

Ausgezeichnet

Luftig

Der vom Institut für Flugsysteme und Regelungstechnik konstruierte QuadraKopter hob bravourös ab.

Seite 10

Verstehen

Leicht

Es gibt viele maßgeschneiderte Angebote für Schüler, um das faszinierendste Studienfach zu finden.

Seite 12

Abschluss

Locker

Spielwitz im Fußball kann auch gedeihen, wenn der Untergrund aus Beton oder Stahl besteht.

Seite 20

Bild: Katrin Binner



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT

Bild: Katrin Binner



150 Jahre Darwins Weltbestseller 5 Biowissenschaftler machen Darwin modern 10¹⁵ Bausteine für die künstliche Evolution

Gute Ideen halten lebendig: Charles Darwin zählt noch heute zu den größten Entdeckern der Biologie. Fünf Wissenschaftler der TU Darmstadt beschreiben moderne evolutionsbiologische Fragestellungen aus der Gen- und Entwicklungsbiologie, der theoretischen Ökologie und der Arzneimittelforschung. Ab Seite 4.



Im Fokus 4

Auch mit 200 Jahren noch lebendig: Fünf TU-Wissenschaftler zeigen, was Darwins Ideen der modernen Forschung bringen.

Ausgezeichnet 10

Er ist klein, aber der beste seiner Art: Der Quadrocopter der TU Darmstadt flog der europäischen Konkurrenz davon.

Denken 11

Wer rastet, der rostet. Wissenschaftler des Fachgebiets Elektrotechnik arbeiten jetzt an einem Fitness-Coaching-System, das Senioren zu mehr Bewegung animieren soll. Na dann: Auf die Plätze, fertig, los!

Verstehen 12

Optimieren, programmieren, mit Chemikalien experimentieren: An der TU Darmstadt forschen selbst Schülerinnen und Schüler gerne – manchmal bis weit nach Mitternacht.

Wissen 14

Zehn Mal dasselbe erklären, ohne sich den Mund fransig zu reden. Die Professoren der TU Darmstadt können das – dank E-Learning.

Kennen 16

Professor Ingo Sass geht in die Tiefe. Am neuen Fachgebiet Angewandte Geothermie sucht er nach Möglichkeiten, die Erdwärme wirtschaftlich zu nutzen.

Bewegen 19

Auf hoher See, am Strand, auf dem Rasen: Sportler der TU Darmstadt kämpfen auf jedem Terrain um Medaillen.

Abschluss 20

Was besteht aus Stahl und Beton, bietet 22 Figuren Platz und begeistert Studierende ebenso wie Lehrende? Ein nicht alltäglicher Tischkicker am Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie.

Liebe Leserinnen und Leser,

bei dieser Nachricht gerieten vor wenigen Tagen viele Mitglieder und Freunde der TU Darmstadt schier aus dem Häuschen: Das Uni-Team aus dem Fachbereich Architektur, unterstützt von der Elektrotechnik, hat seinen Champion-Titel bei dem vom US-Energieministerium alle zwei Jahre veranstalteten internationalen Wettbewerb „Solar Decathlon“ in Washington gegen harte Konkurrenz besonders aus den USA verteidigt. Bereits 2007 trug die TU Darmstadt den Sieg davon. Kurzum: Das derzeit modernste und energieeffizienteste Wohnhaus, das allein mit Sonnenenergie betrieben wird, ist erneut „made in Germany“. Dank der Kompetenz der TU Darmstadt. Ein „großartiger Erfolg“ sei dies, gab der Teamleiter, Architekturprofessor Manfred Hegger, routiniert zu Protokoll.

Das über Monate immer enger zusammengewürkte Team aus 24 Studierenden und einem halben Dutzend Wissenschaftlern nutzt die Kraft der Sonne optimal: Das Haus mit einer Grundfläche von rund 75 Quadratmetern funktioniert wie ein kleines Kraftwerk; seine Außenhülle ist sorgfältig eingepackt mit selbst entwickelten photovoltaischen Schindeln. Die edel anmutende, schwarz glänzende Fassade flößte auch den Reportern der New York Times größten Respekt ein. Das Haus, das sich auf der National Mall in Washington D.C. präsentierte, produziert mehr Strom als ein Zwei-Personen-Haushalt verbraucht. Rund 300 000 Besucher, darunter auch US-Energieminister und Physik-Nobelpreisträger Steven Chu, ließen sich diese Show zwischen Capitol und Monument nicht entgehen.

Das Team der TU erlebte eine Achterbahn der Gefühle, bis der zehntägige Wettbewerb entschieden war: In allen Disziplinen (Warmwasser, Architektur, Lichtkonzept, Energiebilanz, thermische Behaglichkeit ...) mussten scharfe Messungen und Jurywertungen ertragen werden. Alles lief unter echten Bedingungen: Waschen, Kochen, Betrieb aller Haushaltsgeräte und der Unterhaltungselektronik. Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit müssen präzise definierte Werte einhalten. Am Schluss wich die Anspannung einem turbulenten Jubel.

Derzeit wird das „Plusenergiehaus“ für den Rücktransport nach Deutschland präpariert. Dort soll es im Frühjahr 2010 in der Kulturhauptstadt Essen die großartige Chance des solaren und nachhaltigen Bauens einer breiten Öffentlichkeit demonstrieren. Das Siegermodell aus 2007 verzückt übrigens gerade ein Publikum in Hamburg.

Wie sagte doch Professor Manfred Hegger: „Ein solches Projekt und eine derartige Belohnung vergisst man ein Leben lang nicht.“ Ich freue mich, wenn auch Sie manchmal mitfiebern und Anteil nehmen an den vielfältigen Leistungen der TU Darmstadt. Verschaffen Sie sich auch in dieser Ausgabe davon einen breiten Eindruck.

Jörg Feuck, Chefredakteur der hoch³

Vor 200 Jahren wurde Charles Darwin geboren, vor 150 Jahren begründete er mit der Veröffentlichung „Über die Entstehung der Arten“ die moderne Evolutionstheorie. Das Konzept entwickelte sich zu einem der wichtigsten Eckpfeiler biowissenschaftlicher Forschung und hat wie keine andere Theorie alle biologischen Teildisziplinen von der Genetik und Mikrobiologie bis hin zur Ökologie und Verhaltensforschung maßgeblich beeinflusst. Moderne Evolutionsforschung greift heute gleichermaßen in Schlüsseltechnologischer Disziplinen wie die Gen- und Biotechnologie ein, wie sie auf Ansätze in der Robotik und auf Optimierungsprobleme im Flugzeug- und Fahrzeugbau angewendet wird. In der Finanzwelt werden „evolutive“ Rechenmodelle bei Risikoanalysen eingesetzt. Fünf Biowissenschaftler der TU Darmstadt beschreiben moderne evolutionsbiologische Fragestellungen aus der Gen- und Entwicklungsbiologie, der theoretischen Ökologie und der Arzneimittelforschung.

Darwins Erbe



Darwinismus im Reagenzglas

Künstliche Evolution zur Entwicklung neuer Wirkstoffe

Kann man „Darwin“ ins Reagenzglas packen? Aber sicher. Forscher an der TU Darmstadt tun dies. Im Labor bilden sie Evolutionsprozesse nach und entwickeln so maßgeschneiderte Moleküle. Mit der künstlichen Evolution verknüpfen viele Wissenschaftler die Hoffnung, eines Tages Krankheiten wie Malaria heilen zu können.

Die Entwicklung von einzelnen Molekülen bis hin zu ganzen Lebewesen läuft nach Darwin in einem endlosen Kreislauf von Mutation, Selektion und Multiplikation ab. Mit modernen biochemischen und molekulargenetischen Verfahren lässt sich dieser Zyklus für einzelne Moleküle im Labor durchführen. So können Biomoleküle mit verbesserten oder sogar ganz neuen Eigenschaften gewonnen werden. Die Anwendung von Darwins Evolutionsprinzipien auf einzelne Moleküle hat zudem den großen Vorteil, dass nicht Millionen Jahre für die Entwicklung benötigt werden, sondern nur wenige Wochen. Ausgangspunkt für solche „künstlichen Evolutionsverfahren“ sind sogenannte Molekül-Bibliotheken. Hierbei handelt es sich um Gemische aus biopolymeren Verbindungen wie Eiweiß- oder Nukleinsäure-Molekülen. Die Anzahl an unterschiedlichen Molekülspezies ist dabei sehr hoch. Es werden heute Molekül-Bibliotheken verwendet, die bis zu 10¹⁵ unterschiedliche Moleküle enthalten. Durch Anwendung der drei „darwinistischen“ Einzelschritte Mutation, Selektion, Multiplikation lassen sich neue Substanzen mit gewünschten Eigenschaften isolieren und schrittweise anpassen.

Suche nach dem passenden Partner

Fast alle Medikamente wirken nach demselben Schema: Sie erkennen Zielmoleküle im Körper und beeinflussen deren Funktion durch passgenaue Bindung. Die Suche nach neuen Wirkstoffen entspricht also in Grundzügen einer Alltagserfahrung: Wie findet

man einen „passenden“ Partner? Aus einer gewissen Anzahl von potenziellen Möglichkeiten muss die „passende“ Lösung gefunden werden. In der Regel kein leichtes Unterfangen. Die Anzahl an passenden Gegenstücken ist oft gering. Statistisch betrachtet ist es sogar möglich, dass die beste Lösung gar nicht vertreten ist. Dieses Problem wird bei den künstlichen Evolutionsverfahren durch die Verwendung der beschriebenen Molekül-Bibliotheken umgangen. Hier ist die Anzahl der zur Verfügung stehenden Möglichkeiten immens. Einerseits steht eine riesige Auswahl an potenziellen Partnern zur Verfügung. Andererseits werden viele Partnersuchrunden durchgeführt.

In jeder Runde verschärfen die Forscher die Passgenauigkeitskriterien. Ungenau passende Wechselwirkungspartner fallen nacheinander durch das Raster. Auch können in den Suchrunden noch Mutationen bei den Kandidaten eingeführt werden. Dadurch lassen sich bereits identifizierte Partner noch besser an gewünschte Eigenschaften anpassen.

So wird der „ideale“ Partner aus einer riesigen Anzahl an potenziellen Partnern über viele Testrunden „darwinistisch“ herausgefiltert. Identifizierte Partnermoleküle werden dann chemisch hergestellt und einzeln getestet.

„Moleküle nach Maß“ gegen Malaria?

Forschungsarbeiten in den Fachgebieten Genetik und Biochemie an der TU Darmstadt nutzen derartige Verfahren, um „Moleküle

nach Maß“ zu evolvieren. Hierbei ist das Augenmerk ganz besonders auf neue pharmakologische Wirkstoffe gerichtet. Ein Schwerpunkt liegt auf der Suche nach neuen Medikamenten gegen Parasiteninfektionen, wie zum Beispiel der afrikanischen Schlafkrankheit und der Malaria. Beide Krankheiten zählen zu den klassischen Tropenkrankheiten. Einzellige Blutparasiten lösen die Krankheiten aus.

An Schlafkrankheit und Malaria leiden mehrere hundert Millionen Menschen in mehr als 50 Ländern der Erde. Allerdings gibt es weder Impfungen noch effektive Medikamente zur Behandlung der Krankheiten. Die angeführten „künstlichen Evolutionsverfahren“ bieten hier neue Ansätze, alternative Medikamente und Behandlungsmaßnahmen zu entwickeln. So ist es den Arbeitskreisen an der TU gelungen, „quasi Klebstoffe“ für die Oberfläche des Schlafkrankheitserregers zu evolvieren. Die Substanzen umhüllen coconartig den gesamten Parasiten und sind in der Lage, im infizierten Patienten als Erkennungssonden für die Immunantwort zu fungieren.

Moleküle für die Nanotechnik

Bei vielen diagnostischen und therapeutischen Fragestellungen ist der Einsatz von „Molekülen nach Maß“ schon heute Realität. Allerdings werden auch weitere, rein technische Anwendungsfelder von den künstlichen Evolutionsverfahren profitieren.

Die künstliche Evolution ist in der Lage, Wechselwirkungspartner für nahezu alle denkbaren Zielsubstanzen zu generieren. Damit stehen „darwinistische“ Verfahren auch im Zentrum von Technologien, die sich mit Sensoren und Detektoren beschäftigen. Die Entwicklung und Herstellung von nanoskaligen, biosensorischen Messsonden stellt ohne Frage eine Zukunftstechnologie dar, die etwa in der klinischen Diagnostik und der Umweltanalytik breite Anwendung finden wird.

H. Ulrich Göringer, Professor für Genetik
Harald Kolmar, Professor für Biochemie



Durch Anwendung der drei darwinistischen Schritte Mutation, Selektion und Multiplikation lassen sich neue Substanzen isolieren und anpassen.

Professor Harald Kolmar



Mit künstlichen Evolutionsverfahren können alternative Medikamente und Behandlungsverfahren, etwa gegen die Schlafkrankheit, entwickelt werden.

Professor H. Ulrich Göringer

Bild: Katrin Binner



Die Dicken dürfen nicht sterben

Computersimulationen entschlüsseln die Evolution von Ökosystemen

Computersimulationen von Wissenschaftlern der TU Darmstadt zeigen: Wenn große Tiere, wie etwa das Nashorn, aussterben, könnten andere Arten bald folgen. Der Grund: In einem Ökosystem sind viele Arten voneinander abhängig.

tenden Beitrag dazu leisten die koexistierenden Arten: Konkurrenten, Räuber und ihre Beute, Parasiten und ihre Wirte. Die Beziehungen zwischen den Arten bilden komplexe Netzwerke. Das Aussterben einer Art kann durch das Netzwerk von Art zu Art transportiert werden. Jedes Artensterben verändert dadurch die Umweltbedingungen für alle koexistierenden Arten. Dabei kann es zu sekundärem Aussterben anderer Arten kommen, wodurch sich die Umweltbedingungen der verbleibenden Arten verändern. Wenn sich dieser Prozess verselbstständigt, spricht man von einer sekundären Aussterbewelle. Diese sekundären Aussterbewellen sind besonders gefährlich, da sie sich lawinenartig durch das Ökosystem ziehen können. Gleichzeitig sind Ursache und Wirkung, also primäres und sekundäres Aussterben, oft Jahre voneinander getrennt, sodass die Konsequenzen für derzeitige menschliche Eingriffe in die Ökosysteme erst in Jahren sichtbar werden.

Erdgeschichtliche Simulation im Eiltempo

Durch Anwendung moderner Computer-basierter Analysen lassen sich evolutionäre Prozesse in komplexen ökologischen Netzwerken über Millionen Jahre verfolgen. Evolution läuft dabei gleichzeitig auf der nach Darwin klassischen Ebene der Arten und auf einer neuen Ebene der Netzwerkstruktur ab. Durch das Aussterben von Arten verändert sich dabei die Netzwerkstruktur zwischen den Arten.

Aktuelle Forschungsarbeiten im Fachgebiet Ökologie der TU Darmstadt liefern neue Erkenntnisse über Netzwerkevolution und die Risiken von sekundären Aussterbewellen. Dabei konnte unter anderem gezeigt werden, dass große Arten eine besondere Bedeutung für die Stabilität der Ökosysteme besitzen: Wenn die Dicken sterben, ist die Zinsbelastung des Ökosystems besonders hoch, da die Gefahr von sekundärem Aussterben steigt.

Dies kann dramatische Konsequenzen für die Netzwerke der verbleibenden Arten haben und die Stabilität wichtiger Ökosystemfunktionen unterhöhlen. Diese Arbeiten demonstrieren, dass gerade große Arten wie das Westafrikanische Spitzmaulnashorn und der Pyrenäen-Steinbock aufgrund ihres hohen Körpergewichts besonderen Schutz bedürfen.

Ulrich Brose, Privatdozent für Ökologie

Was verbindet das Westafrikanische Spitzmaulnashorn und den Pyrenäen-Steinbock? Diese „Dicken“ ihres Ökosystems stuft die Weltnaturschutzunion (IUCN) als vom Aussterben bedroht ein. Sie sind damit genau wie viele andere Arten von der derzeitigen sechsten Welle des Massenaussterbens auf der Erde betroffen.

Die vorhergehenden Wellen des Aussterbens führten zu tiefen Einschnitten in der globalen Diversität. Ihre Ursachen werden nach wie vor intensiv diskutiert. Unstrittig ist dagegen die Ursache für die derzeitige Welle des Aussterbens: Die intensive Landnutzung der wachsenden menschlichen Population verdrängt, verkleinert und zerstört die natürlichen Lebensräume vieler Arten.

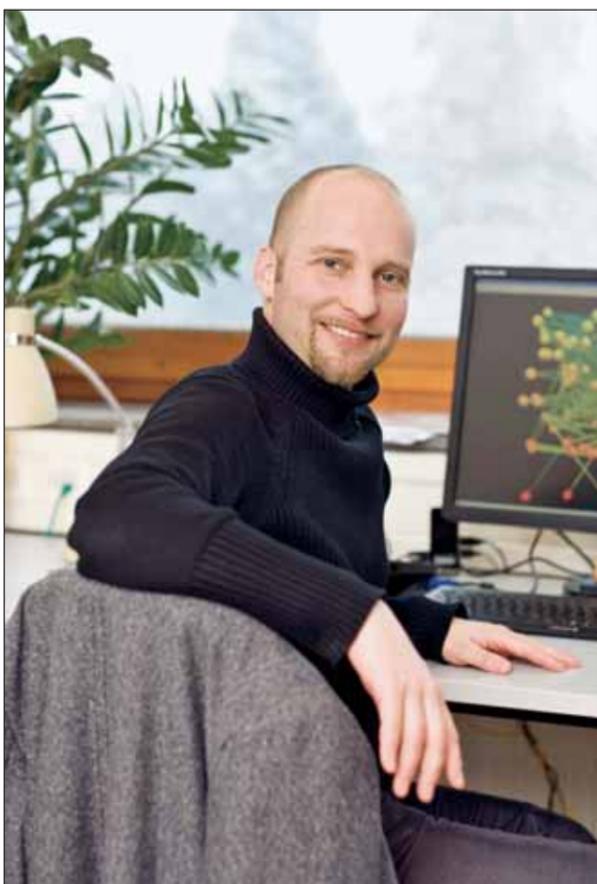
Welchen Zusammenhang gibt es zwischen diesen Wellen des Aussterbens und den Arbeiten von Darwin? Darwins Vorstellungen von Evolution beruhen auf der Idee des „survival of the fittest“. Demnach überleben nur die Arten, die sich evolutionär optimal an die Umweltbedingungen anpassen. Arten mit schlechterer Anpassung sterben aus. Grundsätzlich sind solche Aussterbevorgänge also nur die Kehrseite des evolutionären Fortschritts – solange die Zeit lang genug ist, dass optimierte Arten die Funktionen der aussterbenden Arten in den Ökosystemen übernehmen können.

Hier zeigt sich ein Problem der derzeitigen sechsten Welle des Aussterbens. Denn sie läuft nach derzeitigem Kenntnisstand wesentlich schneller ab als alle vorhergehenden Wellen. Wir befinden uns also derzeit mitten in einem globalen Experiment. Die Frage ist, ob die Ökosysteme unserer Erde diese schnelle Welle des Aussterbens aushalten werden, ohne ihre auch für den Menschen essentielle Funktionalität zu verlieren.

Entscheidende Rolle von Räubern und Parasiten

Welche Bedingungen bestimmen, ob eine Art besser oder schlechter an Umweltbedingungen angepasst ist? Einen bedeu-

Bild: Katrin Binner



Privatdozent Ulrich Brose betrachtet Evolution im Zeitraffer.

Wie Schlangen ihre Beine verloren

Die Beziehung zwischen Evolutionstheorie und Entwicklungsbiologie

Gerade im Darwin-Jahr werden die Lehrbücher zur Evolutionsbiologie um ein wesentliches Kapitel erweitert. Ins Blickfeld rückt „EvoDevo“, das Forschungsfeld, in dem die Wissenschaftler Evolutionstheorie und Entwicklungsbiologie im Zusammenspiel untersuchen. Für die Bezeichnung ihres Forschungsfeldes verknüpften die Biologen die englischen Bezeichnungen Evolutionary Theory und Developmental Biology.

Bei der Befruchtung eines Eies durch ein Spermium entsteht ein neues Individuum mit einer neuen genetischen Ausstattung. Dieser Organismus muss sich gegenüber den anderen Individuen seiner eigenen und denen anderer Arten behaupten. Falls die jeweiligen Umstände es begünstigen, wird sich dieses Individuum durchsetzen, vermehren und möglicherweise eine neue Art begründen. Dies lehrt die Populationsgenetik, auch als synthetische oder neodarwinistische Theorie der Evolution bezeichnet.

Für die Mikroevolution, die Entstehung nahe verwandter Arten also, sind diese Abläufe einleuchtend. Bis heute strittig bleibt jedoch die Frage, wie es zur Herausbildung der höheren Tiergruppen kommen konnte, also etwa zur Trennung von Wirbellosen und Wirbeltieren, oder auch nur von Sauriern, Reptilien und Vögeln. Makroevolution nennen Biologen diesen Schritt.

Die Fortschritte in der Genetik und der molekularen Entwicklungsbiologie seit den siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts haben aufgezeigt, wie es durch nur wenige Mutationsereignisse zu Makroübergängen zwischen großen Tiergruppen gekommen sein könnte. Vor allem während der ganz frühen Embryonalentwicklung eines Tieres können geringe genetische Veränderungen große Wirkungen haben. Je früher bestimmte Genwirkungen in einem Embryo auftreten, desto genereller ist ihre Wirkung für den entstehenden Organismus, je später, desto spezieller. Genau dies ist das Geschäft von EvoDevo.

Signalmoleküle schalten Gene an und aus

Nach der Befruchtung muss zunächst festgelegt werden, wo Kopf und Schwanz, wo der Rücken und Bauch zu liegen kommen, und was links und rechts im Embryo wird. Um dies molekular zu verstehen, sind zwei entwicklungs-genetische Konzepte besonders bedeutend, nämlich das von konservierten Signalkaskaden und das der Master-Kontrollgene. Um zu verstehen, wie Gene wirken, muss man wissen, dass sie an- und abgeschaltet werden. Diese zeitliche und räumliche Regulation von Genen erfolgt durch Signalmoleküle, meist Proteine, die aus einer Zelle selbst oder von anderen Zellen im Organismus stammen.

Die hierbei wirksamen Signalwege findet man im ganzen Tier- und Pflanzenreich. Sie werden für die Vermittlung von Signalen in allen nur denkbaren Situationen eingesetzt. Besonders bedeutend für die Frühentwicklung eines Organismus ist, dass Masterkontrollgene elementare Prozesse im jungen Embryo steuern. Hierzu gehört eine Gruppe von sogenannten Hox-Genen, welche man in allen Tiergruppen findet.

Wie die Signalmechanismen, sind auch die Hox-Gene sehr früh in der Evolution entstanden und blieben offenbar über rund eine Milliarde Jahre hinweg völlig erhalten. Wird ihre jeweilige Wirkung nur gering verändert, so kann dies zu drastischen Veränderungen im entstehenden Embryo führen. Missbildungen, Tumore oder das Absterben des Embryos sind die Folge.

Hox-Gene: Beine dran oder nicht?

Anhand der Entwicklung von Gliedmaßen, wie Beinen, Armen oder Flügeln bei Landwirbeltieren, können solche zentralen Genwirkungen erläutert werden. Entlang der Längsachse des Embryos, genau an den Positionen der zukünftigen Gliedmaßen, werden einerseits bestimmte Hox-Gene aktiviert, die die Bildung der Gliedmaßen einleiten. Zudem werden zwischen Vorder- und Hinterextremität die Hox-Gene c6 und c8 aktiviert, um in diesem Bereich die Bildung weiterer Gliedmaßen zu hemmen.

Haben diese Gene vielleicht etwas damit zu tun, dass Schlangen keine Beine haben? Dass es sich beim Übergang von Echsen zu den Schlangen um einen zweistufigen Prozess gehandelt haben

muss, zeigen fossile Schlangenfunde, die noch zwei Hinterbeine aufweisen, ebenso die primitiven Schlangen, wie Pythons und Boas, bei denen sich noch angedeutete Hinterbeine entdecken lassen.

In zwei Schritten von der Schlange zur Echse

Tatsächlich hat sich die hemmende Wirkung von c6 und c8 bei Schlangen nach vorne, über die Lage der Vorderbeine hinaus, ausgedehnt. Deshalb gingen die Vorderbeine verloren. Dass stammesgeschichtlich jüngere Schlangen, zum Beispiel Vipern, auch noch die Hinterbeinanlagen verloren haben, hängt mit einer zweiten Hox-Gengruppe zusammen, die die Bildung der Hinterbeine vollends unterdrückt. Hier kann die Makroevolution al-

so zum ersten Mal auf molekularem Niveau verständlich werden: Beim Übergang von Echsen zu Schlangen mussten „nur“ die betreffenden Hox-Gene für die Gliedmaßenbildung in wenigen Schritten verändert werden. EvoDevo macht so plausibel, wie durch Veränderung weniger Schalter(gene) Makroevolution möglich wird.

Begrenzter Baukasten der Natur

Die Entwicklungsbiologie fragt, wie genetische Information in lebende Strukturen umgesetzt wird. Die molekulare Entwicklungsbiologie hat uns gelehrt, dass die Natur mit einer sehr begrenzten Anzahl von Genen und Signalkaskaden gemäß einem Baukastensystem alle Organismen gebaut hat, die in Jahrmilliarden der Evolution entstanden sind. Durch Kombination weniger genetischer Module ließen und lassen sich beliebig viele Organismen „basteln“, die wesentlich – was ihre Evolvierbarkeit angeht – durch ihren „inneren“ bzw. „molekularen Phänotyp“ gekennzeichnet sind. So lässt sich die uns alle überwältigende Vielfalt in der Natur auf eine verborgene Einheit auf molekularem Niveau zurückführen. Die Natur hat also nichts Wesentliches weggeworfen.

Paul G. Layer, Professor für Entwicklungsbiologie und Neurogenetik



Die überwältigende Vielfalt in der Natur basiert auf einer verborgenen Einheit auf molekularem Niveau. Die Natur hat also nichts Wesentliches weggeworfen.

Professor Paul G. Layer

Flotter Gentransfer unter Mikroben

Warum wir das einseitige Bild von Bakterien korrigieren müssen

Bakterien fallen den Menschen meist nur auf, wenn es um Krankheiten geht. Doch weniger als ein Prozent der Bakterien löst Krankheiten aus. Die anderen sind für Menschen harmlos oder sogar nützlich.



Bild: Katrin Binner

Professorin Felicitas Pfeifer hat die Mikroben fest im Blick.

Bakterien haben fast jeden Winkel der Erde erobert. Spezialisten unter ihnen können ihre Energie aus der Oxidation von anorganischen Verbindungen gewinnen, was sie zu Überlebenskünstlern an Standorten macht, die Mensch und Tier verschlossen sind. Entsprechend angepasste Bakterien fühlen sich sogar in heißen vulkanischen Quellen, an extrem sauren, alkalischen oder stark salzhaltigen Standorten wohl. Sie teilen diesen Lebensraum mit Archaea, die genau wie Bakterien nur einen bis fünf Mikrometer groß sind, sich aber im molekularen Aufbau ihrer Zelle deutlich von diesen unterscheiden. Archaea bilden neben Bakterien und Eukaryonten den 3. Hauptast im Stammbaum der Lebewesen. Mikrobiologen der TU Darmstadt untersuchen sie.

Mikroben passen sich schnell an

Wie erobern Mikroben neue Lebensräume und welche Mechanismen sichern ihnen eine schnelle Anpassung? Offenbar können Mikroben relativ leicht Eigenschaften entwickeln oder erwerben, die ihnen das Überleben erleichtern. Die Erforschung der Evolution von Bakterien und Archaea ist deshalb faszinierend und beginnt meist mit der Spurensuche im Erbgut oder Genom.

Weltweit sind inzwischen über 1000 Genomsequenzen von Mikroben vollständig bekannt. Typischerweise besteht ein Genom aus einer bis sechs Millionen Basenpaaren der vier Erbgutbausteine Adenosin, Guanosin, Cytidin und Thymin. Die Abfolge dieser Basen in der DNA wird Sequenz genannt und bildet die Vielfalt der Gene. DNA-Sequenzen erzählen damit Details über die Eigenschaften des Trägers.

Update aus fremden Genen

Beim Vergleich von Gen- und Genomsequenzen wird schnell offenbar, dass Mikroben überraschend häufig Teile ihres Erbguts austauschen. Genome von Archaea können zu bis zu 30 Prozent aus „fremder“ DNA bestehen, die irgendwann von anderen Mikroben aufgeschnappt wurde. Die Biologen erkennen dies beim

Vergleich der Gensequenzen: Bei unterschiedlichen Mikroben haben Gene gleicher Funktion ähnliche, aber nicht identische DNA-Sequenzen. Aus Sequenzvergleichen können die Forscher deshalb den Verwandtschaftsgrad und auch den Ursprung der Gene ablesen.

Durch die Aufnahme von Fremd-DNA erweiterten die Mikroben ihr Gensortiment beträchtlich. Dieser „horizontale Gentransfer“ ist ein wichtiger Motor für die Evolution von Bakterien und Archaea. Fast jedes Mikrobengenom enthält fremde Gene. Durch die genetische Aufrüstung kann das Lebewesen zum Beispiel ein breiteres Nahrungsangebot verwerten oder resistent gegenüber Umwelteinflüssen werden. Auch defekte Gene lassen sich so reparieren.

Gute Bakterien, böse Bakterien

Fatalerweise hat der natürliche Genfluss bei Bakterien auch zur Bildung von Krankheitserregern geführt. Gut untersucht ist dies bei *Escherichia coli* und seinen pathogenen Artgenossen. *E. coli* ist ein harmloser Bewohner des menschlichen Darms, aber nahe Verwandte können schwere Durchfallerkrankungen auslösen. Auch im Erbgut von Salmonellen entdeckten Wissenschaftler fremde Gene. Ähnlich wie bei *E. coli* sind fast ausnahmslos sie für die Entstehung der Erkrankung verantwortlich. Häufig befinden sich unter den aufgenommenen Genen auch solche, die gegen Antibiotika resistent sind. Sie erschweren den Kampf gegen die Erreger.

Regelr Austausch auf engstem Raum

Die Liste der Gene, die Bakterien und Archaea aus anderen Quellen aufgeschnappt haben, ist lang, und eine Grenze für den natürlichen Genfluss scheint es kaum zu geben. Wie und wo geschieht nun dieser Gentransfer? Idealer Umschlagplatz für DNA ist dort, wo viele unterschiedliche Bakterien auf engem Raum nebeneinanderleben, wie beispielsweise im menschlichen Darm.

Ähnliches passiert in den Biofilmen in feuchten oder wässrigen Bereichen, wo Mikroben in Schleimhüllen verpackt dicht nebeneinanderleben. Der Kontakt zur Partnerzelle läuft über spezifische Erkennungsstrukturen auf der Oberfläche, während der Transfer der Kopie eines DNA-Segments in diese Empfängerzelle über weitere Proteine gesteuert wird. Der natürliche Gentransfer unterstützt somit unerwartet stark die Evolution von Mikroorganismen und ist sicher ein Grund dafür, dass Bakterien sich relativ schnell an neue Bedingungen anpassen. Felicitas Pfeifer, Professorin für Mikrobiologie

Mit Pflanzen auf Erholungskur

Charles Darwin, der unbekannte Gärtner

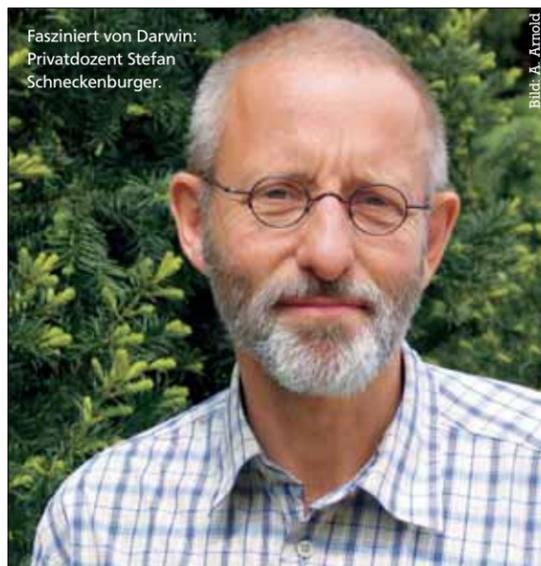
Die Mendelschen Vererbungsgesetze waren ihm unbekannt. Von Genen wusste er nichts. Charles Darwin, der Begründer der modernen Evolutionstheorie, suchte besonders in der Botanik die Beweise für die Evolution. Privatdozent Stefan Schneckenburger, Leiter des Botanischen Gartens der TU Darmstadt, ist begeistert von Darwins Beobachtungsgabe.

Orchideen, Primeln, Kohl, fleischfressende Pflanzen: Die Liste der Objekte, die Charles Darwin untersuchte, ist lang. „Er lebte fast ausschließlich für seine Forschung und ging sogar so weit, seine Pflanzen mit zu Kuraufenthalten zu nehmen“, weiß Privatdozent Stefan Schneckenburger.

Fünf Jahre segelte Darwin um die Welt. Dabei sammelte er Pflanzen und untersuchte ihre geografische Verbreitung. In seinem Garten studierte Darwin Blüten, erforschte die Schlafbewegung der Blumen und erkundete das Verhalten der fleischfressenden Pflanzen. Am Beispiel der Blüten und ihrer jeweiligen Bestäuber arbeitete er aus, dass Tiere und Pflanzen eine gemeinsame Evolution durchlaufen. Darwin hat den Mechanismus der

Evolution erkannt. Er belegte als erster die Inzuchtdepression. Seine Entdeckungen krepelten das Weltbild der damaligen Zeit um. „Vieles, was Darwin anstieß, entwickelten die Biologen bis heute weiter“, sagt Schneckenburger. Der Leiter des Botanischen Gartens der TU Darmstadt ist fasziniert von Darwins Hartnäckigkeit, mit der er seine Theorien erforschte, und von dessen guter Beobachtungsgabe. „Charles Darwin nahm selbst die kleinsten Dinge wahr“, erzählt Schneckenburger begeistert, „und er konnte Fehler eingestehen.“

Einige Gemeinsamkeiten haben sie, Charles Darwin und Stefan Schneckenburger. Beide studierten Theologie. Wie Darwin bewundert Schneckenburger Orchideen. Und auch die Begeisterung für die Botanik verbindet die beiden Wissenschaftler. Anders als Darwin studierte Schneckenburger zusätzlich Biologie und wurde von der TU Darmstadt für Botanik habilitiert. Seit 15 Jahren leitet er den Botanischen Garten der TU Darmstadt. Vor Kurzem wurde er zum Prä-



Fasziniert von Darwin: Privatdozent Stefan Schneckenburger.

Bild: A. Arnold

sidenten des Verbands Botanischer Gärten ernannt.

Schneckenburger hat Darwin in diesem Jahr eine Ausstellung gewidmet. Anlass: der 200. Geburtstag des Forschers. In mehr als 30 Botanischen Gärten Deutschlands und Österreichs war die Ausstellung „Darwins Garten – Evolution entdecken“ zu erleben. Auch in Darmstadt. Mittlerweile sind die Pflanzen, die zur Ausstellung gehörten, nicht mehr da. Die Schau tafeln, die von Darwins Wirken berichten, stehen aber noch. Und Schneckenburger erzählt in seinen Freitagsführungen hin und wieder vom Begründer der modernen Evolutionstheorie. Außerdem weist er die Besucher auf mannigfaltige Schönheiten hin. So riet er einmal

einem Gast, bei schlechtem Wetter in den Garten zu gehen, um die Moose in voller Pracht bewundern zu können. „Moose werden ja nie angeguckt, dabei gibt es gut tausend verschiedene Arten in Deutschland“, ließ er wissen. Schneckenburger ist eben wie Darwin: ein begeisterter Botaniker. Nicole Voß

Your **future** starts with **SCHOTT today**



Willkommen in Ihrer Zukunft, Willkommen bei SCHOTT!

Rund um die Welt, rund um die Uhr arbeiten rund 17.300 SCHOTT Mitarbeiter in 42 Ländern permanent an immer wieder neuen, besseren Lösungen für den Erfolg unserer Kunden. Lösungen aus High-Tech-Werkstoffen, wie z.B. Spezialglas, die in nahezu allen Technologie-Branchen eine wichtige Rolle spielen – von CERAN®-Kochflächen über Solaranlagen und Pharmaverpackungen bis zu wichtigen Komponenten für die Automobilsicherheit.

Wenn Sie gemeinsam mit uns die Produkte von übermorgen gestalten wollen, sollten wir uns kennen lernen.

Wir suchen insbesondere

- **Ingenieure (m/w)**
- **Wirtschaftsingenieure (m/w)**
- **Natur- und Wirtschaftswissenschaftler (m/w)**

mit internationaler Ausrichtung.

Es erwarten Sie spannende Projekte, interessante Aufgaben und nette Teams in Bereichen, die unsere Zukunft beeinflussen.

Mehr über uns und aktuelle Einstiegsmöglichkeiten – auch im Ausland – finden Sie unter

www.schott.com/jobs

SCHOTT
glass made of ideas

Förderpreis der Abfallwirtschaft

Marc Hoffmann vom Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie der TU Darmstadt erhielt in diesem Jahr die mit 30 000 Euro dotierte Förderung der Deutschen Gesellschaft für Abfallwirtschaft (DGAW). Hoffmann bekommt den Preis zur Unterstützung seiner Dissertation. Der Bauingenieur untersucht, wie bei der



Verwertung biologisch abbaubarer Siedlungsabfälle biotechnische Produkte ausgekoppelt werden können. Der Preisträger arbeitet seit 2007 als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Abfalltechnik der TU Darmstadt. Zu seinen bisherigen Projekten zählen die Energieeffizienzsteigerung und CO₂-Vermeidung bei der Müllverbrennung, das deutsch-chinesische Forschungsprojekt „Semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme für urbane Räume Chinas“ und die Untersuchungen zum Abfallmanagement an Krankenhäusern. Die DGAW fördert mit ihrer Auszeichnung innovative Ansätze zum Thema nachhaltige Ressourcenwirtschaft.

Antike Kulturen im Fokus

Jungwissenschaftler aller altturm-kundlichen Disziplinen trafen sich in diesem Jahr erstmalig an der TU Darmstadt. Im Rahmen der „Darmstädter Diskussionen“ tauschten die Doktoranden aus ganz Europa Ergebnisse ihrer Forschung aus. Die Kommunikation in den alten Gesellschaften kam während der Vorträge ebenso zur Sprache wie neueste Grabungen und theoretische Konzepte zu künftigen Forschungsmodellen. Organisiert hatten das zweitägige Kolloquium Marion Boos vom Fachbereich Architektur der TU Darmstadt, Sven Page vom Fachgebiet Alte Geschichte der TU Darmstadt und Stefan Krmnec vom Institut für Archäologische Wissenschaften der Universität Frankfurt.

Bestnoten für die TU Darmstadt

Universität unter den Top Ten im Förder-Ranking der Forschungsgemeinschaft

Die TU Darmstadt klettert bei den eingeworbenen Fördermitteln sowie bei den absoluten Einnahmen im Ranking der Deutschen Forschungsgemeinschaft nach oben. Hohes Ansehen genießt die TU auch bei ausländischen Gastwissenschaftlern.

Das aktuelle Förderranking der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) belegt es: Die Professoren der TU Darmstadt stehen hoch im Kurs. Mit durchschnittlich 390 100 Euro förderte die DFG die Professoren im Berichtszeitraum 2005 bis 2007. Beim Vergleich des relativen Verhältnisses von eingeworbenen Geldern zur Zahl der Professoren kletterte die TU Darmstadt unter den Hochschulen in Deutschland auf Rang zehn. Damit verbesserte sich die TU Darmstadt um drei Positionen im Vergleich zu 2006. In Hessen erzielte die TU Darmstadt gemessen an der Zahl der Professoren die weitaus meisten DFG-Mittel, vor den Universitäten Frankfurt (Rang 25), Gießen (Rang 31) und Marburg (Rang 37).

Top 10 des DFG-Förderrankings: Bewilligungsvolumen im Vergleich (relative Betrachtung)

Hochschule	Relativ			Absolut	
	Rang	Prof. Gesamt	DFG-Bewilligungen gesamt	Rang	DFG-Bewilligungen gesamt
		N	Tsd. €/Prof.		Mio. €
Hannover MedH	1	69	955,1	31	65,9
Aachen TH	2	341	753,7	1	257,0
Konstanz U	3	170	704,1	16	119,7
Karlsruhe TH	4	249	640,2	7	159,4
Heidelberg U	5	394	546,7	3	215,4
München TU	6	393	509,9	4	200,4
Stuttgart U	7	239	446,4	19	106,7
Freiburg U	8	371	446,1	6	165,5
Ulm U	9	152	391,4	34	59,5
Darmstadt TU	10	272	390,1	20	106,1

Plus bei absoluten Einnahmen

Bei der Betrachtung der absoluten Einnahmen schob sich die TU Darmstadt von Platz 25 auf Platz 20. So hat die Hochschule in den Jahren 2005 bis 2007 insgesamt 106,7 Millionen Euro von der DFG erhalten, umgerechnet auf die 272 Professuren sind das jeweils 390 100 Euro.

Im relativen Vergleich aller Technischen Universitäten nimmt die TU Darmstadt Platz vier ein. Zurückzuführen ist das vor allem auf ein hervorragendes Abschneiden der zu den Ingenieurwissenschaften zusammengefassten Disziplinen Maschinenbau, Materialwissenschaft, Informatik und Elektro-/Informationstechnik. Auch die zu dem Bereich Naturwissenschaft gehörende Mathematik trägt ihren Teil dazu bei. In den Ingenieurwissenschaften, die mit 70,7 Millionen Euro den Hauptteil der DFG-Fördergelder für die TU Darmstadt beitrugen, sammelte Darmstadt nach der RWTH Aachen bundesweit die meisten Gelder ein. Die Mathematik der TU Darmstadt steht in dieser Betrachtung an fünfter Stelle und bestätigt damit ihren Spitzenplatz aus dem vorigen Ranking.

Exzellenzinitiative als Finanzspritze

Im bewerteten Berichtszeitraum hat sich vor allem die Exzellenzinitiative bemerkbar gemacht. Wurden im Ranking 2006 in der Spitze noch 406 000 Euro pro Professor ausgewiesen, sind es 955 000 Euro im Jahr 2009. Allein die 40 meistgeförderten Universitäten bekamen aus der 1. und 2. Förderlinie 685 Millionen Euro. Daneben erhielten neun Universitäten jeweils weitere rund 40 Millionen Euro aus der 3. Förderlinie und landeten damit alle unter den Top 20 nach absoluten Zahlen.

Bestätigt hat sich ebenfalls der Topruf der TU Darmstadt bei ausländischen Gastwissenschaftlern. Platz 1 bei den Geförderten der Alexander von Humboldt-Stiftung und des European Research Council (ERC) sowie Platz 4 der Förderungen des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) heben die TU Darmstadt in die Position der beliebtesten Gastgeberhochschule in Deutschland. Im Bereich der Ingenieurwissenschaften zählt sie insgesamt 67 Aufenthalte beziehungsweise Förderungen.

Das kürzlich erschienene Ranking legt dar, wie viele Fördergelder die deutschen Hochschulen in den Jahren 2005 bis 2007 aus verschiedenen Quellen einwarben. Ergänzt werden die Statistiken zur finanziellen Förderung durch Angaben zur wissenschaftlichen Expertise sowie zur internationalen Attraktivität. Seit 1997 veröffentlicht die DFG alle drei Jahre ihren Bericht über die Ausschüttung von Fördergeldern an die deutschen Hochschulen.

Quadrocopter probt den Ernstfall

TU Darmstadt gewinnt beim europäischen Flugrobotik-Wettbewerb

Er fliegt, sieht gut, ist klein und wendig: der Quadrocopter des Instituts für Flugsysteme und Regelungstechnik an der TU Darmstadt. Bei einem Wettbewerb für kleine autonome Fluggeräte siegte er kürzlich in der Kategorie „Outdoor Autonomy“.

Das Flugturnier fand im Rahmen der European Micro Air Vehicle Conference (EMAV09) im niederländischen 't Harde statt. Dort mussten die Fluggeräte unter anderem autonom starten und landen, einen simulierten Verkehrsunfall auf einem etwa 20 Hektar großen Suchfeld finden, einen kleinen Ball im Flug zielicher abwerfen, einen Ballon berühren und durch einen Torbogen fliegen. Trotz der widrigen Wetterbedingungen hielt der Quadrocopter seine Fluglage und die vorgegebene Flugbahn exakt ein.

Kleindrohnen als Notfallhelfer

Die möglichen Anwendungen von autonomen Kleindrohnen sind vielfältig. Schon heute testen Behörden und Katastrophenschutz-Organisationen die neue Technologie. Die kleinen Fluggeräte können Bilder und Videos aus unterschiedlichen Positionen aufnehmen und der Einsatzleitung schnell zur Verfügung stellen. Mit entsprechenden Sensoren ausgestattet orten sie auch Schadstoffe. Andere Anwendungen finden sich in der Umwelt-, Gebäude- und Verkehrsüberwachung.

Der Quadrocopter des Darmstädter Teams um Professor Uwe Klingauf wird von vier Elektromotoren angetrieben, die für den notwendigen Auftrieb sorgen und gleichzeitig über Veränderungen der Drehzahl die Fluglage regulieren. Das



Der Quadrocopter der TU Darmstadt gewann im niederländischen 't Harde in der Kategorie „Outdoor Autonomy“ den Wettbewerb für kleine autonome Fluggeräte.

Flugobjekt wiegt etwa 1,2 Kilogramm und hat einen Durchmesser von 70 Zentimeter.

Das Institut für Flugsysteme und Regelungstechnik hat in den vergangenen drei Jahren alle Systemkomponenten des Quadrocopters entwickelt und getestet. Im Rahmen des interdisziplinären Graduiertenkollegs 1362 der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) soll das Fluggerät künftig zur Demonstration von Forschungsergebnissen im Bereich der kooperativen Steuerung von heterogenen Robotersystemen sowie als Trägerplattform für vernetzte Sensoren eingesetzt werden.

Fit bis ins hohe Alter

Wissenschaftler der TU Darmstadt wollen Senioren zu mehr Bewegung anregen

Wissenschaftliche Studien belegen es: Viele Senioren bewegen sich zu wenig. Das Fachgebiet Multimedia Kommunikation (KOM) der Technischen Universität Darmstadt entwickelt derzeit ein System, das ältere Menschen zu mehr Sport anregen soll. Im Rahmen des Projekts Motivotion 60+ wird für jeden Nutzer ein persönliches Fitness-Coaching-System entwickelt.

Bild: forolia/Simone van den Berg



Das individuelle System überwacht die Aktivität und den Vitalstatus älterer Menschen. Gleichzeitig soll es durch ein gutes Game-Design mit Belohnungsprinzipien immer wieder neu zum Sport anregen. „Programme für Senioren müssen in besonderem Maße auf die jeweiligen Vorlieben und Trainingsziele, vor allem

aber auf den Fitness- und Gesundheitszustand abgestimmt werden“, weiß Professor Ralf Steinmetz, Leiter des Fachgebiets Multimedia Kommunikation an der TU Darmstadt. Das kann durch ein sensorgestütztes System erreicht werden: Vitalsensoren messen die Herzaktivität. Bewegungssensoren erkennen die Sportarten. GPS-Sensoren erstellen Streckenverlauf und Höhenprofil. Die gesammelten Daten können dann an eine Internet-basierte Datenbank gesendet und dort ausgewertet werden. So lässt sich einfach herausfinden, ob das Geleistete mit den Trainingszielen übereinstimmt und welche Fortschritte der Nutzer macht.

Dauerhaft motivieren

„Eine besondere Herausforderung wird es sein, Sensoren zu entwickeln, die die Aktivität und den Vitalstatus messen, ohne dabei die Bewegung zu beeinflussen oder den Nutzer zu stören. Ein reibender Brustgurt zur Messung der Herzfrequenz wäre schrecklich“, erläutert Dr. Stefan Göbel, der das Projekt bei KOM wissenschaftlich betreut. Ein ganz wichtiger Faktor sei vor allem auch

Geförderte Forschung

Innerhalb weniger Wochen bewilligte das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gleich zwei neue Projektanträge des Fachgebiets Multimedia Kommunikation (KOM) am Fachbereich Elektrotechnik der TU Darmstadt. Neben Motivotion 60+ fördert das BMBF für zwei Jahre das Projekt VirtuRAMA. Es ist ein Teilprojekt von German-Lab und dreht sich um das Internet der Zukunft. Insgesamt 700 000 Euro stellt die Bundesregierung den Forschern zur Verfügung. VirtuRAMA zielt auf die Virtualisierung von Leitungen und Routern. So soll eine zukunftsichere Internetarchitektur geschaffen werden.

die nachhaltige Akzeptanz bei den Nutzern. So zeigen bisherige Studien, dass spielerische Methoden und Geräte zwar einen guten Einstieg und Anreiz zur Bewegung bieten, der Motivationsfaktor aber schnell wieder nachlässt. Genau an dieser Stelle setzt das Projekt der TU Darmstadt an. Die Wissenschaftler werden nach Methoden und Belohnungen suchen, die Senioren dauerhaft zu mehr Bewegung animieren.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert das Projekt Motivotion 60+ im Bereich Altersgerechte Assistenzsysteme für ein gesundes und unabhängiges Leben (AAL) über drei Jahre mit insgesamt rund 2,5 Millionen Euro. Zudem subventionieren die gesetzlichen Krankenkassen das System.

The Global Leader in Automotive Safety Systems

KOBLENZ

Safety on the road. It's up to you.



TRW gehört mit weltweit rund 66.300 Mitarbeitern an über 200 Standorten und einem Umsatz von mehr als 14,7 Mrd. U.S. Dollar zu den größten Automobilzulieferern und blickt auf eine lange Tradition in der Entwicklung von Fahrzeugsicherheitssystemen zurück.

Unser Technologie-Zentrum in Koblenz entwickelt Spitzentechnologie: Scheibenbremsen, Bremskraftverstärker und elektronisch geregelte Fahrsicherheitssysteme für nahezu alle europäischen und einige außereuropäische Automobilhersteller. Produktionsstandort unserer innovativen Produkte: ebenfalls Koblenz. Darüber hinaus bilden wir hier mit über 1.800 Mitarbeitern das europäische Headquarter für Operations, Sales/ Marketing, Information Systems und den globalen Einkauf.

Arbeiten Sie mit an wegweisenden Innovationen in Bremssystemen! In unserem europäischen Entwicklungszentrum in Koblenz geben wir als einer der führenden Systemlieferanten und Technologiepartner internationaler Automobilhersteller mit modernsten Entwicklungsmethoden internationale Standards vor. Der Bereich Braking Systems bietet ein ideales Umfeld für Höchstleistungen – interdisziplinär und international.

Spannende Entwicklungsaufgaben

- Entwicklung innovativer Bremssystemkomponenten für alle führenden Fahrzeughersteller
- Entwicklungspartner für aktive Sicherheitssysteme wie ABS, ASR, ESP, EPB ... in der Automobilindustrie
- Softwareentwicklung für diese Sicherheitssysteme
- Anwendung und Entwicklung von Tools wie Hardware in the Loop Simulation, FEM Berechnungen, CAE allgemein für o. g. Produktentwicklungen
- Test, Versuch (incl. Fahrzeugversuch) und Serienfreigabe unter höchsten Sicherheitsstandards für o. g. Produkte

Für Profis und Einsteiger

- Diplom-Ingenieure/-innen (TH/FH) mit fundiertem Fachwissen in angewandter Forschung/Entwicklung
- Fachgebiete: Maschinenbau (Fahrzeug- oder Konstruktionstechnik), Elektrotechnik (Nachrichtentechnik oder Elektronik), Mechatronik, Informatik bzw. Technische Informatik
- Team- und Kommunikationsfähigkeit sowie eigenverantwortliches Arbeiten
- Sehr gutes Englisch ist ein Muss, weitere Fremdsprachen sind ein Plus

Interessiert? Dann informieren Sie sich über offene Stellen auf unserem Bewerberportal www.karriere.trw.de. Oder bewerben Sie sich initiativ. Auf jeden Fall bevorzugt online. Erste Fragen beantwortet Ihnen gerne Herr Manuel Tschauer unter (0261) 8952221.

TRW Automotive
Human Resources
Postfach 10 03 43 · 56033 Koblenz
www.trw.de

Interessante Jobs:
www.karriere.trw.de

Reinschnuppern gefällig?

Entdecken, wie spannend Forschung sein kann. Herausfinden, welches Studienfach das richtige ist. Feststellen, ob das Traumstudienfach den eigenen Vorstellungen entspricht: An der TU Darmstadt ist all das möglich. Ob mit der ganzen Klasse oder lieber alleine – die Technische Universität Darmstadt bietet jungen Menschen zahlreiche Angebote, sich auf dem Campus umzuschauen und in die Studiengänge hineinzuschnuppern. Ein Schwerpunkt auf zwei Seiten.

Zu Gast bei Mathematikern

Sudoku und Baustellenplanung mit Bleistift und Optimierungssoftware

Wie bringe ich einen Computer dazu, ein Sudoku zu lösen? Diese Frage beschäftigte kürzlich 20 Schülerinnen und Schüler eines Mathematik-Leistungskurses der Darmstädter Edith-Stein-Schule. Jedes Jahr sind Jugendliche der zwölften Klasse eine Woche lang zu Gast bei den Mathematikern der TU Darmstadt. Dieses Mal stand Optimierung auf dem Stundenplan.

Die **Arbeitsgruppe Optimierung** hatte für ein abwechslungsreiches Programm gesorgt. Neben einer Einführung in die verschiedenen Optimierungsmethoden mit Übungen erhielten die Schüler einen Einblick in aktuelle Software aus der „Diskreten Optimierung“ und deren neueste Entwicklung. Außerdem gab es einen kurzen Überblick über die Studienmöglichkeiten am Fachbereich Mathematik.

Die Praxis kam dabei nicht zu kurz. „So, hier ist ein Sudoku. Löst das bitte mit dem Computer und schreibt ein Programm, das verschiedene Sudokus generiert“, lauteten in etwa die einführenden Worte der Übungsleiter zu einer der beiden Aufgaben. „Man wird einfach ins kalte Wasser geworfen“, klagten manche Schüler zunächst. Doch dann packte sie der Ehrgeiz. „Ausdauer und Frustrationstoleranz sind zwei wesentliche Voraussetzungen für ein Mathematikstudium“, betonte Professor Alexander Martin. Zu sehr strapazierte er die Frustrationsgrenze der Jugendlichen aber nicht. Wissenschaftliche Mitarbeiter der Diskreten und Nichtlinearen Optimierung standen bei Fragen jederzeit Rede und Antwort.

Neben dem Sudoku war auch ein Transportproblem zu lösen: Die Schüler planten, wie drei Steinbrüche fünf Baustellen beliefern sollten, damit alle die bestellte Menge erhielten und gleichzeitig der Transport so billig wie möglich blieb. Auch diese Aufgabe meisterten sie mit Bravour. Sie entdeckten, dass es manchmal sehr hilfreich sein kann, erst das Modell ordentlich auf ein Blatt Papier zu schreiben, anstatt es sofort am Rechner zu lösen. „Am Anfang war es ganz schön schwer, in das Thema einzusteigen“, sagte Murielle Manambelona. Tobias Augenstein fand das Optimieren „sehr interessant“. „Anwenden werde ich das Gelernte aber vermutlich erst mal nicht“, fügte er hinzu.

„Ich ziehe den Hut vor der Gruppe und habe Respekt, dass sie so konzentriert bei der Sache geblieben sind“, sagte Lehrerin Renate Benz-Heinbücher zum Abschluss der Woche. Vielleicht haben während der Optimierungswoche sogar einige der Schülerinnen und Schüler die Mathematik als ihr künftiges Studienfach entdeckt.

Bremsen, bevor es kracht

Schüler programmieren Legoautos am Fachgebiet Echtzeitsysteme

Wenn das Fachgebiet Echtzeitsysteme der TU Darmstadt einen Schülerworkshop veranstaltet, verwandelt sich der PC-Pool in ein Testlabor für Fahrzeuge. Zu zweit oder zu dritt sitzen die Jungs und Mädchen an den Computern. Vor ihnen steht ein Legoauto. Aufgabe der Schüler ist es, dem Fahrzeug verschiedene Fähigkeiten einzuprogrammieren und sie zu testen. Hupen soll es etwa, wenn es einem anderen Fahrzeug zu nahe kommt und schließlich bremsen oder gar ausweichen, um einen Unfall zu vermeiden. Mitarbeiter und Studierende des Lehrstuhls von Professor Andy Schürr helfen den Jugendlichen.

Im Informatikunterricht lernen die Schüler zwar das Programmieren. Oft fehlt jedoch der Bezug zur Praxis. Die Frage, wozu die Programmiersprachen Java, C++ und Co. außerhalb der Computerwelt nützen, bleibt unbeantwortet. Der Workshop des Fachgebiets Echtzeitsysteme soll das ändern. „Alles, was die Schüler im Unterricht lernen, können sie hier anwenden“, sagt Sebastian Oster, der das Projekt betreut. Dazu lässt der Diplom-Informatiker sich extra den aktuellen Lehrplan der teilnehmenden Klassen schicken. Zusammen mit Studierenden des Fachgebiets entwirft er dann Aufgaben, die die Schüler mit ihrem Wissen bewältigen können.

Sensoren versorgen Legoautos mit Informationen

Die Lego-Mindstorm-Fahrzeuge, an denen die jungen Tüftler arbeiten, sind mit verschiedenen Sensoren ausgestattet: Lichtsensoren erkennen Helligkeit und Farbe, Ultraschallsensoren registrieren Abstände und Hindernisse, Berührungssensoren nehmen die Umgebung wahr und Geräuschsensoren reagieren auf Geräusche. Programmiert werden können die Fahrzeuge sowohl mit Java als auch mit C++.

Mathe bis um Mitternacht

Suchexpedition in der Welt der Zahlen

40 mathematikbegeisterte Schüler der 13. Klasse reisten in den Herbstferien für eine Woche nach Fulda. Bei der zehnten Modellierungswoche der TU Darmstadt und des Zentrums für Mathematik berechneten sie, wie sich Container platzsparend beladen lassen, überlegten, wie GPS-Geräte Positionen noch exakter angeben können oder tüftelten an einem Computerprogramm, das Bäume anhand ihrer Blattformen erkennt. „Offiziell endete der Workshop täglich mit dem Abendessen. Die Schüler arbeiteten aber oft eigenständig bis Mitternacht weiter“, erzählt Professor Martin Kiehl freudig.

Viele Teilnehmer der Modellierungswoche kamen aus Hessen. Manche reisten aber auch aus anderen Bundesländern an. Sie alle hatten zuvor bei landesweiten Mathematik-Wettbewerben gesiegt. Mitarbeiter des Zentrums für Mathematik in Bensheim (ZfM) und das Team um Professor Martin Kiehl vom Fachbereich Mathematik der TU Darmstadt betreuten die Schüler.

Anstrengend, aber toll

Seit 2000 findet die Modellierungswoche jedes Jahr im Herbst statt. Neben den Schülern sind immer wieder angehende Lehrer mit von der Partie. Sie sollen

Neugier erwünscht

Einblicke in naturwissenschaftliche und technische Forschung bieten die TU Darmstadt, die Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) und das Fraunhofer-Institut für Sichere Informationstechnologie vom 16. bis 26. November. Bei den Schnuppertagen für Schülerinnen der Jahrgangsstufen zehn bis 13 können junge Frauen ihre eigenen Vorstellungen von Studium und Wissenschaft mit der Wirklichkeit vergleichen. Bei Übungen, Versuchen und persönlichen Gesprächen lernen sie die Fachbereiche und Forschungseinrichtungen kennen.

Weitere Informationen für Schüler und Lehrer: http://www.tu-darmstadt.de/vorbeischauen/schueler_und_lehrer/schuelerbildung oder direkt auf den Webseiten der Fachbereiche



Spielerisch zur Erkenntnis.

Die Übung am Legoauto hat praktische Relevanz: Das auf den Fahrzeugen installierte Betriebssystem NXTosek ist ein Klon des Echtzeitsystems OSEK-OS, das in der Automobilindustrie für den Einsatz auf kleinen Computern, den sogenannten Steuergeräten, entwickelt wurde. Diese werden etwa im Antiblockiersystem (ABS), dem Elektronischen Stabilitätsprogramm (EPS) oder dem Bremsassistenten verwendet, um das Fahren leichter und sicherer zu machen.

Kontakt: Diplom-Informatiker Sebastian Oster, Fachgebiet Echtzeitsysteme,
E-Mail: sebastian.oster@es.tu-darmstadt.de

Mädchen drängen in IT-Berufe

Der Fachbereich Informatik und das Forum Beruf, Karriere, Zukunft wollen Mädchen, die sich für IT interessieren, und Frauen, die in der IT-Branche arbeiten, zusammenbringen. Gemeinsam riefen sie daher das Patenschaftsprojekt „IT-Angels“ ins Leben. Das Programm richtet sich an Schülerinnen ab zwölf Jahren. Drei Monate lang sollen IT-Spezialistinnen den Mädchen die Welt der Informatik näherbringen, ihnen aus dem Berufsleben erzählen und Schwellenängste abbauen. „Wir möchten die Mädchen vom Spielen zum Forschen bringen“, sagt Professor Karsten Weihe, Dekan des Fachbereichs Informatik an der TU Darmstadt. „IT-Angel“ kann jede ausgebildete oder angehende IT-Fachfrau werden.

Infos und Anmeldung: www.girls-go-it.de

Juniorlabor feiert ersten Geburtstag

Mit mehr als 200 Schülern und Lehrern haben die Technische Universität Darmstadt und das Pharma- und Chemieunternehmen Merck kürzlich den ersten Geburtstag des gemeinsamen „Merck-TU Darmstadt-Juniorlabors“ auf dem Campus Lichtwiese in Darmstadt gefeiert. Die Partner zogen eine positive Bilanz der bundesweit einmaligen Kooperation, die darauf zielt, junge Menschen von der Grundschule bis zur Oberstufe für Chemie zu begeistern. Seit der Eröffnung im September des vergangenen Jahres experimentierten unter Anleitung des Chemikers Dr. Klaus Jürgen Wannowius mehr als 2400 Schüler im Juniorlabor.

Infos: www.juniorlabor.tu-darmstadt.de

Kontakt und Anmeldung:

Dorothee Nikolaus, TU Darmstadt,
nikolaus@ac.chemie.tu-darmstadt.de

LAN-Party nur für Mädchen

Eine neue Auflage der LAN-Party „Girls only“ findet von Freitag, 20., bis Samstag, 21. November, an der TU Darmstadt statt. In Workshops erkunden die Mädchen zwischen zwölf und 18 Jahren die Welt der Computer. Im Mittelpunkt steht – wie bei LAN-Partys üblich – das Spielen. Die Teilnahme ist kostenlos. Computerkenntnisse sind nicht nötig. Eigene Software können die Mädchen mitbringen. Die TU Darmstadt unterstützt das Forum Beruf, Karriere, Zukunft zum bereits zweiten Mal bei der LAN-Party „Girls only“. Die Schirmherrschaft hat das Frauenbüro der Stadt Darmstadt übernommen.

Infos und Anmeldung: www.girls-go-it.de

Bookmark

Doktoranden-Stipendium

„Wie fundamentalistisch ist die Moderne?“ lautet das Thema des elften Doktoranden-Stipendiums der Wissenschaftlichen Buchgesellschaft (WBG). Bewerben können sich junge Wissenschaftler aus den Bereichen Religionswissenschaft, Philosophie, Geschichte, Politikwissenschaft oder Soziologie, deren Dissertation sich mit einem der zahlreichen Aspekte von Fundamentalismus in der Moderne befasst. Die Förderung beträgt 800 Euro im Monat für die Dauer von zwei Jahren. Sie setzt zum 1. April 2010 ein. Die Altersgrenze der Bewerber liegt bei 35 Jahren, gegebenenfalls zuzüglich Erziehungszeit. Bewerbungsschluss ist der 31. Dezember 2009.

Infos und Unterlagen:
www.wbg-wissenverbindet.de

Lizenz zum Arbeiten

Literatur recherchieren und leichter verwalten

Moderne Software erleichtert in vielen Fällen das wissenschaftliche Arbeiten, hilft, unnötige Fehler zu vermeiden und spart kostbare Zeit. Mit zwei neuen Campuslizenzen können an der TU Darmstadt die Programme Citavi und Endnote genutzt werden.

Pünktlich zum Start des laufenden Wintersemesters erweiterte die Universitäts- und Landesbibliothek (ULB) Darmstadt ihren Service: Seit Oktober sind an der TU Darmstadt Campuslizenzen für die aktuellen Versionen der Literaturverwaltungsprogramme Citavi und Endnote verfügbar. Mit den Lizenzen können Studierende, Lehrende und Mitarbeiter der TU die beiden Programme kostenlos nutzen. Das Angebot ist zunächst auf zwei Jahre befristet.

Citavi und Endnote erlauben den Nutzern, direkt in Datenbanken und Bibliothekskatalogen nach Fachliteratur zu suchen. Sie können gefundene Daten

importieren, eigene Literaturlisten erstellen und verwalten sowie Zitate und Literaturlisten eigenständig oder innerhalb eines Textdokuments ausgeben. So ist es einfach möglich, Literatur inhaltlich aufzuarbeiten, Wissen zu organisieren und Texte zu konzipieren. Egal, ob für eine Abschlussarbeit, einen Forschungsartikel, einen Forschungsantrag oder einen Projektbericht: Die persönliche Literaturverwaltungssoftware verhilft zu effizientem und professionellem Umgang mit Literaturzitaten.

Jedes TU-Mitglied ist berechtigt, die Citavi und Endnote an einem Dienst- und an einem privaten Arbeitsplatz zu verwenden. Wer die Programme vor der Installation ausgiebig testen möchte, findet sie in Kürze auch in den PC-Pools des Hochschulrechenzentrums (HRZ). Zudem bietet die Universitäts- und Landesbibliothek eine Schulungsreihe zur persönlichen Literaturverwaltung mit Citavi, Endnote, BibTeX und Online-Literaturverwaltung an. Ausführliche Informationen zu Installation und Nutzung sind auch auf den Internetseiten der ULB zu finden.

Infos und Termine: www.ulb.tu-darmstadt.de/literaturverwaltungssoftware.de.jsp
 Ansprechpartner: Dr. Oliver Mitesser, mitesser@ulb.tu-darmstadt.de

Spurensuche in Griechenland

Akarnanien stand im Mittelpunkt einer Tagung, die im Oktober am Fachgebiet Klassische Archäologie des Fachbereichs Architektur der TU Darmstadt stattfand. Unter dem Titel „Akarnanien – Interdisziplinäre Regionalstudien im Westen Griechenlands“ tauschten die Teilnehmer ihre neuesten Erkenntnisse aus. Sie betrachteten die Entwicklung der alten westgriechischen Bergregion aus archäologischer, geowissenschaftlicher, biologischer und baugeschichtlicher Perspektive.

TU-Alumni besuchen den VDI

Absolventen der TU Darmstadt, die im Rhein-Ruhr-Gebiet leben und arbeiten, trafen sich kürzlich bei der zweiten Zusammenkunft des regionalen Alumni-Netzwerks Rhein-Ruhr. Gastgeber war der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) in Düsseldorf. Lars Funk, Bereichsleiter Beruf und Gesellschaft des VDI, stellte in seinem Vortrag die neuesten Projekte des Vereins vor. Professor Reiner Anderl, Vizepräsident der TU Darmstadt, informierte über die aktuellen Entwicklungen an der TU Darmstadt. Der überwiegende Teil der Gäste kam aus den Fachrichtungen Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen. Aber auch Soziologen, Physiker, Mathematiker und Germanisten waren dabei. Ein spannender Mix, der beim anschließenden Get-together zu interessanten Gesprächen führte. Viele Aspekte aus Professor Anderls Vortrag wurden aufgegriffen und vertieft. Auch der VDI war Thema. Wolfgang Schröter, Geschäftsführer des Vereins, beantwortete die Fragen der Alumni.

Das nächste Treffen für das Alumni-Regionalnetzwerk Rhein-Ruhr findet im kommenden Jahr statt. Termine und weitere Infos unter: www.alumni.tu-darmstadt.de.
 Katharina Krickow



Bild: Katrin Böhner

Mehr Service für das E-Learning

Vorlesungen lassen sich jetzt noch vielfältiger aufzeichnen

Das e-learning center (elc) der TU Darmstadt hat seinen Service erweitert. Seit diesem Semester bietet das Team nun Unterstützung für das Autorenwerkzeug Camtasia Studio an. Auch für „reine“ Videoaufzeichnungen leistet das elc zusammen mit der Multimedia AG des Hochschulrechenzentrums jetzt noch mehr Hilfestellungen. Angebote rund um die Aufzeichnungssoftware Lecturnity bleiben selbstverständlich erhalten.

Camtasia Studio zählt zu den sogenannten „Screen Capture Tools“. Das Programm eignet sich unter anderem dazu, Dozierende aufzuzeichnen, die ihren Vortrag durch PDF-Dokumente oder Open-Office-Dateien untermalen. Mit der Software Lecturnity lassen sich PowerPoint-basierte Präsentationen multimedial aufzeichnen, inklusive aller Aktionen, die während des Vortrags auf dem Präsentationsmedium stattfinden.

Das e-learning center im Hochschulrechenzentrum unterstützt Dozierende seit nunmehr fünf Jahren beim Aufzeichnen von Lehrveranstaltungen. Zudem

geben die Mitarbeiter immer wieder Tipps, wie sich die Mitschnitte didaktisch sinnvoll in Lehr-/Lernszenarien einbauen lassen.

Der Einsatz der Informations- und Kommunikationstechnik in der universitären Lehre begeistert stets mehr Lehrende und Studierende. Selbstbestimmtes und selbstorganisiertes Lernen, unabhängig von Ort und Zeit sowie die Möglichkeit, Inhalte zum besseren Verständnis beliebig oft zu wiederholen, sind nur einige Argumente, die für die Aufzeichnungen in der Hochschullehre sprechen. Welche didaktischen und technischen Lösungen für Dozierende geeignet sind, um audiovisuelle Medien sinnvoll in der Lehre einzusetzen, entwickeln die Mitarbeiter des elc in persönlichen Gesprächen mit den Wissenschaftlern.

Kontakt und Infos: Evelyn Ehrlich, 06151 16-6159, info@elc.tu-darmstadt.de,
<http://www.e-learning.tu-darmstadt.de/werkzeuge/aufzeichnungen>

Theorie ist grau. Sagt man. Praxis ist bunt. Sagen wir.

Das Studium Universale ist eine schöne Vision: Alles kennen lernen, viele Einblicke gewinnen und das Wissen ganz verschiedener Disziplinen sammeln. Unser Angebot für Studenten (w/m) orientiert sich an diesem Gedanken. Als Konzern, der ein riesiges Spektrum rund um Energie und energienahe Dienstleistungen abdeckt, können wir diese Vielfalt auch bieten. Ob in einem Praktikum, einer Werkstudententätigkeit oder mit der Möglichkeit, die Abschlussarbeit des Studiums bei uns anzufertigen. Wir sind sicher, Ihnen die passende Chance bieten zu können.

Mehr Informationen unter:

www.enbw.com/karriere



— EnBW

Energie
braucht Impulse

Bookmark

Dienstjubiläen

Dr.-Ing. Friedrich Gruttmann, Professor am Fachbereich Bauingenieurwesen und Geodäsie, Institut für Werkstoffkunde und Mechanik im Bauwesen der TU Darmstadt: 25 Jahre.

Christel Voß, Amtfrau in der Universitäts- und Landesbibliothek der TU Darmstadt: 40 Jahre.

Dr.-Ing. Klaus Hufnagel, Leiter des Windkanals, Fachgebiet Strömungslehre und Aerodynamik im Fachbereich Maschinenbau: 25 Jahre.

Neue Professoren

Prof. Dr. Marek Fuchs wurde als Professor im Fachbereich Gesellschafts- und Geschichtswissenschaften, Soziologie mit Schwerpunkt Methoden der empirischen Sozialforschung (LOEWE-Proffessur), eingestellt. Fuchs, Jahrgang 1964, war bisher an der Universität Kassel tätig.

Dr.-Ing. Matthias Hollick wurde zum Professor im Fachbereich Informatik berufen. Hollick, Jahrgang 1973, war bisher als kommissarischer Vertreter beschäftigt.

PD Dr. Marianne Kneuer übernimmt die Vertretung einer Professur im Fachbereich Gesellschafts- und Geschichtswissenschaften, Politikwissenschaft. Kneuer kommt von der Fernuniversität Hagen.

Prof. Dr. Cornelia Koppetsch wurde zur Professorin im Fachbereich Gesellschafts- und Geschichtswissenschaften, Soziologie, ernannt. Cornelia Koppetsch tritt die Nachfolge Beate Kraiss an und kommt von der Universität Jena.

PD Dr. Marco Lübbecke übernimmt die Vertretung einer Professur im Fachbereich Mathematik, Optimierung.

Prof. Dr. Gerrit Schenk wurde als Professor im Fachbereich Gesellschafts- und Geschichtswissenschaften, Mittelalterliche Geschichte, eingestellt. Schenk, Jahrgang 1968, tritt die Nachfolge von Natalie Fryde an. Er war bisher an der Universität Heidelberg tätig.

Prof. Achim Schwenk PhD wurde als Professor im Fachbereich Physik, Theoretische Kernphysik (EMMI-Proffessur), eingestellt. Schwenk, Jahrgang 1975, war bisher bei TRIUMF, Kanada, beschäftigt.

Prof. Dr. Ralf Tenberg wurde zum Professor im Fachbereich Humanwissenschaften, Didaktik der Technik, ernannt. Tenberg, Jahrgang 1961, war bisher bei der Universität Hannover beschäftigt.

Prof. Dr.-Ing. Karsten Tichelmann wurde zum Professor im Fachbereich Architektur, Tragwerksentwicklung, ernannt. Tichelmann, Jahrgang 1965, war bisher bei der Hochschule Bochum beschäftigt.

Dipl.-Ing. Martin Wolf übernimmt die Vertretung einer Professur im Fachbereich Architektur, Entwerfen und Gebäudelehre. Wolf, Jahrgang 1964, war bisher als freier Architekt tätig.

Wasser für die Welt

TU Darmstadt präsentiert Ver- und Entsorgungstechnik auf der Expo 2010



Themen für die Großstädte von morgen: Sauberes Wasser und Müllentsorgung.

Das Fachgebiet Abwassertechnik des Instituts WAR wird im kommenden Jahr mit einer Ausstellung auf der Expo 2010 in Schanghai vertreten sein.

Gemeinsam mit dem Institute of Environmental Science der Tongji Universität Shanghai präsentiert das Team um Professor Peter Cornel die Ergebnisse des interdisziplinären Forschungsansatzes „Semizentral“. Die Wissenschaftler aus China und Deutschland haben Infrastruktursysteme für die Ver- und Entsorgungsbereiche Wasser, Abwasser und Abfall entwickelt, die sich flexibel an sich ändernde Rahmenbedingungen anpassen lassen. Seit März läuft in Eberstadt eine erste erfolgreiche Versuchsanlage. Diese dient im Rahmen des Pro-

jekts „Lösungen für semizentrale Ver- und Entsorgungssysteme urbaner Räume am Beispiel von Hanoi“ zur Optimierung der Prozesse innerhalb der Anlage. Die Expo in Schanghai öffnet am 1. Mai 2010 für sechs Monate ihre Pforten. Zur größten Weltausstellung aller Zeiten erwarten die Ausrichter 70 Millionen Menschen. Ausgehend vom Jahrhundert der Städte und den damit verbundenen Herausforderungen steht die Expo im kommenden Jahr unter dem Motto „better city – better life“. In zahlreichen Pavillons schlagen die Aussteller Gestaltungsmöglichkeiten für die Stadt der Zukunft vor.

Erstmals werden auf einer Weltausstellung Städtebeiträge zu sehen sein. In der Urban Best Practice Area warten, neben den Ingenieuren aus Darmstadt, auch Teilnehmer aus Hamburg, Düsseldorf, Freiburg und Bremen mit ihren Ideen auf.

Weiteres Infos zum Projekt: www.semizentral.de

Sehen, was die anderen machen

Alumni-Netzwerk der TU Darmstadt begrüßt sein 2000. Mitglied: Ulrike Schobbe

Innerhalb gut eines Jahres hat sich die Zahl der Mitglieder im Alumni-Netzwerk der TU Darmstadt verdoppelt. 2000 ehemalige Studierende gehören der Organisation mittlerweile an. Der 2000. registrierte Alumnus ist eine Frau: Ulrike Schobbe. Beim gemeinsamen Abendessen mit Professor Reiner Anderl, Vizepräsident der TU, Dr. Jürgen Ohrnberger, Geschäftsführer der Freundesvereinigung der TU, und Katharina Krickow, zuständig für das Alumni-Netzwerk, erzählte die Bauingenieurin kürzlich aus ihrem Leben.

Bevor Ulrike Schobbe im Jahr 1992 mit dem Studium begann, machte sie eine Ausbildung zur technischen Zeichnerin. So hatte sie Zeit, sich für das passende Studienfach zu entscheiden: Bauingenieurwesen. Gerne erinnert sich die Absolventin an die Stationen ihres Studiums; an die Zeit als Tutorin in Professor Johann-Dietrich Wörners Arbeitsgruppe „Planen, Entwerfen und Konstruieren“, an die – wie sie findet – „großartigen Physikvorlesungen mit den vielen Versuchen“ oder an die Vermessungsübungen auf der Lichtwiese und im Vogelsberg.

Auf Wanderschaft

Ein besonderes Erlebnis war Schobbes Auslandssemester an der Università La Sapienza in Rom. Hier lernte sie Italienisch,

genoss die südländische Lebensart und knüpfte Freundschaften, die sie noch heute pflegt. An der römischen Universität schrieb sie auch ihre Studienarbeit. „Ich hatte eine tolle Zeit. Das Auslandssemester war die richtige Entscheidung“, sagt sie rückblickend.



Bild: Alumni-Netzwerk

Auf zu neuen Ufern

Heute arbeitet Schobbe als Projektmanagerin im Bereich Messebau. Das im Studium erworbene Wissen kann sie nur bedingt anwenden. Dafür muss sie häufig Probleme analysieren und technische Details schnell nachvollziehen, zwei Fähigkeiten, die sie an der TU Darmstadt schulte. Organisationstalent besitze sie allerdings von Haus aus, sagte Schobbe und ergänzt: „Das ist das A und O für diesen Job.“

Durch die Registrierung beim Alumni-Netzwerk der TU hofft Schobbe, frühere Kommilitonen wiederzufinden. Sie will sehen, was die anderen heute machen. „Es gibt so viele, die man komplett aus den Augen verloren hat“, stellt sie fest. Bei Alumni-Netzwerk wird sie vielleicht schon bald einige der früheren Studienfreunde treffen.

Katharina Krickow

Energie aus der Tiefe

NATURpur Institut stiftet Geothermie-Profsur an der TU Darmstadt

Unter der Erdoberfläche lagert ein riesiges, bisher kaum genutztes Energiereservoir: Wärme. Die Frage, wie man die Wärme der Erde – Fachleute sprechen von Geothermie – effizient und sicher nutzen kann, wollen die TU Darmstadt und das NATURpur Institut für Klima und Umweltschutz gemeinsam beantworten. Dazu stiftet das Institut, eine Tochtergesellschaft der HSE AG, eine Professur am neuen Fachgebiet „Angewandte Geothermie“ an der TU. Diese wird der Geologe Professor Ingo Sass übernehmen.

TU-Präsident Professor Hans Jürgen Prömel sagte bei der Unterzeichnung des Vertrags zur Stiftungsprofessur: „Wir freuen uns sehr, mit dem NATURpur Institut für Klima- und Umweltschutz einen starken Partner für die Kooperation in der Angewandten Geothermie gefunden zu haben. Die TU Darmstadt wird diese Chance nutzen, Forschung und Entwicklung in diesem wichtigen Feld der regenerativen Energien voranzutreiben.“

Forschungsziele

Matthias W. Send, Vorsitzender der Geschäftsführung des Instituts, erklärte: „Wenn wir die Erderwärmung tatsächlich auf zwei Grad begrenzen wollen, geht das nur durch den verstärkten Einsatz erneuerbarer und effizienter Energien.“ „In diesen Bereichen muss vertieft geforscht werden. Deshalb haben wir uns entschlossen, eine Stiftungsprofessur ‚Geothermie‘ über einen Zeitraum von zehn Jahren zu fördern“, ergänzte Albert Filbert, Vorstandsvorsitzender der HSE AG, und gleichzeitig Vorsitzender des Kuratoriums des NATURpur Instituts für Klima- und Umweltschutz.

Wechselwirkung im Gestein

Im neuen Fachgebiet „Angewandte Geothermie“ untersuchen die Wissenschaftler der TU Darmstadt, wie sich die in der Erdkruste gespeicherte Energie wirtschaftlich nutzen lässt. Das Team um Professor Ingo Sass wird unter anderem erforschen, wie die Gesteinsformationen mit Flüssigkeiten, die zur geothermischen Nutzung eingebracht werden, wechselwirken, sowie Machbarkeits- und Potenzialstudien für geothermische Kraftwerke anfertigen.

Pflanzen um Mitternacht

Mehr als 500 Besucher lernten kürzlich die Forschung auf dem Biologie-Campus der TU Darmstadt kennen. Der Fachbereich Biologie und Botanischer Garten hatten zur Veranstaltung „Nacht der Lichter – Nacht der offenen Tür“ eingeladen. Die Biologen gaben Einblicke in biomedizinische Anwendungen der Strahlenbiologie und der Entwicklungsgenetik, boten Reisen in die Nanowelten der Biophysik und der Mikrobiologie an.

Professor Heribert Warzecha referierte über Pflanzen-Biotechnologie. Professor Paul G. Layer sprach über Phänomene der Evolution. Im hell erleuchteten Gewächshaus präsentierte Professor Ralf Kaldenhoff die moderne Pflanzen-Biotechnik. Entspannung fanden die Besucher im Botanischen Garten. Dort tauchten vielfältige Illuminationen die Pflanzen und Gewächshäuser in ein stimmungsvolles Licht. Auf dem Barfußpfad, beim Raten von Duftpflanzen oder beim Mikroskopieren erlebten die Besucher die Natur mit allen Sinnen.

Stiftung fördert Austausch

Unter neuem Vorsitz hat die Darmstädter Stiftung für Technologietransfer (DST) ihre Arbeit wieder aufgenommen. Vorstandsvorsitzender ist nun Dr. Jürgen Ohrberger. Vorsitzender des Beirats ist Dr. Karlheinz Nothnagel. Die Stiftung unterstützt den Austausch zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Ihre Aktivitäten konzentrieren sich auf die kleinen und mittelständischen Unternehmen der Region. So vergibt sie Preise für hervorragende Master- und Diplomarbeiten, die Studierende in Zusammenarbeit mit kleinen und mittleren Firmen anfertigen. Auch die Entwicklung neuer Produkte und innovativer Dienstleistungen sowie der Einsatz neuer Technologien werden gefördert. Zudem können Studierende und Absolventen der TU Darmstadt und der Hochschule Darmstadt Zuschüsse für die Teilnahme an Kongressen, Seminaren und Symposien beantragen.

Weitere Informationen zur Stiftung und deren Förderrichtlinien:

Darmstädter Stiftung für Technologietransfer, Alexanderstraße 25, 64283 Darmstadt, Telefon 06151 164144, www.stiftung-technologietransfer.de



Zufrieden: Matthias W. Send, Vorsitzender der Geschäftsführung des NATURpur Instituts, TU-Präsident Prof. Hans Jürgen Prömel, Eva Kühne-Hörmann, hessische Wissenschaftsministerin, Professor Ingo Sass und Albert Filbert, Vorstandsvorsitzender der HSE AG (von li. nach re.).

Blick in die Zukunft

Geothermische Energie zählt zu den regenerativen Energien. Sie dient sowohl direkt als Wärmeenergie als auch zur Erzeugung von Elektrizität oder in Kraft-Wärme-Kopplungssystemen. Eine breite Nutzung könnte helfen, die weltweiten CO₂-Emissionen deutlich zu reduzieren. Außerdem steht die Geothermie im Gegensatz zu anderen regenerativen Energien rund um die Uhr zur Verfügung. Dadurch eignet sie sich besonders gut zur Befriedigung des Grundbedarfs an Energie.

Im Oberrheingraben und damit auch in Südhessen ist die Situation für die Geothermie-Nutzung günstig, weil die Erdwärme verglichen mit anderen Regionen Mitteleuropas schon kurz unter der Oberfläche verfügbar ist. Das macht die Technische Universität Darmstadt und den Energieversorger HSE AG zu idealen Partnern für eine Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Geothermie.

Bookmark

Ernennung

Dr. Felix Geisler wurde zum Bibliotheksrat in der Universitäts- und Landesbibliothek ernannt.

Dr. Alf Gerisch wurde zum Akademischen Rat im Dekanat des Fachbereichs Mathematik ernannt.

Ruhestand, Emeritierungen

Prof. Dr. Wolfgang Domschke, Fachbereich Rechts- und Wirtschaftswissenschaften: zum 1. Oktober 2009.

Prof. Dr.-Ing. José Encarnação, Fachbereich Informatik, Graphisch-Interaktive Systeme: zum 1. Oktober 2009.

Prof. Dr. Peter Hagedorn, Fachbereich Maschinenbau, Dynamik und Schwingungen: zum 1. Oktober 2009.

Hans-Ulrich Schenker, Bibliotheksoberrat, Universitäts- und Landesbibliothek: zum 30. September 2009.

Prof. Dr. Jürgen Stenzel, Fachbereich Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Elektrische Energiesysteme: zum 1. Oktober 2009.

Prof. Dr. Hans-Georg Voss, Fachbereich Humanwissenschaften, Psychologie: zum 1. Oktober 2009.

Gastprofessur

Dr. Matthias Geifert ist bis 31. März 2010 als Gastprofessor am Fachbereich Mathematik tätig.

Prof. Dipl.-Ing. Hans-Günter Merz ist bis 15. März 2010 als Gastprofessor am Fachbereich Architektur, Experimentelles Gestalten tätig. Merz war ehemals an der Hochschule Pforzheim tätig.

Dr. Eva Quante-Brandt ist bis 31. März 2010 als Gastprofessorin am Fachbereich Humanwissenschaften tätig.

Auf Wachstumskurs

- 4672 Erstsemester im Wintersemester 2009/10
- 342 mehr als vor einem Jahr
- 20 844 Studierende insgesamt
- 1827 mehr als im Vorjahr

Vater der Ergonomie

Professor Walter Rohmert, der Begründer des Instituts für Arbeitswissenschaft, ist tot

Im Alter von knapp 80 Jahren ist Professor Walter Rohmert gestorben. Er leitete von 1963 bis 1995 das von ihm begründete Institut für Arbeitswissenschaft an der TU Darmstadt.

Walter Rohmert gilt als einer der Gründungsväter der Arbeitswissenschaft und Ergonomie. Zahlreiche Auszeichnungen und Ehrungen belegen seine herausragende Stellung als international renommierter Wissenschaftler, darunter der „IEA Outstanding Educators Award“ der International Ergonomics Association, der „Distinguished Foreign Colleague Award“ der Amerikanischen Human Factors and Ergonomics Society und die „Sir Frederic Bartlett Medal“ der British Ergonomics Research Society.

Als Hochschullehrer betreute Walter Rohmert mehr als 1500 Studien- und Diplomarbeiten, 72 Promotionen sowie zehn Habilitationen. Viele seiner Zöglinge sind heute als Professoren an Universitäten und Fachhochschulen tätig.

Walter Rohmert setzte sich nicht nur für die jungen Wissenschaftler seines Instituts ein. Er engagierte sich auch für die Hochschule. So war er in den turbulenten Jahren 1968 und 1969 Pro-Rektor der damaligen TH Darmstadt und von 1978 bis 1979 Dekan des Fachbereichs Maschinenbau. Zudem unterstützte er zwischen 1983 und 1994 die Vereinigung von Freunden der TH Darmstadt als Vorsitzender des Vorstandes.

Für sein außergewöhnliches gesellschaftliches Engagement wurde Walter Rohmert im Jahre 1989 mit dem Verdienstkreuz am Bande des Verdienstordens der Bundesrepublik Deutschland ausgezeichnet. Walter Rohmert war eine herausragende Persönlichkeit. Mit seinem Wirken, seinem Wesen und seiner Menschlichkeit wird er den Fachkollegen an der TU Darmstadt ein Vorbild bleiben. Professor Ralph Bruder, Leiter des Instituts für Arbeitswissenschaft



Bild: Privat

Professor Walter Rohmert legte das Fundament für die Ergonomie.

Be-Lufthansa.com/Technik/engineers



Could you fit this on an airplane?

A career at Lufthansa Technik offers some pretty unusual challenges. Like customising a jet to accommodate a luxury bathroom. Or visiting China to train mechanical engineers at one of our partner companies.

As well as being the world's leading aircraft maintenance and repair company, Lufthansa Technik work at the cutting-edge of the aviation industry. Many of our innovations have become standard world-wide. If you study industrial engineering, aerospace engineering, electrical engineering or aircraft construction why not join us?

Apply now for an internship with us and become part of our talent relationship program "Technics Talents": your pole position for a challenging and interesting career with a global aviation company.

Whatever your interest, you'll find plenty of scope for your talents. We'll give you a flexible work schedule, the benefits of a global company, a great working atmosphere and all the responsibility you can handle.

Be who you want to be
Be-Lufthansa.com



Frischer Wind in der KHG

Ein neuer Pfarrer kam mit Beginn des aktuellen Wintersemesters an die Katholische Hochschulgemeinde (KHG) Darmstadt: Stephan Weißbäcker. Am 22. April 1975 in Dieburg geboren, studierte er Philosophie und Theologie in Mainz, Innsbruck und München. Darmstadt lernte der 34-Jährige bereits als Kaplan in den Pfarreien Liebfrauen und St. Ludwig kennen. Nach einjährigem Dienst in Lorsch an der Bergstraße kehrte er nun in die Wissenschaftsstadt zurück. Am Sonntag, 15. November, um 16 Uhr wird Stephan Weißbäcker im Saal der KHG in der Nieder-Ramstädter Straße 30 in das Amt des Hochschulpfarrers eingeführt.

Filmkreis feiert Jubiläum

Heinz Rühmann, Kate Winslet und Homer Simpson sind nur einige Berühmtheiten, die der Studentische Filmkreis in den vergangenen 55 Jahren ins Audimax der TU Darmstadt brachte. Seit 1954 bietet der Verein ein abwechslungsreiches Programm: Vom Hollywood-Blockbuster bis hin zum Stummfilm ist für jeden Geschmack etwas zu finden. So auch in diesem Semester. Auf dem Programm stehen etwa „Anleitung zur sexuellen Unzufriedenheit“, „Stilles Chaos“ und „Coco Chanel“. Kino im Hörsaal können nicht nur die Studierenden genießen. Der Filmkreis öffnet seine Pforten für alle Filmfreunde. Wann? Immer dienstags und donnerstags um 20 Uhr im Audimax der TU Darmstadt. In Kooperation mit dem ESOC-Cineclub flimmert einmal im Monat ein französischsprachiger Film über die Leinwand.

Weitere Infos und Programm: www.filmkreis.de

Die Bibliothek entdecken

Wo finde ich die Fachbücher, die ich suche? Wo liegen Zeitungen und Zeitschriften? Wie nutze ich Bibliothekskataloge? Was leisten Literaturverwaltungssoftwares wie Citavi und Endnote? Wie finde ich elektronische Bücher, Zeitschriften und Datenbanken? Antworten auf diese und ähnliche Fragen geben die Schulungen und Führungen der Universitäts- und Landesbibliothek (ULB) Darmstadt.

Termine und Infos http://www.ulb.tu-darmstadt.de/aktuelles/fuehrungenundschulungen/bibliothek_fuer_alle.de.jsp



Volle Kraft voraus.

Stürmische Bedingungen

Darmstädter rudern auf Platz 5

Bei den diesjährigen Europäischen Hochschulmeisterschaften im Rudern erreichten Jonathan Koch und Christoph Thiem von der TU Darmstadt den fünften Platz. Zusammen mit 34 weiteren Studierenden aus zehn Hochschulen waren sie für das deutsche Team in Kruszwica (Polen) gestartet.

Alle deutschen Teilnehmer erreichten in ihren Disziplinen die Finalwettkämpfe. Für Koch und Thiem war dies der Wettkampf im 14 Nationen starken Teilnehmerfeld der Leichtgewicht-Männer-Zweier. Im Vorlauf ruderte sich das Darmstädter Duo auf den zweiten Platz und überquerte damit nur knapp hinter

dem Team aus Belgien die Ziellinie. Für die direkte Finalqualifikation wäre jedoch der erste Rang nötig gewesen. So mussten die beiden TU-Studierenden am folgenden Tag im Hoffnungslauf antreten. Dort sicherten sie sich mit dem erneuten zweiten Platz den Einzug ins Finale.

Vom Winde verweht

Während des Endlaufs hatten die Teilnehmer auf dem stürmischen See von Kruszwica mit schweren Bedingungen zu kämpfen. Der starke Wind brachte Koch und Thiem schließlich vom Medaillenkurs ab. Auf der Außenbahn konnte das Duo sein Leistungsvermögen nicht vollständig abrufen und wurde hinter zwei polnischen Booten, einem französischen und einem belgischen Team Fünfter. Insgesamt kehrte Deutschland mit neun Medaillen von den Europäischen Hochschulmeisterschaften nach Hause. Fünf fünfte Plätze rundeten den Erfolg der Studierenden ab.

Premiere im Sand

TU-Handball-Herren starten erstmals bei einem externen Beachturnier

Zufrieden blicken die Handballer der TU Darmstadt auf ihre bisherige Turniersaison zurück. Bei den internen Hochschulmeisterschaften im Rahmen von TU meet & move belegte das Team Rang drei. Beim Beachhandball-Turnier im Frankfurter Stadtteil Nied sowie beim Rasenplatzturnier der HSG Langen starteten die Darmstädter Studierenden gleich mit zwei Mannschaften.

Für die Herren war das Turnier in Nied das erste externe Beachturnier in der Geschichte des Unisports. Eine Premiere, die die Spieler mit erfolgreichem Ergebnis bestritten: Nur knapp verpassten sie das Halbfinale. Beim Langener Rasenplatzturnier knüpften die Herren in der zweiten Halbzeit allerdings nicht an die gute Leistung der Damen in der ersten Halbzeit an. So reichte die gemeinsame Wertung beider Teams nicht für die vorderen Plätze.

Im Dezember treten die Handballer beim Mixed-Handballwettbewerb des Nikolausturniers an der Uni Münster an. Dieser Wettkampf zählt mit über 2000 Teilnehmern und mehr als zehn Sportarten zu den größten Breitensportveranstaltungen an den deutschen Hochschulen.

Das Handballtraining des Darmstädter Hochschulsports findet dienstags von 20.30 bis 22.30 Uhr in der Spielhalle der TU-Sporthallen an der Nieder-Ramstädter Straße statt. Neue Gesichter sind willkommen.

Hochschulmeisterschaften der Golfer

Das Golfteam der TU Darmstadt errang während der ersten Europäischen Hochschulmeisterschaften im Golf den vierten Platz. Als amtierender Hochschulmeister hatte sich das TU-Team um Betreuer Achim Koch als einzige deutsche Mannschaft für den Wettkampf in Lagoa (Portugal) qualifiziert. Victor Cammann, Maximilian Fischl, Torsten Heydt, Sören Schlichtling und Christopher Specht teilten sich in der Mannschaftswertung den vierten Platz mit dem Team aus der Schweiz. Christopher Specht erreichte in der Einzelwertung Rang sechs.

Bookmark

Workshops und Kurse

14. November 2009 bis 27. März 2010:
Wintertraining für Läufer

14. November:
Ausdauerndes Laufen

15. November:
Skiken, Schnupper- und Grundkurs

17. November bis 22. Dezember:
Grundkurs Gerätetauchen

28. November:
Qi Gong „Die 18 Bewegungen“
(Workshop für Anfänger)

5. Dezember:
Street Dance und Hip Hop
(Workshop für Fortgeschrittene)

6. Dezember:
Skiken, Schnupper- und Grundkurs

12. Dezember:
Salsa & Merengue
(Workshop für Anfänger)

13. Dezember:
Argentinischer Tango für Anfänger

Ski- & Snowboardkurse

27. bis 29. November:
Saison-Opening Pitztal

26. Dezember 2009 bis 3. Januar 2010:
Skikurs für Familien

Termine

5. Dezember:
Crossgolf-Turnier, Golfanlage

5. bis 6. Dezember:
IHM Volleyball Mixed, TU-Spielhalle

9. Dezember:
Nikolauslauf, Hochschulstadion

12. Dezember:
Finale Uni-Liga Futsal, TU-Spielhalle

Anmeldung: www.usz.tu-darmstadt.de
oder im Unisport-Zentrum, Alexanderstraße 25, Telefon 06151 16-4005

Sportliche Begegnung

Auch in diesem Jahr besuchten zehn Studierende der Universität Florida das Institut für Sportwissenschaft an der TU Darmstadt. Das zweiwöchige Programm stand ganz im Zeichen des Sports: Klettern im Hochseilgarten an der TU, Schneewandern im französischen La Clusaz sowie ein Ausflug in das olympische Museum Lausanne waren angesagt. Bei Kurzvorträgen stellten die Studierenden aktuelle Forschungsprojekte der Fachbereiche vor. Die Organisatoren bedanken sich herzlich bei der Carlo und Karin Giersch Stiftung, die den Austausch finanziell unterstützte.

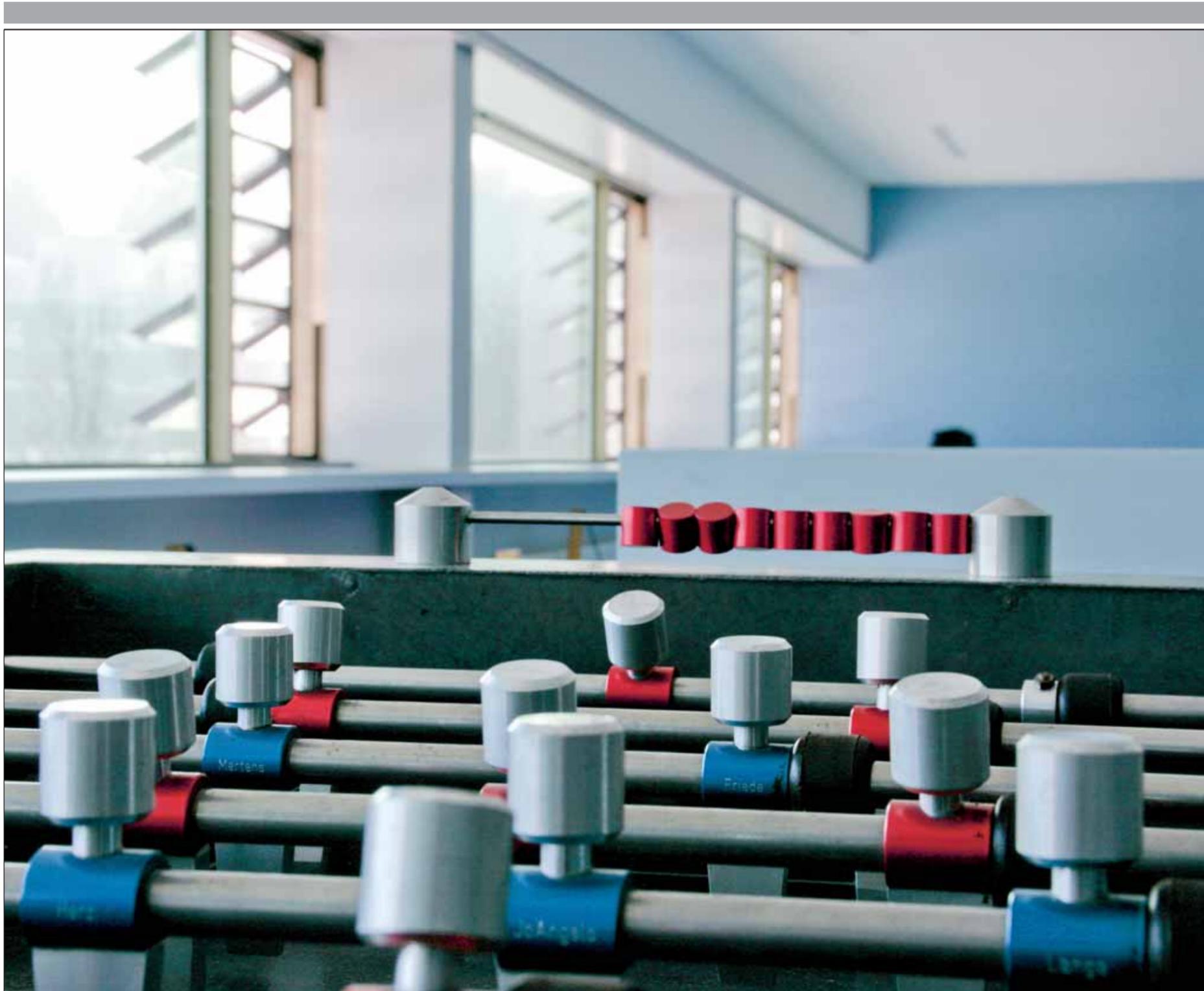


Bild: Janosch Boderke

Eine Tonne Spielkultur

Kickern auf schwerem Boden am Fachbereich Bauingenieurwesen

Einen Tischkicker der Superschwergewichtsklasse nennen die Bauingenieure an der TU Darmstadt ihr Eigen. 750 Kilogramm schwer, doch edel anzusehen. Viel Beton haben die Mitarbeiter und Studierenden für das Spielfeld vergossen, bis die beiden Mannschaften aus Stahl ihr erstes Spiel bestreiten konnten.

Fast wirkt er wie ein Fremdkörper, der Tischkicker, der im Foyer des Gebäudes der Bauingenieure steht – dort, wo die Flure des Neubaus wissenschaftliche Konzentriertheit ausstrahlen. Doch der Schein trügt. Der Tischkicker ist ein integraler Bestandteil. Nach dem Mittagessen wird er zum beliebten Treffpunkt. Studierende wie Mitarbeiter nutzen ihn, um zum Nachttisch eine schnelle Partie zu spielen.

Dass es sich beim Tischkicker der Bauingenieure nicht um ein gekauftes Modell aus dem Laden handelt, ist eine Frage der Ehre. Mitarbeiter und Studierende des Fachbereichs Bauingenieurwesen haben ihn selbst gebaut.

750 Kilo Einmaligkeit

„Die Idee entstand im Gästehaus der TU im Kleinwalsertal. Da steht ein Tischfußball, der hochfrequentiert wurde, immer wenn wir dort waren. Daraufhin hatte ein Kollege die Idee, so etwas selber zu bauen, aber aus Beton“, berichtet Diplom-Ingenieur Roland Friede, einer der beteiligten Entwickler. In viel Fleißarbeit entstand ein absolut einmaliges Modell: 750 Kilogramm schwer, alle Bauelemente aus Stahl oder Beton, und alles in Eigenarbeit der Mitarbeiter.

Die Umsetzung war eine Zusammenarbeit vom Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik, das die Skizzen und das Figuren- und Tischdesign entwickelt sowie die Schalung gebaut hat, und dem Institut für Massivbau, das den Beton beisteuerte.

Kreative Resteverwertung

Neben dem Tischkicker in der Superschwergewichtsklasse gibt es noch ein geradezu schlankes Modell, nur aus Stahl gebaut, schlappe 250 Kilogramm schwer. Die Idee dazu lieferte ein ehemaliger Kollege. Er kam zufällig an eine große Menge Reststahl und baute den Tischkicker daraus. Auch sehr schick.

Eindrücklicher ist aber auf jeden Fall das massive Betonmodell. Im Tischkicker finden die beiden Werkstoffe Stahl und Beton ästhetisch zueinander. „Es kommt drauf an, was man draus macht“, kann man auf vielen Betonmischern lesen. So spielerisch angewandt kann Wissenschaft sein.

Theo Bender