DAS MAGAZIN AM GARCHINGER FORSCHUNGSZENTRUM

2/2018

CAMPUSSPIEGEL

ISSN 2512-1006

Foto: Förderverein Garchinger Geschichte

150 Jahre Elite-Forschung

Ein Rückblick auf die Historie der TU München in Wort und Bild

Erforscht:
Schwarze Löcher im Weltall

Erfunden:
Zwei Erfolge am FRM II

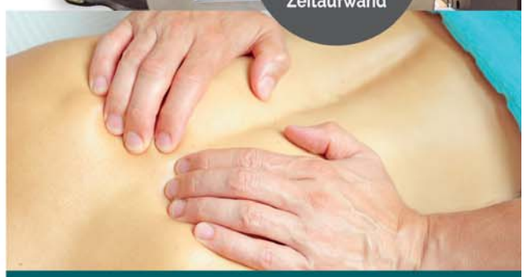
Ernannt:
Neue Aufgabe für Prof. Dr. Bode

MEDICAL
FITNESSCENTER

Fitness-Kurse-Wellness-EMS

EMS
TRAINING

Informieren Sie sich
jetzt und vereinbaren Sie Ihr
unverbindliches Probetraining für
€15,90



Bei uns sind Sie in besten Händen!

MEDICAL
FITNESSCENTER

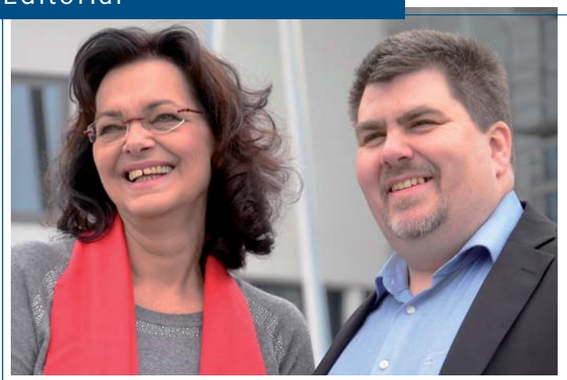
Öffnungszeiten:
Montag – Freitag 6:30 – 22:30 Uhr
Samstag 9:00 – 19:00 Uhr
Sonn- und Feiertage 9:00 – 19:00 Uhr

Parkring 57 – 59
85748 Garching b. München
Tel. 089/360 88 650
www.medicalfitnesscenter-garching.de

MEDICAL
BEWEGT

Physiotherapie
Sportphysiotherapie
Manuelle Therapie
Massage
Bobath-Therapie
CMD-Therapie
Lymphdrainage

Parkring 57 – 59
85748 Garching b. München
Tel. 089/360 88 652
www.medical-bewegt.de



Liebe Leserinnen und Leser,

es gibt dieses Jahr viel zu feiern, von Galileo bis zur Supernova, aber das 150-jährige Bestehen der TU München steht über allem. Diese Universität zählt zu den besten Hochschulen Deutschlands und hat weltweit einen klingenden Namen. Sie holt kreative Köpfe in den Großraum München und ist sowohl ein Motor für den Forschungscampus Garching als auch für die bayerische Wirtschaft.

Wir vom Campusspiegel werden dieses Festjahr natürlich mit einer umfangreichen Berichterstattung begleiten. Für den Anfang wollen wir zurückblicken und das richtig weit. In Archiven der TU München und im Garchinger Fundus haben wir besondere Schätze ausgegraben, die die Geschichte der TU München erzählen werden. Und damit auch die Geschichte des Campus Garching.

Dieser ist viel mehr als nur ein Teil der TUM-Geschichte. Der Campus Garching ist die Zukunft dieser Hochschule, die mit 150 Jahren noch lange nicht zum alten Eisen gehört. Wir haben eine Hochschule, die jungen Menschen die Werkzeuge gibt, die Welt (zum Positiven!) zu verändern. Richtig eingesetzte Technik kann die Welt besser machen. Denn es ist auch klar, dass die Menschheit in den 150 TUM-Jahren noch nie so viele Herausforderungen vor der Brust hatte und so viele Fragen unter Zeitdruck gelöst werden mussten.

Herzlichst,

Ihre Gabi Cygan und
Ihr Nico Bauer

Forschung fördern

Prof. Dr. Arndt Bode ist Vorsitzender der Forschungsstiftung

Er ist eine der ganz großen Persönlichkeiten am Garchinger Campus. Prof. Dr. Arndt Bode war einst Vizepräsident der TU München und Leiter des Leibniz-Rechenzentrums. Mit dem Amt des Vorsitzenden bei der Bayerischen Forschungsstiftung hat er seit 1. Januar eine neue Aufgabe.

Foto: Forschungsstiftung/Rölz

Prof. Dr. Bode ist Vizepräsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. Bis Ende März 2017 leitete er das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) am Garchinger Campus. Weltweit eilt ihm sein Ruf als Experte auf den Gebieten Rechnerarchitektur und energieeffizienter Betrieb von Supercomputern voraus. Mit Übernahme der Leitung des LRZ im Jahr 2008 durch Prof. Bode begann die Ära des SuperMUC.

Prof. Bode war lange Jahre Vizepräsident und CIO der TU München und engagiert sich besonders für die Förderung junger Wissenschaftler. Er wurde mit der Konrad Zuse-Medaille für seine Verdienst um die Informatik ausgezeichnet. Die staatliche Universität Jerewan verlieh ihm die Goldmedaille und die Nationale Akademie der Wissenschaften der Republik Armenien die Ehrendoktorwürde.

Jährlich berät die Bayerische Forschungsstiftung über Projektanträge mit einem Gesamtvolumen von über 50 Millionen Euro. Die Forschungsstiftung hat seit ihrer Gründung 1990 für 850 Projekte rund 556 Mio. Euro bewilligt. Gemeinsam mit den Co-Finanzierungsanteilen der bayerischen Wirtschaft wurde damit ein Gesamtprojektvolumen von rund 1,234 Mrd. Euro angestoßen. Zusätzlich vergibt die Forschungsstiftung Stipendien für die internationale Zusammenarbeit von Forschern sowie (Post-)Doktoranden.

1868
Im Neureuther-Bau begann die Geschichte der Polytechnischen Schule München.
Quelle: TUM.Archiv

150 Jahre und kein bisschen alt

Rückblick auf die Historie einer der besten Universitäten der Welt

Man kennt die TU München in Los Angeles, in Rio de Janeiro, in Kapstadt, Sydney oder Peking. Die 1868 gegründete Einrichtung TU München hat heute einen internationalen Ruf. Studenten aus der ganzen Welt liebäugeln mit einem Studium in Garching oder im benachbarten München. Die Wirtschaft möchte Führungskräfte von morgen frühzeitig durch Kooperationen gewinnen. Aber wie waren denn die 150 Jahre? Die TU München kann spannende Geschichten vorweisen.

Die ersten Vorläufer

Das einstige Agrarland Bayern begann 1833 mit der Einrichtung von „Polytechnischen Schulen" in Augsburg, München und Nürnberg. Der erste Universitätsanlauf war dann die technische Hochschule als Teil der noch jungen Ludwig-Maximilians-Universität, die von Landshut nach München umgezogen war. Das Experiment ging schief und so bekam die Polytechnische Schule München einen weiterführenden Kurs, der die erste Keimzelle der heutigen TUM ist.

König Ludwig II. gründet die Hochschule

1868 erfolgte dann der Start als „Polytechnische Schule München" mit Hochschulstatus. König Ludwig II. gründete die Einrichtung, die ab dem Studienjahr 1877/78 die Bezeichnung „Technische Hochschule" bekam. Unter dem ersten Direktor Karl Max von Bauernfeind wurden 350 Studenten von 24 Professoren und 21 Dozenten betreut.
Die Hochschule begann den Unterricht mit fünf Abteilungen:

Prof. Dr. Karl Max von Bauernfeind war der erste Leiter der Hochschule.
Foto: Alle Rechte Technische Universität München

KARL MAXIMILIAN BAUERNFEIND
1818—1894

I. Allgemeine Abteilung (Mathematik, Natur-, Geistes-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaften), II. Ingenieurabteilung (Bauingenieur- und Vermessungswesen), III. Hochbauabteilung (Architektur), IV. Mechanisch-technische Abteilung, V. Chemisch-technische Abteilung. 1872 kam die landwirtschaftliche Abteilung dazu.
Schnell gelang der Aufstieg in die nationale Spitze. Nach 1900 war die TH München mit 2600 bis 2800 Studenten zeitweise vor Berlin die größte Technische Hochschule in Deutschland. Zwei Meilensteine der Entwicklung waren das Promotionsrecht (1901) und die kollegiale Rektorenwahl (1902).

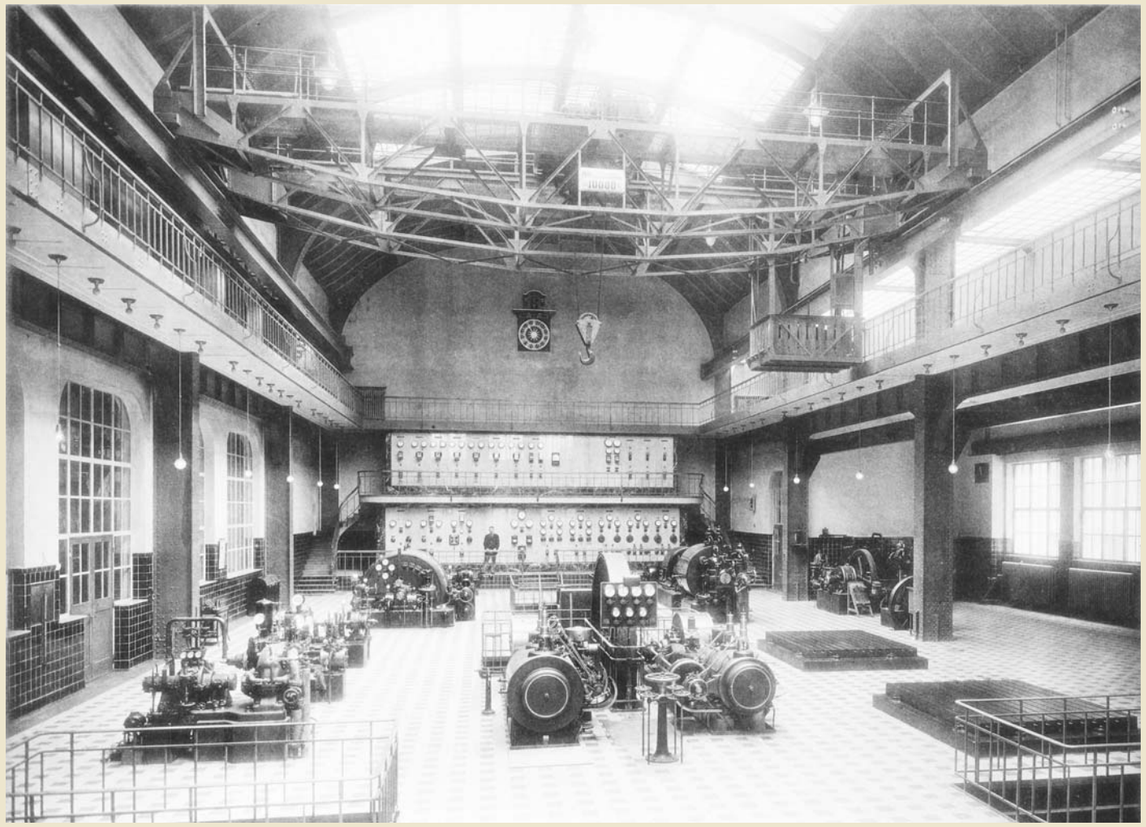
Weihenstephan wird eingegliedert

Kleinere Hochschulen, die ihren Lehrbetrieb nicht mehr rentabel führen konnten, wurden in die Technische Hochschule integriert. 1930 kam etwa die „Hochschule für Landwirtschaft und Brauerei" aus Weihenstephan dazu. Der grüne Berg in Freising stellt heute einen ganz wesentlichen Standort der TU München dar. Weihenstephan brachte viel Tradition in den Verbund ein, da die dortige Landwirtschaftsschule schon 1804 ins Leben gerufen wurde. 1940 wurden die Angebote wieder gestrafft mit den fünf Abteilungen Allgemeine Wissenschaften, Bauwesen, Maschineningenieurwesen, Landwirtschaft und Brauwesen.

Schwere Jahre im Dritten Reich

Die Herrschaft der Nationalsozialisten ging an der Hochschule na-

In diesem Saal unterrichtete 1909 das Chemie-Institut der Technischen Hochschule München.
Foto: Alle Rechte Technische Universität München



In dieser Halle experimentierte die Technische Hochschule München mit Wärmekraftmaschinen.
Foto: Alle Rechte Technische Universität München

Die Technische Hochschule im Jahr 1930.
Foto: Alle Rechte Technische Universität München

türlich nicht vorbei. Die Autonomie der TH München wurde erheblich eingeschränkt, jüdische Studierende wurden nicht mehr aufgenommen und im Krieg wurde der Hochschule die Rüstungsforschung aufgetragen. „Die Haltung der Hochschullehrer war von opportunistischer Anpassung einerseits, kritischer Distanz und innerer Emigration andererseits geprägt“, heißt es im historischen Rückblick der TU München auf ihrer Internetseite. Stolz ist die TU München heute noch darauf, dass auch in diesen schweren Zeiten die Grundlagenforschung vieler Institute weiter betrieben wurde. Nach dem Krieg war der Neustart 1946 sehr schwierig, da etwa 80 Prozent der Gebäude zerstört waren.

Und dann kam Garching

Der Forschungsreaktor München wurde 1956/57 in Garching realisiert. Das war der dritte Standort der Technischen Hochschule München. In Garching stand das Atom-Ei umringt von Feldern, aber schon damals war das Wachstum beeindruckend. 1969 wurde dort das Gebäude des Physik-Departments eröffnet, 1977 kam der Neubau für die Chemie, Biologie und Geowissenschaften dazu. Somit konnte jetzt von einem kleinen Campus gesprochen werden.
1968 wurde dann das 100-jährige Bestehen der Hochschule gefeiert. Im 100. Jahr seit Grün-

Übergabe des Atomreaktors an die Technische Hochschule Anfang Februar 1958 durch Prof. Maier-Leibnitz, Ministerpräsident Seidel, Bundesverteidigungsminister Strauß, H-Rektor Prof. Schmidt und Bundesatomminister Balke *Foto: Stadtarchiv Garching*

dung umfasste die TH München sechs Fakultäten, 168 Lehrstühle und Institute. Rund 8.400 Studenten wurden unterrichtet. Komplettiert wurde die Einrichtung von etwa 5.700 Hochschulangehörigen, die in Lehre, Forschung, Betrieb und Verwaltung tätig waren.

Der heutige Name

TUM oder ausgeschrieben Technische Universität München ist der Markenname mit dem großen Klang. 1970 bekam die Hochschule ihren heutigen Namen. Die nächste Veränderung war das Bayerische Hochschulgesetz von 1974, bei der sechs Fakultäten ersetzt wurden durch elf Fachbereiche, die schon wenig später wieder als Fakultäten bezeichnet werden durften. Die neuen Bereiche waren 1. Mathematik und Informatik, 2. Physik, 3. Chemie, Biologie und Geowissenschaften, 4. Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, 5. Bauingenieur- und Vermessungswesen, 6. Architektur, 7. Maschinenwesen, 8. Elektrotechnik und Informationstechnik, 9. Landwirtschaft und Gartenbau, 10. Brauwesen, Lebensmitteltechnologie und Milchwissenschaft, 11. Medizin.

Der Reformer Prof. Dr. Herrmann

Der heutige Präsident Prof. Dr. Wolfgang A. Herrmann packte in seiner Amtszeit große Reformen

Foto: Stadtarchiv Garching

Der Übergang in die Neuzeit: Der Staatsminister Hans Zehetmair (links) ernennt Prof. Dr. Wolfgang A. Herrmann 1995 zum Präsidenten der TU München.
Foto: Alle Rechte Technische Universität München

an. Diese waren: Einführung effizienter Lenkungs- und Entscheidungsstrukturen, konsequenter Ausbau der Hochschulautonomie entsprechend dem neuen Leitbild einer „Unternehmerischen Universität“, Einrichtung von interdisziplinär orientierten Zentralinstituten und Forschungsplattformen, Einführung zahlreicher attraktiver Bachelor-/Master-Studiengänge, strategische Internationalisierung, verstärkte Kooperation mit Partnern aus Industrie und Gesellschaft, Aufbau von professionellem Fundraising, Einrichtung der geistes-, kultur- und sozialwissenschaftlich ausgerichteten „Carl-von-Linde-Akademie“. Die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Wirtschaft wurde immer weiter ausgebaut.
In den 90er Jahren bekam der Garchinger Campus seine nächsten Meilensteine mit dem Bau der Fakultät für Mathematik und Informatik (1992) und der Fakultät für Maschinenwesen (1997).
2004 wurde dann wieder auf dem wachsenden Campus in Garching gefeiert. Die Inbetriebnahme der neuen Forschungsneutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz (FRM II) brachte ein neues Zeitalter der Neutronenforschung. Diese Einrichtung zieht noch heute Spitzenforscher aus der ganzen Welt an.
2005 wurde das Institute for Advanced Study gegründet. Prof. Dr. Wolfgang A. Herrmann wollte den Raum schaffen, in dem herausragende Studenten und Wissenschaftler von Weltrang besondere Fragen diskutieren können.

Die Welt wächst zusammen

Wie in allen anderen Bereichen wächst die Weltgemeinschaft immer weiter zusammen. 2002 initiierte die TUM mit dem German Institute of Science and Technology (GIST) in Singapur die erste Ausgründung einer deutschen Universität im Ausland. Dort wurde 2010 die Forschungsallianz TUM CREATE zusammen mit der Nanyang Technological University (NTU) ins Leben gerufen. Hier entstehen Mobilitätslösungen für die atemberaubend wachsenden tropischen Megacities. 2006 startete in Peking/China das erste Auslandsbüro der TUM. Weitere folgten in Mumbai/Indien (2011), Sao Paulo/Brasilien, Kairo/Ägypten (beide 2012) und San Francisco/USA (2015).
2006 bekam die TU München die besondere Auszeichnung als Exzellenzuniversität. Der Erfolg wurde 2012 bestätigt.

Koryphäen der Elite-Universität

Seit 1902 wird in verschiedenen Bereichen der Nobel-Preis vergeben, der für Wissenschaftler die höchste Anerkennung darstellt. 17 Wissenschaftler und Alumni der TU München wurden mit dem Nobel-Preis ausgezeichnet. Die Preisträger der TU München:

Chemie: Heinrich Wieland (1927), Hans Fischer (1930), Ernst Otto Fischer (1973), Robert Huber (1988), Johann Deisenhofer (1988), Rudolph A. Marcus (1992), Gerhard Ertl (2007), Bernard L. Feringa (2016), Joachim Frank (2017).
Literatur: Thomas Mann (1929).
Medizin: Konrad Bloch (1964), Erwin Neher (1991).
Physik: Rudolf Ludwig Mößbauer (1961), Klaus von Klitzing (1985), Ernst Ruska (1986), Wolfgang Paul (1989), Wolfgang Ketterle (2001).
Die TU München hat alle großen Preise national wie international mit seinen Forschern reihenweise erhalten. Dies ist die Bestätigung der hervorragenden Forschungs- und Lehrarbeit.

Visualisierung des Gasgeschwindigkeitsfeldes in einem dünnen Schnitt mit einer Dicke von 100 Kiloparsec (in der Blickrichtung). In der Bildmitte ist der zweitschwerste Galaxienhaufen in der TNG100 Simulation zu sehen. In schwarzen Bildbereichen bewegt sich das Gas kaum, während es in den weißen Regionen mit Geschwindigkeiten von mehr als 1000 km/s strömt. Das Bild zeigt die deutlichen Unterschiede zwischen der Bewegung des Gases in den kosmischen Filamenten und den schnellen, chaotischen Bewegungen, die durch das tiefe Gravitationspotential und das supermassereiche schwarze Loch in dessen Zentrum hervorgerufen werden.
Foto: IllustrisTNG collaboration

Spannende Erkenntnisse

Wie schwarze Löcher den Kosmos formen

Astrophysiker aus Heidelberg, Garching und den USA haben neue Erkenntnisse zur Entstehung und Entwicklung von Galaxien erzielt. Sie berechneten den Einfluss schwarzer Löcher auf die Verteilung der Dunklen Materie, die Produktion und Verbreitung schwerer Elemente im Kosmos und den Ursprung der Magnetfelder. Dazu programmierten sie ein neues Simulationsmodell für das Universum und erstellten die bisher umfangreichsten Simulationen dieser Art. Erste Ergebnisse des „IllustrisTNG" Projekts wurden jetzt in drei Artikeln in der Fachzeitschrift Monthly Notices of the Royal Astronomical Society veröffentlicht. Sie sollen helfen, fundamentale Fragen der Kosmologie zu klären.
Im Zentrum jeder Galaxie sitzt ein supermassereiches schwarzes Loch. Wie diese Schwerkraftfallen die großräumige Struktur unseres Universums beeinflussen, zeigt ein neues Computersimulationsmodell. Beteiligt daran sind Forscher des Heidelberger Instituts für Theoretische Studien (HITS) sowie der Universität Heidelberg, der Max-Planck-Institute für Astronomie (MPIA, Heidelberg) und für Astrophysik (MPA, Garching), der US-Universitäten Harvard und MIT, sowie dem Center for Computational Astrophysics in New York. Das Projekt „Illustris – The Next Generation" (IllustrisTNG) ist die bislang vollständigste Simulation dieser Art. Mithilfe grundlegender physikalischer Gesetzmäßigkeiten zeigt sie, wie sich unser Kosmos seit dem Urknall entwickelt hat. Einige der physikalischen Prozesse, die dabei eine Rolle spielen, wurden in IllustrisTNG überhaupt erstmals in eine derart umfangreiche Simulation einbezogen.

Ein realistisches Universum aus dem Computer

Das von IllustrisTNG vorausgesagte kosmische Netz aus Gas und Dunkler Materie beherbergt an seinen Kreuzungspunkten Galaxien, die gut zur Gestalt und Größe echter Galaxien passen. Zum ersten Mal konnte mit hydrodynamischen Simulationen auch das Verteilungsmuster der Galaxien im Raum detailliert berechnet werden. Vergleiche mit Beobachtungsdaten – inklusive neuester, umfangreicher Durchmusterungen – zeigen, wie realistisch die Ergebnisse der Simulationen sind. Außerdem sagen die Simulationen voraus, wie sich das kosmische Netz im Laufe der Zeit verändert, insbesondere im Verhältnis zum darunter liegenden „Rückgrat" des Kosmos aus Dunkler Materie. „Es ist besonders faszinierend, dass wir den Einfluss supermassereicher schwarzer Löcher auf die Verteilung Dunkler Materie auf großen Skalen genau voraussagen können", meint Projektleiter Prof. Volker Springel (HITS, Universität Heidelberg, MPA). „Das ist entscheidend, um zukünftige kosmologische Messungen verlässlich auswerten zu können."

Die wichtigste Transformation im Lebenszyklus von Galaxien

Wie wichtig der Einfluss schwarzer Löcher auf Galaxien ist, konnte Dr. Dylan Nelson (MPA) in einer weiteren Studie nachweisen. Sternbildende Galaxien strahlen hell im blauen Licht junger Sterne, bis ein plötzlicher Entwicklungsschub die Sternentstehung ausschaltet, so dass sie von alten, roten Sternen dominiert werden und sich zum Friedhof „roter und toter" Galaxien hinzu gesellen. „Das einzige physikalische Objekt, das in der Lage ist, die Sternentstehung in unseren großen elliptischen Galaxien auszulöschen, sind die supermassereichen schwarzen Löcher in ihren Zentren", erklärt Dylan Nelson. „Die ultraschnellen Auswürfe dieser Schwerkraftfallen erreichen Geschwindigkeiten von bis zu zehn Prozent der Lichtgeschwindigkeit und beeinflussen riesige Sternsysteme, die milliardenfach größer sind als das vergleichsweise kleine schwarze Loch."

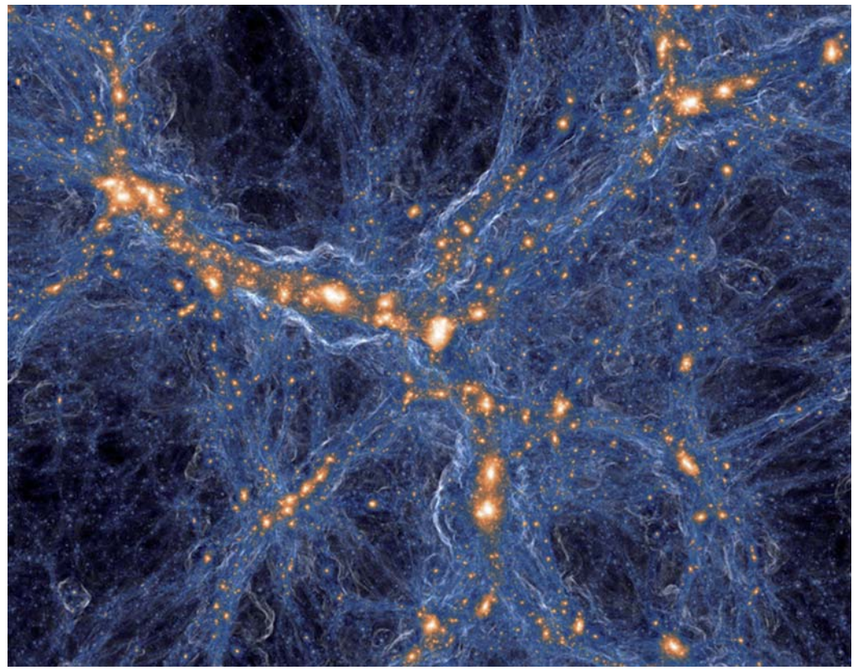
Neue Erkenntnisse zum Aufbau von Galaxien

„IllustrisTNG" hilft auch, den hierarchischen Aufbau der Galaxien besser zu verstehen. Schon lange vermuten Theoretiker, dass zunächst kleine Galaxien entstehen müssten, die dann zu immer größeren Objekten verschmelzen, zusammengezogen von der unerbittlichen Anziehungskraft der Schwerkraft. Bei zahlreichen solchen Galaxienkollisionen werden Galaxien förmlich zerrissen. Ihre Sterne kreisen dann auf weiten Bahnen um neu entstandene große Galaxien, was ihnen ein schwaches Glimmen im Hintergrund verleihen müsste.
Diese vorausgesagten „Lichthöfe" sind aufgrund ihrer geringen Oberflächenhelligkeit nur sehr schwer zu beobachten – aber IllustrisTNG konnte genau simulieren, wonach Astronomen in ihren Daten suchen sollten. „Unsere Voraussagen können von Beobachtern nun gezielt überprüft werden", freut sich Dr. Annalisa Pillepich (MPIA), Autorin einer weiteren IllustrisTNG Studie. „So kann das theoretische Modell der hierarchischen Galaxienentstehung gezielt auf die Probe gestellt werden."

Astrophysik mit Spezialcode und Supercomputer

Für das Projekt entwickelten die Forscher eine besonders leistungsfähige Version ihres hochparallelen bewegten Gitter-Codes AREPO (https://www.h-its.org/tap-software-de/arepo-code/) und setzen ihn auch am Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart ein. „IllustrisTNG" ist das bisher größte hydrodynamische Simulationsprojekt über die Entwicklung kosmischer Strukturen. Für eine der beiden Hauptberechnungen arbeiteten mehr als 24.000 Prozessoren über zwei Monate an der Entstehung von Millionen von Galaxien, in einer repräsentativen Region des Universums von knapp einer Milliarde Lichtjahre Kantenlänge.
„Dank der Rechenzeit des deutschen Gauss Zentrums für Supercomputing konnten wir den Stand der Wissenschaft in diesem Bereich neu definieren", erklärt Volker Springel. „Die neuen Simulationen erzeugten mehr als 500 Terabyte Simulationsdaten. Die Auswertung dieses riesigen Datenberges wird uns noch über Jahre hinweg beschäftigen und verspricht viele weitere spannende Erkenntnisse über unterschiedliche astrophysikalische Prozesse."

Visualisierung der Stärke von Stoßwellen im kosmischen Gas (blau) um die kollabierten Strukturen aus dunkler Materie (in orange/weiß). Wie bei einem Überschallknall wird das Gas in diesen Stoßwellen beim Einfall auf die kosmischen Filamente und Galaxien ruckartig beschleunigt.
Foto: IllustrisTNG collaboration



SCHIMMEL IN GEBÄUDEN –

URSACHEN UND AUSWIRKUNGEN

Die gesetzlichen Anforderungen an Neubauten und bei der Sanierung von Bestandgebäuden haben sich unter dem Energieeinsparaspekt in den letzten Jahren deutlich verschärft. Die Gebäudehülle wurde durch die Anforderungen nach der geltenden Energieeinsparverordnung (EnEV 2016) immer dichter; dadurch wuchs die Gefahr von Feuchteanreicherung und damit für Schimmelwachstum durch unsachgemäßes oder unzureichendes Lüften.

Eine Schimmelgefahr gilt oft nicht nur für öffentliche Räume wie Büros, Schulen, Kindergärten, Hallenbäder, sondern für alle Wohnräume und sonstigen Räume. Schimmel stellt nach wie vor eines der häufigsten Probleme in Innenräumen dar. Dabei können nach heutigem Wissensstand in den feuchten Materialien (z. B. Bauprodukte, Tapeten, Pappe, Kunststoffe) neben Schimmelpilzen auch weitere Mikroorganismen, vor allem Bakterien und Hefen wachsen. Schimmelpilze benötigen zum Wachstum erhöhte Feuchte. Sie wachsen dabei nicht nur an Stellen, die sofort ins Auge fallen, sondern häufig auch verdeckt an schlecht belüfteten Stellen wie hinter Fußleisten, Schränken, Tapeten oder Verkleidungen. Die dadurch verursachten Schäden sind dann nicht sogleich mit bloßem Auge erkennbar.

URSACHE DER SCHIMMELBILDUNG

Schimmelpilze sind ein natürlicher Teil unserer belebten Umwelt und sind daher auch in allen Innenräumen vorhanden. Schimmelpilze, die in der Innenraumluft auftreten, können aus verschiedenen Quellen stammen. Zum einen gelangen sie bei Lüftungsvorgängen aus der Außenluft in den Innenraum und werden mit Staub und Schmutz an Kleidung und Schuhen in Gebäude eingetragen. Zum anderen können Schimmelpilze aufgrund von erhöhter Feuchte auf Materialien im Innenraum wachsen und dadurch auch in der Innenraumluft auftreten. Ein Schimmelbefall durch das Wachstum von Schimmelpilzen in Innenräumen stellt ein hygienisches Problem dar, zumal bei Schäden in Gebäuden teils andere Schimmelpilzarten dominieren als in der natürlichen Umgebung.
Auch wenn die Feuchte für Schimmelbildung der wichtigste Faktor ist, müssen die folgenden drei wesentlichen Wachstumsvoraussetzungen Feuchte, Temperatur und Nährstoffe über eine bestimmte Zeitperiode gleichzeitig im günstigen Bereich vorhanden sein, damit Schimmelpilzsporen auskeimen und anschließend wachsen können. Im stehenden Wasser (100% Feuchte) wachsen in der Regel keine Schimmelpilze, sondern Bakterien. Für Schimmelpilzwachstum genügt eine relative Luftfeuchte von 70% bis 80% an der Oberfläche des Materials, wenn diese über längere Zeit einwirkt. Materialien müssen also nicht sichtbar nass sein. Besonders gute Wachstumsbedingungen finden sich immer dann, wenn es zu Kondensation (Tauwasserbildung) auf oder im Material kommt.

www.umweltbundesamt.de

www.ratgeber.immowelt.de

Unzureichende Wärmedämmung führt dazu, dass bei niedrigen Außentemperaturen die Innenraumseite der Außenwände auskühlt und sich dort auf Grund von Kondensation der Raumluftfeuchte erhöhte Oberflächenfeuchte bilden kann. Das Auftreten von Schimmelwachstum an der Innenseite von Außenwänden und – decken hängt von deren Oberflächentemperatur und -feuchte ab.

Wärmebrücken sind örtlich begrenzte Stellen in den Umfassungsflächen (Wände, Decken, Fußböden) eines Gebäudes, durch die ein erhöhter Wärmeabfluss nach außen oder zu unbeheizten Räumen stattfindet. Die Folgen von Wärmebrücken bedingen in der kühlen Jahreszeit – neben Heizenergieverlusten eine geringere raumseitige Oberflächentemperatur der betroffenen Bauteile, eine Erhöhung der Oberflächenfeuchte und damit ein erhöhtes Risiko für Kondensation und Schimmelbefall entlang der Wand.

AUSWIRKUNG DES SCHIMMELS

Schimmelbefall kann zum einen zu Flecken, Geruchsbelästigungen und Materialschäden führen. Zum anderen kann er durch die Emission von Sporen, mikrobiellen Stoffen und Zellfragmenten auch zu gesundheitlichen Problemen bei den Raumnutzern führen. Grundsätzlich können alle Materialien, die organische Substanz (Nährstoffe) und von Mikroorganismen verwertbare Feuchte enthalten, besiedelt werden (befallen sein). Tapeten, Gipskartonwände und Gegenstände aus Papier oder Leder werden bei Feuchteschäden relativ schnell von Schimmel besiedelt. Bei länger andauernder Feuchteeinwirkung kann es zu Bauteildurchfeuchtung und einer mikrobiellen Besiedlung von Holzwerkstoffen, Putzen und Dämmstoffen (z.B. Mineralwolle, Polystyrol) kommen. Schwer besiedelbar sind nährstoffarme, stark alkalische Materialien, wie Zementestrich, Beton und Vollholz.

Es hängt von den vorliegenden Schimmelpilz- und Bakterienarten, aber auch vom bewachsenen Material ab, ob und welche Gerüche auftreten. Besonders stark muffig riechen feuchte, mikrobiell besiedelte Spanplatten, während entsprechend befallenes Polystyrol oder Mineralwolle meist nicht oder andersartig riechen.

Diverse Studien haben hinreichend gezeigt, dass Menschen, die Feuchte/Schimmel in Innenräumen ausgesetzt sind, einem erhöhten Risiko vielfältiger Atemwegserkrankungen unterliegen. Vor allem bei Kindern, die in Wohnräumen mit sichtbarem Schimmelbefall/Feuchte aufwachsen, deuten die Studienergebnisse auf eine insgesamt nachteilige gesundheitliche Entwicklung der betroffenen Kinder hin.

Bei Erwachsenen bestehen Zusammenhänge mit der Entwicklung von Asthma und der Verschlimmerung von Asthma, mit Atemwegsinfektionen, sowie mit Symptomen wie Husten, keuchenden Atemgeräuschen und Atemnot.

VERMEIDUNG DER SCHIMMELBILDUNG

In Wohninnenräumen sind die für das Wachstum von Schimmelpilzen notwendigen Temperaturen und Nährstoffe meist vorhanden. Daher kommt zur Vermeidung von Schimmelbefall der **Reduktion der Feuchte** im Material bzw. auf seiner Oberfläche eine entscheidende Bedeutung zu. Auch bei der Sanierung von mit Schimmel befallenen Wohnungen ist ein langfristiger Erfolg nur zu erreichen, wenn die Ursachen für die erhöhte Feuchte gefunden und beseitigt werden.

Heizen bewirkt eine Erhöhung der Raumlufttemperatur und damit bei gleichem absolutem Wassergehalt der Luft eine Verringerung des relativen Wassergehalts der Luft. Außerdem wird durch eine Beheizung des Raumes auch die Oberflächentemperatur der Innenwände erhöht. Beide Effekte tragen somit zu einer Vermeidung von Schimmelwachstum bei. Werden einzelne Räume wenig oder gar nicht beheizt wie Schlafzimmer, Gästezimmer oder Abstellräume, erhöht sich im Umkehrschluss die Gefahr von Schimmelwachstum.

Die beste Art zu **Lüften** ist die so genannte Stoßlüftung bei weit geöffnetem Fenster und möglichst auch mit Durchzug von einem Fenster zum anderen quer durch die ganze Wohnung. Im Winter reichen ca. 5 bis10 Minuten für den Luftaustausch, im Hochsommer sollten es doppelt so viele sein. Wenn möglich, mindestens viermal am Tag lüften. Da dies oftmals nicht möglich ist, sollte z.B. eine kleine dezentrale Lüftungsanlage eingebaut werden.

Weiter Informationen erhalten Sie im Rahmen der kostenlosen Energieberatung im Rathaus Garching, Anmeldung unter:
energieberatung@garching.de

Oder Sie wenden sich zwecks Terminvereinbarung direkt an einen der zertifizierten Energieberater:

Herrn Dipl.-Ing. Tibor Szigeti, Beratungstermine jeweils am ersten Dienstag im Monat von 17 bis 19 Uhr: Tel. 0 89 / 120 240 60, E-mail: info@st-energieberatung.de

Herrn Dipl.-Ing. Andreas Balasiu Beratungstermine jeweils am zweiten Dienstag im Monat von 17 bis 19 Uhr: Tel. 0179 / 711 69 20, E-mail: ab.mails@online.de

Herrn Josef Euringer, Bezirkskaminkehrermeister a.D., Beratungstermine jeweils am dritten Dienstag im Monat von 17 bis 19 Uhr. Tel: 089 / 32 62 71 25, E-mail: euringermykaminkehrer@t-online.de

Die kostenlose Energieberatung findet statt im Rathaus der Stadt Garching b. München, Rathausplatz 3, Zimmer Nr. 006 im Erdgeschoss. Eine vorherige Anmeldung zum Beratungstermin wird empfohlen.

Ismail Zöybek beim Hantieren mit den Ionenaustauscherbeuteln, durch die das Wasser bis zum gewünschten Reinigungsgrad gepumpt wird.
Foto: Wenzel Schürmann / TUM

Kleiner Aufwand, große Wirkung

Geniale Idee von Ismail Zöybek bringt große Ersparnisse

Ismail Zöybek, der am FRM II in der Gruppe Leichtwassersysteme arbeitet, hat vom bayerischen Wissenschaftsminister Ludwig Spaenle einen persönlichen Dankesbrief erhalten. Wie kam er zur Ehre eines solchen Briefes?
Zöybek hatte eine ausgezeichnete Idee zur rechten Zeit, die er als Verbesserungsvorschlag beim dortigen Innovationszirkel eingereicht hat. Seine Idee ist bereits umgesetzt und führt am FRM II zu einer regelmäßigen Kostenersparnis in sechsstelliger Höhe. Das Staatsministerium hat ihm daraufhin nicht nur für sein hohes Engagement gedankt, sondern dieses auch „im Hinblick auf die erhebliche Einsparung“ mit einer Prämie honoriert.
Natürlich ist auch sein Vorgesetzter Dr. Axel Pichlmaier voll des Lobes: „Herr Zöybek kennt die ihm anvertrauten Systeme sehr gut und ist stets daran interessiert, bestehende Abläufe weiter zu verbessern. Seine Idee weist alle Eigenschaften einer großartigen Erfindung auf. Sie ist einfach, robust und dennoch äußerst effektiv, kurz: genial simpel. Dadurch konnte eine ganz erhebliche Verbesserung im Bereich der Reinigung mittelaktiver radioaktiver Abwässer erreicht werden.“
Oberste Priorität am FRM II hat der sichere Betrieb. Dazu gehört auch, dass radioaktive Abfälle vermieden und die Strahlenbelastung der Mitarbeiter so klein wie möglich gehalten werden. Wie in der Kerntechnik üblich werden auch am FRM II die Betriebsabläufe streng nach Betriebshandbuch ausgeführt. Abweichungen davon sind à priori nicht zulässig und bedürfen in jedem Fall der Genehmigung durch die Betriebsleitung, möglicherweise auch durch die atomrechtliche Aufsichtsbehörde (das Bayerische Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz StMUV) oder weiterer Behörden.
Im Betrieb und bei Wartungsarbeiten des FRM II entstehen unvermeidlich schwach- und mittelaktive radioaktive Abwässer. Je nach Grad der Aktivität stellt die Reinigung unterschiedliche Anforderungen. Das bisher dafür angewandte Verfahren war in der Praxis teuer und umständlich und führte zu erheblichen Entsorgungskosten. Das war schon seit Beginn des Betriebs des FRM II klar, aber eine einfachere Lösung ist bis jetzt eben nicht entdeckt worden.
Ismail Zöybek hat ein neuartiges Filterverfahren entwickelt, mit dessen Hilfe das mittelaktive Abwasser so weit gereinigt wird, dass es nur noch schwach aktiv ist und so mit wenig Aufwand entsorgt werden kann. Es entstehen dabei nur sehr geringe Mengen brennbarer Abfälle, die im Gegensatz zu den ursprünglich vorhandenen flüssigen Abfällen sehr viel einfacher und kostengünstiger entsorgt werden können. „Mit meiner Idee kann mit minimalem Einsatz viel Geld eingespart werden. Der besondere Charme dabei ist, dass dafür keine Änderung der Anlage und keinerlei Umbau am System nötig ist“, sagt Zöybek.
Zöybeks Lösung ist dabei eigentlich einfach: die bisherigen Filter haben nämlich nur größere Partikel entfernt, aber nicht die kleinen Verunreinigungen, die an die löslichen Ionen im Wasser gebunden sind. Das Wasser wird nun noch zusätzlich durch neuartige, am FRM II gefertigte doppelwandige Beutel, gefüllt mit je zwei Kilogramm Ionenaustauscherharzen geleitet. Solche Harze werden in der Wasseraufbereitung routinemäßig verwendet. Der Vorgang wird so lange wiederholt, bis das Wasser die gewünschte Reinheit erreicht hat. Das ist nach etwa vier Wochen der Fall.

Armin Kriele mit der Zusatzeinrichtung für Röntgendiffraktometer (im Hintergrund), die er entwickelt hat und die Messungen an Pouchzellen erheblich exakter machen. Eine solche Messung ist auf dem Bildschirm zu sehen.
Foto: Wenzel Schürmann / TUM

Daniel Düsentrieb 2.0

Armin Kriele hat eine besondere Erfindung gemacht

Mit dem berühmten Erfinder von Walt Disney hat Armin Kriele vom Helmholtz-Zentrum Geesthacht eine Gemeinsamkeit. Beide machen Erfindungen aus Freude an der Arbeit. Kriele verantwortet am Heinz Maier-Leibnitz Zentrum das materialwissenschaftliche Labor und hat unter anderem viel mit Batterien aller Art zu tun. Für deren genaue Analyse hat er nun eine Erfindung gemacht und zum Patent angemeldet.
Lithium-Ionen-Batterien sind mit ihren verschiedenen Bauformen heute praktisch allgegenwärtig. Die Ansprüche an ihre Leistungsfähigkeit steigen allerdings, weil sie beispielsweise als Speichermedien oder für die Elektromobilität immer häufiger eingesetzt werden. Längst ist noch nicht alles über die Vorgänge im Innern, vor allem beim schnellen Laden und Entladen und bei tiefen Temperaturen bekannt, deshalb sind die Wissenschaftler auf schnelle Messverfahren angewiesen. Armin Kriele hat sich Gedanken gemacht, wie die sogenannten Pouchzellen bei verschiedensten Einsatztemperaturen zerstörungsfrei im Betrieb untersucht werden können.
Pouchzellen bestehen aus einem mit Aluminium beschichteten Folienbeutel, in dem alle nötigen Bestandteile einer Batterie wie Anode, Kathode, Separator und Elektrolyt enthalten sind. Sehr nützlich für viele Anwendungen ist, dass diese Pouchzellen nur bis fünf Millimeter dick und meist flexibel sind. Die Wissenschaftler am MLZ untersuchen die Vorgänge im Innern natürlich intensiv mit Neutronen, sehr viel schneller und für viele Fragen ausreichend ist aber die in situ-Röntgenstreuung, bei der die Zellen ohne Öffnung durchstrahlt werden können. Die Röntgenstrahlung dringt in die Batterieprobe ein und wird dabei an den Kristall- oder Quasikristallstrukturen gebeugt.
Durch Messung der Streuwinkel und der Intensitäten der gebeugten Strahlen werden die Positionen der Atome im Kristall als auch ihre chemischen Bindungen, ihre Fehlordnungen und weitere Informationen von allen aktiven Materialien innerhalb der Batterie in Abhängigkeit vom Ladezustand gleichzeitig bestimmt. So kann beispielsweise die Wanderung der Lithiumionen in die Anode beim Laden (Intercalation) und zurück in die Kathode beim Entladen (Deintercalation) genau beobachtet werden.

Verbesserte Analyse von Batterien

Was geschieht aber beim Laden und Entladen einer Batterie bei sehr tiefen oder sehr hohen Temperaturen? Jeder macht im Alltag die Erfahrung, dass die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer einer Batterie bei Minusgraden erheblich nachlässt und es bei hohen Temperaturen schnell zu Defekten in der Batterie kommt. Ein Umstand, der insbesondere für die Elektromobilität von Bedeutung ist, bei der die Batterien sowohl im Sommer als auch im Winter bestmöglich funktionieren sollten. Dafür hat Armin Kriele nun eine kombinierte Heiz- und Kühlvorrichtung entworfen, mit der gleich drei Prozesse während des Betriebs zeitgleich ablaufen können: Temperieren, Laden und Entladen und die Röntgenmessung.
Eine besondere Herausforderung stellten die tiefen Temperaturen dar. Bekanntlich kondensiert an kalten Oberflächen Wasser aus der Umgebungsluft. Ist die Oberfläche sehr kalt, bildet sich daraus eine Eisschicht. Dies galt es bei der Temperiereinrichtung unbedingt zu verhindern, da jede zusätzliche Schicht die Messung erheblich verfälschen würde. Dies hat Armin Kriele durch ein Zweikammer-Konzept gelöst, das hermetisch abgedichtet ist und mit Inertgas gespült wird.
Dabei arbeiten die zwei Temperierkammern zusammen: Die erste gibt Wärme aus der Batteriezelle mittels Peltierelemente an das zweite äußere Gehäuse ab, das wiederum diese Wärme über Lüfter oder eine Wasserkühlung ganz abführt. Diese Art der Ableitung kann natürlich auch umgekehrt genutzt werden, um also Wärme von außen in die Batterie zu leiten und damit den Sommermodus zu simulieren. Batterien können so bei Temperaturen zwischen –40°C und +80°C untersucht werden. Die Vorrichtung ist klein und kann an alle handelsüblichen Röntgendiffraktometer angeschlossen werden, die Industrie und Forschung zur Materialanalyse benutzen; sie ist aber auch für Synchrotron- und Neutronenmessungen geeignet. Dazu hat Armin Kriele auch eine gekoppelte Justiervorrichtung entworfen, mit deren Hilfe die Probe dreidimensional bewegt werden kann: „Damit kann man nicht nur Pouchzellen exakt und über einen großen Temperaturbereich untersuchen, sondern eigentlich alle flachen Proben, sogar dann, wenn sie uneben sind. Dann gleicht man einfach die unebenen Flächen mit Wärmeleitfolien aus.“
Das Patentamt wird voraussichtlich im Mai über die Anmeldung entscheiden. Dann kann Kriele entscheiden, wie der nächste Schritt aussehen soll. Eine Einschätzung hat er aber schon: „Einen Markt gibt es dafür, denn diese Röntgendiffraktometer stehen zu Tausenden in der Industrie und der Forschung. Und solange die Elektromobilität ein derart intensives Forschungsfeld ist, wird auch meine Erfindung äußerst nützlich sein“.

Montgelas-Preis für den TUM-Präsidenten

Prof. Dr. Wolfgang A. Herrmann, Präsident der TU München (TUM), ist am 55. Jahrestag des Élysée-Vertrags, mit dem Charles de Gaulle und Konrad Adenauer das Fundament der deutsch-französischen Freundschaft gelegt hatten, mit dem Montgelas-Preis ausgezeichnet worden.
Die Montgelas-Gesellschaft würdigt damit seine Verdienste um die bayerisch-französische Zusammenarbeit in Forschung und Lehre. Der Preis erinnert an den bayerischen Staatsreformer Maximilian Joseph Graf von Montgelas (1759–1838). Montgelas gilt unter Historikern als „der fähigste Staatsmann, der jemals die Geschicke Bayerns geleitet hat“ (M. Doeberl).
Die Montgelas-Gesellschaft würdigt jährlich eine Persönlichkeit aus Bayern und zugleich eine Persönlichkeit aus Frankreich, die sich um das geistige Erbe des „Architekten des modernen bayerischen Staates“ und um den bayerisch-französischen Austausch verdient gemacht haben. In diesem Jahr geht der Preis an Prof. Dr. Wolfgang A. Herrmann und an Valérie Pécresse, Präsidentin der Region Ile-de-France und ehemalige französische Ministerin für Hochschulwesen und Forschung.
Bei der Verleihung im Maximilianeum hob Generalkonsul Pierre Lanapats in seiner Laudatio Herrmanns Einsatz bei der Einrichtung des Bayerisch-Französischen Hochschulzentrums vor 20 Jahren hervor. Herrmann habe die Einrichtung überhaupt erst möglich gemacht, indem er sie unter das Mentorat der TUM genommen und dort angesiedelt habe. Das Zentrum fördert seither den Studierendenaustausch, grenzübergreifende Forschungsprojekte und Hochschulpartnerschaften.

„Von Aussöhnungspolitik tief beeindruckt“

In seiner Dankansprache brachte der Preisträger Prof. Dr. Herrmann seinen persönlichen emotionalen Bezug zur deutsch-französischen Freundschaft zum Ausdruck: „Die Aussöhnungspolitik von Charles de Gaulle und Konrad Adenauer hat mich als Heranwachsenden tief beeindruckt, meine Liebe zum entstehenden neuen Europa entzündet und meine politische Sozialisierung geprägt. Deshalb war mir als Wissenschaftler und Präsident die Zusammenarbeit mit Frankreich als persönlicher Beitrag zum europäischen Friedenswerk stets ein großes Anliegen. Das Bayerisch-Französische Hochschulzentrum mit Sitz an der TU München ist hierfür ein Beispiel. Dass der geniale Staatsmann Montgelas der Namensgeber für die Auszeichnung ist, ehrt mich ganz besonders, denn es war das Werk von Montgelas, das unter schwierigsten zeitgeschichtlichen Umständen den modernen bayerischen Staat auf den Weg gebracht hat, in einer der ‚glücklichsten Revolutionen von oben‘, wie Benno Hubensteiner zutreffend befunden hat“.

Große Ehre für den TUM Präsidenten: (von links) Reinhold Bocklet (Vizepräsident Bayerischer Landtag), Pierre Lanapats, (französischer Generalkonsul), Prof. Dr. Wolfgang A. Herrmann (TUM-Präsident) und Pierre Wolff (Vorsitzender Montgelas-Gesellschaft).
Foto: Andreas Heddergott / TUM

80.0000 Fans bei Facebook

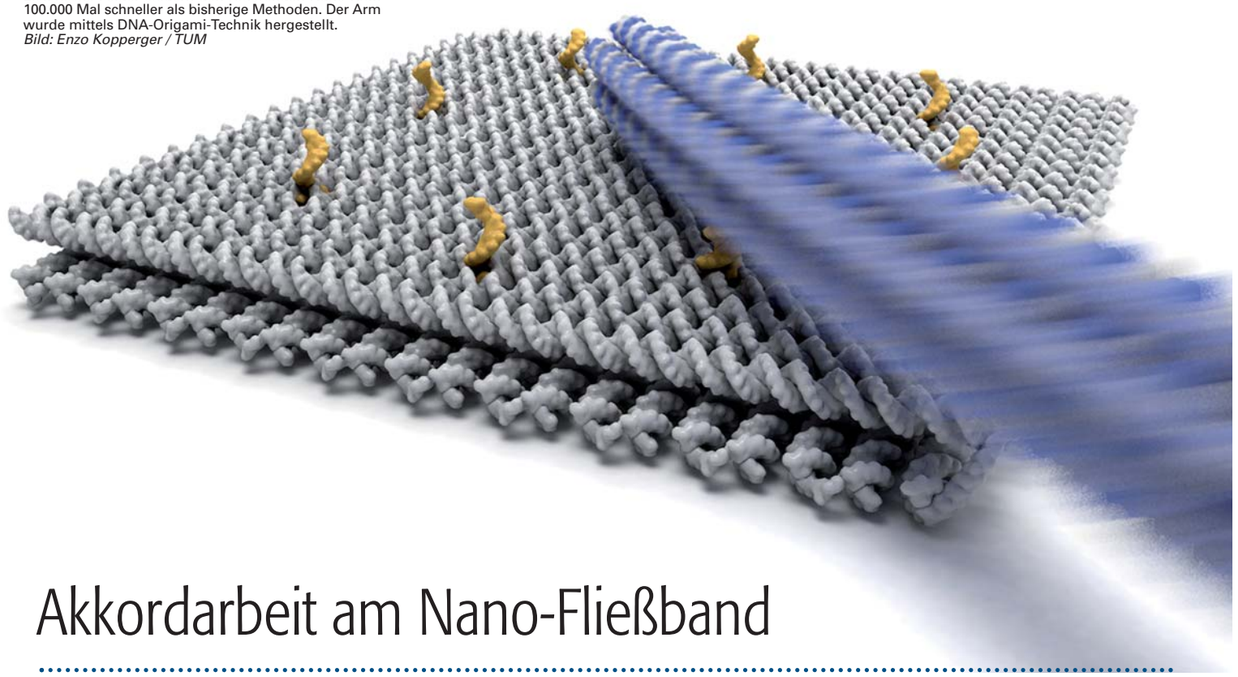
Die TU München (TUM) ist die beliebteste deutsche Hochschule auf Facebook. Dies zeigt eine aktuelle Auswertung des Statistik-Portals Statista. Derzeit verfolgen nahezu 80.000 Personen die täglichen Meldungen, Videos und Fotos zu Unileben, Forschung und Lehre. Die TUM hat das Potenzial sozialer Medien für den Austausch mit Studierenden und der Öffentlichkeit, aber auch für die internationale Markenbildung früh erkannt. Bereits im Jahr 2010 richtete sie einen Facebook-Kanal ein. Als erste deutsche Universität konzentrierte sie ihre Online-Kommunikation in einer dafür geschaffenen Abteilung der Öffentlichkeitsarbeit.
„Soziale Medien bieten die Möglichkeit, mit unseren Studierenden in Kontakt zu treten und gleichzeitig die Spitzenforschung unserer Universität der Öffentlichkeit zu kommunizieren. Deshalb sind wir dort frühzeitig aktiv geworden, und es freut mich, dass mittlerweile so viele Menschen weltweit ihre Verbundenheit mit der TUM zum Ausdruck bringen“, führt Präsident Prof. Dr. Wolfgang A. Herrmann aus. So kommt derzeit mehr als die Hälfte der Facebook-Fans aus dem Ausland, die meisten aus Indien (rund 3.800), gefolgt von Ägypten (2.600), Pakistan (2.300) und den USA (2.000).
Auch auf anderen Social-Media-Plattformen ist die TUM sehr beliebt. Twitter verfolgen derzeit 21.000 Nutzer – auch dies ist der Bestwert unter den deutschen Hochschulen. Den YouTube-Kanal der TUM haben knapp 5.000 Personen abonniert und die dort veröffentlichten Videos wurden insgesamt 750.000 Mal abgerufen. Auf Instagram schließlich konnten seit Juni 2017 bereits über 5.700 Follower registriert werden.

Erstes Licht für die Planetenjäger

ExTrA-Teleskope der ESO auf La Silla haben ihre Arbeit aufgenommen

Die ExTrA-Teleskope auf La Silla.
Foto: ESO

Eine neue nationale Einrichtung hat am La-Silla-Observatorium der ESO erfolgreich ihre ersten Beobachtungen durchgeführt. Die ExTrA-Teleskope suchen und untersuchen erdgroße Planeten, die nahegelegene rote Zwergsterne umkreisen. Das neuartige Design von ExTrA ermöglicht eine deutlich verbesserte Empfindlichkeit im Vergleich zu früheren Suchprogrammen. Astronomen haben damit nun ein mächtiges neues Werkzeug zur Hand, das bei der Suche nach potentiell bewohnbaren fernen Welten hilft.
Exoplanets in Transits and their Atmospheres (ExTrA), die jüngste Erweiterung des La-Silla-Observatoriums der ESO im Norden Chiles, hat erfolgreich seine ersten Beobachtungen durchgeführt. ExTrA ist ein französisches Projekt, das vom Europäischen Forschungsrat und der französischen Agence National de la Recherche finanziert wird. Die Teleskope werden von Grenoble in Frankreich aus ferngesteuert.
Um Exoplaneten aufzuspüren und zu studieren, verwendet ExTrA drei 0,6-Meter-Teleskope. Sie überwachen regelmäßig die Lichtmenge, die von vielen roten Zwergsternen empfangen wird, und suchen nach einem leichten Helligkeitsabfall, der dadurch verursacht werden könnte, dass ein Planet vor einem Stern vorbeizieht und dabei einen Teil seines Lichts abdeckt. „La Silla wurde aufgrund der hervorragenden atmosphärischen Bedingungen als Standort ausgewählt“, erklärt Xavier Bonfils, der leitende Wissenschaftler des Projekts. „Die Art von Licht, die wir beobachten – nahes Infrarot – wird sehr leicht von der Erdatmosphäre absorbiert, sodass wir möglichst trockene und dunkle Bedingungen benötigen. La Silla passt perfekt zu unseren Spezifikationen.“
Bei der Transitmethode wird die Helligkeit des untersuchten Sterns mit anderen Referenzsternen verglichen, um winzige Veränderungen zu erkennen. Vom Boden aus ist es jedoch schwierig, auf diese Weise ausreichend genaue Messungen durchzuführen, um kleine, erdgroße Planeten zu detektieren. Durch die Verwendung eines neuartigen Ansatzes, der auch Informationen über die Helligkeit der Sterne in vielen verschiedenen Farben enthält, überwindet ExTrA jedoch einige dieser Einschränkungen.
Die drei ExTrA-Teleskope sammeln das Licht des Zielsterns und zusätzlich auch das von vier Vergleichssternen und leiten es durch Lichtwellenleiter in einen Multiobjekt-Spektrografen. Dieser innovative Ansatz, spektroskopische Informationen zur herkömmlichen Photometrie hinzuzufügen, trägt dazu bei, die störende Wirkung der Erdatmosphäre sowie die durch Instrumente und Detektoren hervorgerufenen Effekte abzuschwächen und die erreichbare Präzision zu erhöhen.
Mit ExTrA sollen grundlegenden Fragen über Planeten in unserer Galaxie beantwortet werden. Bonfils blickt gespannt in die Zukunft: „Mit der nächsten Generation von Teleskopen, wie dem Extremely Large Telescope der ESO, können wir vielleicht die Atmosphären der Exoplaneten untersuchen, die ExTrA gefunden hat, um die Lebensfähigkeit dieser Welten zu beurteilen, um das Leben, wie wir es kennen, zu unterstützen. Die Erforschung der Exoplaneten bringt das, was einst Science Fiction war, in die Welt der wissenschaftlichen Tatsachen.“



Elektrische Felder steuern den rotierenden Nano-Kran 100.000 Mal schneller als bisherige Methoden. Der Arm wurde mittels DNA-Origami-Technik hergestellt.
Bild: Enzo Kopperger / TUM

Akkordarbeit am Nano-Fließband

Schnelle Computersteuerung für molekulare Maschinen

Wissenschaftler der TU München (TUM) haben eine neue, elektrische Antriebstechnik für Nano-Roboter entwickelt. Mit dieser lassen sich molekulare Maschinen 100.000 Mal schneller bewegen als mit den bisher genutzten biochemischen Prozessen. Damit werden Nano-Roboter schnell genug für die Fließbandarbeit in molekularen Fabriken. Die neuen Forschungsergebnisse erschienen als Coverstory in der renommierten Fachzeitschrift Science.

Im Gleichtakt schwingen die Lichtpunkte hin und her. Erzeugt werden sie von leuchtenden Molekülen, die an der Spitze winziger Roboterarme fixiert sind. Am Monitor des Fluoreszenzmikroskops verfolgt Prof. Dr. Friedrich Simmel die Bewegung der Nano-Maschinen. Ein Mausklick genügt, um die Lichtpunkte in eine andere Richtung wandern zu lassen.

„Durch Anlegen elektrischer Felder können wir die Arme beliebig in der Ebene drehen", erklärt der Inhaber des Lehrstuhls für Physik Synthetischer Biologischer Systeme. Seinem Team ist es erstmals gelungen, Nano-Roboter elektrisch zu steuern und auch gleich einen Rekord aufzustellen. Die neue Antriebstechnik ist 100.000 Mal schneller als alle bisherigen Methoden.

DNA-Origami-Roboter für die Fertigung der Zukunft

Weltweit arbeiten Wissenschaftler an neuen Technologien für die Nano-Fabriken der Zukunft. In denen sollen eines Tages wie am Fließband biochemische Proben analysiert oder medizinische Wirkstoffe hergestellt werden. Die dafür notwendigen Miniatur-Maschinen lassen sich bereits kostengünstig mit Hilfe der Origami-Technik herstellen.

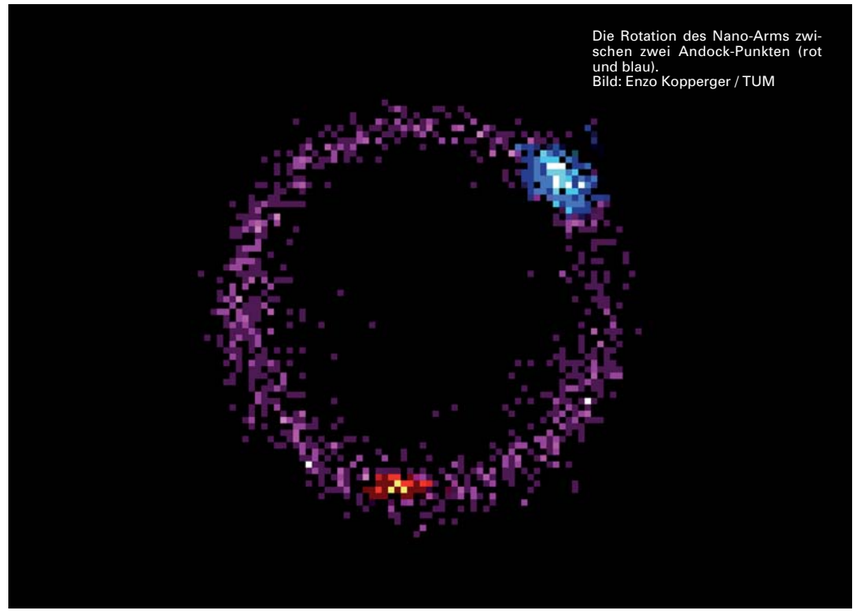
Dass diese molekularen Maschinen nicht längst im großen Maßstab genutzt werden, liegt daran, dass sie bisher nur sehr langsam arbeiten. Durch Zugabe von Enzymen, DNA-Strängen oder mit Hilfe von Licht werden die Bausteine aktiviert und können bestimmte Aufgaben ausführen, beispielsweise Moleküle aufnehmen und transportieren.

Für die Ausführung solcher Aktionen benötigen herkömmliche Nano-Roboter allerdings Minuten, manchmal auch Stunden. Eine effiziente molekulare Fließbandarbeit lässt sich mit diesen Methoden kaum realisieren.

Elektronik macht schnell

„Um nanotechnische Produktionslinien aufzubauen, braucht man eine andere Antriebstechnik. Unsere Idee war es, auf das biochemische Schalten der Nano-Maschinen völlig zu verzichten und stattdessen die Wechselwirkung der DNA-Strukturen mit elektrischen Feldern zu nutzen", erklärt der TUM-Forscher Simmel, der auch Co-Koordinator des Exzellenz-Clusters Nanosystems Initiative München (NIM) ist.

Das Prinzip hinter der neuen Antriebstechnik ist einfach: DNA-Moleküle enthalten negative Ladungen. Durch Anlegen elektrischer Felder lassen sich die Biomoleküle daher bewegen. Theoretisch ist es damit möglich, Nano-Roboter aus DNA mit Hilfe von Stromimpulsen zu steuern.



Die Rotation des Nano-Arms zwischen zwei Andock-Punkten (rot und blau).
Bild: Enzo Kopperger / TUM

Roboterbewegung unterm Mikroskop

Um herauszufinden, ob und wie schnell sich die Roboterarme parallel zu einem elektrischen Feld ausrichten, fixierten die Forscher Nano-Roboterarme auf einem Glasträger und platzierten diesen in einen speziell dafür entwickelten Probenhalter mit elektrischen Kontakten.

Jede einzelne der von Erstautor Enzo Kopperger gefertigten Miniatur-Maschinen besteht aus einer starren Grundplatte von 55 mal 55 Nanometern, auf der sich, verbunden durch ein flexibles Gelenk aus ungepaarten Basen, ein 400 Nanometer langer Arm befindet. Der Aufbau sorgt dafür, dass sich der Arm in der Horizontalen beliebig drehen kann.

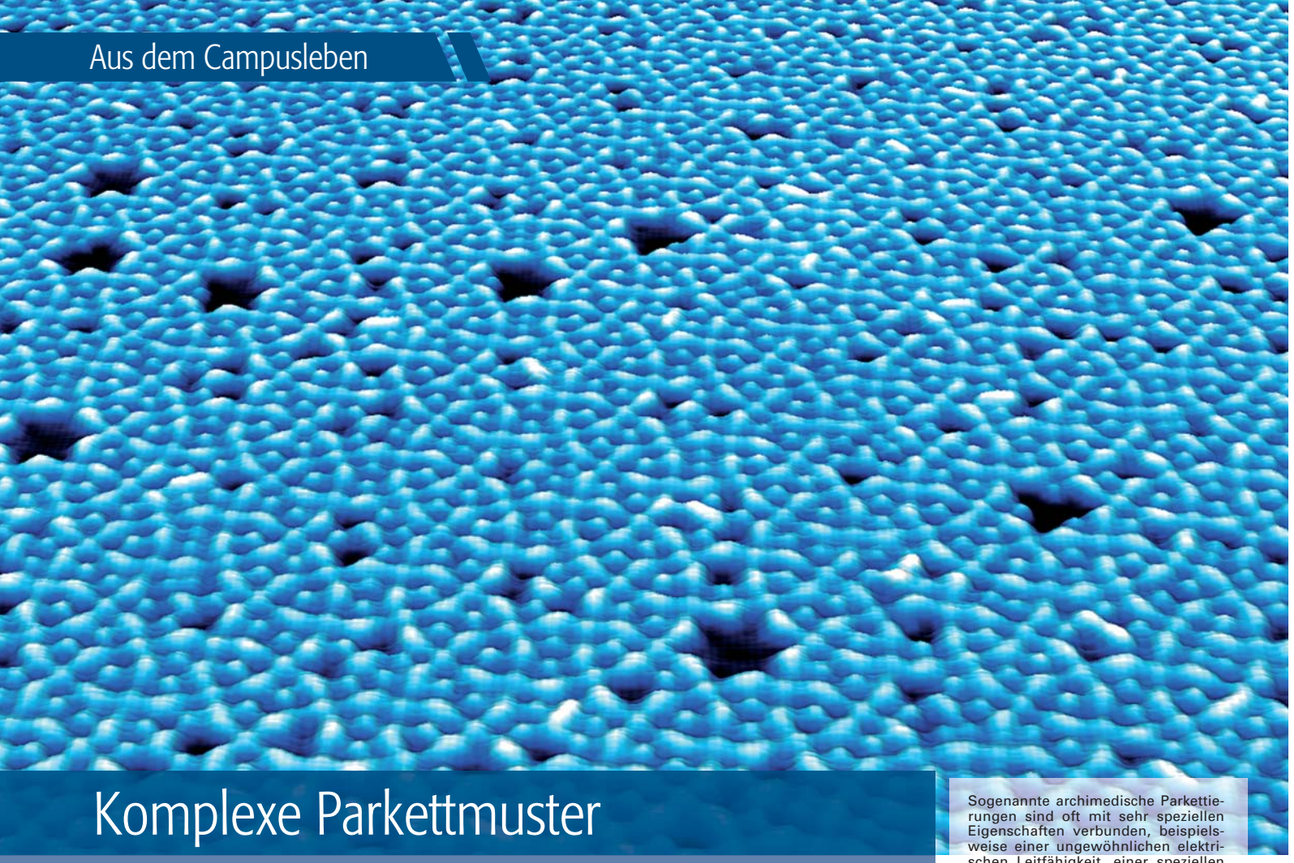
In Kooperation mit Fluoreszenz-Spezialisten um Prof. Don Lamb von der Ludwig-Maximilians-Universität LMU markierten die Forscher die Spitzen der Roboterarme mit Farbstoffmolekülen. Deren Bewegung verfolgten sie mit einem Fluoreszenz-Mikroskop. Computergesteuert änderten sie die Richtung des elektrischen Feldes. Auf diese Weise konnten die Forscher die Orientierung der Arme beliebig einstellen und Bewegungsvorgänge vorgegeben.

„Das Experiment hat gezeigt, dass sich molekulare Maschinen elektrisch bewegen und folglich auch antreiben lassen", sagt Simmel. „Dank der elektronischen Steuerung können wir Bewegungen im Millisekunden-Takt ausführen und sind damit 100.000 Mal schneller als bisherige biochemische Antriebe."

Auf dem Weg zur Nano-Fabrik

Die neue Steuerungstechnik eignet sich nicht nur, um Farbstoffe oder Nano-Partikel hin- und herzubewegen. Die Arme der Miniatur-Roboter können auch Kräfte auf Moleküle ausüben. Diese Wechselwirkung lässt sich beispielsweise für die Diagnostik und für die Pharmaentwicklung nutzen, betont Simmel: „Nano-Roboter sind klein und preiswert. Millionen von ihnen könnten gleichzeitig arbeiten, um in einer Probe nach bestimmten Stoffen zu suchen oder um Schritt für Schritt – wie am Fließband – komplizierte Moleküle zu synthetisieren."

Die Arbeit wurde gefördert durch den Sonderforschungsbereich SFB 1032 „Nanoagents" der Deutschen Forschungsgemeinschaft und die International Graduate School of Science and Engineering der TUM sowie das Center for Nano Science und das BioImaging Network der Ludwig-Maximilians-Universität München.



Sogenannte archimedische Parkettierungen sind oft mit sehr speziellen Eigenschaften verbunden, beispielsweise einer ungewöhnlichen elektrischen Leitfähigkeit, einer speziellen Lichtreflektivität oder einer extremen mechanischen Festigkeit.
Bild: Klappenberger und Zhang / TUM

Komplexe Parkettmuster

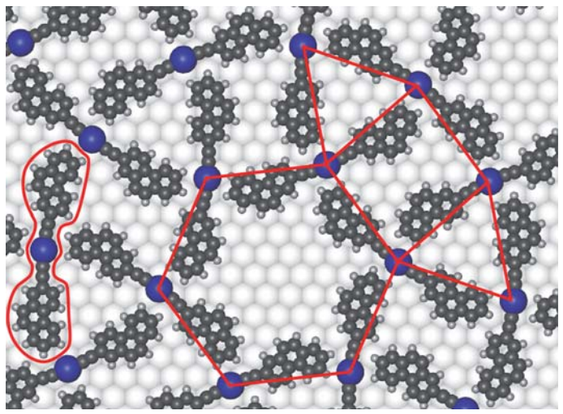
Einfache organische Moleküle bilden komplexe Materialien durch Selbstorganisation

Ein internationales Forscherteam unter Führung der TU München (TUM) hat einen Reaktionsweg entdeckt, der exotische Schichten mit halbregulärer Struktur erzeugt. Solche Materialien sind interessant, weil sie häufig außerordentliche Eigenschaften besitzen. Bei dem Verfahren verbinden sich einfachere organische Moleküle zu größeren Bausteinen, die dann komplexe, halbreguläre Muster erzeugen.

Um eine Fläche mit gleichförmigen Kacheln lückenlos zu pflastern, kommen nur wenige geometrische Grundformen in Frage: Dreiecke, Vierecke und Sechsecke. Mit zwei oder mehr Kachelformen lassen sich wesentlich mehr und deutlich komplexere Muster erzeugen, die immer noch regelmäßig sind, die sogenannten Archimedischen Parkettierungen.

Auch Materialien können eine solche Parkettierung aufweisen. Diese Strukturen sind häufig mit ganz besonderen Eigenschaften verbunden, zum Beispiel mit außergewöhnlicher elektrischer Leitfähigkeit, spezieller Lichtreflektion oder extremer mechanischer Belastbarkeit. Doch es ist schwierig, solche Strukturen gezielt zu erzeugen. Dafür sind große molekulare Bausteine nötig, die nicht mit den konventionellen Herstellungsprozessen kompatibel sind.

Der neue Baustein (links, roter Umriss) besteht aus zwei konvertierten Ausgangsmolekülen, die durch ein Silber-Atom (blau) verbunden sind. Dadurch entstehen komplexe, halbreguläre „Parkettmuster".
Bild: Klappenberger und Zhang / TUM



Komplexes Parkettmuster durch Selbstorganisation

Bei einer Klasse supramolekularer Netzwerke ist nun einem internationalen Team um die Professoren Florian Klappenberger und Johannes Barth vom Lehrstuhl für Experimentalphysik an der TUM sowie Professor Mario Ruben vom Karlsruher Institut für Technologie ein Durchbruch gelungen: Sie brachten organische Moleküle dazu, sich zu größeren Bausteinen zu verbinden, die selbstorganisiert ein komplexes Parkettmuster bilden.

Als Ausgangsverbindung nutzten sie Ethynyl-Iodophenanthren, ein handliches organisches Molekül aus drei aneinandergekoppelten Kohlenstoffringen, das ein Iod- und ein Alkin-Ende besitzt. Auf einem Silbersubstrat bildet dieses Molekül zunächst ein regelmäßiges Netz mit großen sechseckigen Maschen.

Eine Wärmebehandlung setzt dann eine Abfolge chemischer Prozesse in Gang, die einen neuartigen, deutlich größeren Baustein erzeugen, der dann quasi automatisch und selbstorganisiert eine komplexe Schicht mit kleinen sechs-, vier- und dreieckigen Poren bildet. Dieses Muster wird in der Sprache der Geometrie als semireguläre 3.4.6.4 Parkettierung bezeichnet.

Einfache organische Bausteine bilden komplexe Materialien

„Unsere an der TUM durchgeführten Rastertunnelmikroskopie-Messungen zeigen deutlich, dass am Molekülumbau viele Reaktionen beteiligt sind, was normalerweise zu zahlreichen Abfallprodukten führt. Hier jedoch werden die Nebenprodukte wiederverwendet, so dass der Gesamtprozess mit großer Atomökonomie, das heißt mit nahezu hundertprozentiger Ausbeute, zuverlässig zum gewünschten Endprodukt führt", erklärt Prof. Dr. Klappenberger.

Wie es dazu kommt, fanden die Forschenden durch weitere Experimente heraus. „Mit Hilfe röntgenspektroskopischer Messungen am Elektronenspeicherring BESSY II des Helmholtz-Zentrums Berlin konnten wir entschlüsseln, wie sich Iod vom Ausgangsstoff abspaltet, Wasserstoffatome zu neuen Plätzen wandern und die Alkin-Gruppen ein Silber-Atom einfangen", berichtet Erstautor Yi-Qi Zhang.

Mit Hilfe des Silber-Atoms binden sich in der Folge zwei Ausgangsbausteine zu einem neuen, größeren Baustein aneinander. Die neuen Bausteine bilden anschließend die beobachtete komplexe Porenstruktur.

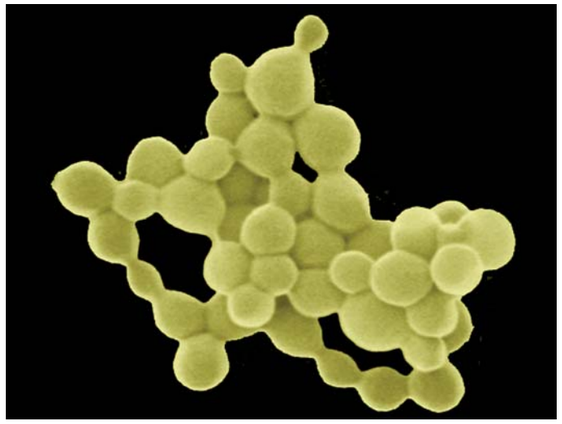
„Wir haben einen völlig neuen Weg entdeckt, um komplexe Materialien aus einfachen organischen Bausteinen herzustellen", fasst Klappenberger zusammen. „Das ist wichtig, um Materialien mit neuen und extremen Eigenschaften gezielt synthetisieren zu können. Außerdem tragen diese Ergebnisse dazu bei, das spontane Auftauchen (Emergenz) von Komplexität in chemischen und biologischen Systemen besser zu verstehen."

CAMPUSSPIEGEL
Ausgabe März 2018
Anzeigenschluss: Mittwoch, 7. März
Erscheint ab 14. März 2018

Bakterien bilden Goldnuggets

Für die meisten Lebewesen sind größere Mengen von Schwermetallen wie Kupfer oder Gold giftig. Nicht für das Bakterium C. metallidurans: Es hat einen Weg gefunden, aus einem Schwermetall-Gemisch wertvolle Spurenelemente zu beziehen, ohne sich dabei selbst zu vergiften. Ein interessanter Nebeneffekt: Dabei bildet es winzige Goldnuggets. Welche molekularen Prozesse dabei in den Bakterien ablaufen, hat nun ein Forscherteam der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg (MLU), der TU München (TUM) und der australischen Universität Adelaide herausgefunden.

Eine Aufnahme der Goldkörnchen *Foto: TU München*



Das stäbchenförmige Bakterium C. metallidurans lebt vor allem in Böden, die mit zahlreichen Schwermetallen angereichert sind. Im Lauf der Zeit verwittern einige Mineralien im Boden und geben dabei giftige Schwermetalle und Wasserstoff an ihre Umgebung ab. Gold gelangt wie Kupfer in das Innere der Bakterien. Kupfer ist für C. metallidurans einerseits ein lebenswichtiges Spurenelement, andererseits ist es in größeren Konzentrationen giftig. Kommen die Kupfer- und Goldteilchen in Berührung mit den Bakterien, laufen vielfältige chemische Prozesse ab. Dabei wird Kupfer in eine für das Bakterium wesentlich leichter aufnehmbare Form umgewandelt und so gelangt es in das Zellinnere. Das Gleiche passiert auch mit den Gold-Verbindungen. Die schwer aufnehmbaren Gold-Verbindungen verwandeln sich im Außengebiet der Zelle in wenige nanometerkleine, harmlose Goldnuggets.

Wenn sich im Inneren der Bakterie zu viel Kupfer befindet, wird es normalerweise durch das Enzym CupA wieder nach außen abgepumpt. „Wenn im Inneren der Bakterie aber zusätzlich Gold-Verbindungen vorhanden sind, kann das Enzym seine Wirkung nicht entfalten – die giftigen Kupfer- und Gold-Verbindungen bleiben im Zellinneren. In Kombination sind Kupfer und Gold sogar noch giftiger als alleine", sagt Dietrich Nies, Professor für Mikrobiologie an der MLU. Um dieses Problem zu lösen, aktivieren die Bakterien noch ein weiteres Enzym: CopA. Es kann die Kupfer- und Gold-Verbindungen wieder in die ursprünglichen, schwerer aufnehmbaren Formen umwandeln. In der Natur spielt C. metallidurans eine zentrale Rolle bei der Bildung von sogenanntem sekundären Gold, das im Anschluss an die Verwitterung von primären, geologisch entstandenen alten Golderzen entsteht. Es wandelt die bei der Verwitterung entstandenen, giftigen Goldteilchen in harmlose Goldpartikel um und bildet so Goldnuggets.

Termine

Dienstag, 20. Februar,
19.00 Uhr, Campus-Cneipe: **Pubquiz.** Den lustigen Knobelspaß gibt es jeden Dienstag ab 19 Uhr.

Mittwoch, 21. Februar,
19.00 Uhr, Campus-Cneipe: **Karaoke-Abend** wird gesungen, was das Zeug hält.

Donnerstag, 22. Februar,
20.00 Uhr, Bürgerhaus Garching: „Die Glasmenagerie" **Schauspiel** von Tennessee Williams.
Kartenvorverkauf über das Kulturreferat der Stadt Garching: 089 / 320 89 – 138, kartenvorverkauf@garching.de

Samstag, 24. Februar,
20.00 Uhr, Bürgerhaus Garching: „The Evolution of Dance" **Don't Stop The Music.**
Kartenvorverkauf über das Kulturreferat der Stadt Garching: 089 / 320 89 – 138, kartenvorverkauf@garching.de

Mittwoch, 28. Februar bis 2. März,
Fakultät für Maschinenwesen: **Studierendenforum** des 27. Materialflusskongresses.

Donnerstag, 1. März,
17.30 Uhr, TUM-Stammgelände: **Perspektive Studium** „Technik verbessern und neu entwickeln – Die Fakultät für Maschinenwesen stellt sich und ihre Studiengänge vor".

Samstag, 3. März,
14.00 Uhr Stadion am See: **Fußball-Regionalliga**
VfR Garching – TSV Buchbach.

Samstag, 3. März,
20.00 Uhr, Bürgerhaus Garching: Scott & Muriel – **Slapstick Illusionen.**
Kartenvorverkauf über das Kulturreferat der Stadt Garching.

Mittwoch, 7. März,
18.00 Uhr: Entrepreneurship Center von **UnternehmerTUM**: „Hack'n'Talk".

Mittwoch, 7. März,
Messe München: **MakerSpace** auf der internationalen Handwerksmesse Stand EG_w.103. Dauer: bis 14. März.

Samstag, 10. März,
20.00 Uhr, Bürgerhaus Garching: Hair – **das Kult-Musical.**
Kartenvorverkauf über das Kulturreferat der Stadt Garching: 089 / 320 89 – 138, kartenvorverkauf@garching.de

Mittwoch, 14. März,
UnternehmerTUM: Think.Make.Start (bis 27. März).

Samstag, 17. März,
20.00 Uhr, Bürgerhaus Garching: **Irish Heartbeat** – Let's celebrate St. Patrick's Day!
Kartenvorverkauf über das Kulturreferat der Stadt Garching: 089 / 320 89 – 138, kartenvorverkauf@garching.de

Neues von MakerSpace

- Spezielle Rabatte: Im Februar wird der EOS Lasersinter vorgestellt und bei allen Service-Aufträgen im Februar gibt es 25 Prozent Rabatt auf die Materialkosten. Anmeldung unter services@maker-space.de
- Elektronisches Zugangssystem: Die Maschinen werden ab sofort elektronisch angesteuert. Um Berechtigungen für die jeweiligen Maschinen auf die Mitgliedskarte zu übertragen, muss diese am Front Desk auf das Login-Terminal gelegt werden. Leihkarten müssen jedes Mal nach Erhalt aktiviert werden. Zum Starten der Maschine hält man die Karte an das Steuerungsmodul der jeweiligen Maschine und drückt zum Abmelden nach dem Arbeiten den roten Knopf.
- Bambus Workshop: Die Mitarbeitenden vom Bamboo Bicycle Club haben in den vergangenen fünf Jahren rund 1000 Bambusfahrräder gebaut. Diese Erfahrung und das Erlebnis, ein eigenes Fahrrad zu bauen, bringen sie jetzt mit dem Bamboo Bicycle Workshop in den MakerSpace. In diesem zweitägigen Workshop lernt der Teilnehmer alle Fähig- und Fertigkeiten, um einen eigenen Fahrrad-Rahmen aus Bambus zu bauen. Die Kurse werden am 24. Februar (9 bis 1 Uhr) und am 10. März (9 bis 1 Uhr) abgehalten. Die Kosten belaufen sich auf 535 Euro und auf 595 Euro für Nichtmitglieder.

Foto: Bamboo Bicycle Club

Impressum

CAMPUSSPIEGEL – DAS MAGAZIN AM GARCHINGER FORSCHUNGSZENTRUM
Herausgeber: Stadtspiegel Verlag Garching ISSN 2512-1006
Gesamtverantwortlich: Nico Bauer, Gabi Cygan (Redaktion und Anzeigen)
Kontaktadresse, Anschrift des Verlages, der Redaktion und der Anzeigenannahme:
Jennerweg 2, 85748 Garching
Tel. 0 89 / 320 78 87
info@stadtspiegel-online.de
www.stadtspiegel-online.de
Zur Zeit gilt Preisliste Nr. 9/1.1.2002.
Druck: Gebr. Geiselberger, Altötting
Gestaltung: Jürgen Pichler, www.tp-design.de, Garching

Der Campusspiegel erscheint monatlich und wird kostenlos verteilt; die Verteilung erfolgt durch den Verlag oder Verlagsbeauftragte. Durch Namen kenntlich gemachte Artikel geben nicht zwingend die Meinung der Redaktion wieder. Der Verlag übernimmt keine Haftung für unverlangt eingesandte Manuskripte oder sonstiges Material. Die Redaktion behält sich vor, Zuschriften und Artikel zu kürzen. Namens seiner Autoren behält sich der Stadtspiegel Verlag für alles in dieser Zeitschrift veröffentlichte Text- und Bildmaterial sowie Anzeigenvorlagen sämtliche Nutzungsrechte vor. Reproduktion des Inhalts, ganz oder teilweise, nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlags. Der Verlag übernimmt keinerlei Haftung für den Inhalt von Anzeigentexten. Der Campusspiegel wird auf zu 100 Prozent chlorfrei hergestelltem Papier gedruckt - der Umwelt zuliebe.

Neu im Beirat und Ehrenbeirat des LRZ

Prof. Dr. Martin Schulz (TUM) und Prof. Dr. Thomas Seidl (LMU) wurden von der Bayerischen Akademie der Wissenschaften neu in den Beirat des Leibniz-Rechenzentrums (LRZ) gewählt.

Ferner wurde der Ehrenbeirat des LRZ neu geschaffen. In ihn wurden die langjährigen Mitglieder Prof. Dr. Dr. h.c. Roland Bulirsch (TUM) und Prof. Dr. Hans-Peter Kriegel (LMU) gewählt.

Meltdown und Spectre

Mit Meltdown und Spectre sind seit Anfang 2018 Sicherheitslücken in der Hardware von Mikroprozessoren verschiedener Hersteller wie z.B. Intel und AMD bekannt. Die Schwachstellen können von Angreifern dazu genutzt werden, widerrechtlich an Daten (und damit auch Passwörter) zu gelangen. Da die Sicherheitslücken für eine Vielzahl von Prozessoren bestätigt sind, ist das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) natürlich ebenfalls davon betroffen.
Das LRZ unternimmt selbstverständlich alles, was jetzt und in Zukunft möglich ist, um eine unerwünschte Ausnutzung dieser Schwachstellen zu verhindern. Das Sicherheitsmanagement richtet sich streng nach ISO/IEC 27001 aus – in diesem konkreten Fall nach der Maßnahme „Umgang mit technischen Schwachstellen". Konkret heißt das, man bewertet die Kritikalität und das Risiko im Hinblick auf die Schwachstellen für alle betroffenen Systeme, lotet wirksame Gegenmaßnahmen aus, testet diese und setzt sie dann um. Ein Patch kann aber auch eine Veränderung des Systems darstellen mit Neben- und Wechselwirkungen.
Das LRZ hat bereits alle Client-Systeme (PCs, Laptops, Mobilgeräte) und erste Serversysteme aktualisiert und wird, basierend auf dem beschriebenen Prozess, sukzessive alle betroffenen Systeme patchen oder alternative Schutzmaßnahmen entwickeln.
Das Risiko für Client-Systeme (PCs, Laptops, Mobilgeräte) wird von Herstellern und Sicherheitsexperten gleichermaßen als hoch und kritisch eingestuft. Deshalb empfiehlt das LRZ allen Nutzern, die von den Betriebssystemherstellern bereitgestellten Patches für die verschiedenen Betriebssysteme (Windows, MacOS, iOS, Android, Linux etc.) zeitnah einzuspielen.

Sicherheits-Tag im LRZ

Datenschutz, Cybercrime, Angriffe, Hacker, Firewalls und vieles mehr – das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) und die TU München wollen diese Themen einer breiten Öffentlichkeit näher bringen und veranstalten dazu am Mittwoch, 21. März, den kostenlosen gemeinsamen (IT-)Sicherheits-Tag 2018 mit Vorträgen und Präsentationen.

Nähere Informationen sind auf der Veranstaltungs-Webseite zu finden: www.lrz.de/services/termine/2018_sicherheits-tag/
Für die Teilnahme ist kein (vertieftes) technisches Vorwissen erforderlich, aber eine Anmeldung. Das genaue Programm und das Anmeldeformular werden ab etwa Mitte Februar über die Webseite bekannt gegeben.

Forschung zum Frühstück: Big Data zum Anfassen

Unter dem Motto „Big Data zum Anfassen" beteiligt sich das LRZ an der Veranstaltungsreihe „Forschung zum Frühstück" der IHK Oberbayern. Im Vortragsteil des Programms werden Beispiele gezeigt, wie aus Big Data schlaue Daten werden oder wie die Visualisierung dieser Daten neue Erkenntnisse liefert. Zudem besteht die Gelegenheit SuperMUC und das V2C zu besichtigen.
Die Veranstaltung findet am 2. März von 8:30 bis 10:30 Uhr am LRZ auf dem Forschungscampus Garching statt. Das Event richtet sich primär an Vertreter kleiner und mittelständischer Betriebe, ist aber auch für weitere Interessenten offen.
Detaillierte Informationen zum Programm sowie Anmeldung gibt es auf der Veranstaltungswebsite der IHK: https://www.ihk-uenchen.de/veranstaltung/detail.jsp?id=14606

LAVIDA

FITNESS & VITAL LOUNGE

Die Fitness und Wellness Erlebniswelt in Garching

Brandheisse Angebote

Die einmalige Gelegenheit für PREMIUM Fitness - Wellness & Gesundheit zum Discount Preis

Aufgrund der Brandsanierung in einem unserer Büros ist für kurze Zeit alles

um bis zu 50% ermässigt!*

Studenten- und Schülerabos ab 3,50 € / Woche

10 JAHRE

Bürgerplatz 18 · 85748 Garching · 089 99 68 00 25 · www.lavida-garching.de

Erleben Sie Fitness und Wellness auf höchstem Niveau!

*= nicht auf Wochenpreise Schüler- & Studentenabo