

Akademie Aktuell

Zeitschrift der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

Lenovo

Lenovo

Lenovo

Lenovo

LATEIN: Im Weinberg der Lexikographie
BIBLIOMETRIE: Publish or perish
MITTELALTER: Vergils „Aeneis“ auf Deutsch

Digitale Welten

Schnelle Rechner, Visualisierung, Big Data:
das Leibniz-Rechenzentrum

Heft 2.2019

BAcW





Politik trifft auf digitalen Wandel: Bundeskanzlerin Angela Merkel mit dem Roboter einer schwedischen Firma auf der Hannover Messe 2019.



Liebe Leserinnen und Leser!

Unsere Gesellschaft wird digitaler“, erklärte Bundeswirtschaftsminister Peter Altmaier Anfang 2019, bei der Umsetzung von digitalen Innovationen im Alltag sei jedoch „in Deutschland noch Luft nach oben“. Dabei stehen zumeist Themen wie eHealth, Smart Home oder autonomes Fahren sowie die großen Internetkonzerne im Fokus der öffentlichen Diskussion.

Wissenschaftliche Rechenzentren wie das Leibniz-Rechenzentrum der BAdW sind hingegen nach wie vor eher nur einem kleinen Kreis spezialisierter Anwender aus Wissenschaft und Forschung bekannt. Zu Unrecht, denn sie leisten einen wichtigen Beitrag zur Digitalisierung unseres Landes.

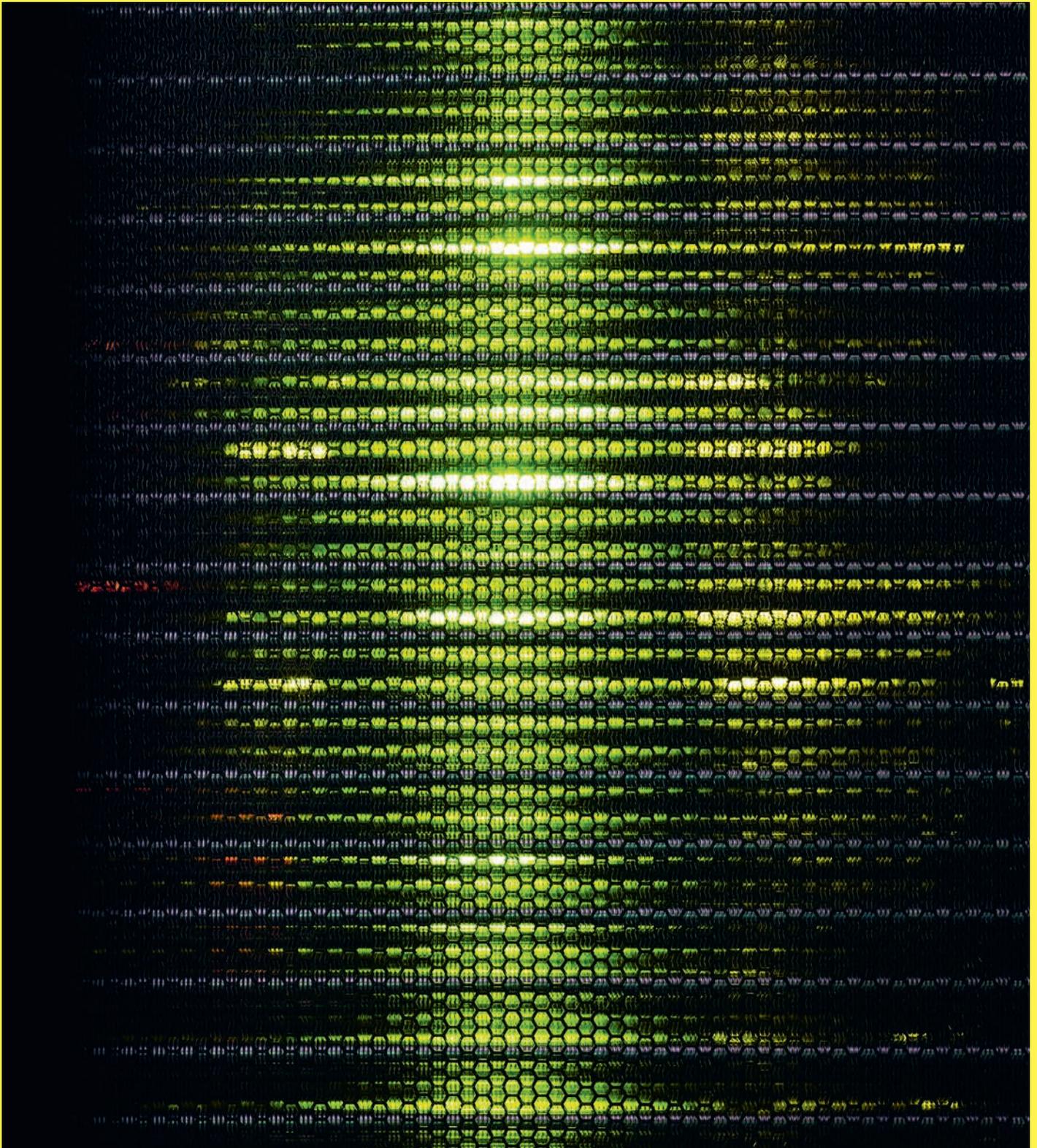
Gegründet 1962, hat sich das Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) in den letzten Jahrzehnten zu einem international bedeutenden Rechenzentrum entwickelt. Der Umgang mit Big Data, anspruchsvolle Visualisierungen oder IT-Dienste und -Infrastrukturen wie das Münchner Wissenschaftsnetz sind nur einige der Aufgaben, die dort erledigt werden. Seit kurzem ist am LRZ der neue Höchstleistungsrechner SuperMUC-NG mit seinen fast 27 Petaflops Rechenleistung und Platz 8 in der Liste der leistungsfähigsten Rechner der Welt in Betrieb. Das nehmen wir zum Anlass für einen LRZ-Themenschwerpunkt in dieser Ausgabe. Ob Gesundheitsvorsorge, Energieverbrauch oder die Entstehung von Staus: Erkenntnisse aus der Zusammenarbeit von Forschern und wissenschaftlichen Rechenzentren erreichen zunehmend den Alltag der Menschen.

Prof. Dr. Arndt Bode
Vizepräsident der Bayerischen Akademie der Wissenschaften

BAdW

Digitale Welten
zeigt diese Ausgabe von „Akademie Aktuell“, und zwar am Leibniz-Rechenzentrum der BAdW in Garching. Warum ein Höchstleistungsrechner wie SuperMUC-NG dabei helfen kann, die Entstehung des Universums

zu erforschen oder passgenaue Therapien für Patienten festzulegen, erfahren Sie in unserem Schwerpunkt ab Seite 12. Weitere Beiträge geben Einblicke in die faszinierende Welt der Visualisierung, den Umgang mit Big Data sowie die Zukunft der Computer.



Fotos: Robert Brembeck für Akademie Aktuell (2)

Nr. 68

6

Kurz notiert
Nachrichten aus Wissenschaft
und Forschung

8

Im Gespräch
Die Erziehungswissenschaftlerin
Annette Scheunpflug
über Lernen unter schwierigen
Bedingungen

Fokus

12

**Digitale Welten im
Leibniz-Rechenzentrum**

14

Ein Ort, an dem Zukunft gemacht wird
Wissenschaftliche
Rechenzentren und ihr Beitrag
zur Digitalisierung

20

**Die Geheimnisse der Erde und des
Weltalls entschlüsseln**
Einsatz des Höchstleistungsrechners
SuperMUC-NG in Geo- und Astrophysik

26

**Die Mauern zwischen Computer-
technologie und Medizin einreißen**
Forschung für ein besseres
Verständnis des menschlichen Körpers

30

Eintauchen in Gebiete, die
noch nie ein Mensch gesehen hat
Visualisierung beseitigt
Hindernisse für Forscher und Laien

36

Futter für die Zahlenfresser
Big Data in der Wissenschaft

S. 52 | Publish or
perish: eine
Online-Umfrage
unter Nach-
wuchswissen-
schaftlern in
Deutschland.



38

Future Computing – Quo vadis IT?
Das Leibniz-Rechenzentrum
auf dem Weg in die Zukunft

41

Auf den Punkt
Jutta Allmendinger über
Orte der Begegnung

42

Ortswechsel
Aus Russland nach Garching

44

Kurz vorgestellt
Fragen an neue Akademiemitglieder

Forschung

46

Klassische Philologie
Im Weinberg der Lexikographie:
125 Jahre
Thesaurus linguae Latinae

52

Bibliometrie
Zur Bedeutung von High-Profile-
Zeitschriften für junge Wissenschaftler

56

Mittelalter
Die erste deutsche Übersetzung
von Vergils „Aeneis“

60

Akademie intern

62

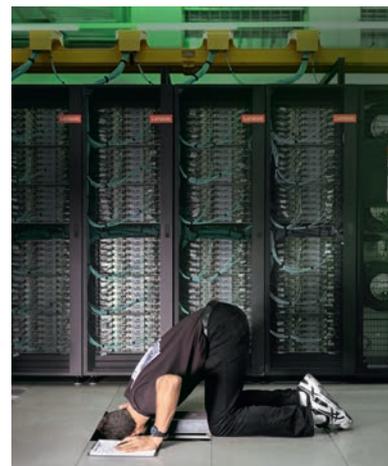
Termine / Impressum

64

Lieblingsstück

Unser Titelbild

Bei einem Rechenzentrum denkt man an Kabel, Computer oder Kühlanlagen. Doch hinter der Technik stehen Menschen: Sie sorgen dafür, dass alles funktioniert. Der Münchner Fotograf Robert Brembeck hat für die Serie „Menschen am LRZ“ zwei Tage lang Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Leibniz-Rechenzentrums unterwegs im Gebäude begleitet. Wer auf dem Cover zu sehen ist, erfahren Sie auf S. 12.



AUSGE- RECHNET!



UNSER UNIVERSUM

Was geschah nach dem Urknall? Wie entstehen Sterne und Galaxien? Um zu verstehen, wie sich unser Universum entwickelt, haben Wissenschaftler des Exzellenzclusters Universe bzw. ORIGINS am Höchstleistungsrechner SuperMUC des Leibniz-Rechenzentrums der BAdW spektakuläre Simulationen erstellt. Die Fotos dafür stammen aus dem Observatorium Wendelstein (oben). Daraus ist eine neue Show entstanden, die seit März 2019 regelmäßig im Planetarium des Deutschen Museums gezeigt wird. Sprecher der rund 30-minütigen Vorstellung ist der Physiker Harald Lesch.

Infos zum Planetarium: deutsches-museum.de

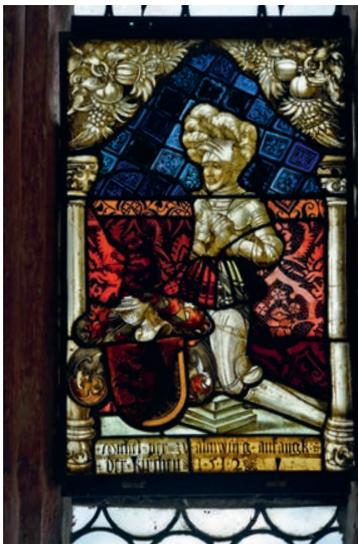
An der Wiege der Zivilisation

Ob Götter, Könige und Völker, Kulte, Kunst und Alltag oder Fauna und Flora: In 12.830 Einträgen bietet das BAdW-Projekt „Reallexikon der Assyriologie und vorderasiatischen Archäologie“ einen unvergleichlichen Einblick in die Lebenswelt der Sumerer, Babylonier, Assyrer, Hethiter und anderer vorderasiatischer Kulturen. Ab sofort sind die ersten 13 Bände von „A“ bis „Tiergarten“ frei im Internet verfügbar; die übrigen Bände folgen jeweils nach einer Schutzfrist.

Einzelne Artikel lesen:
publikationen.badw.de

Zusammenstellung: e/je

Bildfenster für den Mautner von Vilshofen, Michael Beer. Die Inschrift belegt ihn als Stifter von St. Othmar in Kriestorf.



441 INSCHRIFTEN

aus dem südwestlichen Teil des Landkreises Passau hat das Team des Akademieprojekts „Deutsche Inschriften des Mittelalters und der frühen Neuzeit“ ediert. Der Band enthält die Inschriften der ehemaligen Bezirksamter Vilshofen und Griesbach, etwa von Grabdenkmälern, Glocken, Wandmalereien oder Votivbildern, sowie Inschriften, die heute nicht mehr im Original erhalten sind. Er wurde im Frühjahr 2019 in Schloss Neuburg am Inn vorgestellt. Damit sind die Forschungen zur Bischofsstadt Passau (erschienen 2006) sowie zum gleichnamigen Landkreis (Teil 1 erschien 2011) abgeschlossen. Die Inschriftenkunde (Epigraphik) liefert wichtige Grundlagenforschung für nahezu alle Felder der Geschichtswissenschaft, die Sprachwissenschaften und viele andere Fächer.

Mehr erfahren unter: badw.de

Fotos: Bastian Harfoid/Deutsches Museum; Anselm Steininger



des Energiebedarfs in Deutschland werden von Bioenergie gedeckt. Sie liefert mehr Energie als Windkraft, Solarenergie, Wasserkraft und Geothermie zusammen. Die Vorteile: Energieträger aus Biomasse sind gut speicherbar und können zur Strom- und Wärmeerzeugung sowie als Kraftstoffe eingesetzt werden. Doch Biomasse zur Energiegewinnung zu nutzen, ist nicht



per se klimafreundlich und birgt Risiken für Umwelt und Natur. Vorschläge für eine gut durchdachte Bioenergienutzung enthält eine gemeinsame Stellungnahme der Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften, von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften und der Union der deutschen

Akademien der Wissenschaften. Die Wissenschaftler fordern unter anderem, vor allem Rest- und Abfallstoffe energetisch zu verwerten und Biomasse systemdienlich einzusetzen.

Zur Stellungnahme: akademienunion.de

Spix-Ausstellung eröffnet



Eine neue Dauerausstellung im mittelfränkischen Höchststadt an der Aisch zeigt Leben und Werk des Zoologen Johann Baptist Ritter von Spix. Er war ab 1811 Konservator der zoologischen Sammlungen der Akademie in München und ab 1813 Akademiemitglied. Berühmt wurde Spix insbesondere durch seine Forschungsreise nach Brasilien gemeinsam mit dem Botaniker Martius in den Jahren 1817 bis 1820. Die Ausstellung in seinem Geburtshaus zeigt Exponate dieser außergewöhnlichen Reise, Audioinstallationen und Kurzfilme sowie ein Urwalddiorama. Zudem ist die Reproduktion eines zeitgenössischen Spix-Porträts aus dem Besitz der BAdW zu sehen.

Wo? Badgasse 7, 91315 Höchststadt an der Aisch
Wann? Jeden 1. und 3. Sonntag im Monat, 14–16 Uhr

40 JAHRE

Akademienprogramm heißt es in diesem Jahr. Aus diesem Anlass veranstalten die Bayerische und die Heidelberger Akademie der Wissenschaften gemeinsam die Konferenz „Mittelalter im Fokus“, die den Blick auf Chancen und Perspektiven des Akademienprogramms für die mediävistische Forschung im 21. Jahrhundert richtet. Die Veranstaltung am 12. und 13. September 2019 wird mit Workshops, Präsentationen, Diskussionen und einem öffentlichen Abendvortrag die Vielfalt der Mittelalterforschung an den deutschen Akademien sichtbar machen und zeigen, welche Bedeutung das weltweit einzigartige Programm für die mediävistische Grundlagenforschung hat und wie es weiterentwickelt werden kann. Die Tagung ist Teil der Jubiläumsaktivitäten der Akademienunion und ihrer Mitglieder unter dem Motto „40 Jahre Akademienprogramm – Exzellenz in Geisteswissenschaften“.

Programm im Jubiläumsjahr: akademienunion.de

„Unser Entwicklungsverständnis ist zu schlicht“

Ein Gespräch mit der Erziehungswissenschaftlerin
Annette Scheunpflug über Schulen in aller Welt und
globales Lernen in Deutschland

Fragen **Anja Reiter** — Foto **Michael Ullrich**

Frau Scheunpflug, Sie sind immer wieder an Schulen in Subsahara-Afrika unterwegs, beschäftigen sich mit der Bedeutung von globalem Lernen in Deutschland und formulierten Thesen zu pädagogischer Anthropologie. Welches Verständnis von Bildung hält Ihre vielfältigen Projekte zusammen?

Es sind vor allem zwei Fragen: Was macht Bildung unter den Bedingungen von Globalisierung und kultureller Vielfalt aus? Und: Wie kann man Entwicklung angemessen beschreiben? Meiner Beobachtung nach wird gesellschaftlich häufig ein schlichtes Entwicklungsverständnis bedient, das an die Schöpfungstheorie erinnert. Im Unterricht ist es die Vorstellung des Lehrers als

Kreator, der durch seine Handlung eine Veränderung bei den Schülern bewirkt, und gesellschaftlich ist es die NGO oder die Schule, die die Entwicklung vorantreibt. Ein solches Verständnis wird der Komplexität von Entwicklung aber nicht gerecht.

Vor Ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit haben Sie zwei Jahre als Grundschullehrerin gearbeitet. Wie wichtig war diese Zeit für Ihre Forschungstätigkeit?

Ungemein wichtig! Einerseits hat diese Erfahrung meine Liebe zum Beruf und meinen Respekt gegenüber Lehrkräften geprägt. Andererseits erkannte ich dadurch wichtige Fragen für die Forschung. Prägend war eine Erfahrung aus der Lehrerausbildung. Um

zu lernen, wie man Unterricht vorbereitet, mussten wir damals einen Plan verfassen: In die linke Spalte schrieben wir, was der Lehrer sagt, in die rechte Spalte, was der Schüler antworten wird.

Also wieder die Vorstellung des Lehrers als Kreator?

Genau! Und ich dachte mir: Das kann doch keine angemessene Ausbildung für Lehrkräfte sein. Meine Habilitationsschrift habe ich dann genau zu diesem Problem verfasst: zur Frage einer didaktischen Theorie unter komplexen Bedingungen.

Sie haben auch in Afrika und Lateinamerika den Schulunterricht beobachtet.



Von Bamberg in die
Klassenzimmer Afrikas
und Lateinamerikas:
Annette Scheunpflug
erforscht Bildungs-
konzepte in einer globa-
lisierten Welt.

Wie unterschiedlich funktioniert Schule in dieser Welt?

Zunächst einmal ist – bei aller Unterschiedlichkeit – die Gemeinsamkeit von Schule überall auf der Welt frappierend: Schulischer Unterricht stellt das in den Mittelpunkt, was nicht mitgängig gelernt werden kann. Abstrakte Mathematik kann man nicht beim Zugucken lernen oder sich anschauen. Diese Tatsache bedingt die Gemeinsamkeiten von Schulen: ihre Abschirmung von der Umwelt, eine bestimmte Organisationsform, eine bestimmte Systematik des fachlichen Vorgehens. Diese Konstanten verursachen zugleich aber für Schülerinnen und Schüler ein Relevanzproblem.

Wie sehr ähneln sich die Inhalte, die an den Schulen dieser Welt gelehrt werden?

Wir haben inzwischen ein ausgesprochenes Weltcurriculum, das eigentlich nur noch in wenigen Aspekten der Muttersprache oder der Landesgeschichte differiert. Durch die Standardisierung werden Vergleichsstudien wie PISA erst ermöglicht. Ab welchem Alter eingeschult wird, welche Rolle Eltern zugewiesen bekommen, wie Lehrerkarrieren und Lehrerprofessionalisierung organisiert sind – das alles ist hingegen historisch oder kulturell bedingt.

In Ruanda, einem Land, das von einem furchtbaren Genozid erschüttert worden ist, haben Sie die Wirkung pädagogischer Maßnahmen in Post-Konflikt-Situationen untersucht. Was hat Sie dabei besonders interessiert?

Wie hält man in einem Land wieder Unterricht ab, in dem Täter und Opfer immer noch Tür an Tür wohnen? Welche pädagogischen Konzepte sind hier wirksam? Eine Gruppe aus einheimischen Bildungsexperten hatte dazu bereits ein Konzept erarbeitet, das von der deutschen Entwicklungszusammenarbeit und unter anderem von „Brot für die Welt“ gefördert wurde. Ich habe untersucht, wie wirksam das Konzept umgesetzt wurde.

Was war denn der Grundgedanke dieses Konzepts?

Die einheimischen Experten hatten ein Lehrerfortbildungsprogramm aufgesetzt, mit dessen Hilfe Lehrer und Schüler in ihrem Selbstwertgefühl gestärkt werden sollten. Außerdem sollten die Lehrer lernen,



Für gute Bildung unter schwierigen Bedingungen sorgen: Schüler in Schuluniform mit ihrem Lehrer während des PC-Unterrichts in Kumba im Südwesten Kameruns, 2010.

„Wir nehmen viel zu wenig wahr, welche Helden es in Entwicklungsprozessen in Subsahara-Afrika gibt.“

wie man Schülerinnen und Schülern mehr Autonomie im Unterricht geben kann – etwa durch Gruppenarbeitsphasen. Damals kannte der Unterricht in Ruanda keinen Freiraum für Schülerinnen und Schüler. Der Lehrer sprach, die Schüler sprachen im Chor nach. Wenn man in einem solchen Setting Gruppenarbeit einführt, gleicht das einer Revolution.

Wo lag für Sie die Herausforderung?

Wir haben die Einstellungen von Schülern an den teilnehmenden Schulen mit Schülern verglichen, deren Lehrer nicht an dem Programm teilgenommen haben, die aber aus ähnlichen soziokulturellen Kontexten stammten und ähnlich vom Genozid betroffen waren. Meine Aufgabe war es, Unterrichtsbeobachtungen durchzuführen und Fragebögen für die Schüler zu erstellen. Die Herausforderung: Wir haben auf Kinyarwanda geforscht, ...

... einer Sprache, die nur wenige Adjektive kennt ...

... was die Übersetzung der standardisierten Fragebögen schwierig machte. Kinyarwanda ist sehr viel konkreter als unsere Sprache, es kennt viel weniger abstrakte Begriffe. Ich spreche die Sprache leider nicht.

Hat Ihr Deutschsein in Ruanda eine Rolle gespielt?

Gar nicht so sehr. Was aber sehr wohl eine Rolle spielte: dass ich nicht britisch oder belgisch bin. Zwar war auch Deutschland einmal Kolonialmacht in Ruanda, aber das ist schon lange her und nicht mehr so präsent im kollektiven Gedächtnis. Zudem konnte ich Erfahrungen im Umgang mit der Aufarbeitung der NS-Zeit und der Shoa in Deutschland nutzen. Das gab mir im Umgang mit den Lehrkräften eine Form der Legitimation und schuf Vertrauen.

Ich nehme an, dass Sie mitunter sehr emotionale Begegnungen in Ruanda hatten. Was hat Sie in dieser Zeit besonders beeindruckt?

Wenn es um die großen Konflikte in Afrika geht, haben viele Europäer eine Vorstellung von Passivität oder fatalen Formen von Leadership. Wir nehmen viel zu wenig wahr, welche Helden es in Entwicklungsprozessen in Subsahara-Afrika gibt. Mein persönlicher Held ist einer der Koordinatoren der Schulen in der Kivu-Region im angrenzenden Kongo. Er managt Schulen und organisiert Lehrerfortbildungen unter Bedingungen, die wir uns gar nicht vorstellen möchten.

Was waren die Ergebnisse Ihres Forschungsprojekts in Ruanda?

Bis zu zehn Jahre nach der Fortbildung konnten wir feststellen, dass die Schüler an den teilnehmenden Schulen demokratischere Werte vertraten, mehr Selbstbewusstsein hatten, angstfreier durchs Leben gingen und geringere Gewaltbereitschaft zeigten. Das ist ein schöner Erfolg! Natürlich gibt es noch Luft nach oben. Wenn die Baseline sehr niedrig ist, macht wenig Veränderung schon viel aus. Allein deshalb ist es so interessant, in Subsahara-Afrika zu forschen: Man kann die Effekte von Interventionsmaßnahmen leichter aufzeigen als in Industriestaaten, da die Gesamtqualität niedriger ist und die Umgebungseinflüsse häufig geringer sind.

Ein brennendes Thema ist auch die Finanzierung von Schulen in Entwicklungsländern. Sie haben eine Studie zur Frage verfasst, ob Privatschulen finanziell unterstützt werden sollten. Lässt sich das so allgemein beantworten?

Schulen in privater Trägerschaft können ganz unterschiedliche Funktionen erfüllen, von diesen hängt die Entscheidung ab. Eine Funktion kann sein, dass sie Distinktionsmerkmale für Eliten schaffen ...

... also gesellschaftlich segregierend wirken. Wenn das ihre alleinige Funktion ist, ist eine Förderung nicht sinnvoll. Schulen in privater Trägerschaft können aber auch gesellschaftliche Kohäsion schaffen, wo der Staat segregiert. In Ruanda etwa dürfen nur Grundschüler mit guten Noten eine staatlich geförderte Sekundarschule besuchen. Wer diese Leistung nicht bringt, bleibt draußen – oder geht eben auf eine christliche Schule. In dieser Region sind zwischen 70 bis 80 Prozent aller Schulen konfessionelle Schulen der beiden großen Kirchen. Hier ist die Förderung sehr sinnvoll und trägt zum Abbau gesellschaftlicher Ungleichheit bei. Schulen in nichtstaatlicher Trägerschaft können auch wichtig für Minderheitenkulturen sein. Derzeit betreue ich eine Studie zu Schulen in nichtstaatlicher Trägerschaft im Nordirak. Dort spielen entsprechende Schulen etwa eine große Rolle für die christliche Minderheit.

Sie haben an der Universität Bamberg einen internationalen Weiterbildungsstudiengang initiiert. Der Master „Edu-

ational Quality in Developing Countries“ richtet sich an Bildungsverantwortliche aus Afrika. Wie groß ist die Bandbreite der Studierenden?

Sie kommen aus Ländern wie Ruanda, Tansania oder Ghana. Sie tragen Verantwortung für mindestens 4.000 Schüler oder Lehrer, sind also entweder Leiter von sehr großen Schulzentren, regionale Schulräte oder Qualitätsbeauftragte von Schulverbänden, Lehrerfortbildungsinstitutionen und Universitäten. Wir beschäftigen uns mit Bildungstheorie, Unterrichtsqualität, Qualität von Bildungssystemen und wissenschaftlichen Methoden. Zwei Jahrgänge haben wir schon erfolgreich verabschiedet, insgesamt also 60 Fachkräfte weitergebildet. 3,5 Millionen Schüler profitieren bereits davon, wie eine externe Evaluation zeigte.

Gibt es auch Dinge, die Sie von den Kollegen aus Subsahara-Afrika lernen können?

Ich lerne jeden Tag! Einerseits interessieren mich Strategien, mit Mangel umzugehen und dennoch gute Bildung anzubieten. Andererseits lerne ich enorm viele politische Details kennen. Meine mentale Landkarte hat sich sehr geändert.

Wenn es nach Ihnen geht, soll globales Lernen auch an unseren Schulen vermehrt Teil des Unterrichts werden. Auf welche weltgesellschaftlichen Herausforderungen müssen wir unsere Kinder vorbereiten?

Es ist nicht einfach, Fremden und Fremdheit zu begegnen, ohne dass man spontan auf- oder abwertet. Außerdem müssen wir Kindern und Jugendlichen vermitteln, dass ihr Handeln immer auch Konsequenzen für Menschen hat, die sie nicht kennen. Diese Konsequenzen vorwegzunehmen und das Handeln darauf einzustellen, ist eine Herausforderung.

Inwiefern hat globales Lernen schon den Weg in die Lehrpläne gefunden – im Unterschied etwa zum Thema Umwelt, bei dem dieser Prozess bereits sehr erfolgreich war?

Globales Lernen ist heute deutlich präsenter als noch in den 1970er, 1980er oder 1990er Jahren. Die Implementierung in die Lehrpläne variiert jedoch von Bundesland zu Bundesland. Um die Länder in diesem Bereich zu harmonisieren, hat die Kultusministerkonferenz bereits Orientierungsrichtlinien erlassen.

Ein Kritikpunkt am globalen Lernen ist, dass es Stereotype wiederhole – und zu einer Zementierung von bestehenden Machtverhältnissen führe.

Das ist eine Kritik aus der postkolonialen Perspektive, die ich in dieser Vehemenz nicht teile. Gearbeitet werden muss noch an der Entwicklung guter Praxis für Lehrkräfte. In der Theorie finden Sie zwar in fachdidaktischen Werken einen offenen Kulturbegriff und das Plädoyer für Pluralismus. Konkrete Unterrichtsbeispiele sind jedoch häufig monokulturell, essentialistisch und mit Stereotypen behaftet.

Sie haben immer wieder gezeigt, wie Forschungsergebnisse auch zu einer Veränderung in der Realität führen können. Wo verorten Sie Ihre Rolle? Als Beobachterin, Beraterin, Aktivistin?

Mein Grundverständnis ist, dass ich Wissenschaftlerin bin, also Beobachterin. Daneben bin ich aber auch Bürgerin und Ex-Lehrerin, und als solche bin ich daran interessiert, dass man gerade im Bildungswesen zu mehr Evidenzbasierung kommt. Daher nehme ich Gelegenheiten gerne wahr, Erkenntnisse in den bildungspolitischen und praxisbezogenen Diskurs einzuspeisen.

Prof. Dr. Annette Scheunpflug

ist seit 2013 Inhaberin des Lehrstuhls für Allgemeine Pädagogik an der Otto-Friedrich-Universität Bamberg. Zuvor forschte sie unter anderem an den Universitäten in Erlangen-Nürnberg und Gießen. Die Musik-, Schul- und Religionspädagogin arbeitete vor ihrer wissenschaftlichen Tätigkeit zwei Jahre als Grundschul-Lehrerin in Unterfranken. Sie ist Mitglied der BADW.

Anja Reiter

ist freie Journalistin für Bildungsthemen in München. Sie verfasst Features und Reportagen für „DIE ZEIT“, die „Süddeutsche Zeitung“ und „Uniglobale“. Das Gespräch fand am 11. Januar 2019 in München statt.



**„Supercomputer
sind hochkom-
plexe Systeme.
Ich finde es span-
nend, sie stabil
und mit hoher
Zuverlässigkeit zu
betreiben.“**

Dr. Markus Müller

ist am LRZ System-Administrator für SuperMUC und SuperMUC-NG und vor allem bei der Inbetriebnahme eines neuen Rechners und bei Wartungsarbeiten involviert. Sein Arbeitsbereich umfasst die Pflege sämtlicher Server, der Netzwerke und parallelen Filesysteme. Obwohl er meistens im Büro über Tage arbeitet, müssen zwischendurch auch einmal die Anschlüsse der Racks im Doppelboden überprüft werden. Ihm gefällt die Herausforderung, die wechselseitigen Abhängigkeiten der Komponenten eines Superrechners so aufzulösen, dass man notwendige Eingriffe ohne Störung am System durchführen kann.

Digitale Welten

Schnelle Rechner, Visualisierung, Big Data: Das Leibniz-Rechenzentrum in Garching gehört zu den führenden wissenschaftlichen Rechenzentren Europas. Unser Themenschwerpunkt gibt Einblicke in die digitalen Welten des LRZ. Was können Supercomputer heute zur Erforschung des Erdinnern oder zum besseren

Verständnis des Universums beitragen? Wie können sie Forschungen zum Klimawandel unterstützen? Was trägt Visualisierung zum Erkenntnisgewinn bei? Wie lernen Studierende den Umgang mit Big Data? Der Schwerpunkt schließt mit einem Blick auf die Zukunft des wissenschaftlichen Rechnens: Quo vadis IT?

Der markante Doppel-
würfel auf dem
Forschungscampus in
Garching beherbergt die
Supercomputer des LRZ.



Blick in eine „Tape
Library“, eines der
Magnetbandarchive
im Daten- und
Archivraum des
Leibniz-Rechenzentrums.

Ein Ort, an dem Zukunft gemacht wird

Wissenschaftliche Rechenzentren wie das **Leibniz-Rechenzentrum** leisten einen wichtigen Beitrag zur Digitalisierung eines Landes. Als digitale Dienstleister haben sie eine Vielzahl von Aufgaben wie Höchstleistungsrechnen, Politikberatung oder die Bereitstellung von Forschungsdateninfrastruktur.

Von **Peter Welchering**

Heißes Gestein, rot glühend, steigt auf und bewegt sich auf den Zuschauer zu. Der schaut fasziniert, aber ziemlich entspannt auf die Gesteinsmassen, die sich da im Erdinneren bewegen. „Jetzt entsteht gerade Island“, kommentiert Ludger Palm vom Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) in Garching 200 Millionen Jahre Erdgeschichte. Im Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung sieht man mit 3D-Brille und einer aufwändigen Projektion, wie die Kontinente ihre heutige Form erhalten haben.

In der Simulation, die auf dem Höchstleistungscomputer SuperMUC berechnet wurde, fliegen hunderttausend Jahre Erdgeschichte in Sekunden vorbei. Der Betrachter kann aktiv in die Simulation eingreifen,

schnell eine Million Jahre überspringen oder sich den Zeitpunkt, zu dem Island aufgetaucht ist, exakt anzeigen lassen.

Simulation und Visualisierung schaffen neue Erkenntnisse

„Solche Simulationen und deren Visualisierung werden derzeit aus ganz unterschiedlichen Wissenschaftsbereichen nachgefragt“, berichtet Dieter Kranzlmüller, der als Vorsitzender des Direktoriums seit 2017 das Leibniz-Rechenzentrum leitet. Simulationen im Rahmen von Big-Data-Analysen sollen dafür sorgen, dass der Autoverkehr ohne Staus fließen kann. Die Menschen sollen dank individueller Medikamente schneller gesund werden und länger

gesund bleiben. Der Energieverbrauch soll punktgenau prognostiziert und gesteuert werden. „Big Data hat über die Wissenschaft den Alltag der Menschen erreicht“, bringt Arndt Bode, emeritierter Lehrstuhlinhaber für Rechentechnik und Rechnerorganisation an der TU München und Vorgänger Kranzlmüllers am LRZ, die Entwicklung auf den Punkt.

„Die Voraussetzungen für solche Anwendungen wurden und werden in wissenschaftlichen Rechenzentren wie dem LRZ erforscht und entwickelt“, erklärt Heinz-Gerd Hegering, der dem LRZ ebenfalls lange Jahre vorstand. So werden heute gemeinsam von Medizinerinnen und Informatikern Werkzeuge für die Modellierung individueller Brustkrebstherapien entwickelt.

Denn: „Kliniken verfügen nicht über die Supercomputer für diese Forschungsarbeiten“, zeigt Dieter Kranzlmüller auf und fährt fort: „Aber in zehn Jahren haben sie vermutlich genug Rechenleistung vor Ort, um individuelle Therapien für ihre Patienten im eigenen Haus rechnen zu lassen.“

Supercomputer als Wechsel auf die Zukunft

Deshalb stellen die Spezialisten am Leibniz-Rechenzentrum heute die Frage: Welche Rechenleistung brauchen wir im Jahr 2025 und wie muss diese umgesetzt werden? Die Beantwortung dieser Frage ist dann eine Gemeinschaftsaufgabe. Denn welche Dienste demnächst für die tägliche Arbeit in Forschung und Lehre gebraucht werden, können die Rechenzentrumspezialisten nur gemeinsam mit den Fachwissenschaftlern erkunden. „Wir dürfen dabei nicht darauf warten, dass die Fachwissenschaftler auf uns zu kommen, sondern müssen aktiv nach handhabbaren Diensten aus dem Rechenzentrum für Universitäten und Wissenschaftseinrichtungen generell forschen“, beschreibt Dieter Kranzlmüller die Aufgabe.

Dabei geht es dann auch um digitale Unterstützung für die Steuerung von Wissenschaftsprozessen. Hierfür erhalten die Garchingler viel Lob aus anderen Wissenschaftseinrichtungen. „Die Entwicklung der Gesellschaft wird in hohem Maße von innovativer Software bestimmt“, sagt zum Beispiel der Genfer Informatiker Jean-Michel Jouanigot, der das Datenzentrum am Kernforschungszentrum CERN erheblich mit aufgebaut hat.

Wissenschaftliche Rechenzentren wie das LRZ in Garching oder das Datenzentrum am CERN in Genf bieten das Umfeld, um die digitalen Grundlagen zu erforschen, die das Leben der Menschen künftig erheblich beeinflussen werden. Tim Berners-Lee zum Beispiel entwickelte vor fast 30 Jahren während seiner Arbeit am CERN eine Verwaltungssoftware und Dokumentenbeschreibungssprache, um Dateien einfacher austauschen zu können. Daraus entstand das World Wide Web. Ähnlich wurde die fotorealistische Simulation von Karosseriemodellen an wissenschaftlichen Rechenzentren wesentlich vorangebracht. Das zählt in der Automobilindustrie heute zum Standard.

4.000 WLAN Access Points

betreibt das Leibniz-Rechenzentrum derzeit im Münchner Wissenschaftsnetz, von München über den Wendelstein bis zur Zugspitze, und vernetzt so Universitäten, Hochschulen und weitere wissenschaftliche Einrichtungen untereinander und mit dem Internet.

100.000

Studierende, Professorinnen und Professoren sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter nutzen täglich die Dienste des Leibniz-Rechenzentrums wie E-Mail, Internet, Archivierung, Visualisierung und Rechenkapazität, vom einzelnen Serverknoten bis zum Supercomputer.

26,9 Petaflops

Spitzenleistung erreicht der Höchstleistungsrechner SuperMUC-NG mit 311.040 Rechenkernen, 719 Terabyte Hauptspeicher und 70 Petabyte externem Speicherplatz. Finanziert vom Bund und vom Freistaat Bayern, liegt er auf Platz 8 der TOP500-Liste der weltweit schnellsten Rechner. In der Europäischen Union ist er die Nummer 1.

117 Terabyte Daten

sichert das LRZ als Backup- und Archivzentrum pro Tag dauerhaft und zuverlässig für Wissenschaft und Forschung. Insgesamt sind 48.000 Terabyte Daten in 21 Milliarden Dateien gesichert.

Software bestimmt gesellschaftliche Entwicklung

Inzwischen hat auch die Politik erkannt, dass solche Pionierarbeit an wissenschaftlichen Rechenzentren eine eminente Bedeutung hat. Anlässlich der Internationalen Supercomputerkonferenz 2018 in Frankfurt am Main hob Wirtschaftsminister Peter Altmaier deshalb hervor: „Das Wohl von Volkswirtschaften hängt inzwischen von Supercomputern ab.“ Er wies darauf hin, dass der Bedarf an Rechenleistung für Simulation, Modellrechnung und Visualisierung unaufhaltsam wachse. Tatsächlich ist die Entwicklung neuer Produkte ohne aufwändige Computersimulation gar nicht mehr vorstellbar. Deshalb wird der alljährlich ausgetragene Wettlauf um den Titel des schnellsten Höchstleistungsrechners der Welt auch nicht nur von Supercomputerexperten mit großer Spannung erwartet, sondern auch von Regierungen und Volkswirtschaftlern genau beobachtet.

Es geht nicht nur um Höchstleistungsrechnen

Aber genau das greift zu kurz. „Wir dürfen wissenschaftliche Rechenzentren nicht auf das Höchstleistungsrechnen reduzieren“, warnt Dieter Kranzlmüller. Er vergleicht das mit Formel-1-Rennen. Da freuen sich die Fans einer Automarke auch, wenn der Bolide aus ihrem Rennstall einen der ersten Plätze belegt. Aber das sei eben weit vom Alltag des Autofahrers entfernt.

Ganz ähnlich ist das im Höchstleistungsrechnen. Wer auf der TOP500-Liste einen der vorderen Plätze belegt, erhält viel Lob von Regierungen und Medien. „Wir freuen uns natürlich über Lob für den SuperMUC der neuen Generation“, meint LRZ-Leiter Kranzlmüller. Entscheidend ist nach seinem Dafürhalten aber etwas anderes: „Alle Tätigkeit im Rechenzentrum ist an Wissenschaft orientiert, deren Ergebnisse den Alltag der Menschen künftig bestimmen werden.“

Weil keine andere Disziplin in so kurzer Zeit eine so hohe gesellschaftliche Relevanz entwickelt habe wie die Informatik, sei es für die Mitarbeiter an wissenschaftlichen Rechenzentren so wichtig, die Konsequenzen ihrer Entwicklungen mit zu bedenken. Technikfolgenabschätzung und ethische Bewertung gehören dazu. Der

Verantwortungsdruck ist während der vergangenen Jahre erheblich gewachsen. „Die Rechenzentren sind die Orte, an denen diese Themen bearbeitet werden müssen“, sagt Dieter Kranzlmüller mit großem Nachdruck. Das geht eben nur im intensiven Dialog mit den Fachwissenschaftlern. So hat sich Xiaoxiang Zhu, Professorin für Signalverarbeitung in der Erdbeobachtung an der Technischen Universität München, an das Leibniz-Rechenzentrum gewandt, weil sie im Rahmen eines Forschungsprogramms über Urbanisierung als Megatrend des globalen Wandels satte vier Petabyte an Satellitendaten verarbeiten wollte. Das sind vier Billionen Bytes, was der Datenmenge eines Videos von 160 Jahren Länge entspricht. Auch für ein Höchstleistungsrechenzentrum ist das eine enorme Herausforderung. Am europäischen Kernforschungszentrum CERN fallen zum Beispiel bei einem Experiment für die Urknallsimulation im Teilchenbeschleuniger eine Billion Bytes an. Diese werden allerdings auf 140 Rechenzentren weltweit verteilt und dort bearbeitet.

60 Petabyte Daten für die Landwirtschaft von morgen

Die vier Petabyte Satellitendaten wollte Professorin Xiaoxiang Zhu im Garching Rechenzentrum vor Ort verarbeiten. Sie setzte sich mit den Spezialisten des LRZ zusammen und diskutierte, welche Hardware-Anforderungen das Projekt stellt und mit welchen Methoden die Daten am besten bearbeitet werden könnten. „Nachdem wir das diskutiert und Lösungen entwickelt hatten, wurde klar, dass auch andere Lehrstühle und Institute ganz ähnliche Anforderungen haben“, berichtet Dieter Kranzlmüller. „Daraus ergab sich die Frage: Können wir einen Dienst bereitstellen, der von möglichst vielen Wissenschaftlern nachgefragt wird?“

Genau das war der Fall. Wolfram Mauser vom Lehrstuhl für Geographie und geographische Fernerkundung der LMU München nutzte den Dienst, um 60 Petabyte Satellitendaten für ein Projekt im Bereich „Precision Farming“ auszuwerten, ein Verfahren, bei dem man Nutzflächen je nach Bodenbeschaffenheit ganz zielgerichtet bewirtschaftet. Für die Landwirtschaft und für die Wasserwirtschaft wurden so völlig neue Perspektiven entwickelt.



Neue Perspektiven für die Landwirtschaft: Test eines Agrar-Roboters, der automatisch erkennen kann, welche Pflanze eine Nutzpflanze ist und wo Unkraut wächst.

„Das Wohl von Volkswirtschaften hängt inzwischen von Supercomputern ab.“

Ein weiteres Thema, das die Wissenschaftler im Leibniz-Rechenzentrum derzeit ziemlich beschäftigt, sind Methoden Maschinellem Lernens für die Medizin. Bei den bildgebenden Verfahren für Gewebepfeifen ist gegenwärtig eine geradezu stürmische Entwicklung festzustellen. Mediziner, Biologen und Pharmakologen erarbeiten auf der Grundlage dieser Forschungsgegenstände gerade vielversprechende Konzepte für Krebstherapien. Die Hoffnungen, die erkrankte Menschen und ihre Angehörigen in diese Forschungsarbeit setzen, sind enorm.

Die Wissenschaftler am Leibniz-Rechenzentrum fühlen sich natürlich auch von diesen Hoffnungen heraus-

gefordert. „Dabei beschäftigen wir uns aber nicht nur mit diesen direkten Auswirkungen von Methoden Maschinellem Lernens für die Medizin, sondern auch mit Konsequenzen, die sich für viele Menschen erst auf den zweiten Blick ergeben“, berichtet Dieter Kranzlmüller.

Keine zweitrangigen Fragen

Dazu zählt beispielsweise die Archivierung der wissenschaftlichen Daten, die im Rahmen dieser Forschungen angefallen sind. „Die müssen teilweise bis zu 30 Jahre lang aufbewahrt werden“, schildert Kranzlmüller die Rahmenbedingungen. Deshalb mussten die Mitarbeiter einen eigenen



Archivierungsplan entwickeln, der unter anderem klärt, wie oft die Speichermedien gewechselt werden müssen, welche neuen Medien zu integrieren sind und wie das genau zu geschehen hat.

Auch die Fragen, von welchen Daten wann wie viele Sicherheitskopien erstellt werden müssen und wo diese aufzubewahren sind, mussten beantwortet werden. Natürlich haben die Wissenschaftler dabei einen Blick in die Zukunft geworfen und etwas technische Trendforschung betrieben. Sie fertigten eine Analyse an, mit welchen Speichermedien in den nächsten fünf beziehungsweise zehn Jahren zu rechnen ist und wie diese Medien in die dann vermutlich abgeschlossenen Projekte zum Maschinellen Lernen in der Medizin eingebunden werden.

Dabei spielt natürlich auch die Frage der Kosten eine Rolle. Denn heutzutage kann noch niemand sagen, was gerade als Pilotprojekt entwickelte Speichermedien in 20 Jahren kosten werden. Dennoch muss das Budget für ein solches Projekt kalkuliert werden, und die künftigen Speicherkosten dürfen dabei nicht außen vor bleiben. „Man sieht, hier greifen wissenschaftliche und betriebliche Fragestellungen ineinander“, meint Dieter Kranzlmüller. Das aber macht die Tagesarbeit für die Mitarbeiter an wissenschaftlichen Rechenzentren so spannend. Sie wissen, dass sie mit ihrer Arbeit mittelbar die Zukunft von ganz vielen Menschen beeinflussen.

Am Körper tragbarer Roboter: Exoskelette sind ein interdisziplinäres Forschungsgebiet, an dem auch die Informatik beteiligt ist.

Digitalisierung der Lehre

„Und das gilt übrigens nicht nur für die Forschung, sondern auch für die Lehre“, gibt Heinz-Gerd Hegering zu bedenken. Denn die Art der Wissensvermittlung wird immer stärker durch die eingesetzten Techniken geprägt.

Als Professor Hegering vor vielen Jahren die ersten „Video-Vorlesungen“ anbot, konnte niemand ahnen, was sich daraus in Richtung einer Webinar-Kultur entwickeln könnte. „Wir hatten damals das ganz schlichte betriebliche Problem in der Lehre zu lösen, dass sich ein Hörsaal in Garching befand und ein weiterer in der Theresienstraße mitten in München“, schildert Hegering die Ausgangssituation. Dieselbe Vorlesung zweimal zu halten, fand er lang-

weilig und entwickelte deshalb ein Konzept für eine Live-Übertragung in beide Richtungen. Die Studierenden in beiden Hörsälen konnten den Vortragenden sehen und hören, gleichzeitig konnte er die Studierenden sehen, hören und direkt ansprechen. Die Video-Vorlesungen mit Diskussion wurden geradezu legendär.

„Wir haben uns dann gefragt, wie wir Video in der Lehre als neuen Regeldienst aufbauen können“, berichtet Arndt Bode, der Heinz-Gerd Hegering als Leiter des Leibniz-Rechenzentrums nachfolgte. Das erwies sich jedoch als politisch brisante Angelegenheit, bei der sehr viele unterschiedliche Interessen zu berücksichtigen waren.

Schließlich entstand aber daraus ein etabliertes Angebot im Verein zur Förderung eines Deutschen Forschungsnetzes, das sogar international extrem nachgefragt wurde. „Insofern sind wissenschaftliche Rechenzentren eigentlich sehr politiknahe Betriebe“, urteilt Siegmund Mosdorf, Partner der politiknahen Unternehmensberatung CNC in Berlin und früherer Staatssekretär im Bundeswirtschaftsministerium. Mosdorf hat sich während seiner politischen Laufbahn intensiv mit Rechenzentrumspolitik befasst, was er als „höchst innovatives Politikfeld“ beschreibt. „Die wissenschaftlichen Rechenzentren liefern einen enorm wichtigen Beitrag zur Digitalpolitik eines Landes“, betont Mosdorf. Das umfasse eben nicht nur Höchstleistungsrechnen, Politikberatung und die Bereitstellung von Forschungsinfrastruktur. „Das alles passiert in den wissenschaftlichen Rechenzentren, und das ist auch sehr wichtig“, meint der Ex-Staatssekretär. Entscheidend sei aber ein anderer Punkt: „Die wissenschaftlichen Rechenzentren sind der Ort, an dem ganz wesentlich Zukunft gemacht wird.“

Peter Welchering

ist als Technik- und Wissenschaftsjournalist für Radio und Fernsehen tätig, darunter der SWR, der Deutschlandfunk und das ZDF, sowie für Zeitungen und Zeitschriften.

„Am LRZ gibt es
ständig Neuerungen,
da kommt keine
Langeweile auf.“

Monika Hufnagl leistet am LRZ Betriebsunterstützung für den Bereich Archive und Datensicherung. In einem der Daten- und Archivräume übergibt sie gerade neue Datenträger, also Bandkassetten, an die Roboter in einer der Bandbibliotheken, damit weiterhin neue wissenschaftliche Daten gespeichert werden können. Monika Hufnagl, die seit mehr als 40 Jahren am LRZ arbeitet, schätzt die Arbeitsatmosphäre, die Zusammenarbeit mit den Kollegen und den Umgang mit modernsten Technologien.

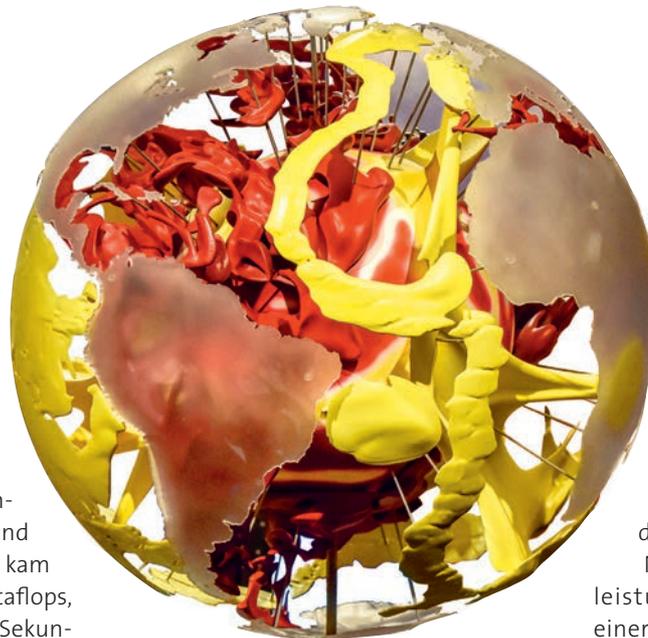
Die Geheimnisse der Erde und des Weltalls entschlüsseln

SuperMUC-NG, der jüngste Supercomputer des Leibniz-Rechenzentrums, landete beim letzten Ranking auf Platz 8 der TOP500-Liste der schnellsten Rechner weltweit. Wozu **braucht die Wissenschaft** solche Höchstleistungsrechner? Zwei Beispiele aus der Geo- und Astrophysik.

Von **Michael Hülskötter**

Am 20. Juli 2012 war es endlich soweit: Im Garching Leibniz-Rechenzentrum bei München wurde der SuperMUC-Rechner der ersten Generation eingeweiht, ein Supercomputer, der schneller rechnen konnte als alles bis dahin in Deutschland Bekannte. Der „SuperMUC Phase 1“ kam auf eine Rechenleistung von 3,19 Petaflops, was 10^{15} Rechenoperationen pro Sekunde entspricht. Drei Jahre später wurde ein etwa gleich starker Supercomputer namens „SuperMUC Phase 2“ eingeweiht, der noch bis Sommer 2019 laufen wird.

Dann, im Oktober 2018, war die dritte Generation des Garching Supercomputers an der Reihe, mit der ergänzenden Bezeichnung SuperMUC-NG, wobei „NG“ für „Next Generation“ steht. Ein Blick auf die Leistungsdaten zeigt, dass dieser Computer die Buchstaben NG zu Recht trägt: So kommt er auf eine maximale Rechenleistung von fast 27 Petaflops, liefert also eine



Dreidimensionale Darstellung von Erdströmen, berechnet vom Geophysikalischen Institut der LMU München auf SuperMUC, dem Höchstleistungsrechner des Leibniz-Rechenzentrums.

nahezu neunfache Leistungssteigerung im Vergleich zu seinen Vorgängern. Damit nimmt SuperMUC-NG auf der Liste der 500 schnellsten Supercomputer der Erde aktuell den achten Rang ein und ist der schnellste Rechner in der Europäischen Union.

Neben dieser enormen Rechenleistung wartet SuperMUC-NG mit einer weiteren Besonderheit auf, nämlich einer sogenannten Heißwasserkühlung, mit deren Hilfe das komplette System äußerst energieeffizient betrieben wird. Das geht sogar so weit, dass anliegende Gebäude und andere Einrichtungen des LRZ mit dem erhitzten Kühlwasser versorgt werden können. Damit ist SuperMUC-NG nicht nur extrem schnell, sondern auch extrem ressourcensparend. Das mehrfach preisgekrönte System der Heißwasserkühlung wandte das Leibniz-Rechenzentrum auch schon beim Vorgänger SuperMUC äußerst erfolgreich an.

Ein Rechner für die Wissenschaft

Mit SuperMUC-NG richtet sich das Leibniz-Rechenzentrum in Garching grundsätzlich an alle wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland, die aufgrund ihrer Forschungsarbeiten besondere Anforderungen an die erforderliche Rechnerumgebung stellen. Der Umgang mit dem Rechner ist anspruchsvoll. „Wir haben derzeit etwa 20 Benutzergruppen identifiziert, die uns helfen werden, den Einsatz und die Zuverlässigkeit des SuperMUC-NG besser einschätzen und verstehen zu können“, erklärt Dieter Kranzlmüller, der seit 2017 das LRZ leitet. So nutzt beispielsweise das Geophysikalische Institut der LMU München unter der Leitung von Hans-Peter Bunge den Supercomputer des LRZ schon eine ganze Weile für die Vermessung der Erde, ebenso die Astrophysiker um Andreas Burkert. Darüber hinaus stehen weitere Anwendungsbereiche im Fokus des SuperMUC-NG, etwa die Strömungsmechanik oder die Quantenchemie.

Zudem werden künftig die Themen Künstliche Intelligenz bzw. Maschinelles Lernen einen immer wichtigeren Teil bei den Berechnungen auf SuperMUC-NG einnehmen. So nutzt das Institut für Statistik von Bernd Bischl (LMU München) den LRZ-Supercomputer bereits seit einiger Zeit für aufwändige Berechnungen im Kontext von Machine Learning. „Ursprünglich wurde der SuperMUC-NG für das weite Feld der Künstlichen Intelligenz gar nicht konzipiert. Allerdings haben Versuche des Statistik-Lehrstuhls gezeigt, dass unser Supercomputer im Bereich KI schon mehr leistet, als zu erwarten war“, kommentiert Dieter Kranzlmüller die KI-Fähigkeiten des SuperMUC-NG. Diese und weitere Möglichkeiten bescherten SuperMUC-NG bereits in der Testphase eine hohe Aufmerksamkeit im In- und Ausland. Das liegt vor allem an dem breiten Anwendungsfeld, das der LRZ-Supercomputer abdeckt, was eine relativ schnelle Implementierung neuer Software-Anwendungen erlaubt. Voraussichtlich ab Sommer 2019 wird SuperMUC-NG im regulären Nutzerbetrieb laufen.

Das Beispiel Geophysik: Vermessung der Erde

Betrachtet man die innere und äußere Beschaffenheit unseres Planeten genauer,

fällt vor allem eines auf: Stets hat man es mit sehr großen und sehr kleinen Maßeinheiten, also Skalen zu tun. Dazu gehört beispielsweise die sogenannte Kriechverformung, die permanent im Inneren der Erde stattfindet. So bezeichnet man Bewegungen, denen etwa die Wachstumsgeschwindigkeit unserer Fingernägel entspricht – sie liegen also im Zentimeterbereich pro Jahr. Dies betrifft unter anderem die sogenannten Konvektionsströme, die für eine permanente Veränderung der Erdoberfläche sorgen. Und genau diese Prozesse will die Geophysik mithilfe großer Rechner wie SuperMUC-NG begreifbar und damit verständlich machen.

Das Spezialgebiet, das hierfür die passende Grundlagenforschung betreibt, nennt sich Geodynamik und ist vergleichbar mit der Kosmologie. Das Interessante daran: Beide Fachbereiche machen sich ganz ähnliche mathematische Gleichungen zunutze, um die jeweiligen Geheimnisse zu entschlüsseln. Diese Parallelität ist für Hans-Peter Bunge von der LMU München ein wichtiger Aspekt: „Der Fachbereich der Geodynamik, den ich vertrete, ist dem der Kosmologie recht ähnlich. Denn so wie sich die Kollegen und Kolleginnen mit der Frage nach der Entwicklung des Universums beschäftigen, möchten wir wissen: Was passiert unter und über der Erdoberfläche, und was können wir daraus lernen? Und dabei hilft uns SuperMUC-NG ganz erheblich.“

In diesem Zusammenhang stoßen Wissenschaftler der Geo- und der Astrophysik auf eine ganz ähnliche Herausforderung, nämlich die Diskrepanz der Skalen. Konkret bedeutet das: Betrachtet man zwei Erdplatten, so existieren Grenzen zwischen ihnen, die sich mithilfe recht kleiner Maßstäbe im Kilometerbereich betrachten und berechnen lassen. Dies wiederum hat aber Auswirkungen auf das Gesamtkonstrukt – also unsere Erde –, was sehr viel größere Skalen erfordert, die sich um den Faktor 10^{12} (= eine Billion, also eine Million mal eine Million) von den kleinen Skalen unterscheiden. Genau solche enormen Herausforderungen in den Berechnungen lassen sich mit der Unterstützung eines Großrechners wie SuperMUC-NG bewältigen.

Ein weiteres Problem, mit dem sich Forscher konfrontiert sehen, ist die tatsächliche Zeitdimension, mit der die geo-

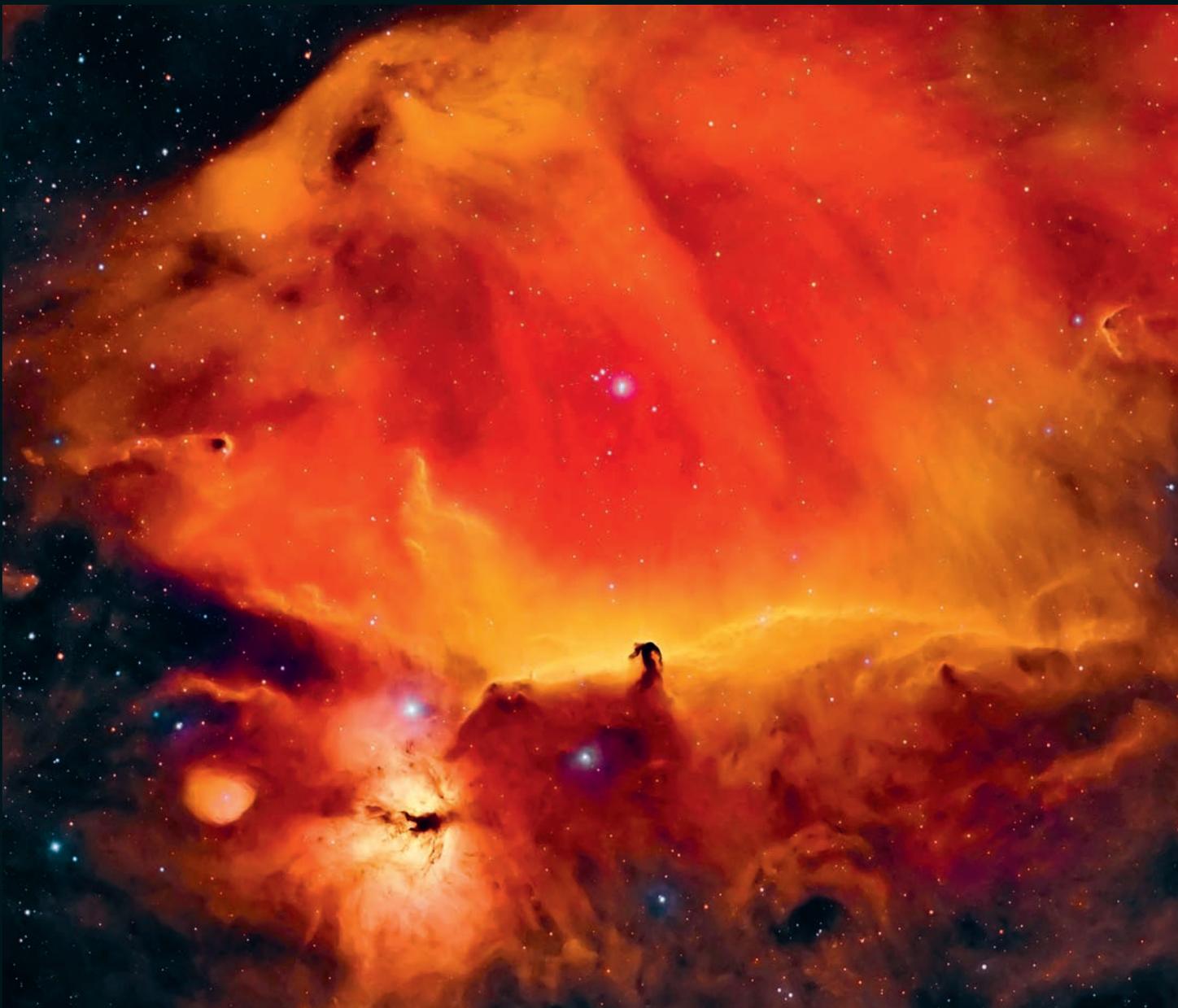
**„Wir möchten wissen:
Was passiert unter und über der Erdoberfläche, und was können wir daraus lernen?“**

physikalischen Aktivitäten innerhalb und außerhalb der Erde vonstattengehen. Auch hier hilft SuperMUC-NG erheblich: Mit seiner Unterstützung ist es laut Hans-Peter Bunge erstmals möglich, die tatsächlichen Geschwindigkeiten bei den geologischen Aktivitäten der Erde mess- und darstellbar zu machen. Dazu gehören zum einen die horizontalen Plattenbewegungen, die bei der Erdbebenforschung eine große Rolle spielen. Zum anderen bewegen sich die Erdschichten auch in vertikaler Richtung, was zum Beispiel zur Entstehung neuer Erdölreservoirs führt. Kein Wunder also, dass sich geologische Universitätsinstitute immer wieder mit Anfragen aus der Industrie konfrontiert sehen.



Simulation der heißen Plasmaatmosphäre (rot) eines Galaxienhaufens. Die in den Haufen fallenden Galaxien verlieren ihre gasförmige Atmosphäre (weiß), oft bilden sich kometenähnliche Gasschweife.

Der Pferdekopfnebel im Orion. Die detailreiche Aufnahme, kombiniert aus Bildern eines Teleskops, zeigt, dass die dunkle Einkerbung unter der Mitte zu einem Komplex aus Staub und leuchtendem Gas gehört.



Aber auch ein weiteres Phänomen bliebe ohne SuperMUC-NG unerforscht, fügt Hans-Peter Bunge hinzu: „Von der Spannungsverteilung innerhalb der Erde wüssten wir ohne den Supercomputer aus Garching bei Weitem nicht so viel, wie das aktuell der Fall ist. Und das ist vor allem für die Erbebenforschung und ähnliche Bereiche immens wichtig.“

SuperMUC-NG bietet also im Vergleich zu seinen Vorgängern zwei wesentliche Vorteile: mehr Speicher und mehr Rechenleistung. Bunge bilanziert: „Wir können größere Datenmengen direkt auf dem Supercomputer speichern, was für sehr exakte Berechnungen äußerst wichtig ist. Und die enorme Rechenleistung bietet uns viel mehr Möglichkeiten: Eine mathematische Berechnung für die Darstellung einer bestimmten geophysikalischen Aufgabe löste SuperMUC in etwa zwei Monaten, sein Nachfolger SuperMUC-NG braucht dafür nur etwa die Hälfte der Zeit.“

Das Beispiel Astrophysik: Vermessung des Weltalls

Die Simulation des Universums, mit dem sich Astrophysiker beschäftigen, ist ein weiterer Bereich, für den ein Supercomputer wie SuperMUC-NG gebaut wurde. Denn auch hier finden enorme Berechnungen statt, die auf herkömmlichen Computern gar nicht oder nur mit einem extremen Zeitaufwand möglich wären. So steht am Anfang meist eine Theorie, die von klugen Köpfen aufgestellt wird, dann aber auch bewiesen und möglichst anschaulich dargestellt werden soll. Hier gibt es eine große Herausforderung, wie der Astrophysiker Andreas Burkert von der LMU München erklärt: „Die Entstehung einer Galaxie lässt sich recht gut beobachten und auch theoretisch bestimmen. Da sich die zugehörigen Berechnungen aber nicht einfach mal eben mit Stift und Papier durchführen lassen, ist der Einsatz eines Supercomputers wie SuperMUC-NG mit seiner enormen Rechenleistung für uns und unsere Anwendungen unabdingbar.“

So besteht beispielsweise allein die Milchstraße aus Milliarden von Sternen, Planeten und anderen Himmelskörpern, die auf eine bestimmte Art und Weise miteinander verbunden sind. SuperMUC mit seinen rund 27 Petaflops kann diesen enormen Verbund numerisch berechnen.

Die Entstehung neuer Himmelskörper lässt sich so schneller und zuverlässiger voraussagen.

Mit den Ergebnissen kann man beispielsweise die Frage nach der Entstehung unserer Sonne beantworten und davon ausgehend andere, etwa nach der Entstehung von Leben oder der Existenz von weiterem Leben innerhalb unserer Galaxis ableiten und beantworten. Wie in anderen Bereichen der Physik kommt der Rechner auch in der Astrophysik zum Einsatz, um große und kleine Skalen direkt miteinander zu verknüpfen und gleichzeitig zu rechnen.

Mit seiner deutlich erhöhten Speicherkapazität kann SuperMUC-NG die enormen Daten, die bei der Erforschung des Weltalls zustande kommen, umfassender speichern,

womit wiederum exaktere und schnellere Rechenergebnisse möglich sind. Dies führt am Ende dazu, dass man nicht nur bereits bestehende Galaxien berechnen, sondern die Entstehung neuer Himmelskörper schneller und zuverlässiger voraussagen kann. Auch hier sieht Andreas Burkert diverse Herausforderungen auf seinem Fachbereich zukommen: „Die Frage wird nicht unbedingt lauten: Wie viele Daten stehen mir zur Verfügung?, sondern eher: Wo sind die Daten, die für unsere Berechnungen wichtig sind, und wie komme ich schnell an sie heran? Aber auch die Analyse der Daten wird immer mehr im Vordergrund stehen.“

Auf dem Weg ins Exascale-Neuland

Mit SuperMUC-NG allein werden die künftigen Herausforderungen in Forschung und Lehre jedoch nicht zu bewältigen sein. Daher beschäftigt sich das LRZ unter Leitung von Dieter Kranzlmüller derzeit bereits mit der vierten Generation des SuperMUC, die 2021 an den Start gehen soll.

Und auf die vierte wird die fünfte Generation folgen, voraussichtlich ein sogenannter Exascale-Supercomputer: Er wäre in der Lage, eine Trillion Rechenoperationen pro Sekunde durchzuführen – eine unglaubliche Zahl mit 18 Nullen, also eine Million mal eine Million mal eine Million. Damit wird SuperMUC erstmals in Regionen vorstoßen, die heute noch gar nicht vorstellbar bzw. realisierbar sind. Auch hierfür sind laut Kranzlmüller die Planungen voll im Gange: „Für die Realisierung des geplanten Exascale-Supercomputers im Jahr 2024 reden wir bereits heute mit dem Bundesministerium und den zuständigen Staatsministern, denen wir unsere Pläne schon vorgestellt haben. Wir befinden uns auf einem guten Weg.“

Michael Hülskötter

arbeitet als freiberuflicher Journalist und Blogger. Sein Spezialgebiet ist die Informatik, er schreibt über Künstliche Intelligenz, Cloud Computing, Höchstleistungsrechnen oder das Internet der Dinge.

„Wir wissen nicht, wann und wo eine Störung auftritt, aber gerade das macht den Job so interessant.“

Pascal Weibel (r.) und Stefan Prommersberger sorgen im Bereich Gebäudemanagement für den einwandfreien Betrieb der LRZ-Gebäude und der technischen Anlagen (Strom, Kälte, Wärme usw.). Die beiden diskutieren bei einer ihrer regelmäßigen Begehungen gerade über eine Maßnahme, die die Effizienz und Betriebssicherheit des Rechenzentrums steigern soll. Sie schätzen die Arbeit mit der komplexen Anlagentechnik und innovativen Kühltechnologien wie Adsorptionskälte und Rohrnetzhydraulik. Jeder Tag bringt neue Herausforderungen.



Dr. Katrin Otte betreut am LRZ als Linux-Administratorin die Art Hochleistungssysteme, die sie früher selbst im Rahmen ihrer Forschung genutzt hat. Sie ist zuständig für die Installation und Wartung der Clustersegmente und überprüft gerade, ob an einem großen Switch das Kabel im Port richtig gesteckt ist. Sie schätzt bei der Arbeit die abwechslungsreichen Fragestellungen, die sich durch die vielen technischen Weiterentwicklungen am LRZ ergeben.

„Auch die Nähe zur Wissenschaft ist mir am LRZ erhalten geblieben.“

A 3D medical visualization of a brain's arterial ring. The arteries are shown in a reddish-pink color with a glossy texture. A prominent aneurysm is visible, where a section of the artery has bulged out. Small red spheres representing blood cells are scattered throughout the vessels. The background is dark blue.

Die Mauern

zwischen

Computertechnologie

und

Der Blutfluss im Arterienring des Gehirns eines Patienten, dargestellt mithilfe der HemeLB Software des University College London und visualisiert vom Leibniz-Rechenzentrum. Verletzungen der Gefäßwände, wie sie etwa infolge eines Aneurysmas entstehen, können zu einem Schlaganfall führen.

Wie Höchstleistungsrechner dabei helfen können, passgenaue, **individualisierte Therapien** für Patienten und ein besseres Verständnis des menschlichen Körpers zu entwickeln.

Von **Eric Gedenk**

Medizin

einreißen

Vor zwei Jahren nahm Peter Cove-ney, Professor am University Col-lege London und Experte für Hoch-leistungsrechnen, am Extreme Scaling Workshop des Leibniz-Rechenzentrums teil. Der Workshop sollte Nutzer von Hoch-leistungsrechnern dabei unterstützen, ihre Computercodes effektiver zu skalieren, um von den weltweit leistungsstärksten Super-computern vollen Gebrauch zu machen, darunter auch SuperMUC.

Die gemeinsame Anstrengung war erfolgreich: Coveney's Code wurde so skaliert, dass alle 250.000 Prozessorkerne von SuperMUC Phase 1 und 2 gemeinsam genutzt wurden. Dadurch war es erstmals möglich, die Genom-Daten von Patientinnen und Patienten zu analysieren, um vorher-zusagen, wie wirksam Arzneimittel, darunter Medikamente gegen Brustkrebs, bei ihnen sind. Coveney's Arbeiten haben aber auch geholfen, die Strömungsdynamiken unter der Erdoberfläche besser zu verstehen. Was haben personalisierte Medizin und Geo-physik gemeinsam? In beiden Fällen müs-sen die Wissenschaftler komplexe Wechsel-wirkungen modellieren, deren experimen-telle Erforschung nur schwer möglich ist. Sie ziehen daher großen Nutzen aus numeri-schen Simulationen. „Wissenschaftliches Rechnen bereitet deshalb ein solches Ver-gnügen, weil die Algorithmen von einem Gebiet auf ein anderes übertragen werden können“, sagt Cove-ney. „Man entdeckt, dass man einen Beitrag dazu leisten kann, wis-senschaftliche Probleme in einem bestimm-ten Feld zu lösen, obwohl dies gar nicht die ursprüngliche Absicht war.“

Cove-ney ist Professor für Chemie am University College London, leitet dessen Centre for Computational Science und arbeitet seit langem mit dem LRZ zusam-men. Sein Ziel ist es, Hochleistungsrechnen zu einem Werkzeug zu machen, mit dem man Fragestellungen quer durch das wis-senschaftliche Spektrum lösen kann. „Wir interessieren uns für alles, von der Theo-rie und Entwicklung von Algorithmen über die Problemanwendung auf verschiedenen Geräten bis hin zu den Endnutzern dieser Technologien“, sagt Cove-ney.

IT-gestützte biomedizinische Forschung

Seit 2016 ist das LRZ assoziierter Partner bei CompBioMed, einem EU-Projekt unter der

Leitung von Cove-ney. Dort werden Algo-rithmen und rechnerische Metho-den entwickelt, um den Graben zwischen hochmodernen Supercomputertechnolo-gien und medizinischer Forschung zu über-brücken. Um eine Zusammenarbeit in der Größenordnung von CompBioMed erfolg-reich durchzuführen, benötigen Forscher Zugang zu den führenden Einrichtungen im Hochleistungsrechnen. Gemeinsam mit dem Edinburgh Parallel Computing Centre bilden das LRZ, das Barcelona Supercompu-ting Center und das niederländische Natio-nale Zentrum für Supercomputer das Rück-grat von CompBioMed. Weitere Partner sind Forschungseinrichtungen, Pharmazieunter-nehmen, Gesundheitsdienstleister sowie Anbieter von Hard- und Software.

„Wir tun
unser
Bestes,
die Stra-
tegie
des LRZ
dahin
auszu-
richten.“

auf die Blutströmung“, sagt Cove-ney. „Ich begann mich mit dem Blutfluss zu beschäf-tigen, nachdem ich mit ähnlichen Proble-men bei der Bewegung von Öl und Gas durch poröse Materialien zu tun hatte.“

Alles zugleich: klein und groß, kurz und lang

Damit Computer die komplexen, dyna-mischen Prozesse im menschlichen Kör-per effektiv modellieren können, müssen Forscher die Balance zwischen Größe und Genauigkeit halten. Die meisten biome-dizinischen Simulationen stellen Proble-me auf ganz unterschiedlichen Skalen dar, von der molekularen Ebene bis zu ganzen Gewebeteilen oder Organen. Größe ist jedoch nicht die einzige Maßeinheit, die

eine Herausforderung darstellt: Die For-scher müssen sich zeitlich in Intervallen bewegen, die gerade kurz genug sind, um kleinste zelluläre Veränderungen zu bemer-ken, während die Simulation lange genug stattfinden muss, um die großmaßstäbli-chen Phänomene zu beobachten. Ein Bei-spiel: Um die Wirksamkeit eines Medika-mentes im Modell zu erforschen, müssen Forscher die mikroskopischen, mikrosekun-denlangen Wechselwirkungen eruieren, die bei der Anbindung eines Medikamentes an ein bestimmtes Protein im Körper stattfin-den, während sie gleichzeitig ein ganzes Stück Gewebe über einen langen Zeitraum simulieren müssen.

Kürzlich hat das Team um Cove-ney sei-ne Expertise eingesetzt, um den Einfluss des Blutflusses auf Aneurysmen im Kopf mithilfe der Software HemeLB zu unter-suchen. Aneurysmen sind Erweiterungen der Blutgefäße, die zu lebensgefährlichen Gehirnblutungen führen können. Im Gegen-satz zu Wasser, das einfach durch ein Rohr fließt, ist es kompliziert, den Blutfluss genau zu modellieren. Blut besteht aus einer Mischung von Blutzellen und flüssi-gem Blutplasma, und seine Viskosität kann sich verändern, je nach Größe und Form der Blutgefäße. Schon lange können Forscher den Blutfluss mit Daten aus der Magnet-resonanzangiographie (MRA) modellieren – eine Art bildgebendes Verfahren, das, ähnlich wie ein MRT-Scan, speziell auf die Erforschung der Blutgefäße ausgerichtet ist. Diese Daten bieten aber nicht die not-wendige Genauigkeit, um die Bildung von Aneurysmen und das Risiko von Rissen in der Gefäßwand für individuelle Patienten zu erforschen. Um diesem Ziel näher zu kommen, hat das Team seine Simulationen mit Daten der transkraniellen Dopplersono-graphie (TCD) abgeglichen, die eine genau-ere zeitliche Auflösung bieten.

Hinzu kommt, dass Forschungen, die sich bislang mit Modellen zu strömungs-dynamischen Eigenschaften des Blutflusses beschäftigt haben, auf Daten basierten, die von gesunden Menschen stammten und nicht von einem bestimmten Patienten. Für das Team von CompBioMed besteht das Ziel biomedizinischer Simulationen jedoch nicht darin, allgemeine Modelle zu verbessern – vielmehr möchte man besse-re medizinische Ergebnisse für Patienten erreichen. „Wir führen diese Simulationen durch, um neue Erkenntnisse zu erlangen,

die wir wirklich in der Medizin einsetzen können“, betont Coveney. Das Team erstellte eine ganze Reihe von Simulationen, einschließlich des Blutflusses bei höchster und verminderter Geschwindigkeit, und erhielt eine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen ihrem Modell und den TCD-Daten.

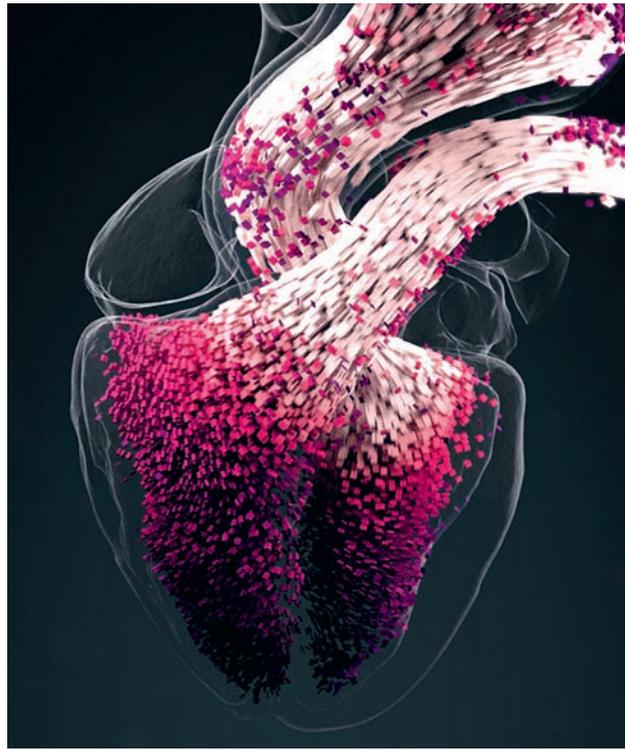
Personalisierte Gesundheitsversorgung

Simulationen wie die Studie über Aneurysmen bestätigen die Bedeutung von Hochleistungsrechnern im Gesundheitswesen. Dennoch bleibt es eine Herausforderung, den zeitnahen Zugang zu den passenden Ressourcen zu gewährleisten, um Computermodellierung auf breiter Basis in der Gesundheitsversorgung anwenden zu können. Während verbesserte Modelle dazu beitragen können, die Rechenzeit zu reduzieren, spielen möglicherweise neuartige Zugangsmöglichkeiten zu Rechnerressourcen am Ende eine gewichtigere Rolle. „Es wird häufig angenommen, dass man Hochleistungsrechnen nicht für kommerzielle und klinische Anwendungen einsetzen wird, aber die Ressourcen werden immer leichter zugänglich“, sagt Coveney. „Das trägt dazu bei, die Mauern zwischen hochmoderner Computertechnologie und Medizin einzureißen.“

Der Schutz von Patientendaten sowie Reglementierungen, die zu Recht von Regulierungsbehörden erlassen wurden, stellen nach wie vor eine Herausforderung dar, wenn es darum geht, das Prinzip Versuch und Irrtum durch numerische Simulationen zu ersetzen, stellt Coveney fest. Er ist dennoch zuversichtlich, was die Richtung angeht, die dieses Forschungsfeld eingeschlagen hat. „Wir erleben eine Phase, in der sich Technologie in eine positive Richtung entwickelt“, sagt er.

Zugleich prognostiziert er, dass die Supercomputer der nächsten Generation

Anders als bei Wasser ist es kompliziert, den Blutfluss zu modellieren.



Modell des Blutflusses und der elektromechanischen Prozesse im menschlichen Herz, visualisiert durch CompBioMed.

eine große Rolle spielen werden, wenn es darum geht, Hochleistungsrechnen und Gesundheitsfürsorge zu verbinden. SuperMUC-NG ist der achtschnellste Rechner der Welt. Dabei nimmt er jedoch eine relativ einzigartige Position unter seinen Kollegen ein: Er vollbringt seine Leistung ohne Zuhilfenahme von Graphikprozessoren oder anderen Beschleunigern.

SuperMUC-NG ist Teil der deutschen Höchstleistungsrechner-Strategie auf nationaler Ebene, bei der das Gauss Centre for Supercomputing hochmoderne Systeme finanziert, um eine weite Bandbreite an Anwendungen zu unterstützen. Die Finanzierung wird vom Bund durch das BMBF und von den beteiligten Ländern gestemmt, im Falle des SuperMUC-NG von Bayern. „Diese Art der biomedizinischen Forschung bildet einen unserer Schwerpunkte, und wir tun unser Bestes, die Strategie des LRZ dahingehend auszurichten“, erklärt LRZ-Leiter Dieter Kranzlmüller.

Innovationen durch internationale Zusammenarbeit

Für Projekte wie CompBioMed arbeiten Coveney und seine Mitarbeiter am University College London mit Forschern in der ganzen Welt zusammen, und er stellt diese internationale Zusammenarbeit

als Hauptgrund für ihren Erfolg heraus. „Die Tatsache, dass die Europäische Union Programme wie Horizon2020 auflegt, deckt sich sehr gut mit unseren Plänen“, sagt Coveney. „Und die Unterstützung, die uns das LRZ hat zukommen lassen, war außergewöhnlich – sie unterstützten alles auf eine Art, wie wir es bis dahin noch nicht erlebt hatten.“

So wie Rechnerarchitekturen weiter wachsen und sich verändern, so tritt auch die Notwendigkeit für den internationalen Austausch von Ideen in den Vordergrund,

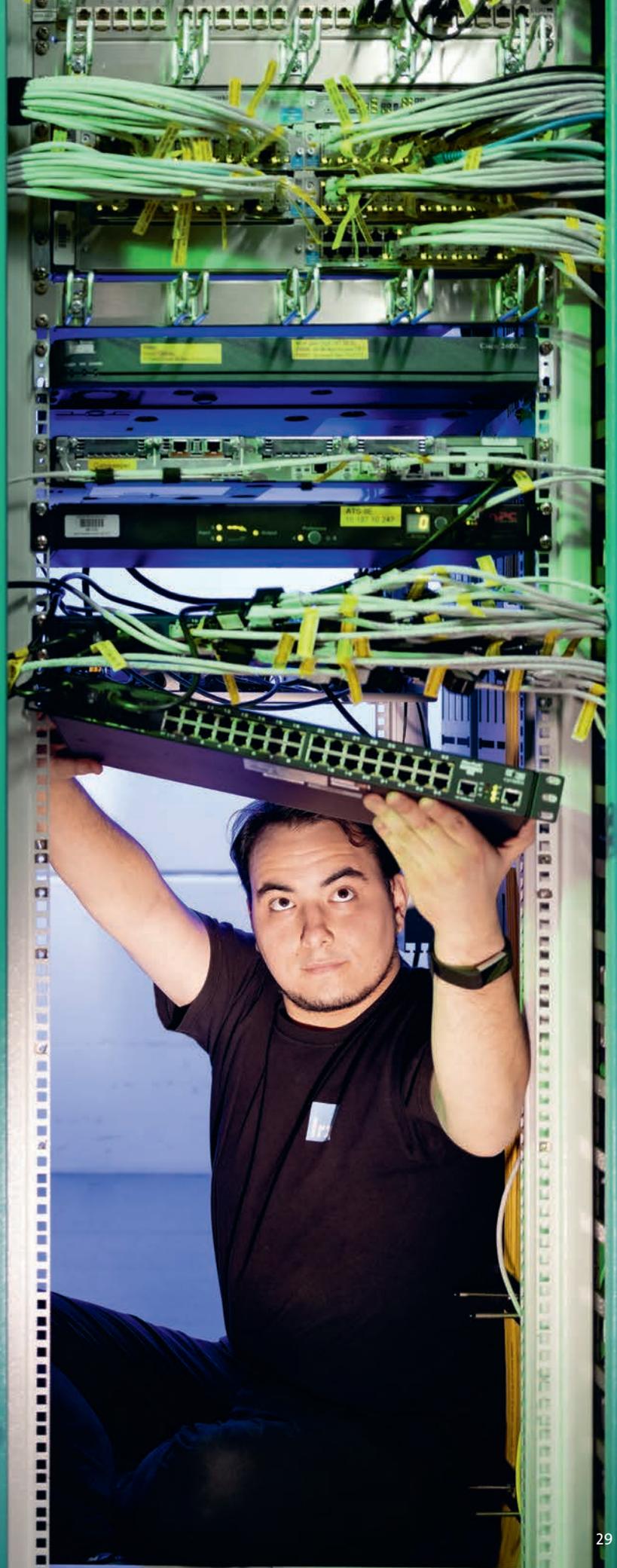
je mehr Forschungsfelder von Computermodellierung und Simulation profitieren wollen. SuperMUC-NG stellt einen wichtigen Schritt dar, um das Potential von Supercomputern in die Hand der Mediziner zu legen. „Die Rechner nur zur Verfügung zu stellen, ist allein aber nicht ausreichend“, sagt Dieter Kranzlmüller. „Mit jeder neuen Maschine müssen wir das entsprechende Wissen und Training zur Verfügung stellen, wie auch die Talente, die für weitere Innovationen in der Computermodellierung und der Simulation nötig sind. Die Partnerschaft mit unseren Kollegen beim Gauss Centre for Supercomputing ermöglicht genau dies.“

Eric Gedenk

ist Wissenschaftsautor am Gauss Centre for Supercomputing, dem Zusammenschluss der drei nationalen Höchstleistungsrechenzentren in Deutschland (Jülich, Stuttgart, Garching). Zuvor war er unter anderem am Oak Ridge National Laboratory in Tennessee, USA tätig.

„Während der Ausbildung haben mir das Klima und das Arbeitsumfeld am LRZ gefallen, und so war meine Entscheidung für die Zukunft schnell fix.“

Alessandro Podo ist für die Wartung der Kommunikationsnetze zuständig, außerdem ist er Fachausbilder im Bereich IT-Systemelektronik am LRZ. Er montiert gerade im Rechnerwürfel einen Konsolenswitch, damit es im Notfall einen Zugriff auf die Infrastruktur gibt. Am LRZ schätzt er besonders, dass er durch die neuen Technologien immer sehr nah am Puls der Zeit ist und sich seinen Arbeitsalltag selbständig einteilen kann.



Eintauchen
in Gebiete, die
noch nie
ein Mensch
gesehen
hat



Im **Zentrum für Virtuelle Realität und Visualisierung** des LRZ kann man in den Erdmantel vorstoßen, die Auswirkungen des Klimawandels in der Zukunft betrachten und Räume betreten, die für Besucher gesperrt sind: Visualisierung beseitigt Hindernisse für Forscher ebenso wie für Besucher.



Von **Eva Wolfangel**

Es ist ein ungewöhnlicher Anblick: Afrika von unten. Der Kontinent wölbt sich über dem Wissenschaftler, der gerade eine Reise ins Erdinnere antritt. „Da hinten sehen wir einen Zipfel von Indien“, sagt Bernhard Schubert vom Department für Geo- und Umweltwissenschaften der LMU München und zeigt nach rechts, „daran können Sie sich orientieren.“ 3.000 Kilometer unter der Erdoberfläche: Hier war noch kein Mensch. Das tiefste Bohrloch auf der Erde ist 12 Kilometer tief und liegt in Russland. Bayern hat es immerhin auf neun Kilometer gebracht – aber der Erdmantel ist viel dicker. Was es da alles zu entdecken gibt!

Unter den Kontinenten

Für Geophysiker wie Schubert ist es in der Tat ein Dilemma, dass ihr Forschungsobjekt so wenig greifbar ist. Deshalb ist er an diesem Tag im Visualisierungszentrum des Leibniz-Rechenzentrums in Garching bei München. Hier kann er die Grenzen, die ihm unser Planet setzt, überwinden. Er steht mit Kollegen in einem Raum, dessen Boden, Decke und drei der Wände aus Displays bestehen, und er trägt eine Brille, die mit einer Art Fühler ausgestattet ist. Die Brille ist einerseits eine 3D-Brille, wie man sie aus dem Kino kennt, und andererseits ein Werkzeug, um Schuberts Position im Raum zu bestimmen. Dafür hängen kleine Kameras in den Ecken des Raumes und senden regelmäßig Infrarotblitze, die von den sechs „Fühlern“ der Brille reflektiert werden. Damit weiß das System, wo Schubert ist und in welche Richtung er schaut. Wenn er einen Schritt auf Afrika zu macht, ist es, als würde er im Erdinneren fliegen. Er kann nun noch genauer sehen, was sich da unter Afrika bewegt: eine sehr zähflüssige rote Masse, die sich unaufhaltsam auf

Der nächste größere Supercomputer ist bereits im Haus. Und der Rest ist Kreativität und Forschergeist.

Virtuell nachgebaut:
der Kaisersaal
der Neuen Residenz
Bamberg.

den Kontinent zu schiebt und schließlich unten anstößt, wo sie sich, ausgebremst, unter Afrika verteilt.

Das alles ist eine Art Zeitrafferversion der Vorgänge rund um die Plattentektonik, erklärt Schubert. Die Simulation der vergangenen 200 Millionen Jahre Erdgeschichte zeigt, wie die heutigen Kontinente einst zusammenhingen. Dann driften sie auseinander und verteilen sich über die Erdkugel.

Die zähe Masse ist eine Simulation der Gesteine im Erdmantel: Rot sind jene Massen eingefärbt, die 450 Grad heißer sind als der Durchschnitt des Gesteins in dieser Tiefe. Blau eingefärbt sind jene, die 600 Grad kälter sind als der Durchschnitt. Diese unterschiedliche Temperaturverteilung verursacht auch die Bewegungen der Gesteinsmassen. Die heißen Schichten bewegen sich weg vom Erdkern, kühlen dort ab und sinken wieder nach unten. „Konvektion“ nennen die Geophysiker diesen Kreislauf. Die Bewegungen im Erdmantel verursachen die Plattentektonik.

Und die rote Ballung unter Afrika ist vermutlich verantwortlich dafür, dass der südliche Teil des Kontinents im Durchschnitt auf 1.000 Metern Höhe liegt, ohne dass eine Gebirgsbildung daran beteiligt ist. „Afrika ist eigentlich zu hoch“, sagt Schubert. Denn das rote Gestein drängt weiter nach oben und schiebt den Kontinent in die Höhe. Ohne das Wissen darüber, wie sich die Gesteinsmassen bewegen, wäre das nicht erklärbar. „Ich habe hier viele Zusammenhänge entdeckt, die mir aus 2D-Projektionen nicht so klar waren.“

Das bestätigt auch Thomas Odaker vom Leibniz-Rechenzentrum: „Für manche Zusammenhänge in großen Datenmengen braucht man keinen komplizierten Algorithmus, wenn wir die Zusammenhänge visualisieren – da erzeugt unser Gehirn die perfekte Mustererkennung.“ Einfach sei es allerdings nicht, gute Visualisierungen zu erstellen. Als die Geophysiker mit ihrer Erde kamen, waren Odaker und sein Kollege Markus Wiedemann zunächst froh, dass sich der gesamte Datensatz visualisieren lässt und dass es eine naheliegende Form der Visualisierung gibt: die Erde selbst. Das ist nicht immer so eindeutig.

Doch dann kamen die Herausforderungen: Der Datensatz bestand aus 20 Terabyte. Allein das Modell zu berechnen benötigte einen Monat durchgehende Rechenzeit am Supercomputer des LRZ. „Und dann

Bayern ist vom Klimawandel betroffen, in Form von Dürren und Hochwasser.

mussten wir schauen, was wir weglassen können“, sagt Odaker. Zu viele Informationen in einer Visualisierung verwirren nicht nur, sie „belasten“ auch das Programm.

Im Fall der Geophysiker hat man sich darauf geeinigt, jene Gesteinsmassen nahe der Durchschnittstemperatur wegzulassen, ebenso wie die Ozeane bei der Darstellung der Topographie. Momentan ist der Erdmantel in der Visualisierung in 700 Millionen Elemente aufgeteilt, eines pro zehn Kilometer Erdoberfläche. „Immerhin: Nach einem Monat rechnen konnten wir 200 Millionen Jahre darstellen“, sagt Odaker.

In 2D-Darstellungen die Bewegungen verschiedener Erdschichten nachzuvollziehen sei schwierig, betont Schubert. „Forscher verschätzen sich immer wieder bei Volumina einzelner Gesteinsmassen an der Kern-Mantel-Grenze.“ Die zeitlich feine Auflösung in 3D habe ihm oft die Augen geöffnet. Der nächste Schritt sei, die Auflösung weiter zu verbessern. Sein Wunsch: Gitter von einem Kilometer Länge anstatt bisher zehn. „Da schlucken wir natürlich“, sagt Odaker und grinst. Noch weiß er nicht, wie das gehen soll. Aber der nächste größere Supercomputer ist bereits im Haus. Und der Rest ist Kreativität und Forschergeist.

Wie genau eine Visualisierung aussehen soll, besprechen die Wissenschaftler zunächst mit den Mitarbeitern des LRZ. „Das erste Gespräch ist die größte Hürde, denn wir sprechen doch unterschiedliche Sprachen“, sagt Odaker. Um eine geeignete Visualisierung zu entwickeln, müssen die Visualisierer zumindest grob verstehen,

worum sich die Forschung dreht, welche Daten vorhanden sind, und welche Erkenntnis die Forscher erzielen wollen. Genau das mache aber auch Spaß, ergänzt Daniel Kolb, Medieninformatiker am LRZ. „Wir sind ja alle Wissenschaftler und freuen uns, wenn wir neue Zusammenhänge lernen.“ Und dieses Verständnis, das will er auch anderen Menschen ermöglichen.

Klimawandel und Hochwasser

Deshalb ist ein weiterer Schwerpunkt der Visualisierungen am LRZ, die Erkenntnisse für die Öffentlichkeit oder die Politik verständlich zu machen. Beispielsweise eine Visualisierung des Projektes ClimEx unter der Leitung von Ralf Ludwig (LMU München), das vom bayerischen Umweltministerium finanziert wurde: In der CAVE ziehen dunkle Wolken auf, die Betrachter schweben über Bayern, hier ist München, dort Deggendorf, da Nürnberg. Doch plötzlich füllt sich die Münchner Gegend mit Wasser, erst hellblau, dann türmt sich ein dunkelblauer Berg Wasser über der Stadt. „Das Pfingsthochwasser 1999“, erklärt Magdalena Mittermeier, Doktorandin an der LMU. Die Niederschläge pro Quadratmeter sind sowohl in der Höhe dargestellt als auch farblich abgesetzt: je dunkler, umso mehr Wasser türmt sich auf. „Das ist viel einleuchtender als ein Balkendiagramm auf Papier“, sagt Kolb. Dann geht es weiter in die Zukunft: Die Forscher haben auf der Basis eines Klimamodells Hochwasser-Ereignisse simuliert. Und schnell wird klar: Die blauen Berge über den Städten werden höher und dunkler, das Pfingsthochwasser von 1999 wird in den kommenden Jahren deutlich und mehrfach übertroffen werden, „wenn wir mit dem CO₂-Ausstoß so weitermachen“, sagt Mittermeier. „Bayern ist vom Klimawandel betroffen, in Form von Dürren und Hochwasser.“

Ganz neu ist das Konzept der CAVES nicht, sie waren mit die ersten VR-Räume in den 1990er Jahren. Sind sie noch zeitgemäß? „Selbst moderne VR-Headsets können da noch nicht mithalten“, sagt Odaker. Was man der Anlage nicht ansieht: Darüber und darunter und hinter jeder Wand befindet sich ein weiterer Raum mit jeweils zwei großen Projektoren. Und auch die Interaktion komme bei den Headsets zu kurz: „Mit VR-Headset hören die Menschen auf, miteinander zu sprechen.“

Visualisierung von
Hochwasserereig-
nissen in Bayern
im Projekt ClimEX.



VISUALISIERUNGSPROJEKTE

www.geophysik.uni-muenchen.de

Visualisierung in der Geophysik, LMU München

www.climex-project.org

ClimEx: Klimawandel und Hochwasser in Bayern
und Québec

Barocke Pracht in 3D

Doch das sei gerade wichtig, betont Elisabeth Mayer – und zack, steht die Kunst- und Multimedia-Forscherin im Kaisersaal der Neuen Residenz Bamberg. Rundherum riesige Wandgemälde, doch das Wichtigste, die Götterszene, befindet sich an der Decke. Zu weit weg, um sie genau zu sehen. Mayer und ihre Kolleginnen recken die Köpfe. Aber in der Virtuellen Realität ist alles möglich – und die Decke kommt näher. „Kunsthistoriker analysieren solche Bilder oft, indem sie sich darunter legen“, erklärt sie. Das ist in der CAVE einfacher als im echten Leben und hilft den Forschern des Projekts „Corpus der barocken Deckenmalerei in Deutschland“ der BADW, die den Kaisersaal gemeinsam mit dem Deutschen Dokumentationszentrum für Kunstgeschichte in Marburg, der Bayerischen Schlösserverwaltung und Bernhard Strackenbrock von der Firma „illustrated architecture“ untersuchen.

Und manche Orte könnte man eigentlich gar nicht besuchen: Ute Engel und Karin Guminski haben mit Studierenden der Kunstgeschichte und des Studiengangs „Kunst und Multimedia“ der LMU München

Und manche Orte könnte man im echten Leben gar nicht besuchen.

die Kammerkapelle im Neuen Schloss Schleißheim virtuell nachgebaut. „Und es lassen sich natürlich auch Orte nachbauen, die gar nicht mehr existieren“, erklärt Odaker. Sei es für die Forschung oder für den Geschichtsunterricht: Am „echten“ Ort lässt sich viel mehr entdecken als in theoretischen Diskussionen.

Neueste Technologien

Die Visualisierer experimentieren aber auch mit den neuesten Technologien ohne „Höhlenatmosphäre“. So findet sich eine Etage höher ein tagheller Raum mit Fensterfront, dessen eine Wand nahezu ganz von einer LED-Fläche bedeckt ist. Die Pixel liegen so eng beieinander – 1,2 Millimeter Abstand –, dass Betrachter auch aus

der Nähe ein fein aufgelöstes Bild sehen. Und nicht zuletzt entstehen durch die mobilen Geräte neue Herausforderungen, wie Lea Weil zeigt. Die Kunst- und Multimedia-Expertin am LRZ hat mit der Wildland-Stiftung Bayern eine Anwendung entwickelt, mit der man sich in Naturschutzparks seltene Vögel projizieren kann – dank des Tablets oder Smartphones. Aussterbende Vogelarten sind ja kaum zu beobachten. „Wir wollen ein Bewusstsein dafür entwickeln, wie schützenswert sie sind“, sagt Weil – und „zaubert“ wie beim bekannten Spiel anstatt Pokemons einen Kiebitz auf den Tisch. Es mag eine Kunst sein, komplexe Simulationen und Datensätze mit dem Supercomputer auszuwerten – eine andere ist es, mit kleinen Geräten sowie wenig Speicher und Rechenleistung sehr gute Ergebnisse zu erzielen. Beide Wege führen in die Zukunft.

Eva Wolfangel

schreibt als freie Wissenschaftsjournalistin für viele Magazine und große Zeitungen in Deutschland und der Schweiz. Eines ihrer Spezialgebiete sind Zukunftstechnologien wie Künstliche Intelligenz und Virtuelle Realität.

„Wir bearbeiten durchgängig neue spannende Themen, mit denen man in dieser Tiefe normalerweise nicht in Kontakt kommt.“





Lea Weil und Markus Wiedemann sind wissenschaftliche Mitarbeiter im Team Virtuelle Realität und Visualisierung des LRZ und betrachten in der CAVE gerade eine 3D-Visualisierung des Erdmantels für ein Projekt des Lehrstuhls für Geophysik der LMU München. Visualisierungen sind ein wichtiger Teil der Dienstleistungen des LRZ für Forscher. Die beiden schätzen genau diese Verbindung von Dienstleistung und Wissenschaft, die Vielfalt der Projekte und die Freiheit, eigene Ideen einbringen zu können.

Fotos: Robert Brembeck für Akademie Aktuell

Neue Mobilitätskonzepte wie autonomes Fahren erzeugen riesige Datenmengen.

Futter für die Zahlenfresser

Vom Klimawandel bis zum Brexit: Der Umgang mit **Big Data** prägt zunehmend auch Fragestellungen in der Wissenschaft.

Von **Achim Killer**



Die Simulation beanspruchte den Supercomputer weit über eine Woche lang: Bigger Data geht nicht.

Number Cruncher“ werden Supercomputer von Enthusiasten oft liebevoll genannt, Zahlenfresser. Und „Big Data“ heißt ein neuartiges Futter für Zahlenfresser, große Datenmengen, wie sie etwa im Internet oder durch den zunehmenden Einsatz von Sensoren entstehen.

Da Unternehmen und Wissenschaftler diese großen Datenmengen oft schnell durchforsten müssen – weil sie sonst etwa zeitlich überholt sind –, benötigt man immer stärkere Rechner. Und unter den stärksten der Welt sind die SuperMUCs des Leibniz-Rechenzentrums. SuperMUC-NG heißt der Jüngste, er ging vor kurzem in Betrieb.

Big Data in der Wissenschaft

Bei ihren aufwändigsten Berechnungen hatten es die Wissenschaftler am LRZ allerdings nicht mit kurzlebigen Daten zu tun. Im Gegenteil: 2015 simulierten sie im Rahmen des „Magneticum Pathfinder“-Projekts auf dem SuperMUC die Entwicklung des Kosmos über 12,5 Milliarden Jahre. Die Simulation umfasste zehn Prozent des sichtbaren Universums. Sie beanspruchte den Supercomputer weit über

eine Woche lang, alle 86.016 Prozessorkerne und über 150 Terabyte Arbeitsspeicher: Bigger Data geht nicht. Heraus kamen 320 Terabyte wissenschaftliche Daten, die über das Web zugänglich sind.

2016 und 2017 wurde am LRZ die Klimaentwicklung in Bayern berechnet, und zwar von 1950 bis 2100, also über 150 Jahre hinweg, mit 50 verschiedenen Szenarien. Das ergibt 7.500 Jahre. ClimEx nennt sich das Projekt: Klimawandel und hydrologische Extremereignisse. Klima- und wasserwirtschaftliche Daten wurden kombiniert, um extreme Wetterereignisse wie das Jahrhunderthochwasser von 1999 prognostizieren zu können. Dazu mussten spezielle Wetterlagen in den 7.500 Jahresszenarien automatisch erkannt werden: stabile Tiefdruckgebiete südlich der Alpen, die sich gegen den Uhrzeigersinn ums Gebirge drehen. Die bringen oft besonders große Regenmassen nach Bayern.

Neuronale Netze trainieren

Für solche Aufgaben werden üblicherweise künstliche neuronale Netze trainiert. Sie heißen so, weil ihre Struktur dem menschlichen Gehirn nachempfunden



Das Donauhochwasser im Juni 2013 am Autobahnkreuz bei Deggendorf. Der Klimawandel und extreme Wetterereignisse stehen im Mittelpunkt des ClimEx-Projekts.

ist. Der Name täuscht allerdings. Die Metapher beschreibt kein physisches Netz, sondern Software: viele relativ einfache Berechnungen, deren Ergebnisse ineinander eingehen. Sie bilden ein logisches Netz, das sich verändern kann, indem die Rechenknoten ihre Eingangswerte verschieden gewichten: Das Netz lernt. Bei einem biologischen Gehirn verändert sich dabei auch die Hardware, also die Vernetzung der Neuronen, bei künstlichen neuronalen Netzen nur die Software.

Allerdings gibt es Computer-Hardware, die sich besonders gut zum Anlernen von neuronalen Netzen eignet: Graphikprozessoren beispielsweise, wie sie in einfacher Form in jedem PC oder Smartphone stecken. Sie verfügen über etliche kleine Rechenkerne zur Aufbereitung dessen, was auf dem Computer-Bildschirm oder dem Handy-Display zu sehen ist. Im LRZ stehen mehrere Systeme aus Graphikprozessoren mit jeweils 28.672 Kernen. Darauf lief unter anderem das neuronale Netz, das in den ClimEx-Daten nach Tiefdruckzonen gesucht hat. Eine Erkenntnis aus den Suchläufen: Jahrhunderthochwasser drohen in Bayern künftig häufiger aufzutreten als nur alle 100 Jahre.

Umgang mit Big Data im Studium

Im Rahmen des Data Innovation Lab der TU München arbeiten Studentinnen und Studenten mit Daten aus der Wirtschaft an den Computersystemen des LRZ. So hat etwa gerade eine Gruppe ein Projekt abgeschlossen, bei dem es darum ging, maschinell zu erkennen, ob der Fahrer eines Kraftfahrzeugs abgelenkt ist oder aufmerksam. Die Studenten trainierten dazu ein neuronales Netz, das die Blickrichtung des Fahrers analysiert. Mit 11.000 zuvor gesichteten und bewerteten Fotos lernte das Netz zu erkennen, wohin ein Mensch schaut.

Eine andere Gruppe analysierte die Brexit-Stimmung der Briten. Über 32 Millionen Tweets der Plattform Twitter wurden dazu verarbeitet. Weil so viel kein Mensch lesen kann und mag, wurden die Tweets zunächst in mathematische Objekte, Vektoren, überführt, die durch den Kontext einzelner Wörter gebildet werden – ein gängiges Verfahren der Computerlinguistik. Ein neuronales Netz wurde trainiert und der Einsatz einer Support Vector Machine getestet, um Tweets von Brexiteers und EU-Befürwortern zu unterscheiden. Auch

bei dieser Maschine handelt es sich um reine Software. Im Ergebnis zeigt der zeitliche Verlauf des Gezwitschers, dass die anfängliche Euphorie der Brexiteers schnell nachgelassen hat.

Die Garching Supercomputer sind Universalrechner, die lernende Software verarbeiten können, aber nicht speziell dafür ausgelegt sind. Allerdings verfügen einige Rechenknoten über fürs Maschinelle Lernen besonders geeignete Graphikprozessoren, die ergänzt werden durch die speziellen Graphiksysteme mit Tausenden Verarbeitungseinheiten am LRZ. Bei der nächsten Generation soll die Lernfähigkeit des SuperMUC-Computers noch weiter ausgebaut werden.

Achim Killer

arbeitet als freier Journalist für den Bayerischen Rundfunk, diverse ARD-Magazine und den Deutschlandfunk. Sein Spezialgebiet ist das Internet.

Future Computing

Immer noch vernetzter, energieintensiver, schneller? Das Leibniz-Rechenzentrum setzt **für die Zukunft** eher auf die kluge Zusammenarbeit zwischen Gerätebetrieb, Diensten und eigener Forschung.

Quo vadis IT?

Von
Dieter Kranzlmüller

Die Digitalisierung prägt unser Leben, auch in der Wissenschaft. Die Möglichkeit, analoge Daten in digitale Formate umzuwandeln und zu verarbeiten, eröffnet der Forschung neue Wege. Daraus folgt aber auch, dass wissenschaftliche Entdeckungen eng an die Leistungsfähigkeit von Computern geknüpft sind, und das nicht nur in der Physik, Astronomie oder den Klimawissenschaften, die bereits frühzeitig Höchstleistungsrechner eingesetzt haben, sondern zunehmend auch in den Lebens-, Geistes- und Sozialwissenschaften.

Computer für die Hosentasche

Seit dem Siegeszug des Smartphones ab Anfang 2007 hat beinahe jeder Mensch einen leistungsfähigen Computer in der Jacken- bzw. Hosentasche. Was bedeutet es aber konkret, wenn wir von der Leistungsfähigkeit eines Computers reden? Ein wichtiger Faktor ist das exponentielle Wachstum in den Informations- und Kommunikationstechnologien. Um die Rechenleistung eines Smartphones, z. B. des iPhone 7 aus dem Jahr 2016, zu messen, kann man den Linpack Benchmark, einen Code zum Lösen linearer Gleichungssysteme, aus dem App Store installieren. Dieser liefert im Selbsttest einen maximalen Linpack-Wert von

7.014,18 Megaflops bei zehn Durchläufen der App – das sind 7.014.180.000 Gleitkommaoperationen pro Sekunde. Eine Gleitkommaoperation wäre etwa die Multiplikation der Zahlen 2,314 und 3,567. Das iPhone 7 kann also sieben Milliarden solcher Operationen durchführen – pro Sekunde.

Hat man diesen Wert errechnet, kann man die Leistung mit der des aktuellen Höchstleistungsrechners SuperMUC-NG am Leibniz-Rechenzentrum vergleichen. Er ist in der Liste der TOP500-Supercomputer von November 2018 mit einem Linpack-Wert von 19.476,6 Teraflops gelistet, also 19.476.600.000.000.000 Gleitkommaoperationen pro Sekunde. Damit kann er also fast 2,8 Millionen Mal mehr rechnen als ein iPhone 7.

Wie sieht aber der Vergleich mit einem früheren Supercomputer aus? Als Beispiel nehmen wir einen Cray Y-MP Supercomputer, der 1988/89 als schnellster Rechner der Welt gelistet war. Er lieferte einen Linpack-Wert von 2.664 Megaflops, also 2,6 Milliarden Gleitkommaoperationen pro Sekunde. Mit einem iPhone 7 in der Tasche hat man heute also 2,6 mal mehr Rechenleistung als der schnellste Rechner der Welt vor 30 Jahren. Umgekehrt kann man prognostizieren, dass die Leistung eines Rechners wie SuperMUC-NG in 20 bis 30 Jahren in der Jackentasche eines jeden Menschen verfügbar ist, falls das exponentielle Wachstum wie gewohnt weitergeht. (Erste Anzeichen deuten allerdings darauf hin, dass es eher eine Verlangsamung des Wachstums geben wird.) Am LRZ sind ähnliche Steigerungsraten auch beim Speicher

zu verzeichnen – eine Verdopplung der genutzten Speichermenge alle 14 Monate – und beim Netz, das derzeit die sechsmillionenfache Bandbreite des ersten Netzanschlusses bietet.

Was bedeutet das für das LRZ?

Als IT-Dienstleister für die Wissenschaft muss das LRZ diese Entwicklungen in seinem Angebot berücksichtigen. Es ist wichtig, schnell auf neue Entwicklungen zu reagieren. Dazu gehört nicht nur, frühzeitig neue Hardware bereitzustellen, sondern

auch das notwendige Umfeld, also Dienste und Prozesse. In der Organisationsstruktur des LRZ deckt diese Aufgabe der Bereich Forschung ab, wo eigene Entwicklungen, aber auch Projekte mit Partnern neue Erkenntnisse und Trends für die Anwendung in der Wissenschaft liefern.

Wie schnell die Nachfrage nach neuen Diensten befriedigt werden muss, erkennt man etwa an der Rolle des LRZ als Bayerisches Big-Data-Kompetenzzentrum. Ein typisches Beispiel ist die Klimafolgenforschung von Ralf Ludwig (LMU München). Im Projekt ClimEx wurde auf SuperMUC eine Klimasimulation über einen Zeitraum von 7.500 Jahren gerechnet. Der Ergebnisdatensatz umfasst 400 Terabyte an Daten. Eine Wissenschaftlerin des Teams stellte die Frage, ob man in den Daten auch sogenannte Vb-Wetterlagen finden könnte, die oftmals Unwetter und Hochwasser verursachen. Dafür wurde auf der NVIDIA DGX-1 Deep Learning Plattform ein neuronales Netz

Digitalisierung eröffnet der Forschung neue Wege.

trainiert, das die Eigenschaften solcher Wetterlagen in den 400 Terabyte Daten lokalisieren konnte. Der wissenschaftliche Erfolg dieser Untersuchung gelang also dadurch, dass anwendungsorientierte Forscher – in diesem Fall aus der Geographie – mit den betriebsorientierten Kollegen am LRZ zusammenarbeiteten.

Künstliche Intelligenz wird immer wichtiger

Gleichzeitig zeigt das Szenario, wie wichtig die Integration von Lösungen der Künstlichen Intelligenz (KI) in das Angebot des LRZ ist. Diese Methoden sind heute bereits fester Bestandteil vieler wissenschaftlicher Arbeiten. Mehr noch: Es ist zu erwarten, dass künftige Versionen des nationalen Höchstleistungsrechners am LRZ über dedizierte Module zur Verarbeitung von KI-Methoden verfügen werden. Damit kann das LRZ auch Synergien mit dem BMBF-geförderten Munich Center for Machine Learning und dem geplanten bayerischen Kompetenznetzwerk für Künstliche Maschinelle Intelligenz realisieren.

Energieeffizientes Höchstleistungsrechnen

Der Betrieb und die Bereitstellung von höchster Rechenleistung als Aufgabe des LRZ im Rahmen der nationalen Höchstleistungsrechnerstrategie und gemeinsam mit den Partnern im Gauss Centre for Supercomputing ist ein weiteres Beispiel dafür, wie wichtig die Zusammenarbeit von Forschung und Betrieb sind. Der jeweilige Höchstleistungsrechner am LRZ ist ein System, das durch seine Eigenschaften speziell für die Anforderungen der Nutzer realisiert werden muss. Gleichzeitig wird der wissenschaftliche Output bei einem vorgegebenen Budget maximiert. Dies erfordert eine Gesamtkostenbetrachtung über die Lebensdauer des Rechners und eine Minimierung des Anteils der Betriebskosten am Gesamtbudget, um die besten Leistungsmerkmale für die Anwender zu erhalten.

Das LRZ hat sich bereits früh für das Paradigma „Energy-to-Solution“ entschieden: Bei der Durchführung von Aufgaben wird nicht nur die Rechenleistung, sondern auch die Stromaufnahme berücksichtigt. SuperMUC war als erster Höchstleistungsrechner



Die Zukunft des Rechnens? 2016 veröffentlichte IBM den ersten 5 Qubit-Quantencomputer (im Bild die Verdünnungskühlung). Auch in Bayern gibt es entsprechende Initiativen.

mit Heißwasserkühlung bei der Energieeffizienz weltweit führend. Diesen Weg ging das LRZ konsequent weiter bis zum SuperMUC-NG. Die erzielten Einsparungen, aber auch Innovationen wie die Adsorptionskältemaschinen, die aus der Abwärme Prozesskälte generieren, haben das LRZ als führendes Rechenzentrum im Bereich Energieeffizienz mehrfach bestätigt.

Blick in die Zukunft

Mit Inbetriebnahme von SuperMUC-NG sind die Planungen für die Zwischenstufe 2021 und den nächsten Schritt im Jahr 2024 in den Vordergrund gerückt. Die mittelfristigen Ziele für das Gauss Centre wurden mit den Geldgebern 2017 mit der „Smart-Scale-Strategy“ formuliert. Das Supercomputing gilt als Nachweis technologischer Leistungsfähigkeit und Voraussetzung wissenschaftlicher Exzellenz. Entscheidend ist nicht die abstrakte Rechenleistung, sondern die optimale Deckung des wissenschaftlichen Bedarfs. In den internationalen Wettbewerb will die Europäische Union mit der EuroHPC-Initiative einsteigen. Leistungssteigerungen sollen nicht allein durch hohe Investitionen, sondern auch durch innovative Lösungen im Gesamtkonzept erbracht werden. Der LRZ-Rechner der Exascale-Klasse soll daher nochmals verstärkt auf ein Co-Design von Hard- und Software sowie Infrastruktur setzen.

Die Bayerische Staatsregierung sieht die Informationstechnologien allgemein

und den LRZ-Supercomputer im Besonderen als wichtigen Bestandteil ihrer Digitalstrategie. Im Herbst 2018 bekräftigte Ministerpräsident Markus Söder bei der Inbetriebnahme von SuperMUC-NG die Pläne zur Investition in High-Tech und kündigte eine Forschungsgruppe zu „Future Computing“ am LRZ an. Darüber hinaus soll das LRZ die Entwicklung eines bayerischen Quantencomputers unterstützen. Gespräche mit möglichen Herstellern wurden geführt, die Möglichkeiten zur Installation eines Quantenrechners am LRZ geprüft.

Alle diese Themen bestätigen das hohe Tempo und die innovativen Weiterentwicklungen in der Digitalisierung. Das LRZ als IT-Dienstleister der Wissenschaft ist ein zuverlässiger Partner, der den wissenschaftlichen Fortschritt nach Kräften unterstützt und dabei in allen Bereichen teamorientierte Ansätze verfolgt.

Prof. Dr. Dieter Kranzlmüller

leitet seit 2017 als Vorsitzender des Direktoriums das Leibniz-Rechenzentrum der BADW. Er ist Professor für Informatik an der LMU München und forscht zu e-Infrastrukturen mit Netz- und IT-Management, Grid und Cloud Computing, Hochleistungsrechnen sowie Virtueller Realität und Visualisierung.

Dr. Ludger Palm ist in der Stabsstelle Öffentlichkeitsarbeit auch dafür verantwortlich, die vielen wissenschaftlichen Erfolge und Weltrekorde bekannt zu machen, die mit den Supercomputern des LRZ erzielt werden. Hier steht er im farbigen Gang zwischen dem Institutsgebäude von 2006 und dem Erweiterungsbau von 2011 – ein Symbol für das rasante Wachstum des LRZ inklusive der Verdoppelung des Rechnergebäudes während der letzten Jahre.

„Ich komme selbst aus dem Höchstleistungsrechnen und freue mich deshalb immer, wenn ich der Öffentlichkeit neue hervorragende Ergebnisse vorstellen darf.“

Wir brauchen Orte der Begegnung

Ein Kommentar von **Jutta Allmendinger**

Illustration **Martin Fengel**



Die Menschen in Deutschland distanzieren sich voneinander. Nehmen wir das Thema Solidarität: Den meisten Menschen ist ein solidarisches Verhalten überaus wichtig, doch nur sehr wenige nehmen an, dass dies auch für ihre Mitmenschen gilt. Ähnliches zeigt sich beim Wert der Familie, der Erwerbsarbeit, des Zusammengehörigkeitsgefühls. Wie kommt es dazu, dass die für eine Gesellschaft notwendige Sicherheit um gemeinsame Werte fehlt?

Der Soziologe Georg Simmel verhandelte Ende des 19. Jahrhunderts Fragen der sozialen Differenzierung unserer Gesellschaft. Zentral sind seine Überlegungen zur „Kreuzung sozialer Kreise“. Unter sozialen Kreisen versteht er Gruppen von Personen, die sich über die Familie, die Religion, die Region, über Bildung und Arbeit definieren. Diese Kreise geben Menschen und Gesellschaften Identität, Erwartungssicherheit und Halt. Sie bündeln ähnliche Meinungen, Haltungen, Lebenswelten und Milieus.

Die Überschneidung sozialer Kreise, so Georg Simmel, ist für die Gesellschaft zwingend nötig. In dem Aufeinandertreffen mit Menschen anderer Bildungs- und Soziallagen, anderer religiöser und kultureller Hintergründe erweitert sich der Erfahrungsbereich der Menschen, entwickeln sich Eindrücke, die die Identität der Menschen verändern und sie aus ihrem traditionellen Rahmen lösen.

Der eingangs beschriebene Befund für Deutschland zeigt, dass sich hier soziale Kreise kaum noch mischen. Die zunehmende Segregation unserer Städte führt dazu, dass bereits Kinder unter ihresgleichen bleiben. Der Militär- und Zivildienst wurde abgeschafft, die christlichen Religionen haben Zuspruch verloren. Die Geschlossenheit sozialer Kreise zeigt sich auch in der Partnerschaftswahl: Immer häufiger gesellt sich gleich zu gleich.

Die Politik muss deshalb Orte der Begegnung wiederherstellen. Es bedarf einer städtebaulichen Entwicklungspolitik, die die ökonomischen und kulturellen Gruppen miteinander leben lässt. Wir brauchen ein verpflichtendes soziales Jahr für alle, während dem wir uns in andere soziale Kreise hineinbegeben. Wir müssen Organisationen wie die Sportvereine mit ins Boot holen und die Angebote der politischen Bildung ausbauen.

Wir brauchen eine Politik, die sich in ihrer Programmatik wieder mehr an alle, auf das Gemeinwohl, richtet, und nicht nur Partikularreformen für einzelne Gruppen anbietet. Simmel hat das so beschrieben: In je mehr soziale Kreise sich Menschen begeben, umso pointierter wird ihre Individualität, denn die gleichen Überschneidungen lassen sich kaum bei anderen Menschen finden. Diese Vereinzelung und Entwurzelung aufgrund von Interaktionen mit zu vielen unterschiedlichen Kreisen gilt es im Blick zu behalten.



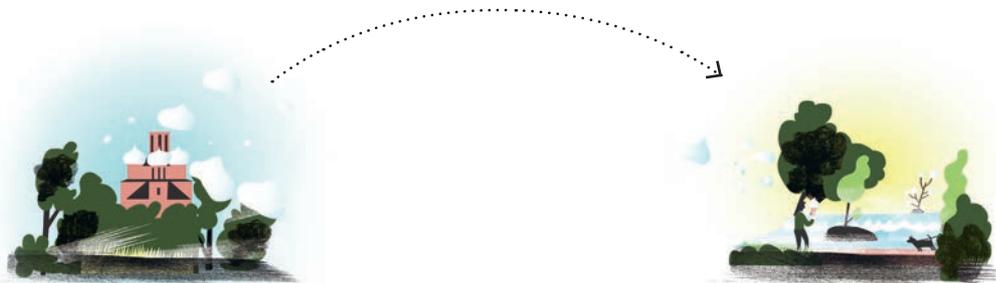
Prof. Jutta Allmendinger, Ph. D., ist Präsidentin des Wissenschaftszentrums Berlin für Sozialforschung, Professorin für Bildungssoziologie und Arbeitsmarktforschung an der Humboldt-Universität zu Berlin und Mitglied der BAfW.

Entspannung außerhalb
des Labors: Kirill Fedorov
mit der gespiegelten
Außenwand des Walther-
Meißner-Instituts.



Aus aller Welt an die Akademie: Die Forscherinnen und Forscher der Bayerischen Akademie der Wissenschaften kommen aus mehr als 31 Ländern. „Akademie Aktuell“ stellt sie vor, diesmal:

Kirill Fedorov Quantenphysiker



Russland

Garching

Das Walther-Meißner-Institut der BAdW in Garching ist eine renommierte Einrichtung der Tieftemperaturforschung. Dr. Kirill Fedorov forscht dort über die Quanteninformationsverarbeitung mit supraleitenden Schaltkreisen. Aktuell bereitet er Experimente vor, die eine Quantenteleportation über makroskopische Entfernungen zum Ziel haben.

Woher kommen Sie? Warum sind Sie in Deutschland?

Ich komme aus Nizhny Novgorod in Russland. Erstmals war ich 2007 für drei Monate als Masterstudent in Deutschland, 2008 kam ich für meine Doktorarbeit bei Alexey Ustinov ans Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Mein Interesse galt der Quanteninformationsverarbeitung. Leider gab es in Russland in diesem Bereich keine Perspektiven für Experimentalphysiker.

War der Wechsel schwierig?

Aus wissenschaftlicher Sicht war der Wechsel relativ einfach dank der freundlichen, professionellen Atmosphäre am KIT. Später habe ich allerdings gemerkt, dass man für das Leben außerhalb des Labors Deutsch können sollte. Das hat sich als etwas anstrengend herausgestellt, da ich immer Schwierigkeiten mit dem Erlernen von Fremdsprachen hatte.

Was fällt Ihnen auf, wenn Sie das deutsche und das russische Wissenschaftssystem vergleichen?

Es ist ein bisschen erstaunlich, dass es im deutschen System weniger Bürokratie gibt. Das hilft einem enorm, sich auf die Forschung zu konzentrieren.

Was schätzen Sie am deutschen Wissenschaftssystem?

Ich schätze die Flexibilität der DFG- und BAdW-Unterstützung sehr. Sie ermöglicht grundlegende Forschungen, die manchmal keinen sofort sichtbaren Ertrag haben. Die Erfahrung zeigt aber, dass es Zeit und Vertrauen braucht, um etwas wirklich Neues zu entdecken.

Was kann Deutschland in der Forschung von Russland lernen?

Mir fällt hier oft das eher geringe persönliche Engagement im Verhältnis zwischen Studierenden und erfahrenen Forschern auf. Die intensive Zusammenarbeit auf dieser Ebene ist eine Stärke des russischen (oder auch des amerikanischen) Systems. Es gibt dort mehr Menschen, die wirklich für die Wissenschaft leben.

Wo würden Sie gerne zum Forschen hingehen?

Mir ist klar, dass ich für eine erfolgreiche Karriere eventuell irgendwann in ein anderes europäisches Land ziehen muss. Momentan bin ich jedoch sehr froh, für meine Forschung hier zu sein.

Wie beschreiben Sie Russland in wenigen Sätzen?

Russland ist ein sehr autokratisches Land. Dies drückt sich nicht nur in der Politik aus, sondern auch in der Wissenschaft und in fast allen Bereichen des Lebens.

Was sollte man in Russland gesehen haben?

Meine stärksten persönlichen Eindrücke stammen von Reisen in unbevölkerte Regionen Sibiriens und des Altaigebirges.

Was vermissen Sie aus Russland?

Echte Winter mit Temperaturen unter -30 Grad Celsius und Stürmen. Das ist natürlich sehr unpraktisch, aber ein wichtiges Element der russischen Romantik.

Was bringen Sie von Reisen in Ihre Heimat mit?

Verschiedenste Tees von meinen Eltern.

Was mögen Sie an München bzw. Deutschland?

Das gute, komfortable Verkehrssystem. Die Cafés und den Englischen Garten. Ich genieße auch die Freiheit, durch ganz Deutschland zu reisen, wann ich will.

Ihr Lieblingsplatz in München?

Die Cafés in der Nähe der Münchner Freiheit und des Englischen Gartens.

Wo findet man Sie, wenn Sie nicht forschen?

Auf meinem Sofa.

Fragen: el

Immer im Februar wählt das Plenum der Akademie neue Mitglieder: Ihre Leistung stellt „eine wesentliche Erweiterung des Wissensbestandes“ in ihrem Fach dar, eine Selbstbewerbung ist nicht möglich. Im Jungen Kolleg findet jeweils zu Jahresbeginn ein Auswahlverfahren statt. Seine Mitglieder sind für die Dauer ihres Stipendiums außerordentliche Mitglieder der Akademie.



Prof. Dr. Daniel Cremers

ist seit 2009 Inhaber des Lehrstuhls für Bildverarbeitung und Künstliche Intelligenz an der TU München. Nach dem Studium in Heidelberg und Forschungsaufenthalten an der State University of New York at Stony Brook, der Indiana State University sowie am Innovationskolleg Theoretische Biologie (heute: Institut für Theoretische Biologie) der Humboldt-Universität zu Berlin wurde er 2002 in Mannheim im Fach Informatik promoviert. Als Post-Doc forschte er an der University of California at Los Angeles und von 2004 bis 2005 als Wissenschaftler in der Forschungszentrale von Siemens in Princeton (New Jersey). Von 2005 bis 2009 lehrte er – als damals jüngster Professor – an der Universität Bonn.

Wozu forschen Sie?

Mein Forschungsschwerpunkt ist die mathematische Bildverarbeitung. Diese ist eng verknüpft mit dem Maschinellen Lernen und der Künstlichen Intelligenz.

Welches Ziel verfolgen Sie als Wissenschaftler?

Ich versuche, Maschinen das Sehen beizubringen, damit sie langfristig mithilfe von Kameras ein für diverse Anwendungen ähnliches Verständnis ihrer Umwelt

erlangen, wie wir Menschen es haben. Ein konkretes Anwendungsbeispiel, an dem wir aktuell sehr viel forschen, sind selbstfahrende Autos – in diesem Fall muss das Auto in der Lage sein, mithilfe von Kameras und anderen Sensoren die Welt vor dem Auto so weit zu verstehen, dass es Unfälle vermeidet und die Insassen sicher und zuverlässig durch den Straßenverkehr bringt.

Welche wissenschaftliche Leistung bewundern Sie am meisten?

Am meisten bewundere ich die Einsteinsche Relativitätstheorie. Selten hat ein Wissenschaftler mit derartigem Erfolg an allen Fundamenten unseres Verständnisses von Raum und Zeit gerüttelt.

Wie haben Sie Ihr Forschungsgebiet für sich entdeckt?

Ich habe mich schon immer für die mathematische Modellierung unserer Welt begeistert. Nach dem Diplom in Theoretischer Physik wollte ich dann aber die Mathematik einsetzen, um unsere Alltagswelt positiv zu beeinflussen. So bin ich auf Umwegen in den Forschungsbereich der Bildverarbeitung, des Maschinellen Sehens und der Künstlichen Intelligenz gekommen.

Was treibt Sie an?

Was mich antreibt, ist die Begeisterung für technischen Fortschritt und der Glaube, dass wir unsere Welt zum Positiven verändern können.

Haben Sie ein (historisches) Vorbild in der Wissenschaft?

Ich habe viele Vorbilder in der Wissenschaft. Besonders bewundere ich den Schweizer Mathematiker und Physiker Leonhard Euler (1707–1783) für seine bahnbrechenden Beiträge zu endlos vielen Herausforderungen in Mathematik und Physik. Den amerikanischen Physiker und Nobelpreisträger Richard Feynman (1918–1988) bewundere ich für sein Talent, immer wieder aus etablierten Denkschemata auszubrechen

und radikal neue Lösungswege zu entwickeln. Er hat sich vor allem mit dem Gebiet der Quantenfeldtheorie beschäftigt. Und schließlich Marie Curie (1867–1934): Die Physikerin und Chemikerin bewundere ich für ihren Mut und ihre Hartnäckigkeit in einer äußerst frauenfeindlichen Ära.

Was macht Ihr Leben reicher?

Meine drei Kinder, denn sie zeigen mir täglich, was im Leben wirklich wichtig ist.

Ich würde gerne ...

... Einrad fahren können.



Prof. Dr. Stephan Hartmann

wurde im Fach Philosophie an der Universität Gießen promoviert. Er lehrte und forschte anschließend unter anderem an der Universität Konstanz, an der London School of Economics und an der Universität Tilburg in den Niederlanden. Dort war er auch Gründungsdirektor des Tilburg Center for Logic, Ethics, and Philosophy of Science (TiLPS). Gastprofessuren führten ihn an die University of California in Irvine und nach Lund in Schweden. Seit 2012 ist er als Alexander von Humboldt-Professor Inhaber des Lehrstuhls für Wissenschaftstheorie an der LMU München und, gemeinsam mit Professor

Hannes Leitgeb, Direktor des Munich Center for Mathematical Philosophy der LMU München.

Wozu forschen Sie?

Ich interessiere mich für philosophische Fragen der Natur- und Sozialwissenschaften. Dabei geht es zum einen um die Grundlagen dieser Fächer und zum anderen um ihre Methodologie. Zentrale Fragen meiner Forschung sind: Wie überzeugen sich Wissenschaftler gegenseitig von ihren Theorien? Welche Strategien wenden sie dabei an? Und wie sind diese Strategien normativ zu bewerten? Darüber hinaus arbeite ich am Munich Center for Mathematical Philosophy (MCMP) der LMU München, das es sich zum Ziel gesetzt hat, philosophische Fragen mit mathematischen Methoden zu behandeln. Die Fragestellungen, mit denen wir uns hier befassen, sind oft interdisziplinärer Natur und eng mit Themen verwandt, mit denen sich beispielsweise auch Ökonomen, Psychologen, Physiker und Neurowissenschaftler befassen und mit denen wir zuweilen produktiv zusammenarbeiten.

Welches Ziel verfolgen Sie als Wissenschaftler?

Ich finde es spannend, mich mit vielen verschiedenen Themen zu beschäftigen. Das macht für mich gerade den Reiz meines Faches – der Philosophie – aus.

Was war für Sie der wichtigste Moment in Ihrer Forscherlaufbahn?

Als ich die Möglichkeit bekam, mit einer Alexander von Humboldt-Proessur an die LMU München zu wechseln.

Wie haben Sie Ihr Fach für sich entdeckt?

Ich war zunächst sehr an Mathematik und Physik interessiert. Dann habe ich aber gemerkt, dass meine Interessen weit über diese beiden Fächer hinausgehen. Mit der Philosophie habe ich das Fach gefunden, das mir am meisten liegt.

Wo möchten Sie leben?

Ich finde München wunderbar und kann mir keinen besseren Ort zum Leben vorstellen.

Welche Frage würden Sie gerne stellen – und wem?

Ich habe viele Fragen. Anstatt sie anderen zu stellen, ziehe ich es aber vor, erst einmal

selbst darüber nachzudenken und zu sehen, wie weit ich komme.

Was treibt Sie an?

Neugierde und die Herausforderung, Probleme zu lösen.

Was macht Ihr Leben reicher?

Freunde, Familie, Sport und andere außer-universitäre Interessen.



Prof. Dr. Heike Paul

studierte Amerikanistik, Anglistik und Politikwissenschaft in Frankfurt am Main sowie an der University of Washington in Seattle. Für die Promotion und die Habilitation ging sie an die Universität Leipzig. 2004 folgte sie einem Ruf auf den Lehrstuhl für Amerikanistik, insbesondere nordamerikanische Literatur- und Kulturwissenschaft, an der Universität Erlangen-Nürnberg, den sie bis heute innehat. Forschungsaufenthalte und Gastprofessuren führten sie unter anderem nach Harvard, Toronto, Dartmouth, an die University of Illinois, die University of Massachusetts in Amherst sowie nach Zürich.

Wozu forschen Sie?

Ich untersuche kulturelle Muster der Gemeinschaftsbildung in den Vereinigten Staaten, deren Inklusions- und Exklusionsmechanismen – wer gehört wann warum dazu und wer nicht? Wie geht man mit dem „Anderen“, dem Fremden, um? Wie lassen sich diese Muster in der Populärkultur, in literarischen Texten, in der politischen Rhetorik aufweisen? Ich habe mich diesbezüglich sehr eingehend mit den Gründungsmythen der USA beschäftigt und deren Entstehungsgeschichte und anhaltende Wirkung

untersucht, aber auch ihre jeweiligen Konfliktpotentiale.

Was war für Sie der wichtigste Moment in Ihrer Forscherlaufbahn?

Die Zuerkennung des Leibniz-Preises der Deutschen Forschungsgemeinschaft im vergangenen Jahr war ein herausragender Moment. Und ich erinnere mich auch gerne an den Tag, an dem ich meine Habilitationsschrift eingereicht habe. Ich war im neunten Monat schwanger. In Erinnerung geblieben ist mir, dass ich an diesem Tag der Abgabe des Manuskripts trotz einer gewissen körperlichen Behäbigkeit eine große Zuversicht verspürt habe, dass schon alles irgendwie gehen wird.

Wie erklären Sie Ihr Forschungsgebiet einem Kind?

Jedes Kind kennt die Geschichte von der Entdeckung Amerikas oder weiß, was ein Cowboy ist. Amerikanische Mythen sind sehr anschaulich. Kinder verstehen schnell, dass es hier eigentlich um Macht und deren Ausübung geht – und sie haben ein ungetrübtes Gerechtigkeitsempfinden. Die Abenteuerlust (und Gier) der Einen bedeutet die Vertreibung und den Tod der Anderen.

Wie haben Sie Ihr Fach für sich entdeckt?

Bei einem Tag der offenen Tür an der Universität Mainz (anno 1986) habe ich mich in ein Proseminar zur politischen Kultur der USA gesetzt. Dort wurden (auf Schallplatte) die Reden von Martin Luther King und John F. Kennedy abgespielt und analysiert. Dass man das studieren konnte, fand ich großartig. Die Wirkungsweise amerikanischer Zivilreligion fasziniert mich bis heute.

Mit welcher (auch historischen) Person würden Sie gerne diskutieren – und warum?

Mit Pocahontas (um 1595–1617) – über die verrückten Engländer.

Haben Sie ein (historisches) Vorbild in der Wissenschaft?

Die französische Schriftstellerin Simone de Beauvoir (1908–1986) bewundere ich für ihr Buch „Le Deuxième Sexe“ aus dem Jahr 1949, das auf Deutsch unter dem Titel „Das andere Geschlecht“ erschien.

Ich wollte schon immer einmal ...

... mit dem Schiff in die USA fahren. Das habe ich letztes Jahr getan.

Was macht Ihr Leben reicher?

Die Liebe natürlich.

Fragen: el

Im Weinberg



der Lexikographie

Von **Kathleen M. Coleman**

Eine Mammutaufgabe: Der **Thesaurus linguae Latinae** verzeichnet alle lateinischen Wörter der Antike – ob Ciceros Schriften, Graffiti aus Pompeji oder postkartengroße Holztäfelchen der am Hadrianswall stationierten Soldaten. Das Nachschlagewerk bietet eine kluge Analyse der einzelnen Wörter, die weit über die philologischen Erkenntnisse hinausgeht.



Foto: BAQ/W/TLL

Das Zettelarchiv des **Thesaurus linguae Latinae** mit rund 10 Millionen Zetteln ist die Stellensammlung für alle lateinischen Wörter aus der Antike.



Vor 125 Jahren wurde in München ein Projekt aus der Taufe gehoben, das ein völlig neues Verständnis aller antiken lateinischen Texte ermöglichen sollte. 125 Jahre später ist es immer noch da, immer noch wächst und gedeiht es. Durch eine Glastür beim Aufzug im zweiten Stock der Akademie tritt der Besucher in einen imposanten, von Büros gesäumten Flur, deren Türen geflissentlich geschlossen sind. Am anderen Ende erinnern zwei den Raum beherrschende Büsten an Eduard von Wölfflin (1831–1908), Professor für Klassische Philologie an der LMU München und Gründer des **Thesaurus linguae Latinae**, des „Schatzhauses der lateinischen Sprache“. Das veröffentlichte Werk, bisher 170 Faszikel, ist sein dauerhaftes Denkmal.

Internationales Gemeinschaftsprojekt

Als Wölfflin das Projekt ins Leben rief, fest in der Überzeugung des späten 19. Jahrhunderts, dass es möglich sein sollte, noch den kleinsten Befund aus dem antiken Mittelmeerraum zu sammeln und auszuwerten, war es ein Gemeinschaftsprojekt der Akademien des deutschsprachigen Raums. 125 Jahre später ist es ein internationales

Projekt unter der Leitung eines Komitees, das sich aus Vertretern von 35 gelehrten Gesellschaften auf fünf Kontinenten zusammensetzt. Bibliothek und Archiv des Thesaurus stehen jederzeit Gastwissenschaftlerinnen und -wissenschaftlern aus allen Ländern offen, in denen Latein erforscht wird. Seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die hinter den geschlossenen Türen arbeiten, kommen aus mehreren europäischen Nationen sowie aus den Vereinigten Staaten und gelegentlich aus anderen Ländern. Das Werk selbst wird auf Latein verfasst, vor 125 Jahren die internationale Sprache des wissenschaftlichen Austauschs. Umgangssprache der Mitwirkenden ist Deutsch; wenn unanständige Themen anzusprechen sind, ist Latein natürlich immer verfügbar.

Einzigartige Enzyklopädie

„Wörterbuch“ oder „Lexikon“ beschreiben Umfang und Ziel des Vorhabens nur ungenügend. Es ist eher eine Enzyklopädie des Lateinischen, wie es von den frühesten Zeugnissen bis zum Beginn des Mittelalters gesprochen und geschrieben wurde. In majestätischer Breite präsentieren auf großformatigen Seiten zwei Spalten dem Leser die Lebensgeschichte eines Wortes, sein Auftreten, seine Bedeutung. Nichts Vergleichbares existiert für das Altgriechische. Der gleichnamige Thesaurus linguae Graecae

ist eine riesige und außerordentlich nützliche Datenbank, aber er versucht keine Analyse: Es gibt keine Stichwörter, keine Definitionen, keine Erklärungen. Eine Enzyklopädie des Altgriechischen im Umfang des Thesaurus linguae Latinae würde die menschlichen Fähigkeiten schlicht übersteigen. Das ist nur für Latein möglich, weil die Menge der erhaltenen Texte weit, weit geringer ist als die der aus dem Altgriechischen überlieferten.

Die erste Aufgabe von Wölfflins Forscherteam bestand darin, alle erhaltenen Belege jedes lateinischen Wortes aus der Antike zu sammeln und auf Zettel zu kopieren. Einige der Quellen sind literarische Texte, die durch jahrhundertlanges Kopieren von einer Handschrift zur nächsten erhalten und schließlich in gedruckten Ausgaben festgehalten wurden. Einige sind Inschriften. Ein ganzes Register von umgangssprachlichen und obszönen Ausdrücken ist an den Wänden von Pompeji erhalten. In Vindolanda am Hadrianswall in England haben Holztäfelchen ein eher unorthodoxes Latein überliefert, das von einer Abteilung von Soldaten aus Batavia und ihren Offizieren um die erste Jahrhundertwende n. Chr. in Tinte geschrieben wurde. Jedes besondere Wort, das sie verwendeten, wurde auf einem der rund 10 Millionen Zettel eingetragen, die im Thesaurusarchiv aufbewahrt werden. Jeder einzelne Wortbeleg bis zum zweiten Jahrhundert n. Chr. wurde registriert, für die Jahrhunderte danach eine Auswahl.

Christianisierung der römischen Welt

Die enorme Zeitspanne, die der Thesaurus umfasst – von den Anfängen bis etwa 600 n. Chr. –, schließt die gewaltigen Veränderungen durch die allmähliche Christianisierung der römischen Welt mit ein. Wörter bekamen speziell christliche Bedeutungen und Verwendungen. Ein ideologisch so neutraler Begriff wie das lateinische Wort für „Rucksack“ (*pera*) erweist sich als ein Reiseutensil, dessen Mitnahme Christus seinen Jüngern in den älteren lateinischen Bibelübersetzungen wiederholt verbietet, wenn sie zur Verbreitung des Evangeliums ausschwärmen; der Thesaurus dokumentiert diesen ganz besonderen Gebrauch. Die Explosion der christlichen Quellen ab dem vierten Jahrhundert stellt auch ein Mengenproblem dar: Allein die Werke des heiligen Augustinus hätten das Archiv auf ein unüberschaubares Maß anwachsen lassen, wenn jedes seiner Worte aufgenommen worden wäre. Stattdessen haben die Experten für Augustins Latein gleich von vornherein nur die lexikographisch bedeutsamen Belege exzerpiert und den Rest beiseitegelegt. Vergleicht man diese Auswahl mit einer umfassenden Datenbank, erweisen sich die Belege als so treffsicher, dass der Zettelsammlung kaum je ein lexikographisch bedeutsamer Beleg hinzugefügt werden muss.

Man könnte meinen, dass digitale Datenbanken den Thesaurus heute überflüssig machen würden. Aber das trifft die Sache nicht: Als 1900 der erste Faszikel erschien, waren viele der Einträge kaum mehr als gesammelte Belege, also Listen von Stellen, an denen ein bestimmtes Wort vorkommt. Seitdem wenden die Verfasser jedoch einen zunehmend analytischen Ansatz an, der meistens auf einem dichotomischen Klassifizierungssystem basiert: „Wenn nicht A, dann B.“ Viele Artikel sind daher nach grundlegenden Unterschieden wie „buchstäblich“ versus „metaphorisch“, „belebt“ versus „unbelebt“, „menschlich“ versus „tierisch“ etc. strukturiert. Jeder Ast einer Verzweigung kann sich auf der nächsten Ebene erneut

Alphabet

nennt man die Buchstabenfolge eines Schriftsystems nach den ersten beiden Buchstaben des griechischen Alphabets, Alpha und Beta. Der Thesaurus linguae Latinae ordnet seine Einträge, wie die meisten Wörterbücher, streng alphabetisch.





Der Hadrianswall

wurde unter Kaiser Hadrian im 2. Jahrhundert n. Chr. als Grenzschutzsystem der Römer in der Nähe der heutigen Grenze zwischen Schottland und England angelegt. Er diente, wie generell römische *limites*, weniger der Abwehr von Invasionen als vielmehr der Kontrolle von Waren- und Personenverkehr. Ein System von Kastellen beherbergte die nötigen Truppen, die ihre Alltags- und Militärkorrespondenz auf Holztäfelchen organisierte; entsprechende Funde aus Vindolanda erlauben Einblicke in den Alltag der Soldaten.

Rekonstruierte Reste des Hadrianswalls in Northumberland, England.

teilen, in bis zu acht Ebenen oder mehr. Die Verfeinerung dieser Klassifizierungen ist Teil dessen, was den Thesaurus zu einem solchen Schatz macht. Keine elektronische Datenbank kann diese Klassifizierungen für den Leser bereitstellen: Sie sind das Ergebnis menschlichen Urteilsvermögens, basierend auf jahrzehntelanger Vertiefung in die überlieferten lateinischen Quellen.

Römisches Leben wird lebendig

Auf den Seiten des Thesaurus werden die Römer lebendig. *Paulatim* ist eines der lateinischen Wörter für das Adverb „allmählich“. Aus dem Thesaurus geht hervor, dass es sich um ein „Rezeptwort“ handelt: Köche und Ärzte geben Anweisungen zum *paulatim* Mischen von Zutaten. Es ist auch ein „Pfle gewort“: Ausgehend von den Anweisungen der medizinischen Autoren hätte das römische Äquivalent eines Beipackzettels die Patienten angewiesen, ihre Medikamente *paulatim* zu schlürfen. Durch die Gruppierung von Belegen dieser Verwendungen veranschaulicht der Thesaurus die Atmosphäre der römischen Küche oder des Krankenzimmers. Und durch Zusammenstellung einer Tabelle der Verteilung von *paulatim* und seinen drei Hauptsynonymen bei 36 repräsentativen lateinischen Autoren ermöglicht es der Thesaurus, stilistische Präferenzen und wechselnde lexikalische Moden im Detail zu erkennen,

auch wenn diese Autoren kein Mikrofon in die Hand nehmen können, um ihre literarischen Entscheidungen in unseren heutigen Klassenzimmern zu erklären.

Die Römer lebten in einer babylonischen Welt. Die meisten der in den verschiedenen Provinzen gesprochenen Sprachen sind längst ausgestorben, obwohl Spuren von einigen überlebt haben und andere mit dem Lateinischen verschmolzen sind, woraus die romanischen Sprachen erwachsen. Aber die Sprache, die neben Latein am häufigsten gesprochen wurde, war Griechisch. Aus der Spätantike sind zahlreiche Wörterlisten erhalten, die lateinische Wörter griechisch glossieren und vice versa. So verzeichnet der Thesaurus in den Vorbemerkungen zum Artikel *indulgentia* („Nachsicht“) fünf griechische Äquivalente; er zitiert aber auch Fälle von einfacher Transliteration (ἰνδουλεντία), was zeigt, dass das lateinische Wort so vertraut und so speziell verwendet wurde, dass es eins zu eins ins Griechische übernommen wurde, obwohl die griechische Sprache über geeignete Synonyme verfügte.

Wie klang gesprochenes Latein?

Der Grad der Alphabetisierung in der Antike ist schwer abzuschätzen. Ein kämpferischer Freigelassener in Petrons schlüpfriem Roman „Satyrica“ verachtet das Lernen; es genügt ihm, dass er Prozentsätze in Maßen, Gewichten und Münzen berechnen und Inschriften in Großbuchstaben (*litterae lapidariae*) lesen kann. Einige Personen waren vielleicht in der Lage, Transaktionen mit Zahlen durchzuführen, obwohl ihnen die Fähigkeit, fortlaufenden Text zu lesen, gefehlt haben könnte. Doch eine Mehrheit konnte wahrscheinlich keinen einzigen Buchstaben des römischen Alphabets lesen. Für sie war Latein funktional gesehen ausschließlich eine gesprochene Sprache, aber ohne eine Tonbandaufnahme aus der Antike können wir sie nicht hören. Doch aus den abweichenden Schreibweisen, die der Thesaurus im wertvollen Vorabschnitt zu jedem Artikel festgehalten hat, kann die lateinische Aussprache zumindest teilweise erschlossen werden. Das Wort *castrensis* (von *castra*, „Lager“) wird häufig als Bezeichnung für einen niederen Funktionär im Kaiserpalast verwendet, wie etwa für einen Bäcker und Schneider. Wie *indulgentia* war diese Verwendung offensichtlich so weit verbreitet, dass das Wort ins Griechische überging, aber ohne den Nasalkonsonanten. So wurde *castrensis* auf dem Grabstein eines Freigelassenen aus dem kaiserlichen Haus zu καστρησις. Die Angehörigen des Verstorbenen, die den Grabstein in Auftrag gaben, schrieben das Wort offensichtlich so, wie sie es aussprachen, ohne zu erkennen, dass diese Schreibweise gegen die Regeln der klassischen Rechtschreibung verstieß.

Der Artikel *castrensis* wurde 1908 geschrieben. Die Zettel, mit denen der Autor Wilhelm Bannier ihn zusammengestellt hat, befinden sich noch immer im Archiv in ihrem „Schuhkarton“ mit dem raffinierten Klappdeckel. Aber vieles hat sich geändert: Herr Bannier würde sich zweifellos wundern, wenn Frauen als Mitarbeiterinnen beschäftigt wären, Schulkinder Führungen durch die Bibliothek und das Archiv erhielten, Wissenschaftler aus aller Welt herbeiströmten, um in der neu eingeführten jährlichen Sommerschule Lexikographie zu lernen. Er hätte die Notwendigkeit der *Praemonenda* („Einführung“), die 1990 veröffentlicht wurde, eingestehen können, aber wahrscheinlich nicht die ihrer Übersetzung



Einer von rund
6.500 Zettelkästen
des Thesaurus.

L

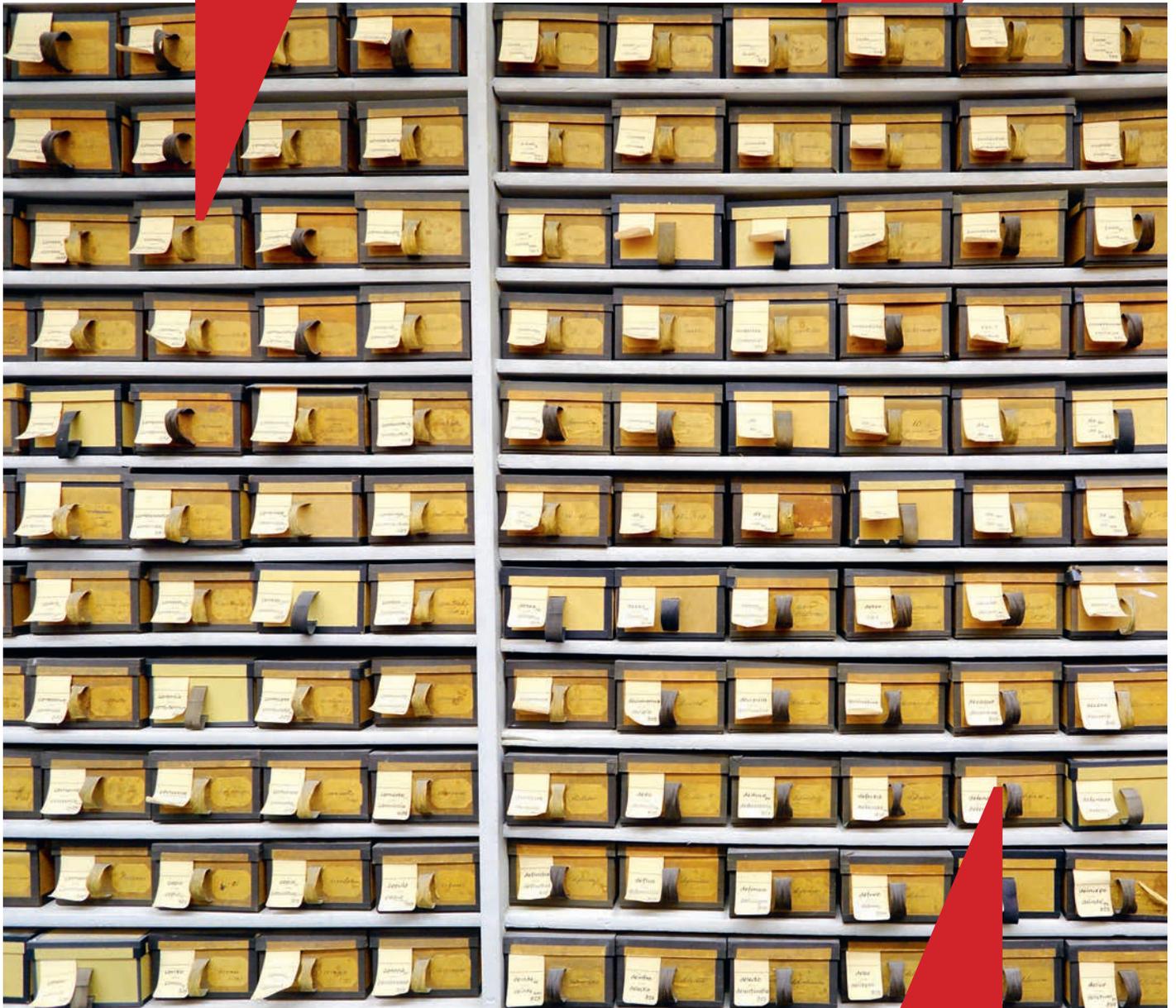
Lemma

nennt man die Grundform eines Wortes. So ist etwa Haus die Grundform zu Häuser. Der Begriff kommt vom griechischen λέμμα, das Genommene. Die Lemmata bilden die Einträge in einem Wörterbuch. Das Zettelarchiv des Thesaurus verzeichnet etwa 55.000 verschiedene erhaltene lateinische Lemmata.

in sieben moderne Sprachen – darunter Japanisch – neben dem kanonischen Latein. Vor allem aber wäre er verwirrt gewesen, wenn er sehen würde, dass die positivistische Gewissheit, die er vom 19. Jahrhundert geerbt hatte, einem Thesaurus Platz gemacht hat, der Mehrdeutigkeit und Unsicherheit in der Darstellung lateinischer Wörter zulässt; der Thesaurus unterliegt den Entwicklungen in der Klassischen Philologie insgesamt. Nach 125 Jahren Arbeit im Weinberg der Lexikographie ist man nun bei den Buchstaben N und R angekommen, A–M und O–P sind bereits fertig. Herzlichen Glückwunsch und Glück auf, Thesaurus, bis zum Z!

Prof. Kathleen M. Coleman, DPhil

lehrt als James Loeb Professor of the Classics an der Harvard University und forscht insbesondere über die Poesie der flavischen Zeit, die Geschichte und Kultur der frühen Kaiserzeit sowie römische Spiele. Sie ist korrespondierendes Mitglied der BAfW und vertritt die USA in der Internationalen Thesaurus-Kommission.



Das Z

stammt vom Zeta, dem (ursprünglich) siebten Buchstaben des griechischen Alphabets, ging aber im lateinischen Alphabet zunächst verloren und kam erst nach der immer intensiveren Begegnung mit der griechischen Welt zurück, nunmehr als letzter Buchstabe. Die Fülle der griechischen Lehnwörter im Lateinischen auf Z endet mit *zythum*, einem aus Ägypten kommenden Malzbier. Das wird auch das letzte Wort des lateinischen Thesaurus sein.



Publish

Welche Bedeutung
High-Profile-Zeitschriften
heute für den wissen-
schaftlichen Nachwuchs
haben

OR

Ein Beitrag der
AG „Wissenschaftssteuerung
durch High-Profile-Zeitschriften“
im Jungen Kolleg

perish

Haben Sie schon in „Nature“ oder „Science“ veröffentlicht?“ Mit dieser oder ähnlichen Fragen wird man als Wissenschaftler an verschiedenen Stationen der Karriere konfrontiert, sei es bei der Beurteilung für die Mittelvergabe eines Forschungsvorhabens oder in Berufungsverfahren. Die Frage zielt darauf ab, die Qualität der Forschungsergebnisse eines Wissenschaftlers anhand des Renommées der Zeitschriften zu bewerten, in denen sie veröffentlicht wurden. Das Renommée wird dabei je nach Fachbereich durch Zitationsindizes oder Rankings definiert. High-Profile-Zeitschriften verfügen über einen hohen Impact-Factor, also einen Wert, der den Einfluss dieser Zeitschriften misst. Der Impact-Factor einer Zeitschrift für das Jahr 2018 ergibt sich beispielsweise aus der mittleren Anzahl der Zitationen der Artikel in der Zeitschrift während der zwei vorausgegangenen Jahre 2016 und 2017. High-Profile-Zeitschriften erzielen in einem Fachbereichsranking (z. B. Handelsblatt-Ranking) eine hohe Platzierung (etwa A+) und genießen generell ein hohes Ansehen in ihrem Fachbereich.

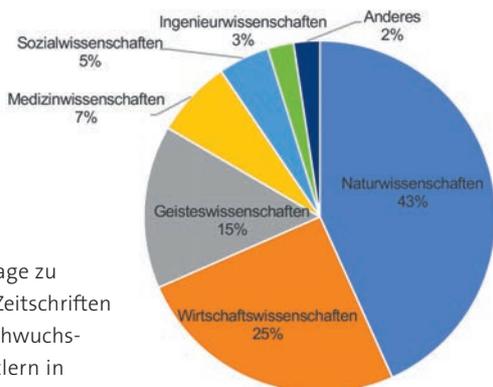
High-Profile-Zeitschriften gelten typischerweise als Indikator für hohe wissenschaftliche Qualität. Diese Form der Qualitätsbeurteilung von Wissenschaftlern und ihren Arbeiten bietet den Vorteil, dass sie leicht durchführbar ist und ein in Zahlen fassbares und somit vermeintlich objektives Ergebnis liefert. Naheliegender

Qualitätsmerkmale eines Wissenschaftlers wie sein experimentelles Geschick, seine Kreativität und Originalität, seine Fähigkeiten als Dozent, seine Selbstreflexion und (konstruktive) Kritikfähigkeit sind jedoch objektiv deutlich schwieriger zu quantifizieren und zu beurteilen. Welche Auswirkungen High-Profile-Zeitschriften auf die Karriere und Motivation von Nachwuchsforschern haben, dieser Frage sind die Autoren in der interdisziplinären Arbeitsgruppe „Wissenschaftssteuerung durch High-Profile-Zeitschriften“ des Jungen Kollegs der BAdW nachgegangen. Zu diesem Thema hat die AG einen Kaminabend mit der Sozialpsychologin Andrea Abele-Brehm (Erlangen-Nürnberg) und dem Wirtschaftshistoriker Davide Cantoni (LMU München) über „High-Impact-Zeitschriften: Einfluss auf Forscher und Forschung“ organisiert.

Indikator für wissenschaftliche Produktivität?

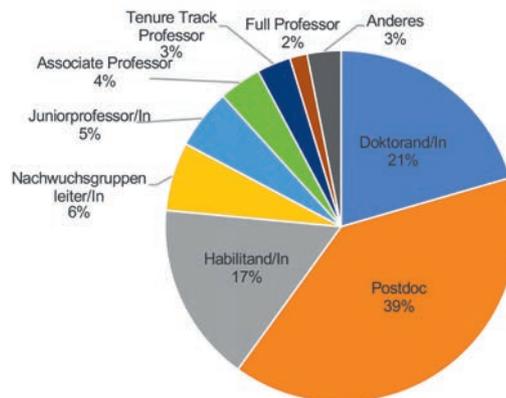
Insbesondere für junge Wissenschaftler, die sich in ihrem Fach ein Renommée erarbeiten wollen und sich in Auswahlverfahren durchsetzen müssen, sind High-Profile-Zeitschriften eine Möglichkeit, sich hervorzuheben und damit ein wichtiger Baustein einer erfolgreichen Karriere. Eine Studie aus dem Jahr 2004 belegt exemplarisch, dass Autoren, die schon als junge Wissenschaftler in „Nature“ oder „Science“ publizierten, in der Zukunft insgesamt doppelt so

Fachbereich



Online-Umfrage zu High-Profile-Zeitschriften unter 127 Nachwuchswissenschaftlern in Deutschland.

Qualifikationsstufe



viele Artikel veröffentlichen und eine sechsfach höhere Wahrscheinlichkeit haben, wieder in einer der beiden Zeitschriften zu publizieren als ihre Kollegen. Demzufolge sind High-Profile-Zeitschriften ein Indikator für Produktivität. Eine weitere Studie bestätigt, dass der langfristige Erfolg eines Wissenschaftlers zu einem guten Teil vom Publikationserfolg am Anfang der Karriere abhängt.

Das allgemein bekannte Phänomen „Wer hat, dem wird gegeben“ gilt auch für die Zitationen von Publikationen, wie der US-Soziologe Richard K. Merton gezeigt hat. Es ist unter dem Namen Matthäus-Effekt bekannt: Viel zitierte Autoren werden demnach häufiger zitiert als unbekannte und werden dadurch noch bekannter.

Insgesamt kommt einer Veröffentlichung in High-Profile-Zeitschriften gerade in der frühen wissenschaftlichen Karriere eine große Bedeutung zu: Sie kann zu einem Vorsprung führen, der wiederum weitere Vorzüge hervorrufen und so zu größerem kumulativem Nutzen im weiteren Berufsleben führen kann. Auf der anderen Seite gibt es aber auch Studien, die Publikationen in High-Profile-Zeitschriften am Anfang der Karriere eine eher vernachlässigbare Rolle zuschreiben. Eine Untersuchung im Bereich der Wirtschaftswissenschaften zeigte 2014 beispielsweise keinen Zusammenhang zwischen einem

„Wer hat, dem wird gegeben“:
Viel zitierte Autoren werden häufiger zitiert als unbekannte und werden dadurch noch bekannter.

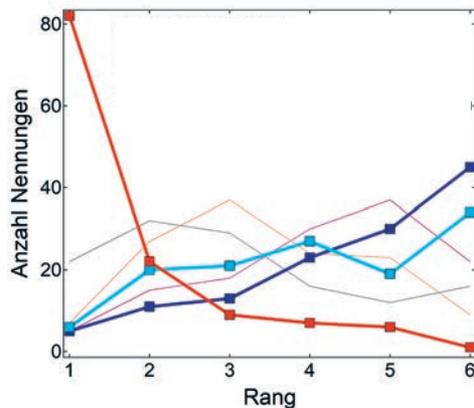
Karrierevorteil, den Wissenschaftler empfinden, und den Impact-Factors ihrer Publikationen. Eine weitere Studie belegte außerdem, dass der Zeitpunkt der meistzitierten Arbeit eines Wissenschaftlers zufällig über die Karriere verteilt ist. Dies wurde für verschiedene Disziplinen, Karrierelängen und Mengen von Kollaborateuren bestätigt. Die Autoren schlussfolgerten, dass nicht nur die Fähigkeit, wiederholt High-Profile-Publikationen zu erzeugen, sondern auch Glück die Produktivität von Wissenschaftlern beeinflusst. Sie weisen jedoch darauf hin, dass das Fehlen viel zitierter Publikationen früh in der Karriere zum vorzeitigen Ausscheiden von Nachwuchswissenschaftlern aus dem Wissenschaftsbetrieb führen kann.

Publish or perish

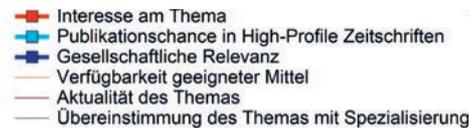
In der heutigen Zeit ist das akademische Umfeld zunehmend kompetitiv: Es gibt mehr Konkurrenz um Mittel und oft sehr spezifische Auswahlkriterien von Drittmittelgebern. In manchen Ländern wie etwa Australien und Finnland wurde mit der monetären Belohnung von Publikationen sogar ein direkter Anreiz geschaffen, um Publikationsraten zu steigern. Eine derartige Steuerung akademischer Leistungen wirkt sich auf Forschungseinrichtungen und Universitäten aus: Während manche „exzellent“ werden, müssen andere schließen. Das hat auch Konsequenzen für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die stets bestrebt sein müssen, ihren Lebenslauf auf Metriken zu optimieren, mit denen sie bewertet werden. Insbesondere gilt das für den wissenschaftlichen Nachwuchs, also diejenigen Forscher und Forscherinnen, die noch keine feste Stelle haben und sich in ihrer Disziplin etablieren wollen.

Bereits 1942 wurde dieses Phänomen mit der Formulierung „publish or perish“ („veröffentliche oder gehe unter“) beschrieben. Heute ist die Zahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen so hoch wie nie zuvor, und die Diskussion, wie man ein wissenschaftliches Resultat am prominentesten publizieren kann, scheint oft genauso wichtig wie die Diskussion der Resultate selbst. Der berühmte Physiker Peter Higgs bemerkte dazu 2013 in einem Interview, er sei nicht produktiv genug, um heutzutage einen akademischen Job zu bekommen. Er ging sogar noch weiter

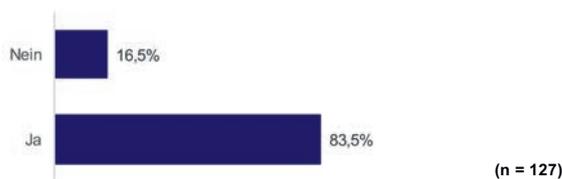
Wahl der Forschungsthemen



Welche Kriterien sind für Nachwuchswissenschaftler bei der Wahl ihrer Forschungsthemen relevant?



Planen Sie eine Karriere in der Wissenschaft?



und meinte, er hätte im heutigen Wissenschaftsbetrieb auch nicht genug Ruhe und Zeit, das berühmte, nach ihm benannte Partikel zu entdecken, weil von Wissenschaftlern erwartet werde, dass sie unentwegt publizieren.

Online-Umfrage zu High-Profile-Zeitschriften

Im Rahmen einer Online-Umfrage hat die Arbeitsgruppe des Jungen Kollegs 127 Nachwuchswissenschaftler (Durchschnittsalter: 34,2 Jahre) verschiedener Fachdisziplinen und Qualifikationsstufen nach dem sogenannten Schneeballprinzip rekrutiert und befragt. Aufgrund ihres explorativen Charakters erhebt die Umfrage keinen Anspruch auf Repräsentativität. Sie gibt jedoch punktuelle Einblicke in die Bedeutung von High-Profile-Zeitschriften für junge Wissenschaftler.

Rund 83 Prozent der Befragten geben an, dass es für ihre angestrebte Position förderlich ist, in einer High-Profile-Zeitschrift zu publizieren. Für einige ist eine solche Publikation sogar die Voraussetzung für den erfolgreichen Abschluss ihrer Qualifikationsstufe. 58,3 Prozent der Befragten haben einen Beitrag in einer High-Profile-Zeitschrift eingereicht und 40,2 Prozent haben darin bereits einen Beitrag veröffentlicht. Aber nur gut die Hälfte davon, nämlich 22,8 Prozent, hält ihre High-Profile-Veröffentlichung auch für ihre beste Arbeit.

Die Graphik oben zeigt, welche Kriterien für Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler bei der Themenwahl relevant

sind. Interesse am Thema, fachliche Übereinstimmung mit der eigenen Spezialisierung und die Verfügbarkeit geeigneter Mittel sind die wichtigsten Entscheidungskriterien. Überraschenderweise kommt der Publikationschance in High-Profile-Zeitschriften aber eine größere Bedeutung zu als der gesellschaftlichen Relevanz, die als unwichtigstes Kriterium gilt. Bei der Wahl von Theorien und Modellen orientiert sich etwa ein Viertel aller Befragten an den Standards renommierter Zeitschriften. Rund ein Drittel wählt seine analytischen Methoden nach diesen Standards aus.

Die Umfrage verdeutlicht zudem den persönlichen Stellenwert der Zeitschriften. Die Teilnehmer bewerteten die Wichtigkeit, in einer High-Profile-Zeitschrift zu veröffentlichen, im Mittel mit 5,7 (Standardabweichung = 1,55) auf einer Skala von 1 (überhaupt nicht wichtig) bis 7 (sehr wichtig). Ähnlich hoch empfinden sie den Druck, für eine erfolgreiche wissenschaftliche Karriere in einer High-Profile-Zeitschrift zu veröffentlichen, im Mittel mit 5,9 (Standardabweichung = 1,29) auf einer Skala von 1 (extrem schwach) bis 7 (extrem hoch). Tatsächlich gibt über die Hälfte der Befragten an, dass dieser Druck ihre Arbeitsweise verändert hat.

Die Ergebnisse der Umfrage lassen darauf schließen, dass der Trend, wissenschaftliche Qualität überwiegend anhand von Publikationen in renommierten Zeitschriften beurteilen zu wollen, den wissenschaftlichen Nachwuchs nachhaltig zu beeinflussen scheint.

Dr. Jana Gäthke (Wirtschaftswissenschaften, Eichstätt-Ingolstadt), **Dr. Barbara A. J. Lechner** (Chemie, TU München), **Dr. Hauke Marquardt** (Geowissenschaften, Bayreuth/Oxford), **Dr. Kai Müller** (Physik, TU München), **Dr. Franz Schilling** (Nuklearmedizin, TU München), **Dr. Peter Schwardmann** (Wirtschaftswissenschaften, LMU München) und **Jun.-Prof. Dr. Mirijam Zobel** (Chemie, Bayreuth) sind Mitglieder des Jungen Kollegs der BADW.

Eine „gelehrte Gabe“ für Kaiser Maximilian I.

Als Troja unterging, floh Aeneas und landete nach Irrfahrten schließlich in Latium, wo er zum Stammvater der Römer wurde – so schildert es der lateinische Dichter Vergil in der „Aeneis“. Der **antike Klassiker** erfuhr 1515 in der Übersetzung des Franziskaners Thomas Murner eine Renaissance.

Von **Julia Frick**

Eine gelehrte Gabe für den Kaiser in Zeiten des Friedens: So präsentiert Thomas Murner seine am 27. August 1515 bei Johann Grüninger in Straßburg gedruckte erste deutsche Übersetzung von Vergils „Aeneis“, einem Leittext in der Bildungswelt des westlichen Abendlandes. Diese „Pionierleistung“, wie der Franziskaner Murner (1475–1537) sein Werk in der Vorrede bezeichnet, blieb für beinahe 100 Jahre die Einzige und wurde erst 1610 durch die postum publizierte Nachfolgeübersetzung des Augsburger Meistersingers Johannes Spreng abgelöst.

Thomas Murners Übersetzung gewinnt ihr historisches Profil zum einen maßgeblich durch ihre Zugehörigkeit zum kulturellen Umfeld Maximilians I., der, wie Murners Vorwort nachdrücklich betont, als Friedenskaiser seiner Zeit dem Friedenskaiser Augustus gleichkomme, auf den hin Vergil seine „Aeneis“ konzipiert habe. Zum anderen will Murner in typischem Humanisten-Gestus seine Übersetzung als kulturelle Rettung des großen Werkes für diejenigen verstanden wissen, die keinen Anteil an der lateinischen Bildung haben: Er habe das Werk Vergils *von latynschem todt in tütisches leben erquicket*, d. h. dem „toten“ lateinischen Text neues Leben in der deutschen Sprache eingehaucht. Und schließlich hat Murners Übersetzung einen besonderen Wert durch die Wahl der Form, des freien Knittels, wodurch sie sich von den sonst in dieser Zeit üblichen Klassiker-Übersetzungen in Prosa abhebt.

Die deutsche „Aeneis“ als symbolisches Kapital in Friedenszeiten

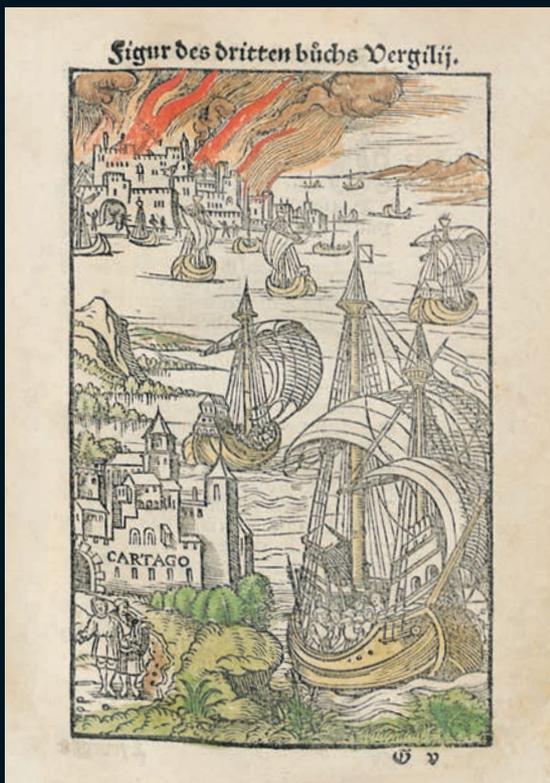
Thomas Murners Übersetzung ist Kaiser Maximilian I. gewidmet. Die Thematik des Friedens durchzieht leitmotivisch das gesamte Dedikationsschreiben und dient als programmatisches Bindeglied zwischen dem antiken Kaiser Augustus und dem aktuellen Herrscher aus dem Hause Habsburg. Ziel ist eine Translatio des politischen Konzepts des Augusteischen Friedens (Pax Augusta) auf das Römische Reich von Murners Gegenwart: Maximilians Herrschaft erscheint als das unter neuen Vorzeichen verwirklichte „Goldene Zeitalter“.

Dass Murner Kaiser Maximilian I. als Friedensfürst präsentiert, ist insofern überraschend, als in der zeitgenössischen Panegyrik in der Regel Friedrich III. als Friedensherrscher, sein Sohn Maximilian hingegen als bester aller Kriegshelden gefeiert wurde. Jedoch gehört zur kriegerischen Grundhaltung Maximilians auch seine Inszenierung als Fürst, der den Frieden durch Triumphe im Kampf erringt. Indem Murner die Dialektik von Krieg und Frieden ausspart, distanziert er sich vom panegyrischen Mainstream und kann so der Parallele Maximilians I. zu Augustus umso stärkeres Profil verleihen. Durch den Rückbezug auf Augustus und seine Friedensherrschaft überträgt Murner die Verbindung Aeneas—Augustus auf

Das Titelblatt von Thomas Murners „Aeneis“-Übersetzung präsentiert die programmatische Ausrichtung des Textes auf Maximilian I.



Maximilians Herrschaft erscheint als das unter neuen Vorzeichen verwirklichte „Goldene Zeitalter“.



Flucht des Aeneas und seiner Flotte aus dem brennenden Troja, Ankunft in Karthago. Kolorierter Holzschnitt aus dem Nachdruck der Übersetzung.

Die Trojaner Nisus und Euryalus im Kampf vor dem „neuen“ Troja in Latium. Kolorierter Holzschnitt aus dem Nachdruck der Übersetzung.



Maximilian und leistet so eine Aktualisierung der in der „Aeneis“ angelegten imperialen Deutungsdimension.

Diese in den Schriften der zeitgenössischen Intellektuellen allgegenwärtige Sinnstiftung der „Aeneis“ repräsentiert einen historischen Diskurs, an dem Murners Übersetzung als ein Stück politischer Ideengeschichte der Zeit um 1500 mitarbeitet. Damit dient die Widmungsvorrede, die Maximilian I. als Zielpunkt der römischen Geschichte fokussiert, geradezu als Leseanleitung für die deutsche „Aeneis“.

Renaissance des antiken Klassikers: „von latynschem todt in tütsches leben“

Latein ist tot? Zwar gilt heutzutage die lateinische Sprache im öffentlichen Bewusstsein als eine „tote“ Sprache, die nicht aktiv gesprochen wird und ihre Präsenz folglich nur noch im Schulunterricht behaupten kann, wo sie nach den Regeln einer längst vergangenen Zeit erlernt wird. Das war jedoch ganz anders im Mittelalter und in der Frühen Neuzeit, wo Latein als internationales Kommunikationsmittel der Gelehrten einen ungleich höheren Stellenwert besaß. Auch der antike Dichter Vergil war in der Frühen Neuzeit alles andere als „tot“, er gehörte vielmehr zu einem festen Bestandteil des Schullektürekannons und war im Kontext des gelehrten lateinischen Bildungsbetriebs einer der maßgebenden Autoren. Gleichwohl gab es auch um 1500 gesellschaftliche Gruppen,

für die Latein eine im wahrsten Sinne des Wortes „tote“ Sprache war, und zwar deshalb, weil der Zugang zur lateinischen Literatur auf einen relativ kleinen Kreis kompetenter Teilhaber beschränkt blieb. „Lebendig“ wurde Vergil mit Murners Übersetzung für all diejenigen, die keinen Zugang zur lateinischen Bildungskultur der Zeit hatten. Murners Rede vom *erquickten* des antiken Klassikers zielt unter Rückgriff auf humanistische Zeichensysteme wortwörtlich auf Vergils Renaissance, seine „Wiedergeburt“ in der deutschen Sprache.

Neue Vermittlungsleistung in deutschen Versen

Diese Wiedergeburt wird vollzogen durch die Form des Textes in paarweise gereimten deutschen Versen, die sich von den zeitgenössischen Übersetzungen antiker Autoren in Prosa absetzt. Sie orientiert sich an literarischen Traditionen in der Volkssprache sowie an aktuellen Vorlieben der Rezipienten. Ein Beispiel dafür wäre der Bucherfolg von Sebastian Brants „Narrenschiff“, erschienen 1494 in Basel.

Die Reimpaarform bringt eine freiere Wiedergabe des lateinischen Textes mit sich, die dokumentiert, dass eine wortgetreue Übersetzung nicht als notwendig empfunden wurde. Vielmehr bewahren die deutschen Verse gegenüber der lateinischen Vorlage eine Eigenständigkeit, die von Murners literarischem Anspruch

Die Holz- schnitte über- führen den antiken Stoff in die Zeit um 1500 nörd- lich der Alpen.

zeugt, das antike Epos in metrisch geformte Sprache umzusetzen und diesem damit etwas Gleichwertiges an die Seite zu stellen.

Zugleich bemüht sich Murner um eine funktionale Anwendbarkeit seines Werkes: Die deutschen Verse sind an den Außenrändern der Seiten mit den Anfängen der lateinischen Hexameter versehen, damit man sie mit dem Ausgangstext vergleichen kann. Diese Einrichtung zielt darauf, mithilfe des deutschen Textes die Lektüre des lateinischen Originals *on meister*, also ohne die Vermittlungsinstanz eines Lehrers bzw. des Lernzusammenhangs einer Schule oder Universität zu ermöglichen. Darauf weist der Autor im Vorwort eigens hin. Er will seine Übersetzung als Hilfsmittel für das Studium des Vergil-Textes genutzt wissen. Die historisch angestrebte Lesesituation ist das zweisprachige Textstudium, bei dem die Leser zur Arbeit mit dem Original angeleitet werden sollen und idealerweise in einem gesonderten Buch den Text Vergils neben der Übersetzung vor sich haben.

Bilder als Verständnishilfe

Die Hinführung zum antiken Epos geschieht nicht nur mittels der Widmungsvorrede und des deutschen Textes, sondern auch im Medium des Bildes. Murners Übersetzung sind 112 meist ganzseitige Holzschnitte beigegeben. Sie entstammen der lateinischen Vergil-Ausgabe Sebastian Brants, die 1502 in derselben Druckwerkstatt verlegt wurde. Sie weisen eine bemerkenswerte

Detailgenauigkeit auf, die auf Brants fundierte Kenntnis des lateinischen Originals, aber auch der mit diesem überlieferten Kommentare zurückzuführen ist.

Die in den Holzschnitten präsentierte Bild-Erzählung ermöglicht neben dem Schriftverständnis eine „schauende Lektüre“ des Textes. Dabei ist die Umsetzung der Textinhalte ins Bild mit dem Prozess des schriftlichen Übersetzens vergleichbar: Sowohl Illustration als auch Übersetzung zielen darauf, den Rezipienten ein kohärentes Bild des Textes zu vermitteln, das der zeitgenössischen Anschauung entspricht. Daher überführen die Holzschnitte den antiken Stoff in die Zeit um 1500 nördlich der Alpen: Zum Beispiel spiegeln Fachwerkhäuser, Erker und Zinnen, ja sogar Kirchtürme mit Glocken und Kreuzen die typischen Bauformen spätmittelalterlicher nordalpiner Städte wider; Kleidung, Haar- und Barttracht sind der Zeit um 1500 verpflichtet. Die Helden kämpfen nach Art von Rittern.

Die ins Bild überführten Textinhalte orientieren sich an der zeitgenössischen Vorstellungswelt und sind auf eine kulturelle Übertragung des antiken Textes gerichtet. Sie bieten damit ein eindruckliches Beispiel für die um 1500 charakteristische Aneignung antiker Klassiker gemäß den jeweiligen zeitgenössischen Gegebenheiten.

Eine „gelehrte Gabe“ für Kaiser Maximilian I.

Murner widmet dem Kaiser kein lateinisches Nationalepos, in dem Maximilian I. als Held erscheint, wie dies andere Literaten vorgelegt haben. Seine Gabe ist vielmehr ein Werk in der Volkssprache, dessen geographische Reichweite – im Gegensatz zum Latein als Bildungssprache Europas – zwar auf das deutschsprachige Gebiet beschränkt blieb, dort aber gleichwohl bei den bildungsbeflissenen Führungsschichten des Reiches auf eine potentiell größere Resonanz stoßen konnte. Gerade mit der Versform knüpft Murner an bestehende volkssprachige Formen der Propagierung des kaiserlichen Ruhmeswerks an.

Mit der Wahl der Übersetzung eines antiken Textes als Widmungsgabe an Kaiser Maximilian I. folgt Murner einer zu Beginn des 16. Jahrhunderts verbreiteten Praxis: der Verwendung der antiken klassischen Literatur als Herrscherlehre und Lebenshilfe. Durch die Bezugnahme auf Kaiser Augustus in der Widmungsvorrede richtet Murner die Lektüre der deutschen „Aeneis“ programmatisch auf Maximilian I. aus. Sie gehört, wie der Literaturwissenschaftler Franz Josef Worstbrock festhält, „in den Diskurs von Kaiser, Reich und deutscher Nation, der im dt. Südwesten in der Ära Maximilians am lebhaftesten verlief“.

Dr. Julia Frick

ist wissenschaftliche Assistentin am Deutschen Seminar der Universität Zürich. Ihre Arbeit „Thomas Murners ‚Aeneis‘-Übersetzung (Straßburg 1515). Lateinisch-deutsche Edition und Untersuchungen“ erscheint 2019 in der Reihe „Münchener Texte und Untersuchungen zur deutschen Literatur des Mittelalters“.

Neu an der Akademie

Alois Dicklberger,
Kommission für bayerische Landes-
geschichte, am 1. Dezember 2018.
Maximilian Lang,
Herausgabe der Urkunden Kaiser
Friedrichs II., am 1. Januar 2019.
Christian Paoella,
Leibniz-Rechenzentrum,
am 24. Januar 2019.
Tobias Habel,
Leibniz-Rechenzentrum,
am 1. Februar 2019.
Birgit Kötter,
Leibniz-Rechenzentrum, am 1. März 2019.
Dr. Herbert Vogler,
Bayerisches Forschungsinstitut für
Digitale Transformation, am 7. März 2019.
Dr. Michael Stephan,
Walther-Meißner-Institut,
am 15. März 2019.

Verstorben

Prof. Dr. Xavier Tilliette,
Philosophie und Theologie, korrespond.
Mitglied (2002),
am 10. Dezember 2018.
Prof. Dr. Werner Beierwaltes,
Philosophie, ordentl. Mitglied (1986),
am 22. Februar 2019.
**Prof. Dr. Ernst-Wolfgang
Böckenförde**,
Rechte, korrespond. Mitglied (1989),
am 24. Februar 2019.
Prof. Dr. Klaus Koch,
Altes Testament und Altorientalische
Religionsgeschichte, korrespond.
Mitglied (1997), am 28. März 2019.

Zuwahlen

Prof. Dr. Daniel Cremers,
Bildverarbeitung und Künstliche
Intelligenz,
Prof. Dr. Frank Fischer,
Empirische Pädagogik und Pädagogische
Psychologie,
Prof. Dr. Stephan Hartmann,
Wissenschaftstheorie,
Prof. Dr. Matthias Mann,
Biochemie,

Prof. Dr. Laurens W. Molenkamp,
Experimentelle Physik,
Prof. Dr. Heike Paul,
Amerikanistik,
Prof. Dr. Christian Walter,
Völkerrecht und Öffentliches Recht sowie
Prof. Dr. Peter Wasserscheid,
Chemische Reaktionstechnik,
Wahl zu ordentlichen Mitgliedern der
BAW 2019.
Dr. Julia Carina Böttcher,
Wissenschaftsgeschichte, und
Prof. Dr. Anna Schenk,
Physikalische Chemie,
Aufnahme in das Junge Kolleg 2019.
Dr. Matthias Opel,
wiss. Mitarbeiter am
Walther-Meißner-Institut,
Prof. Dr. Johannes Schneider,
wiss. Mitarbeiter im Projekt
„Tibetisches Wörterbuch“,
Dr. Josine Schrickx,
wiss. Mitarbeiterin im Projekt
„Thesaurus linguae Latinae“, und
Dr. Volker Weinberg,
wiss. Mitarbeiter am Leibniz-
Rechenzentrum,
Wahl in das Sprecherkollegium der BAW.
Prof. Dr. Martina Hartmann,
Wahl in den Projektbeirat
„Herausgabe der Urkunden Kaiser
Friedrichs II.“.
Prof. Dr. Alfred Wildfeuer,
Wahl zum Vorsitzenden, und
Prof. Dr. Werner König
Wahl zum stellvertretenden Vorsitzenden
des Projekts „Dialektologisches
Informationssystem Bayrisch-Schwaben“.
Prof. Dr. Gerhard Wellein,
Wahl in den Institutsbeirat „Informatik“.
Prof. Dr. Thomas Seidl und
Prof. Dr. Martin Schulz,
Wahl in das Direktorium des Leibniz-
Rechenzentrums.
Prof. Dr. Arndt Bode,
Informatik, ordentl. Mitglied (2007),
Prof. Dr. Manfred Broy,
Informatik, ordentl. Mitglied (2014),
Prof. Dr. Claudia Eckert,
Informatik, ordentl. Mitglied (2013),
Prof. Dr. Clemens Fuest,
Volkswirtschaftslehre,
ordentl. Mitglied (2017),
Prof. Dr. Ernst W. Mayr,
Informatik, ordentl. Mitglied (2009),

Prof. Dr. Christoph Neuberger,
Kommunikationswissenschaft,
ordentl. Mitglied (2017), und
Prof. Dr. Barbara Zehnpeffnig,
Politikwissenschaft,
ordentl. Mitglied (2017),
Wahl in den Projektbeirat „Bayerisches
Forschungsinstitut für Digitale
Transformation“.

Sonstiges

Prof. Dr. Martin Zimmermann,
Alte Geschichte, ordentl. Mitglied (2013),
Berufung als Senior Fellow an das
Historische Kolleg mit dem Stipendium
der Fritz Thyssen Stiftung.

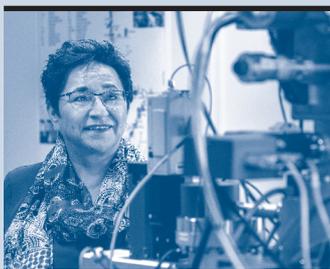
Orden, Preise, Ehrungen

Prof. Dr. Peter Landau,
Kirchenrecht, Deutsche Rechts-
geschichte, Privatrechtsgeschichte,
Bürgerliches Recht und Rechts-
und Staatsphilosophie,
ordentl. Mitglied (1985), Ehrung durch
den Bayerischen Anwaltverband e. V.
für seine historischen Arbeiten zur
Anwaltsgeschichte.
Prof. Dr. Steffen Massberg,
Direktor der Medizinischen Klinik und
Poliklinik I des Klinikums der Universität
München, ordentl. Mitglied (2018),
und **Prof. Dr. Jürgen Ruland**,
Direktor des Instituts für Klinische
Chemie und Pathobiochemie der
TU München, ordentl. Mitglied (2016),
Einwerbung eines Advanced Grants des
Europäischen Forschungsrates.
Prof. Dr. Laurens Molenkamp,
Experimentelle Physik,
ordentl. Mitglied (2019),
Verleihung des Bayerischen Maximilians-
ordens für Wissenschaft und Kunst.
**Prof. Dr. Barbara Stollberg-
Rilinger**,
Geschichte der Frühen Neuzeit,
korrespond. Mitglied (2009),
Auszeichnung der Meyer-Struckmann-
Stiftung für geistes- und sozialwissen-
schaftliche Forschung sowie
Verleihung des Bayerischen Maximilians-
ordens für Wissenschaft und Kunst.



Gefaltete Proteine

Die Paul-Ehrlich-Stiftung zeichnete im März in der Frankfurter Paulskirche den Biochemiker **Franz-Ulrich Hartl** (l.) mit dem renommierten Stiftungspreis aus, der mit 120.000 Euro dotiert ist. Der Stiftungsrat entschied sich für Hartl, da er seit Jahren auf dem Gebiet der molekularen Faltungsmechanismen forscht und grundlegende Arbeiten zur Proteinfaltung vorlegte. Diese sind von erheblicher Relevanz, da falsch gefaltete und verklumpte Proteine ein wichtiges Merkmal zahlreicher neurodegenerativer Krankheiten wie der Alzheimer-Demenz sind. Hartls Erkenntnisse können wichtige Ansatzpunkte für diese Krankheiten liefern. Franz-Ulrich Hartl ist Direktor am Max-Planck-Institut für Biochemie und seit 2004 Mitglied der Akademie.



Böden: Nahrungsgrundlage und Klimafaktor

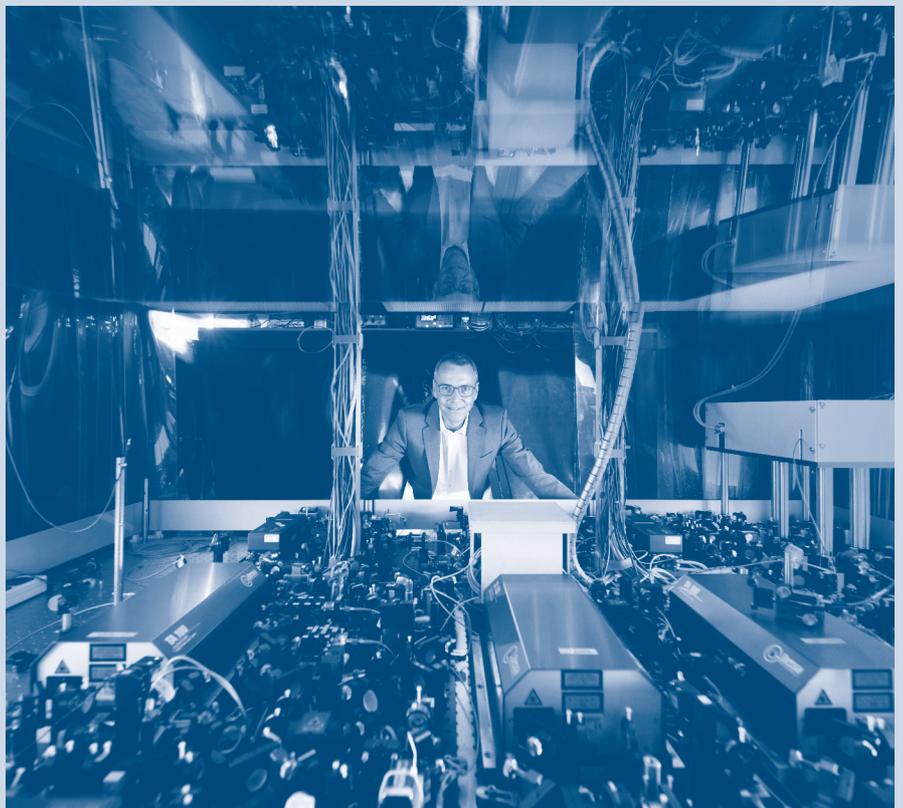
Die Bodenkundlerin **Ingrid Kögel-Knabner** wurde von Ministerpräsident Markus Söder mit dem Bayerischen Maximiliansorden ausgezeichnet. Mit ihrer Arbeit zur Komposition und Bildung organischer Bodensubstanz geht sie bodenkundlichen Fragen von weltweiter Relevanz nach, dienen die von ihr gefundenen Antworten doch der weltweiten Nahrungssicherung und dem Klimaschutz. Ingrid Kögel-Knabner ist Professorin für Bodenkunde an der TU München und seit 2017 BAdW-Mitglied.

„Für ein Thema begeistern“

Der Physikprofessor **Immanuel Bloch** erhielt den Preis für gute Lehre.

Das Forschung und Lehre problemlos miteinander vereinbar sind, zeigt der Physiker Immanuel Bloch jedes Semester aufs Neue in seinen Lehrveranstaltungen. Sein Ziel ist es, „die Studierenden für ein Thema zu begeistern und sie zu motivieren, sich selbständig weiter in eine Thematik zu vertiefen“. Dazu variiert Bloch seine didaktischen Ansätze flexibel je nach Lehrveranstaltungs-typ – ob Vorlesung, Seminar oder Journal Club. Die Beteiligung der Studierenden ist ihm besonders wichtig: „Ich möchte dabei möglichst weg vom klassischen Tafelanschrieb kommen – den ich aber durchaus auch verwende – und mehr Interaktion zwischen Lehrendem und Lernendem erreichen.“ Besonders hervorzuheben sei auch, so die Preisbegründung, dass die Veranstaltungen exzellent strukturiert und die Lehrinhalte sehr gut aufeinander abgestimmt seien. Entsprechend beliebt sind seine Lehrveranstaltungen, was regelmäßige Evaluationen bestätigen.

Bloch ist Inhaber des Lehrstuhls für Experimentalphysik – Quantenoptik sowie Vize-Dekan der Fakultät für Physik an der LMU München und wissenschaftlicher Direktor des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik. Seit 2018 ist er Mitglied der BAdW. Die Preise für gute Lehre werden jährlich vom Bayerischen Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst vergeben und sind mit je 5.000 Euro dotiert. Eine wichtige Rolle bei der Vergabe spielt die Beurteilung der Nominieren durch die Studierenden ihrer Universitäten.



Gute Lehre über die Welt der Quanten: Immanuel Bloch.

06.-07.2019

Juni

Dienstag, 11. Juni 2019

Structural Biology of Proteins

Workshop im Rahmen des Jungen Kollegs der BAdW, organisiert von Dr. Eva Maria Huber (TU München/BAdW)

Sitzungssaal 2

8.45–17.00 Uhr

Montag, 17. Juni 2019

Der Klang Europas

Akademientag der Union der deutschen Akademie der Wissenschaften, mit Ständen der BAdW-Projekte „Orlando di Lasso-Ausgabe“ und „Frühneuzeitliche Ärztebriefe“

Akademie der Wissenschaften und der Literatur

Geschwister-Scholl-Straße 2

55131 Mainz

12.00–21.30 Uhr

Montag, 24. Juni 2019

Criticism of Science: Past and Present

Eine Veranstaltung der Ad hoc-Arbeitsgruppe „Faktizität der Welt“

Sitzungssaal, Plenarsaal

14.00 Uhr: Workshop (nur mit Anmeldung: post@faktizitaet.badw.de)

18.00 Uhr: Öffentliche Podiumsdiskussion

Dienstag, 25. Juni 2019

Interdisziplinarität ist wie Klimawandel – jeder redet darüber, aber keiner tut was

Vortrag von Dr. Anton Frank (LRZ) in der Reihe „Grenzüberschreitungen“

Sitzungssaal 1

16.00 Uhr

Donnerstag, 27. Juni 2019

Alpenvereinskultur – eine „andere“ Ökonomie?

Gespräch mit Prof. Dr. Monika Schnitzer (LMU München/BAdW), Prof. Dr. Bernd Siebenhüner (Oldenburg) und Roland Stierle (DAV-Präsidium), moderiert von Silvia Liebrich (SZ) in der Reihe „Die Alpen. Der gefährdete Traum“ in Kooperation mit dem DAV

Plenarsaal

19.00 Uhr

Freitag, 28. Juni 2019

Meister oder Master? Bildungswege in Zeiten von Akademikerschwemme und Fachkräftemangel

Diskussion, u. a. mit Prof. Dr. Hans-Peter Blossfeld (Bamberg/BAdW) in der Reihe „Die Akademie zu Gast in ...“, moderiert von Heike Schmoll (FAZ)

Aula der Universität

Dominikanerstraße 2a, 96049 Bamberg

17.00–18.30 Uhr

Juli

Donnerstag, 4. Juli 2019

Raumordnungskonzepte und Naturschutz im Alpenraum

Gespräch mit Dr. Raimund Rodewald (Stiftung für Landschaftsschutz Schweiz), Prof. Dr. Gerlind Weber (Wien) und Dr. Roland Kals (Bergsteigerdörfer, ÖAV), moderiert von Dr. Georg Bayerle (BR) in der Reihe „Die Alpen“

Alpines Museum des DAV

Praterinsel 5, 80538 München

19.00 Uhr

Anmeldung: Freikarten an der Museumskasse, Restkarten an der Abendkasse

Dienstag, 9. Juli 2019

Mensch Maschine! Im Grenzbereich von Psychologie, Statistik und Informatik

Vortrag von Dr. Johannes Albert-von der Gönna (LRZ) in der Reihe „Grenzüberschreitungen“

Sitzungssaal 1

16.00 Uhr

Montag, 15. Juli 2019

Herausforderung Klimawandel

Diskussion mit Dr. Christoph Mayer (BAdW), Thorsten Glauber (Bayer. Umweltminister) und Rudi Erlacher (DAV-Vizepräsident), moderiert von Miriam Stumpfe (BR) in der Reihe „Die Alpen“

Plenarsaal

19.00 Uhr

Mittwoch, 17. – Donnerstag, 18. Juli 2019

Daten nützen – Daten schützen

Herausforderungen für Europa

Eine Veranstaltung des BIDT der BAdW

Literaturhaus

Salvatorplatz 1, 80333 München

17. Juli: ab 17.00 Uhr, 18. Juli: ab 8.30 Uhr

Anmeldung: herbert.vogler@bidt.digital

Dienstag, 23. Juli 2019

„Classisch ist das Gesunde, Romantisch das Kranke.“ Zum Verhältnis von Literatur und Medizin

Vortrag von Dr. Johannes John (BAdW) in der Reihe „Grenzüberschreitungen“

Sitzungssaal 1

16.00 Uhr

Freitag, 26. Juli 2019

Mathematik im Zentrum

Festkolloquium für Prof. Dr. Karl-Heinz Hoffmann (TU München/BAdW) in Kooperation mit der TU München

Plenarsaal

14.00–18.00 Uhr

Anmeldung: birgit.viehl@ma.tum.de

Im nächsten Heft: Die Welt erkunden

Neugier in der Wissenschaft



Impressum

HERAUSGEBER

Prof. Dr. Thomas O. Höllmann
Präsident der Bayerischen Akademie der
Wissenschaften (BAW)

REDAKTION

Dr. Ellen Latzin (el; verantwortlich)
Lisa Scherbaum (ls)
Gabriele Sieber (sie; Bildredaktion)
Mitarbeit: Juan Esteban (je)

VERLAG UND ANSCHRIFT

Bayerische Akademie der Wissenschaften
Alfons-Goppel-Straße 11, 80539 München
Tel. 089/23031-1141, presse@badw.de
ISSN 1436-753X

ART DIRECTION

Studio Umlaut, www.studio-umlaut.com

GRAFIK

Daniela Wiesemann, www.danielawiesemann.de

BILDBEARBEITUNG

Karin Martin

DRUCK

Landesamt für Digitalisierung,
Breitband und Vermessung
Alexandrastraße 4, 80538 München

PAPIER

SoporSet Premium Offset 120 gr/m²
LuxoArt Samt 200 gr/m²

„AKADEMIE AKTUELL“

erscheint 3x jährlich. Der Bezugspreis ist im
Mitgliedsbeitrag der Freunde der BAdW ent-
halten. Die Texte dürfen nur mit Genehmigung
der BAdW reproduziert werden. Die Wieder-
gabe der Abbildungen ist mit den Inhabern
der Bildrechte abzuklären. Namentlich gekenn-
zeichnete Beiträge geben die Meinung der
Autoren wieder. Sie finden das Magazin auch
unter www.badw.de.

ZEITSCHRIFT ABONNIEREN:

www.badw.de/die-akademie/presse/
zeitschrift-akademie-aktuell

BAW



Grenzen überschreiten

Vorträge Sommer 2019
Jeweils 16 Uhr

„Interdisziplinarität ist wie Klimawandel – jeder redet darüber, aber keiner tut was“: In Form von Grenzüberschreitungen steht daher die Interdisziplinarität im Mittelpunkt einer Vortragsreihe, die die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der BAdW im Sommer 2019 veranstalten.

Darunter ist am 25. Juni 2019 auch der oben zitierte Vortrag von Anton Frank (Leibniz-Rechenzentrum). Er geht der Frage nach, wie die Digitalisierung dabei helfen kann, die Grenzen zwischen den Disziplinen zu überschreiten, um wissenschaftliches Neuland zu betreten. Weitere Vorträge behandelten bereits Grenzüberschreitungen in der Musik am Beispiel der schönsten Musikhandschrift der Welt (21. Mai) und die frühneuzeitliche Reise einer Marienikone durch Europa (4. Juni). Am 9. Juli stehen Forschungen im Grenzbereich von Psychologie, Statistik und Informatik auf dem Programm. Zum Abschluss der Reihe rückt das Verhältnis von Literatur und Medizin in den Fokus, vorgestellt an einigen Beispielen – von Goethe über Alfred Döblin bis in die Gegenwartsliteratur zu Rainald Goetz oder Arno Geiger (23. Juli).

Wann? 25. Juni / 9. Juli / 23. Juli 2019, immer 16.00 Uhr

Wo? Sitzungssaal der BAdW, Alfons-Goppel-Straße 11, 80539 München



Ein prachtvoller Ritter

Die Historikerin **Mirjam Goeth** stellt ihr Lieblingsstück vor.

Foto **Myrzik und Jarisch**

Botschaft aus dem Mittelalter:

Mirjam Goeth neben der Grabplatte für Peter von Altenhaus.

Jahrhundertealte Texte auf Holz, Metall, Textilien, Glas und Stein, oftmals verwittert und nur schwer lesbar: Sie sind das Forschungsgebiet von Mirjam Goeth M. A. Seit 2018 arbeitet sie parallel zu ihrer Doktorarbeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin im Akademievorhaben „Deutsche Inschriften des Mittelalters und der frühen Neuzeit“. Was sie daran so fasziniert? „Die Arbeit mit Inschriften ist ein bisschen wie Sudoku spielen: Man erkennt etwas, hangelt sich weiter – und erst am Ende löst sich das Rätsel auf.“ Knifflig ist auch ein Objekt, das es ihr besonders angetan hat: die prachtvolle, aus Rotmarmor gearbeitete Grabplatte für Peter von Altenhaus in der Kirche

St. Jodok (Landshut). Darauf ist neben der von Bildhauer Stephan Rottaler wunderschön ausgeführten Relieffigur des Edelmanns eine umlaufende Schrift zu sehen. „Das ist eine gotische Minuskel, eine Herausforderung, wenn es um die Entzifferung geht. An den Unterlängen ist sie verspielt, im Mittelband bildet sie eine Gitterstruktur aus. Das ruft eine schöne Regelmäßigkeit hervor, macht den Inhalt aber schwer lesbar.“ Doch die Entzifferung ist geglückt: Die Inschrift nennt Sterbedatum und Tätigkeit des „edel und gestrengen“ Ritters, der unter anderem kaiserlicher Rat und Truchsess sowie später Herzog Wilhelms Pfleger (eine Art „Landrat“) zu Natternberg war. Protokoll: Is

