgruppe sollen den Weg weisen zu einer städtebaulichen Qualifizierung von Stuttgart 21. Wie lauten die zentralen Argumente?

Prof. Franz Pesch (Foto: Eppler)

Um die städtebaulichen Chancen von Stuttgart 21 auszuschöpfen, sollte der neue Bahnhof so weiterentwickelt werden, dass er zu einem Bindeglied zwischen der Innenstadt und den neuen Wohnquartieren werden kann. Eine ganz wichtige Rolle spielt dabei der Straßburger Platz, der räumlich gefasst werden muss, so dass er als Stadtplatz nutzbar gemacht werden kann. Solche Platzräume – es gab sie historisch zum Beispiel am Österreichischen Platz oder in der Hauptstätter Straße – sind in Stuttgart weitgehend verloren gegangen. Und dann geht es natürlich um die Frage, wie die künftigen Quartiere tatsächlich aussehen sollen. Die aus den städtebaulichen Wettbewerben abgeleiteten Rahmenpläne geben hier nur eine Art Generallayout vor. Architektur und die Wohnqualität entscheiden sich mit der Detailplanung auf jeder einzelnen Fläche.

Um den Straßburger Platz zu fassen, fordern Sie die Wiedererrichtung des bereits abgerissenen Nordflügels. Ist das überhaupt realistisch?

Uns kommt es vor allem darauf an, das Raumbild eines Platzes zu erzeugen. Hierfür muss der historische Flügel nicht unbedingt rekonstruiert werden, man kann ihn auch durch ein neues Gebäude äquivalent formulieren. Beide Flügel können zum Beispiel durch Restaurants, Läden, Büro- oder Praxisräume genutzt werden, das belebt das ganze Areal und nimmt den kommerziellen Druck aus dem Kopfbau des Bonatzbahnhofs.

Die Vorschläge, die auch einen Verzicht auf die neue Glashalle an der Südseite des Bonatzbaus umfassen, würden erhebliche Eingriffe in die Pläne des S21-Architekten Christoph Ingenhoven bedeuten. Gibt es Reaktionen?

Damit der Straßburger Platz als Stadtplatz funktionieren kann, fordert die Arbeitsgruppe die Wiedererrichtung beziehungsweise Neuformulierung der Seitenflügel des Bahnhofsbaus. (Foto: Schuler,DB)

Das Faszinierende an dem Ingenhoven-Entwurf besteht darin, dass er als einziger ein Architektur-Thema formuliert hat, das über die gesamten 400 Meter des neuen Bahnhofs konsistent ist. Unserer Arbeitsgruppe geht es aber um das Konzept mit dem höchsten städtebaulichen Gewinn, deshalb fordern wir, die Konsistenz des Architektur-Themas an einigen Stellen aufzubrechen. Wenn man die städtebaulichen Fragen ernst nimmt, kann man sich nicht damit begnügen, den Straßburger Platz, wie Ingenhoven dies formulierte, in ‚Straßburger Gärten' umzubenennen. Konkrete Änderungspläne gibt es aber noch nicht, diese müsste der Bauherr einfordern.

Welche Vorstellungen haben Sie für die neuen Stadtquartiere, das Europa- und das Rosensteinviertel?

Stuttgart verfügt insbesondere zwischen der City und den Halbhöhenlagen über urbane Stadtquartiere mit lebendiger Atmosphäre und ausgewogener sozialer Durchmischung. Diese werden von den Bürgern gut angenommen und können Pate stehen für Stuttgarts neue Stadtviertel. Ihre Qualität und Vielfalt verdanken sie einer Mischnutzung aus Wohnen, Gewerbe, Läden, Dienstleistungen und Kultur. Eine besondere Rolle spielt die Belegung der Erdgeschosse, weil hier die Fassaden in Augenhöhe mit den Menschen sprechen.

Gibt es an der Uni Projekte, die untersuchen, wie eine solche Mischnutzung konkret aussehen kann?

Vorschläge zur städtischen Entwicklung gerade auch zwischen Bahnhof, Killesberg und Löwentor macht unser Lehrstuhl seit vielen Jahren. Im Sommersemester findet in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Technik und der Kunstakademie ein Seminar statt, in dem die Studierenden zeigen werden, wie man auf den jetzt frei werdenden Flächen konkret leben kann.

Der Bonatzbau soll das Empfangsportal des Bahnhofs bleiben, damit wäre der Glasvorbau aus Sicht der Stuttgarter Gruppe entbehrlich. (Visualisierung: ingenhoven architects)

Die bisherigen Bauten auf den ehemaligen Gleisanlagen lassen von urbaner Vielfalt höchstens träumen. Was muss sich ändern?

Die verbreitete Praxis, Baufelder von der Größe eines Fußballfeldes von jeweils einer Investorengruppe entwickeln zu lassen, steht der urbanen Vielfalt entgegen; besser funktionieren kleine Grundstückszuschnitte mit unterschiedlichen Bauherren und Architekten. Die Nagelprobe werden dabei die „schwierigen" Flächen sein, bei denen urbane Wünsche und Investorinteressen aufeinanderprallen. Hier muss die Stadt in die Offensive gehen und über eine aktive Liegenschaftspolitik Teilgebiete für unterschiedliche Investoren, Bauherren beziehungsweise Zielgruppen öffnen. Begleitet werden sollte dies von einer konsequenten Qualitätssicherung. Bei der Hamburger Hafencity zum Beispiel wurde über jedes einzelne Grundstück in einem Wettbewerb entschieden.

Wie wird das bei der Stadt gesehen?

Architekten sind bekanntlich Berufsoptimisten… Im Städtebauausschuss wurden die Thesen jedenfalls sehr intensiv diskutiert.

Wie stellen Sie sich Stuttgart 21 im Jahr 2021 vor?

In die verkehrstechnische Debatte möchte ich mich nicht einmischen. Als Städtebauer wünsche ich mir ein urbanes Quartier mit offenen Räumen und vielfältigen Nutzungen, das auch in sozialer Hinsicht Vorbildcharakter hat. Und ich erhoffe mir ein Quartier, das als Musterprojekt für den schonenden Umgang mit Ressourcen steht und neue Mobilitätskonzepte ermöglicht.

Herr Prof. Pesch, wir danken für das Gespräch.

KONTAKT

Prof. Franz Pesch
Städtebau-Institut
Lehrstuhl Stadtplanung und Entwerfen
Tel. 0711/685-83350
e-mail: franz.pesch@si.uni-stuttgart.de

Thesen der Arbeitsgruppe Stadtentwicklung

DER BAHNHOF

- Der Straßburger Platz soll räumlich gefasst werden und als Stadtplatz nutzbar sein
- Erhalt bzw. Wiederherstellung der Seitenflügel des Bonatz-Bahnhofs
- Trassenführung und Trogabmessungen bleiben bahntechnisch funktionsfähig
- Der Bonatzbau muss Adresse und Empfangsportal auch des neuen Bahnhofs bleiben.

DER PARK

- Erhalt der topographischen Lage des Schlossgartens im ‚Talgrund' und der räumlichen Beziehung (Grünes U) zwischen Oberem und Unterem Schlossgarten
- Keine weitere Querspange parallel zur Schillerstraße
- Die ganzheitliche Betrachtung ist auf die angrenzenden Bereiche auszuweiten. Die Raumkanten und Nahtstellen sind zu überprüfen.

DIE NEUE STADT

- Die Planung des neuen Stadtquartiers an die Stuttgarter Städtebautradition anknüpfen
- Die künftige Funktion der neuen Quartiere ist sorgfältig zu bedenken
- Nur die Mischung verschiedener Nutzungen garantiert einen lebendigen Stadtteil
- Die großen Baufelder sollten aufgeteilt und parzellenweise entwickelt werden
- Attraktive Räume sollen die neuen Stuttgarter Stadtviertel prägen

MACHT UND SYMBOLIK DER NS-ZEIT

Führerworte aus Stein

Architektur und Städtebau spielten in der Selbstdarstellung des NS-Regimes eine Schlüsselrolle, und dementsprechend groß war auch ihre macht- und symbolpolitische Bedeutung. Prof. Tilman Harlander vom Institut für Wohnen und Entwerfen und Prof. Wolfram Pyta vom Historischen Institut haben nun ein Buch herausgebracht, das jene „Führerworte aus Stein" in 14 neuen Forschungsbeiträgen und zahlreichen Bildern dokumentiert. Der Band mit dem Titel „NS-Architektur: Macht und Symbolpolitik"*) basiert auf den Ergebnissen eines gleichnamigen, durch das Internationale Zentrum für Kultur- und Technikforschung geförderten Symposiums an der Universität Stuttgart im Jahr 2009.

Das Baugeschehen der NS-Zeit erschöpfte sich keineswegs in der anfänglich dominierenden Blut-und-Boden-Architektur und neoklassizistischen Staats- und Repräsentationsbauten Troostscher oder Speerscher Prägung. Forschungsarbeiten haben bereits seit den 1980er Jahren die Aufmerksamkeit auf die große Bedeutung funktionalistischer, zum Teil „moderner" Planungskonzepte und Zweckarchitekturen gelenkt. Auf der Basis zusätzlich erschlossener Archivbestände und Nachlässe entstand in jüngster Zeit eine Vielzahl, wichtige Forschungslücken schließende Arbeiten zur Bedeutung von Architektur und Städtebau im nationalsozialistischen Deutschland und im faschistischen Italien, zu NS-Planungsinstitutionen wie der Deutschen Arbeitsfront (DAF) oder der Deutschen Wohnungsakademie, zu NS-(Raum-)Planungspolitiken im Osten oder im Elsass, zu Architekten wie Paul Bonatz, dem Büro Rimpl oder dem Olympischen Dorf von 1936, aber auch zu den Stuttgarter „Neugestaltungsplänen". Im Fokus der Beiträge steht der schon im Titel angesprochene Zusammenhang von Architektur, Macht und Symbolpolitik. Ausgangspunkt ist dabei die architektonische Formensprache, mit der Herrschaft repräsentiert und bestimmte Politikfelder architektonisch und städtebaulich zum Ausdruck gebracht wurden.

Sehr differenziert setzt sich die Publikation auch mit der eng mit der Fakultät für Bauwesen an der damaligen Technischen Hochschule Stuttgart verbundenen „Stuttgarter Architektur-Schule" und ihren Protagonisten – darunter die Stuttgarter Professoren Paul Schmitthenner (Baukonstruktionslehre und Baukostenberechnung) und Paul Bonatz (Entwerfen und Städtebau) – auseinander. Die in der „Arts-and-crafts"-Bewegung, der Gartenstadt-Idee und dem Werkbund begründete Reformschule entfaltete ihre stärkste Wirkung in den Jahren zwischen 1919 und 1945 und damit in zwei politisch höchst unterschiedlichen Etappen: 14 Jahren Republik folgten 12 Jahre Diktatur und damit Einengung und der Zwang zur Unterordnung.

Versuchshaus Epple (1921), ein moderner Entwurf von Hugo Keuerleber. (Foto: Nachlass Keuerleber)

Projektiertes Gebäude für das Oberkommando der Kriegsmarine nach Plänen von Paul Bonatz. (Foto: IFAG)

Gespaltene Professorenschaft

Während die Studierenden die neuen Machthaber überwiegend begrüßten, war die Professorenschaft gespalten: Schmitthenner und andere traten der NSDAP bei, moderne Architekten wie Prof. Hugo Keuerleber dagegen sahen sich Repressalien ausgesetzt. Andere, wie etwa der Bauhistoriker Prof. Ernst Fiechter, kehrten der Hochschule den Rücken und wurden durch Parteigenossen ersetzt.

Auch künstlerisch setzte die Machtergreifung der Pluralität und damit auch der Kreativität der frühen Jahre ein jähes Ende. Die einzelnen Vertreter der Stuttgarter Schule gingen mit diesem Spannungsfeld durchaus unterschiedlich um: Während Bonatz zum Neoklassizismus der späten Monarchie zurückkehrt und diesen monumental eskalieren lässt, treten an Schmitthenners Großprojekten der NS-Zeit Gestaltungsmerkmale wie monumentale Arkaden, Eckquaderungen oder barocke Sprenggiebel auf. Prof. Walter Körte wiederum konnte zwar 1933 noch das modernste Haus der Kochenhofsiedlung bauen, wurde jedoch als „bolschewistischer Baukünstler" beschimpft und reichte nach einem Vorlesungsboykott resigniert die Kündigung ein. *amg*

**) Tilman Harlander, Wolfram Pyta (Hrsg.) NS-Architektur: Macht- und Symbolik, Schriftenreihe des Internationalen Zentrums für Kultur- und Technikforschung der Universität Stuttgart, Band 19, LIT-Verlag, ISBN 978-3-643-10944-6, 29,90 Euro*

NEUE EXPERIMENTELLE LINGUISTISCHE STUDIE >

Wie man Süßigkeiten und Lesarten auswählt

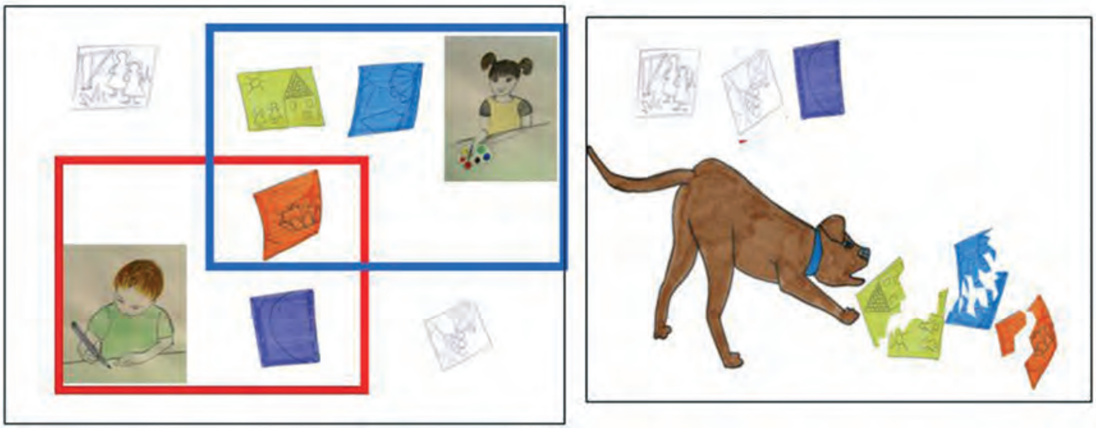
Die Betonung spielt für die Interpretation eines Satzes eine große Rolle. Wie die spezifische Lesart abgeleitet wird, untersuchen Forscherinnen am Institut für Germanistik/Linguistik der Universität Stuttgart, am Deutschen Seminar der Universität Tübingen und am Institut für Linguistik der Universität von Illinois, Urbana-Champaign in den USA. Die Kooperation wird durch die European Science Foundation (ESF) unterstützt.

Wer sich noch an frühere Kindergeburtstage erinnert, kennt möglicherweise das Spiel „Tip“. Die Regeln waren denkbar einfach: Es wurde eine große Platte mit verschiedenen Süßigkeiten hergerichtet, ein Kind verließ den Raum, und die anderen Kinder bestimmten eine der Leckereien als „Tip“. Man wurde dann, nachdem sich die Kinder geeinigt hatten, wieder hereingebeten und durfte sich an der Platte der Köstlichkeiten bedienen. Zunächst konnte man die erbeuteten Süßigkeiten auch behalten. Aber wenn man ***eine*** Süßigkeit zu ergreifen versuchte, ertönte das unbarmherzige „TIIIIIPPP“ der anderen Kinder. Das war das „Tip“, auf das sich die anderen vorher geeinigt hatten, und die betreffende Süßigkeit musste wieder zurück auf die Platte gelegt werden. Dann wurde ein anderes Kind hinausgeschickt, und es wurde ein neues „Tip“ bestimmt.

Die meisten Sätzen dieser schriftlichen Spielanleitung sind ohne explizite Angabe des jeweiligen mündlichen Betonungsmusters problemlos richtig zu verstehen. Im Falle des Satzes „wenn man ***eine*** Süßigkeit zu ergreifen versuchte…“ ist dies anders. „Wäre hier nicht markiert, dass der Artikel ‚eine' betont werden soll, würde man den Satz mit Betonung auf ‚Süßigkeit' lesen“, erklärt die Stuttgarter Studienleiterin Dr. Cornelia Ebert. Heraus käme dabei die Aussage „Wenn man eine ***Süßigkeit*** zu ergreifen versuchte, ertönte das unbarmherzige „TIIIIIPPP“ der anderen Kinder'. „Ein solcher Satz hätte vermutlich zu einigermaßen großer Verwirrung geführt, bedeutet er doch etwas wie: Egal welche Süßigkeit man zu greifen versuchte, die anderen Kinder schrien ‚TIP'“, erklärt Ebert.

Weiß der Leser jedoch aus dem Kontext, dass das betreffende Kind bereits unbeanstandet eine Menge von Süßigkeiten sammeln konnte, hätte eine solche Interpretation – Wissenschaftler sprechen von unspezifischer Lesart – deplatziert gewirkt. Erst aus der Betonung auf ‚eine' wird klar, dass es eben eine spezielle Süßigkeit gibt, die zum „TIP“-Schrei der anderen Kinder führt. Man nennt dies die spezifische Lesart. Solche Lesarten werden seit Ende der 1960er Jahre in der sprachwissenschaftlichen Literatur kontrovers diskutiert. Bislang ist man sich weder über die theoretische Modellierung noch über die empirischen Daten im Klaren.

Um herauszufinden, welche Lesarten genau in welchen Situationen existieren, sollen im Rahmen des Projekts experimentelle Methoden entwickelt werden, die unter anderem die Rolle der Betonung in Sätzen wie den obigen untersuchen. Ebenso suchen die Wissenschaftler nach der richtigen sprachwissenschaftlichen Theorie zur Ableitung dieser Lesarten. In den geplanten Experimenten werden Versuchspersonen mit kleinen Bildergeschichten und einem anschließend auditiv dargebotenen Satz konfrontiert. Sie sollen dann entscheiden, ob der Satz zu den Bildern passt oder nicht. Aus diesem Urteil kann man dann schließen, ob die Versuchsperson den Satz in der spezifischen oder in der unspezifischen Lesart interpretiert. „In einigen, aber bei weitem nicht in allen Theorien der Spezifizitätsliteratur wird erwartet, dass die spezifische Lesart eher dann zu bekommen ist, wenn der Artikel betont wird, und die unspezifische eher dann, wenn die Betonung auf dem Nomen liegt – ähnlich wie im Tip-Beispiel oben“, erläutert Cornelia Ebert. „Sollte sich diese Erwartung durch die Studie bestätigen, hätte dies Auswirkungen auf die gesamte Spezifizitätsdebatte und damit auch theoretische Relevanz für das Forschungsfeld.“ *amg*



Zwei Bildsequenzen, die den Versuchspersonen gezeigt werden. Anschließend hören sie den Satz „Der Hund hat jedes Bild zerrissen, das ein Kind angemalt hat“ und sollen entscheiden, ob dieser Satz im gegebenen Kontext angemessen ist oder nicht. Das Beispiel repräsentiert die spezifische Lesart des Satzes: Es gibt ein bestimmtes Kind (das Mädchen mit dem gelben Kleid rechts oben), dessen Bilder alle zerrissen wurden. Es wurden jedoch nicht alle bemalten Bilder zerrissen. Die unspezifische Lesart wäre also nicht angemessen. (Abbildung: Institut)

KONTAKT

Dr. Cornelia Ebert
Institut für Linguistik/Germanistik
Tel. 0711/685-83457
e-mail: cornelia.ebert@ling.uni-stuttgart.de