

TECHNISCHE UNIVERSITÄT

Neues aus der Forschung zu Umwelt, Klima und Stadtgesellschaft

Von fernen Sonnen und **Planeten** – die Suche nach Leben – *Seite B4*

Trockenstress – der **Wald** braucht einen Umbau – *Seite B5*

Experimente@home, Vorlesung am Laptop – Studium für die **Generation Digital** – *Seite B3*



SONNTAG, 29. NOVEMBER 2020 / NR. 24 376

EINE BEILAGE DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT BERLIN IN ZUSAMMENARBEIT MIT DEM TAGESSPIEGEL

SEITE B1



Kunst beflügelt Wissenschaft. Aus Pilzen, Knochen und Eisenschrott erschafft Vera Meyer Objekte von bizarrer Schönheit. Im Labor erforscht sie das Potenzial der Pilzbiotechnologie. Denn diese könnte Fragen beantworten, wie wir bald zehn Milliarden Menschen ernähren und kleiden, dabei Umweltschäden vermeiden, den Wasserverbrauch senken und sogar auf Tierleid verzichten können.

Pilzen gehört die Zukunft

In den Laboren der TU-Biotechnologie wird an neuen biobasierten, ressourcenschonenden Materialien gearbeitet. Pilze bieten eine einmalige Chance auf Nachhaltigkeit

VON PATRICIA PÄTZOLD

Pilze sind Vera Meyer's Leidenschaft. Aber nicht nur Geschmack, Geruch oder das bizarre Aussehen faszinieren sie. Sie wäre nicht die Wissenschaftlerin, die sie ist, wenn sie nicht eine größere Vision hätte. Sie strebt nicht weniger an als die Transformation der erdöl-basierten Gesellschaft in eine biobasierte. „Pilzen gehört hierbei die Zukunft“, ist sie überzeugt. „Baustoffe, Kleidung, Verpackungen, alles kann man aus Pilzen herstellen, ressourcenschonend und recyclingfähig.“ Was wie eine absurde Utopie klingt, hat wissenschaftlich gesehen Hand und Fuß: „Pilze zu uns zu nehmen, in Brot, Wein, Käse und Bier, ist für uns selbstverständlich“, so die Biotechnologin, die vor zwei Jahren das Citizen-Science-Projekt „Mind the Fungi!“ an der TU Berlin ins Leben gerufen hat. „Aber Pilze können noch viel mehr. Weltweit gibt es geschätzt rund sechs Millionen verschiedene Arten, und alle haben spezifische Eigenschaften. Die Biotechnologie nutzt sie schon lange als Zellfabriken. Antibiotika, Cholesterinsenker, Insulin, Vitamine, Enzyme, Biokraftstoffe und vieles mehr stellen sie für uns her.“ Doch Vera Meyer und ihre Kolleg*innen erforschen noch viel weiterreichendere Möglichkeiten. „Einige dieser vielseitigen Organismen sind auch potenziell geeignet, um Baustoffe wie Beton

oder Rigips, Kleidung aus Leder oder Verpackungen aus Plastik zu ersetzen. Auch Möbel könnte man mit ihnen herstellen. Und nach Gebrauch kommt alles auf den Kompost!“ Die innovativen Ideen, die dahinterstecken – auch die Produktion von klimaneutralen Lebensmitteln und Medikamenten gehört dazu – sind revolutionär. Eine Pilz-Revolution bahnt sich weltweit an. Und die deutsche Forschung spielt ganz vorne mit. Die internationalen Expert*innen sind sich einig darüber, dass die Pilzbiotechnologie ein Innovationsmotor für die Bioökonomie ist. Nicht umsonst sind Vera Meyer und ihr Kollege, der Holzforscher Philipp Benz von der TU München im diesjährigen Wissenschaftsjahr der Bioökonomie zu „Köpfen des Wandels“ gekürt worden. „Pilze sind gleichzeitig Mikroorganismen und die größten Lebewesen der Welt. Sie kombinieren besonders wertvolle und einzigartige Fähigkeiten in der Biologie, was sie zu biotechnologischen Produktionsmaschinen in zahlreichen Anwendungsfeldern macht“, erklärt Vera Meyer. „Sie sind eine Art Müllabfuhr in der Natur, Meister der Zersetzung von Biomasse, und können komplexe nachwachsende pflanzliche Rohstoffe durch aktive Enzyme in ihre Bestandteile zerlegen, insbesondere diejenigen aus der Agrar- und Forstwirtschaft. Aber gleichzeitig sind sie auch Meister der Synthese, sie können diese Bestandteile für vielfältigste Produkte neu kombinieren und zusammensetzen. Sie bieten uns damit die einmalige

Sechs Millionen Arten mit verschiedenen Eigenschaften

Chance, eine neuartige, vollständig biobasierte Wirtschaftsweise nach den Prinzipien von Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit aufzubauen.“ Im Sommer veröffentlichte der paneuropäische Think Tank EUROFUNG ein Weißbuch, ein Grundsatzpapier, das die Diskussionen führender europäischer und amerikanischer Forscher*innen und global agierender Unternehmen zum Zu-

kunftpotenzial der Pilzbiotechnologie zusammenfasst. Die Erstautorin ist Vera Meyer. Das Weißbuch „Growing a circular economy with fungal biotechnology“ beschreibt, wie Investitionen in diese Zukunftstechnologie dazu beitragen können, nicht weniger als zehn der siebzehn UN-Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Die Pilzbiotechnologie, so die Autor*innen, kann Antworten auf die Fragen geben, wie wir in absehbarer Zeit zehn Milliarden Menschen ernähren und dabei Umweltschäden aller Art vermeiden, wie wir den steigenden Bedarf an Textilien oder Leder für eine wachsende Bevölkerung sicherstellen, den Wasserverbrauch dabei senken und sogar auf Tierleid verzichten können. Sie ermög-



Verbindung zwischen Forschung, Kunst und Design. Die Textildesignerin Aniela Hoytink hat bereits Kleider aus Pilzmaterial kreiert.

licht es, vom Erdöl wegzukommen, trotzdem Produkte der chemischen Industrie herzustellen und nicht zuletzt Häuser ohne klimaschädlichen Beton zu bauen. Inzwischen liegen sogar schon einige Prototypen vor. Das rund 50-köpfige Team von Vera Meyer kann in ihren Forschungs-laboren der Angewandten und Molekularen Mikrobiologie auf dem TIB-Gelände der TU Berlin im Wedding, dem ehemaligen Werks-gelände der AEG, unter anderem bereits Bio-Bricks, pilzbasierte Ziegelsteine, präsentieren, schwer entflamm-bare Dämmmaterialien sowie Styroporersatz für Fahrradhelme. Die internationale Beachtung und Anerkennung, die die Forschung mittlerweile findet, zeigt sich nicht nur in vielen Fachveröffentlichungen. Als kürzlich auf dem Weltgipfel der Spitzenfor-

schung, der Berlin Science Week und der Konferenz „Falling Walls“ die Durchbrüche des Jahres aus 900 Vorschlägen gekürt wurden, gehörte Vera Meyer zu den Finalist*innen.

Und auch in ihrer Freizeit lassen Pilze die quirlige Wissenschaftlerin nicht los. Aus Pilzen, Holz, Knochen, Flechten, Fall-obst, Eisenschrott und Bauteilen von Bio-reaktoren erschafft sie Kunstobjekte von bizarrer Schönheit. Ihre Skulpturen könn-

Eine Ausstellung zeigt 2021 künftiges Leben und Wohnen

ten Märchenreiche oder andere Planeten bevölkern. Der philosophische Ton in ihnen ist subtil, ist aber ein Fingerzeig: Nichts verschwindet in der Natur, alles ist Transformation. Anfang 2020 zeigte sie ihre Kunstobjekte in der Ausstellung „Artomics“, um den Blick der Besucher*innen auf das Unsichtbare um uns herum zu lenken. „Die Grenzen zwischen Kunst und Wissenschaft empfinde ich als fließend“, sagt Vera Meyer. „Die Kunst ist nicht nur eine besonders ästhetische Form der Wissenschaftskommunikation, meine Kunst beflügelt auch meine Wissenschaft.“ Ebenfalls zwischen Kunst und Wissenschaft bewegt sich auch ihr neuestes Projekt, für das sie zusammen mit dem Architekten Sven Pfeiffer von der Universität der Kunst Berlin das SciArt-Kollektiv MY-CO-X gegründet hat. Das Kollektiv nimmt an der Ausstellungsreihe „tinyBE“ teil, die 2021 in Frankfurt, Darmstadt und Wiesbaden im öffentlichen Raum neun bewohnbare Skulpturen von internationalen und nationalen Künstler*innen zeigt. In der Skulptur „MY-CO SPACE“ soll zukünftiges Leben und Wohnen mit und durch Pilze erlebt, durchdacht und verstanden werden. Und die utopische Frage des Teams lautet: „Wie lassen sich biologisch-technische, mit Pilzen co-designede Strukturen und essenzielle Wohnfunktionen auf kleinstem Raum so integrieren, dass Menschen unter Bedingungen extrem begrenzter Ressourcen trotzdem unbeschwert leben und arbeiten können?“

An die Welt nach Corona denken

VON CHRISTIAN THOMSEN

Pilze essen, ok! Aber eine Jacke aus Pilzen? Studieren, ja! Aber geht das auch digital? Man kann jeweils mit „Ja“ antworten. Unsere Forscher*innen beschäftigen sich mit Zukunftsthemen wie Bioökonomie, und unsere Universität hat gezeigt, wie ein Umschalten auf digitale Lehre geht. „Unvorstellbar!“, denken jetzt einige. Auch hier kann ich nur beipflichten. Bis zum Lockdown im März 2020 ahnten wir noch nicht, wie schnell ein Umsteuern bei den rund 8 000 Beschäftigten und 35 000 Studierenden möglich war. Doch es war kein Spaziergang, sondern harte Arbeit. Und diese hat uns schon jetzt verändert. Wir sind nicht mehr die, die noch im Februar vom unbeschwerten Sommerurlaub am Mittelmeer oder vom Praxissemester bei einem Weltunternehmen träumten und die Dienstreise nach Australien planten. Wir sind die, die große Präsenzvorfälle in digitale Formate umwandeln, die im Homeoffice arbeiten, Homeschooling schultern, Hygienepläne erstellen, Serverkapazitäten hochfahren, in digitalen Meetings sitzen und Prüfungen auch mal digital abnehmen.



Christian Thomsen

Unsere Welt hat grundsätzlich andere Prioritäten gesetzt, und wir bekamen damit andere Handlungsoptionen. „Andere, nicht bessere!“, sagen die einen. „Oder vielleicht doch?“, meinen andere. Trotz der Kontaktbeschränkungen, trotz der Schließung von Restaurants, Theatern und Museen, trotz der Reiseverbote, trotz der Demonstrationen gegen die Corona-Regeln hat sich etwas Besonderes herauskristallisiert: die Einsicht, dass im Wandel die Chance liegt, nicht im „Weiterso“, in Schonung, nicht im Wachstum; im Innehalten, nicht im Sprint; in Freundschaft, nicht in der Ellenbogenmentalität; in Vernetzung, nicht in Vereinsamung. Je mehr uns das bewusst wird, desto größer ist die Chance, aus der medizinischen und gesellschaftlichen Krise in eine andere Welt zu finden. Die Wissenschaft begleitet den Einzelnen und die Gesellschaft bei der Bewältigung der Pandemie. Unser Kollege Christian Drost aus der Charité steht exemplarisch für tausende anderer Forscher*innen. Der Wert der Wissenschaft, so meine ich, ist im gesellschaftlichen Bewusstsein angekommen.

Doch unsere Forschung leistet noch mehr. Sie kann uns den Weg zeigen, den unsere Gesellschaft nach Corona gehen könnte: mit der Schonung von Ressourcen und einem gesunden Miteinander. In unseren Universitäten und Forschungseinrichtungen werden Zukunftsszenarien exemplarisch entworfen und analysiert. Dabei geht es unter anderem um Umweltschutz, Müll- und Plastikvermeidung, um neue Verkehrskonzepte und ein modernes Wassermanagement. Aber auch Konzepte der Raumwahrnehmung und des sozialen Zusammenhalts werden erforscht. Es ist das Wesen der Wissenschaft, andere Weg zu finden, Neues zu entdecken, Phänomene zu untersuchen und Alternativen aufzuzeigen.

Warum sollten wir nicht Häuser aus Pilzen bauen? Warum nicht eine Zeit im Homeoffice arbeiten und auf weite Dienstreisen verzichten? Warum nicht beim Nachbarn fragen, ob man helfen kann? Warum sollten wir nicht umdenken?!

— Der Autor ist Präsident der TU Berlin

INHALT

- Gesellschaft unter Spannung** **B2**
Digitale Technologien verändern die Orientierung in der Welt radikal.
- Kulturräume für alle** **B2**
Gesellschaftlicher Zusammenhalt soll auch in Museen erlernt werden.
- In Rinde gewandert** **B5**
Wie aus Abfall der Holzindustrie nachhaltige Mode entsteht.
- Eine Region dürstet nach Wasser** **B6**
Wie Brandenburg sich für kommende Dürreperioden wappnen kann.

Roboter mit Sinn für Orientierung

Vorbild ist das menschliche Sehsystem

Einige Roboter sehen dem Menschen mittlerweile zum Verwechseln ähnlich. Teilweise haben sie einen Kopf, zwei Augen, Mund und Nase, jedoch stehen sie in ihren Fähigkeiten dem Menschen noch in vielem nach. Insbesondere in der Wahrnehmung und der eigenständigen Navigation stoßen Roboter noch sehr häufig an ihre Grenzen. Die wesentlichen zu lösenden Fragen für den Roboter sind dabei: Wo bin ich? Und: Was ist um mich herum? „Gerade wenn man an den Einsatz von Robotern unter schwierigen Bedingungen, in der Montage oder auch in sicherheitsrelevanten Umgebungen, denkt, brauchen sie ein tiefes Verständnis für ihre Umgebung“, so Prof. Dr.-Ing. Guillermo Gallego, Professor für Robotic Interactive Perception an der TU Berlin und Principal Investigator in dem Exzellenzcluster Science of Intelligence (SCIOI).

Dieses klassische Problem der Robotik nennt sich auch „Simultaneous Localization and Mapping“ (Simultane Lokalisierung und Kartierung – SLAM) und beschreibt die Schwierigkeit, dass ein mobi-

Wo bin ich? Blitzschnell wird eine Umgebungskarte erstellt

les autonomes System sowohl eine detaillierte dreidimensionale Umgebungskarte, als auch den exakten eigenen Standort benötigt, häufig ohne Vorwissen.

Bisher werden für die Gewinnung dieser essenziellen Informationen meist herkömmliche Kameras verwendet. Guillermo Gallego hat gemeinsam mit Kolleg*innen der Universität Hongkong ein System entwickelt, dass die Grenzen herkömmlicher Kameras überwinden und damit selbstständigen Robotern ganz neue Einsatzfelder eröffnen könnte. Ziel von ESVO (Event-based Stereo Visual Odometry) ist es, dass der Roboter, ausgerüstet mit zwei speziellen Kameras, eine Karte seiner Umgebung erstellt und sich – auch in der Bewegung – in Bezug zu dieser Karte lokalisiert.

„Wir nutzen dafür ganz spezielle, biologisch inspirierte Kameras, sogenannte neuromorphe Kameras“, so Guillermo Gallego. Deren Sensoren sind dem menschlichen Sehsystem nachempfunden, das insbesondere für schnelle Bewegungserkennung zuständig ist. Sie neh-



Große Augen. Viele Roboter werden in menschlicher Gestalt designt.

men ihre Umgebung nicht als herkömmliche Bilder auf, sondern arbeiten mit Pixeln, von denen jedes einzelne enorm schnell und unabhängig von anderen Pixeln auf jede Veränderung der Lichtintensität reagiert und diese Information in Form von Aktionspotenzialen, auch Spikes genannt, sendet. „Konventionelle Kameras nehmen circa 100 Bilder pro Sekunde auf. Bei Event-Kameras reagiert jedes einzelne Pixel innerhalb einer Mikrosekunde auf eine Änderung der Intensität und sendet ansonsten kein Signal“, erläutert der Mathematiker.

Mit ESVO haben die Wissenschaftler*innen erstmals einen Algorithmus entwickelt, der diese Spikes von zwei Kameras erfasst, mit einer zeitlichen Information koppelt, sowie parallel dazu eine Umgebungskarte erstellt und die Position der Roboteraugen in dieser Karte errechnet. „Der entscheidende Vorteil von ESVO: Der Algorithmus ist in der Lage, die niedrige Latenzzeit, die hohe zeitliche Auflösung und die Dynamik dieser speziellen Kameras zu nutzen und sie zur Lösung des Problems von Stereo-SLAM einzusetzen. So können wir erstmalig auch eine räumliche Orientierung in schwierigen Lichtverhältnissen ermöglichen“, so der Wissenschaftler.

Die Forschung von Guillermo Gallego passt damit ideal in das Konzept von SCIOI, das darauf beruht, die synthetische und analytische Intelligenzforschung zu kombinieren. „ESVO könnte beispielsweise in selbstfahrenden Autos eingesetzt werden, die sich schnell in dynamischen Lichtverhältnissen oder auch sehr diffusem Licht bewegen müssen“, so Guillermo Gallego. KATHARINA JUNG

Verändert die Corona-Pandemie unser Miteinander im öffentlichen Raum nachhaltig?

Die rasante weltweite Verbreitung des SARS-CoV-2-Virus stellt nicht nur eine Herausforderung für die Medizin dar. Mehr und mehr wird aus der medizinischen Krise auch eine gesellschaftliche. Ganz im Sinne der altgriechischen Bedeutung des Wortes Pandemie („pan“ für gesamt, umfassend und „demos“ für das Volk) hat die Pandemie mittlerweile erhebliche Auswirkungen auf die gesamte Gesellschaft – nicht zuletzt auch auf die Gesellschaftsteile, die von der eigentlichen Erkrankung nur in sehr geringem Maße betroffen sind.

An der TU Berlin steht Prof. Dr. Martina Löw, Professorin für Planungs- und Architektursoziologie, zum einem dem DFG-Sonderforschungsbereich „Re-Figuration von Räumen“ vor. Zum anderen leitet sie den Forschungsschwerpunkt „Social Cohesion“ in der Berlin University Alliance. Sie nimmt in der Analyse des aktuellen Zustandes der Gesellschaft eine eher räumliche Perspektive ein: Demnach hat die – gerade in der Pandemie rasant anwachsende – Nutzung von digitalen Technologien die Vorstellung von Räumen und Orientierung in der Welt radikal verändert.

Frau Löw, stellt die Corona-Pandemie einen Bruch mit all unseren Gewohnheiten dar?

Nein, wir erleben schon seit den 1970er-Jahren eine Refiguration der Gesellschaft. Durch soziale Bewegungen, Globalisierung, Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt und vor allem auch die Digitalisierung wechseln wir langsam in eine spätmoderne Gesellschaft. Die moderne Gesellschaft zeichnet sich dadurch aus, dass sie ein sehr abstraktes, containerförmiges Verständnis von Raum hat. Räume sind Kisten, Behälter, umschlossene Areale. Die mittelalterliche Raumvorstellung orientierte sich dagegen an konkreten Orten. In der späten Moderne verändert sich die Container-Raumvorstellung erneut gravierend: Neben den Behälterraum schiebt sich eine Vorstellung von Raum als Netzwerk. Raum wird nicht mehr als geschlossene Form oder Stück Land wahrgenommen, sondern setzt sich aus vielen einzelnen Orten zusammen, die locker über Infrastrukturen verbunden sind. In diesen Prozess der Veränderung bricht die Corona-Pandemie. In Angstsituationen suchen die meisten Menschen Sicherheit in alten Gewohnheiten: Sie schließen die Räume: Körper, Wohnräume und Länder werden wieder zu Containern, die das Virus enthalten oder sich dagegen verschließen. Parallel nimmt die digitale Vernetzung enorm zu. Das Virus scheint grenzenlos zu sein, die digitale Kommunikation ist grenzenlos. Gleichzeitig sind die Menschen jedoch lokal fixiert. Das führt zu Spannungen in vielen gesellschaftlichen Bereichen.

Welche Auswirkungen haben diese Spannungen auf den Einzelnen?

Corona ist das Stichwort für eine gesundheitliche Krise. Es ist aber zugleich eine



Andere Räume. Viele junge Menschen machen sich Sorgen, ihre älteren Familienangehörigen oder Freunde anzustecken.

Krise der zwischenmenschlichen Beziehungen, die eine neue körperliche Distanz finden müssen. Menschen sind gezwungen, mehr Abstand zu halten als es sich gut anfühlt. Sie müssen neue Formen der Begrüßung erlernen, die permanent

bewegen sich wie immer. Die digitale Kontrolle ist dort weit verbreitet. Die Südkoreaner testen mit ihrer App, an welchen Orten welche Gefährdungen zu erwarten sind. Wer Krankheitssymptome hat oder krank ist, muss sich umgehend



Architektursoziologin Martina Löw sieht Räume als soziale Netzwerke

in Quarantäne begehen und diese Quarantäne wird viel stärker bewacht als in Deutschland. Aber bis es soweit kommt, bewegen sich die Individuen mit viel Selbstkontrolle durch die Bahnen ihrer Netzwerke. Korea ist ein Land, das sich in den 1970er-Jahren sehr schnell von einer Agrargesellschaft zu einer modernen Gesellschaft entwickelt hat und dann ebenso schnell und radikal in die digitalisierte Mo-

derne gewechselt ist. Südkoreaner erfahren Raum weniger als Container, sondern vielmehr als ein hoch dynamisches Netzwerk.

Sind unterschiedliche soziale Schichten und gesellschaftliche Gruppen auch in un-

terschiedlicher Weise von der derzeitigen Situation betroffen?

Diese Pandemie führt sicherlich nicht zu einer Annäherung der unterschiedlichen sozialen Gruppen: Die Existenzsorgen, gerade auch ökonomischer Art, sind in den Gruppen mit geringen Einkommen und unsicheren Jobs viel höher. Eine weitere potenzielle Spaltung liegt darin begründet, dass junge Menschen durch das Virus deutlich weniger gefährdet sind, als ältere Menschen oder Menschen mit Vorerkrankungen. Ich sehe da aber viel Solidarität zwischen den Generationen. Viele junge Menschen machen sich Sorgen, ihre älteren Familienangehörigen oder Freunde anzustecken.

Wird diese Pandemie unseren Alltag nachhaltig verändern oder werden wir weitermachen wie bisher, sobald die akute medizinische Problematik gelöst sein wird?

Nichts wird sein wie früher. Wir werden uns wieder umarmen und gemeinsam feiern. Aber wir leben dann in einer digitalen Welt. Wir leben in einer Welt, in der sich Arbeitgeber überlegen werden, wer denn einen dauerhaften physischen Arbeitsplatz im Büro braucht oder doch von Zuhause arbeiten kann. Wir werden auch die Toten nicht so schnell vergessen.

— Das Interview führte Katharina Jung

Internationale Drehscheibe der Museumsforschung

Museen sollen Räume für Diskussionen und soziale Teilhabe werden – in einem Großprojekt entstehen neue Konzepte

114 Millionen Menschen besuchen jährlich eines der rund 6700 Museen allein in Deutschland. Sie sind Orte in den Herzen der Städte, bieten Raum für soziale Begegnungen, ihr Besuch gleicht einem Volkssport. „Museen als Räume der sozialen Kohäsion“ ist der Titel eines soeben bewilligten Projekts, in das der Exzellenzverbund „Berlin University Alliance“ (BUA) 1,2 Millionen Euro investiert. So soll Spitzenforschung in diesem Feld langfristig etabliert werden.

Die soziale Kohäsion, der gesellschaftliche Zusammenhalt, gehört zu den „Grand Challenges“, den übergreifenden Initiativen, mit denen Berlin in der Exzellenzstrategie erfolgreich war. Beteiligt an dem interdisziplinären Projekt sind TU Berlin und HU Berlin sowie das Museum für Naturkunde und das Institut für Museumsforschung der Staatlichen Museen zu Berlin. Nicht nur die Museumsforschung innerhalb Berlins soll damit enger verzahnt werden, auch internationale Partner*innen spielen eine Rolle.

Die TU Berlin verbindet zum Beispiel eine enge Kooperation mit der Oxford Universität, mit deren Pitt Rivers Museum kürzlich ein weiteres transnationales Projekt gestartet wurde, das sich mit der Herkunft der, vor allem in der Kolonialzeit, in Afrika vielfach „erbeuteten“ Kunstschatze in europäischen Sammlun-

gen beschäftigt, und das mit 700000 Euro zu gleichen Teilen von England und Deutschland finanziert wird. In dem letzten Projekt werden unter anderem Methoden entwickelt wie zwischen legalem Erwerb und Raub oder Enteignungen unterschieden werden kann. „Museen als Archive des Menschheitserbes sind damit auch Orte für Debatten um die kulturelle Deutungshoheit dieses Erbes, um Inklusion, Exklusion, Partizipation und digitale Entgrenzung. Diese Debatten des ge-

sellschaftlichen Zusammenhalts wollen wir in dem BUA-Projekt nun erstmalig institutionenübergreifend für Museen erforschen“, erklärt Bénédicte Savoy vom TU-Fachgebiet Kunstgeschichte der Moderne, die das Großprojekt mitleitet. Damit entstehe in Berlin eine internationale Drehscheibe sowohl für die Forschung zu Museen und Gesellschaft, als auch für die Lehre in diesem Feld.

Schon fast zwangsläufig ergibt sich daraus, was die Partner*innen in ihrem An-



Mehr Vermittlung von Wissen. Neue Ausstellungskonzepte sollen dafür sorgen, dass gesellschaftliche Debatten stärker in die Museen einziehen.

trag klar formuliert haben: Mit der Forschung in diesem Verbund wollen sie auch ganz gezielt Grundlagen für ein Einstein-Zentrum zu Museen und Gesellschaft in Berlin legen. „Eine Stadt wie Berlin – mit ihren drei exzellenten Universitäten und einer der ältesten, größten und traumatisiertesten Museumslandschaften weltweit – braucht ein Forschungszentrum für Museen und soziale Kohäsion“, sagt Bénédicte Savoy. Kriege und Teilung, die unterschiedlichen politischen Systeme, unter denen die Museen der Stadt in den vergangenen 150 Jahren existierten, haben die Museumslandschaft zu dem gemacht, was sie heute ist. Hierdurch wird erkennbar, dass Museen nicht nur Orte des Staunens und der ästhetischen Erfahrung sind, sondern Institutionen im Zentrum virulenter gesellschaftlicher Debatten. Dort, an gleichzeitig geschützten Orten, könne regelrecht geübt werden, die Gesellschaft mit all ihren Spannungen und Widersprüchen zu verstehen und auszuhalten, so die Forscher*innen.

Um neue Formate der Wissensvermittlung zu finden, binden die Forscher*innen nicht nur einen Bürger*innen-Rat ein, sondern vor allem auch Studierende. „Unser Konzept der forschenden Lehre an der TU Berlin beinhaltet, dass wir mit unseren Studierenden in Projektseminaren an Publikationen, öffentlichen Workshops,

Exzellente Forschung im Verbund

Ein Jahr Berlin University Alliance

Eine neue Organisationsplattform, acht Förderausschreibungen für Forschungsprojekte und viele neue Mitarbeiter*innen: Einiges ist passiert, seitdem die Berlin University Alliance, der Wissenschaftsverbund der vier großen Universitäten FU Berlin, HU Berlin, TU Berlin sowie Charité – Universitätsmedizin Berlin, in der Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder gefördert wird.

Im November 2019 startete die Allianz mit viel Tatkraft in ihr erstes Förderjahr: Arbeitsstrukturen entstanden, über 20 Personen wurden in verschiedenen Referaten und Abteilungen angestellt, ein Ort gesucht, der in der Mitte der vielen, über die ganze Stadt verteilten Einrichtungen liegt. Dort, im Robert-Koch-Forum in der Wilhelmstraße soll der Verbund an seinem erklärten Ziel arbeiten können: einen integrierten Forschungsraum zu gestalten, der die Berliner Partnerinnen noch stärker vereint, der das gemeinsame Arbeiten für die Wissenschaftler*innen der verschiedenen Institutionen vereinfacht und Forschungsmittel und -infrastrukturen zugänglicher macht. Die Einrichtung der Kooperationsplattform in Form einer Körperschaft öffentlichen Rechts ist ein wichtiger Schritt auf dem Weg dorthin.

Eine besondere Bedeutung für die Berlin University Alliance haben die „Grand Challenge Initiatives“. Das sind Forschungsinitiativen, die sich wissenschaftsbasiert, interdisziplinär und institutionsübergreifend mit den großen Herausforderungen unserer Zeit auseinandersetzen. Dass der Verbund mit „Social Cohesion“ und „Global Health“ zum Förderungsstart zwei hochaktuelle Themen gewählt hat, zeigen die weltweiten Ereignisse der letzten Monate. Die Fragen des sozialen Zusammenhalts rücken in Zeiten der Coronavirus-Pandemie auf nationaler wie internationaler Ebene in den Vordergrund.

Insgesamt arbeiten bereits über 560 Wissenschaftler*innen in 130 Forschungs- und Vernetzungsprojekten zusammen, gefördert durch die Berlin University Alliance. An der TU Berlin sind das Lebensmitteltechnolog*innen, Kunsthistoriker*innen oder Soziolog*innen, die beispielsweise zur veränderten emotionalen Besetzung öffentlicher Räume durch das Coronavirus arbeiten oder Solidarität in der Migrationsgesellschaft Deutschland erforschen.

Für 2021 steht unter anderem der Ausbau von Wissenschaftskommunikation, Nachwuchsförderung und der Wissensaustausch mit der Gesellschaft auf dem Plan: Dabei werden selbstständige studentische Forschung gefördert und verschiedene Citizen Science-Formate ange-regt. In den anlaufenden Experimentallaboren für Wissenschaftskommunikation sollen neue Formate einer dialogischen Wissenserzeugung ausprobiert werden, zum Beispiel das Video-Projekt „Wissen-AusBerlin“.

ULLA MENKE

— Der YouTube-Kanal „WissenAusBerlin“ der BUA veröffentlicht jeden Mittwoch einen Film, in dem Wissenschaftler*innen ihre Forschung erklären. Folge 1: „Macht Berlin krank?“, www.berlin-university-alliance.de/commitments/knowledge-exchange/wissenausberlin

MIT LAPTOP UND VIDEOKONFERENZ Studieren und Lehren in Coronazeiten

Mathematik im digitalen Lernraum

Die Vermittlung dem Medium anpassen

An der TU Berlin steht Mathematik in den Natur- und Ingenieurwissenschaften fest im Lehrplan. An den Mathematik-Veranstaltungen für die Ingenieure nehmen in jedem Semester viele Tausend Studierende teil. In Vor-Corona-Zeiten wurden manche Vorlesungen mehrfach hintereinander im großen Audimax mit 1 200 Sitzplätzen gehalten. Seit dem Sommersemester 2020 läuft die Lehre digital. Prof. Dr. Jörg Liesen vom Institut für Mathematik berichtet über seine Erfahrungen.

Welchen Umfang hat Ihre digitale Lehre?

In diesem Semester gebe ich unter anderem eine Mathematik-Grundlagenveranstaltung für Studienanfänger*innen, die Lineare Algebra I. Der Stoff ist in Wochen-themen gegliedert, die ich in Videos diskutiere. Mein Team erstellt dazu Übungs-videos und ein wöchentliches Quiz. All dies ist asynchron und jederzeit verfü-gbar. Montags bis mittwochs bieten wir von 10 bis 18 Uhr einen von Tutor*innen betreuten digitalen Lernraum an, den die Studierenden beliebig oft besuchen kön-nen. Donnerstags und freitags finden On-line-Tutorien in festen Gruppen statt, in denen man sich gut vernetzen kann. Über 300 Studierende sind angemeldet. Im Mathematik-Service für andere Fakul-täten, den ich koordiniere, sind die Stu-dierendenzahlen wesentlich größer. Al-lein in den Erstsemester-Veranstaltungen Analysis I und Lineare Algebra für Inge-



Mathe online. Jörg Liesen leitet das Fachge-biet Numerische Lineare Algebra.

nieure stellen wir für fast 4 000 Teilneh-mer*innen digitale Angebote bereit. Auch hier gibt es Videos und interaktive Online-Tutorien. Dafür arbeiten vier Do-zent*innen, fünf Assistent*innen und über 50 Tutor*innen sehr engagiert.

Was sind die Herausforderungen?

Die größte ist, die Motivation der Studie-renden im Semesterverlauf hoch zu hal-ten, denn trotz aller interaktiver Kompo-nenten sitzen die meisten eben alleine zu Hause. Ein regulärer Präsenz-Stunden-plan ist von Montag bis Freitag voll mit 90-minütigen Vorlesungen, Übungen und Tutorien. Niemand hält so viele Stun-den mit Videos oder in Zoom-Meetings aus. Die Vermittlung des Stoffs muss dem Medium angepasst werden und wir Leh-renden müssen dabei von den Studieren-den aus denken. Der Stoff muss anders aufbereitet, portioniert und verfügbar ge-macht werden. Wenn das passiert, wird es von den Studierenden auch wahrgе-nommen und sehr geschätzt.

Welche Vorteile sehen Sie?

Die asynchrone Verfügbarkeit der digita-len Materialien ist sicherlich von Vorteil. Sie ermöglicht individualisiertes und fle-xibles Lernen. Räumliche, zeitliche oder gesundheitliche Einschränkungen, die das Studium im reinen Präsenzbetrieb еr-schweren, spielen bei der Online-Lehre eine geringere Rolle. An unseren Veran-staltungen nehmen derzeit auch Studie-rende teil, die gar nicht in Berlin sind. Ich habe auch schon Studierende in Indien oder Spanien online mündlich geprüft.

Wie würden Sie gern künftig unterrichten?

Wir erleben einen Innovationsschub, der sich positiv in der Lehre auswirken kann. Viele Einsichten und neu erlernte Tools werde ich sicherlich weiter nutzen. Ich freue mich aber auf mehr persönlichen Kontakt mit den Studierenden. Gute Lehre lebt von guten Inhalten, die man natürlich digital anbieten kann, aber sie lebt auch ganz wesentlich von Kreativi-tät, Spontanität und Humor in der unmit-telbaren Interaktion von Lehrenden mit Studierenden und der Studierenden un-tereinander.

— Das Gespräch führte Stefanie Terp

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN

Beilage der Technischen Universität Berlin in Zusammenarbeit mit dem Tagesspiegel. TU Berlin: Stefanie Terp (V.i.S.d.P.), Patricia Pätzold-Algner, Stabsstelle Kommunikation, Events und Alumni, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin. Herausgeber: Verlag Der Tagesspiegel, Askaniischer Platz 3, 10963 Berlin; Tagesspiegel-Themen: Andreas Mühl (Ltg.), Birgit Kieger; Projektkoordination/ Vermarktung: Tatjana Polon (Ltg.).

Der eingeschränkte Studienbetrieb ist für alle Mitglieder der Universität eine Herausforderung. Drei Studierende erzählen, wie sie damit umgehen

VON ERIK WENK

Spektroskop zum Selberbauen: Lilli Kiessling, Physik

Physikalische Experimente lassen sich schwer in den eigenen vier Wänden durchführen – oder doch? Not macht erfinderisch, und so gab die TU Berlin ihren Physik-Studierenden für das Grundpraktikum Anleitungen, wie sie Versuche während Corona auch mit Haushaltsge-genständen durchführen konnten: „Wir haben zum Beispiel ein Spektroskop aus Pappe und DVD-Folie gebastelt, mit dem wir das Licht wie in einem Prisma aufspal-ten konnten, oder wir haben unser Smartphone mit einer Toilettenpapier-rolle an einem Faden befestigt und dann mit dem Handysensor die Schwingperi-ode gemessen“, sagt Lilli Kiessling, die im zweiten Semester Physik studiert.

Das war noch im ersten Lockdown, denn Kiessling hat ihr Studium im Som-mersemester begonnen. Im Juni durften die Studierenden dann auch in kleinen Gruppen ins Labor. „Das war das erste Mal, dass ich die Uni betrat“, sagt die 19-Jährige. Die Do-it-yourself-Experi-mente waren für sie jedoch kein schlech-ter Ersatz: „Ich fand das sehr gelungen und auch viel intuitiver, als wenn man mit einem Hightech-Gerät im Labor arbeitet. Wenn man Dinge selber zusammenbastelt, bekommt man ein viel besseres Ver-ständnis dafür.“ Kiessling schätzt an der TU Berlin, dass der Fokus eher auf dem Verständnis und weniger auf dem „Aus-wendiglernen“ liege: „Das ist ein cooles Konzept.“ Lilli Kiessling stammt aus Aa-chen, wo sie auch den Beginn des Studi-ums verbracht hat, weil es im Sommer kaum Präsenzveranstaltungen gab: „Die ersten zwei Monate habe ich alles von Aa-chen aus gemacht.“ Als ein Praktikum in Präsenz angeboten wurde, ist sie spontan nach Berlin gezogen, zunächst in ein Wohnheim.

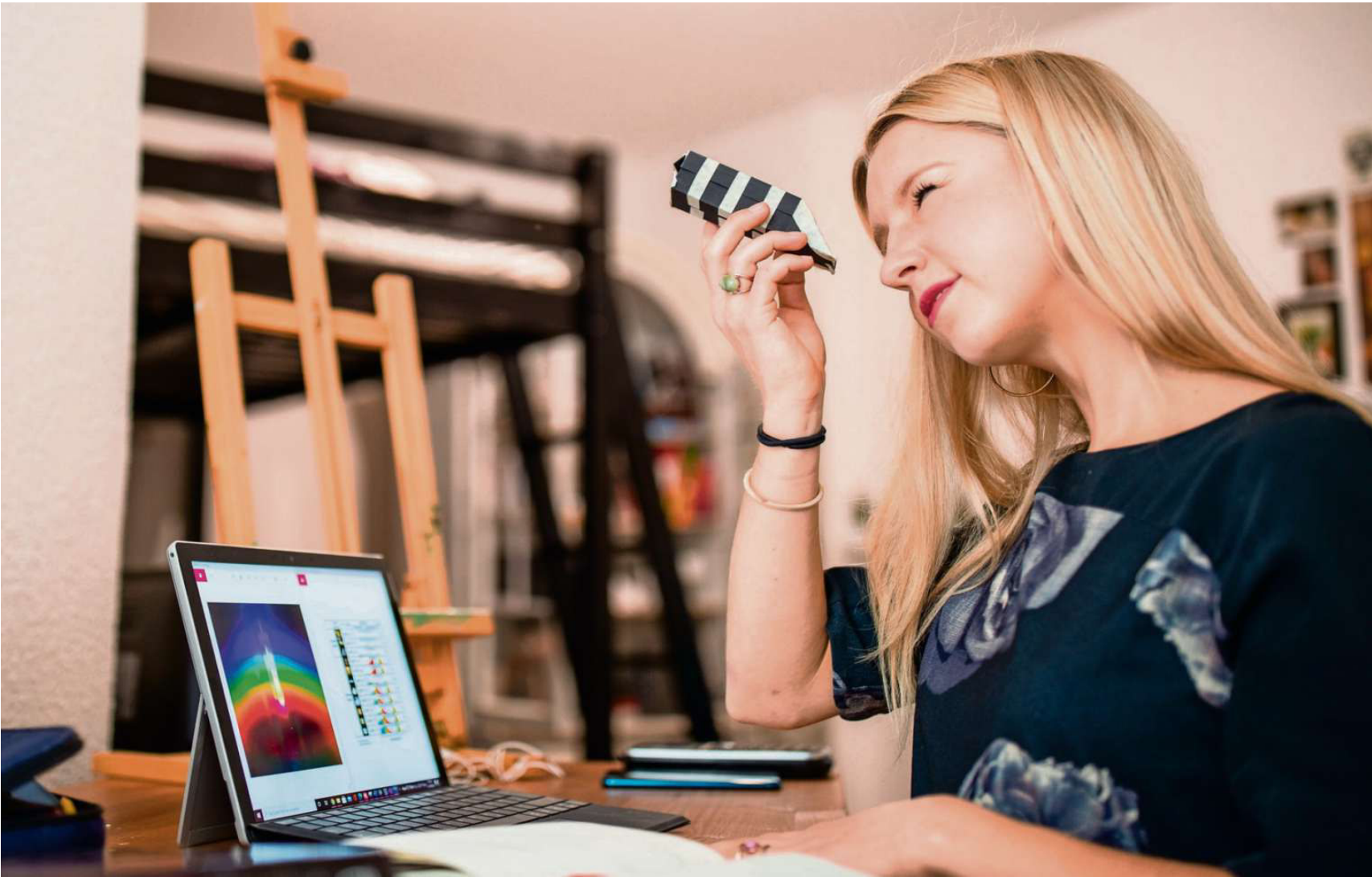
Trotz der gelegentlichen Labor-Besu-che: Ein Großteil des Studiums findet auch für Lilli Kiessling vor dem Laptop statt. „Man sitzt den ganzen Tag schon sehr viel an einem Platz“, sagt sie. „Das spürt man irgendwann auch körperlich.“ Als Gegenmittel hat sie es sich zur Ge-wohnheit gemacht, zwischen den Vor-le-sungen kleine Sporteinlagen zu machen,

Nur in kleinen Gruppen ins Physiklabor

mal ein paar Liegestütze, mal eine Runde Joggen. „Sport hilft wirklich“, sagt Kiess-ling. Immer nur zu Hause zu sein, sei auch mental belastend: „Man hat nie das Ge-fühl, man ist fertig, weil man nie aus der Uni raus und nach Hause geht“, sagt sie.

In Online-Lerngruppen diskutiert die Physik-Studentin mit anderen Kommilit-on*innen über Vorlesungen und Hausauf-gaben. Wie wichtig das ist, erfuhr sie im Sommersemester, als sie noch relativ we-nige Leute an der Uni kannte: „Ich hatte ein-nen mega schweren Mathe-Kurs und bin total dran verzweifelt, ich hab' irgend-wann nachts im Traum Formeln gerech-net“, sagt Lilli. Frustriert brach sie den Kurs ab. Als sie sich später mit anderen un-terhielt, stellte sie fest, dass auch andere Probleme mit dem Kurs gehabt hatten und es nicht nur an ihr lag. „Ich hatte keinen Vergleich, wie die anderen das machen. Hätte ich das gewusst, hätte ich den Kurs vermutlich nicht abgebrochen.“ Zudem konnte man sich in den Lerngruppen ge-genseitig helfen: „Manche Hausaufgaben kann man alleine gar nicht richtig bewälti-gen“, hat sie festgestellt.

Im Netz hat sie schon einige Kontakte zu Kommiliton*innen knüpfen können. Tatsächlich scheinen sich manche aber schon so an das Online-Studium ge-wöhnt zu haben, dass sie normalem Smalltalk verlernt haben: Als Lilli und ihre Kommiliton*innen in der zweiten November-Woche zum ersten Mal für ein Tutorium in Präsenz an die Uni durften, standen fast alle vor dem Hör-saal, und schauten auf ihr Handy, ohne sich zu unterhalten. „Ich hab' dann ge-sagt: Hey Leute, wir sind das erste Mal hier zusammen auf dem Campus, wol-len wir uns nicht ein bisschen austau-schen? Nach und nach haben die an-deren dann wirklich angefangen, miteinan-der zu reden.“ Lilli Kiessling hofft, dass dies bald wieder Normalität wird, denn: „Es macht Spaß, sich über die Studienin-halte zu unterhalten, sonst ist es doch manchmal sehr trocken.“



Do-it-yourself-Experimente. Lilli Kiessling hat im Sommersemester mit ihrem Physikstudium an der TU Berlin begonnen – und legt selbst Hand an.

Auch mal ohne Anlass zum Campus: Noah Grünewald, Informatik

Noah Grünewald freut sich darüber, in Berlin zu studieren: Das Campusleben, die Kultur der Hauptstadt und die Mög-lichkeiten, sich politisch zu engagieren, haben ihn angezogen. Corona schränkt dies derzeit jedoch stark ein: „Wenn ich heute über den Campus laufe, begegne ich hauptsächlich Wachmännern, die mich nach dem Ausweis fragen und mich darauf hinweisen, mir die Hände zu desinfizie-ren“, sagt der 18-jährige Informatikstu-dent, der für das Studium aus dem bayri-schen Bad Kissingen hierhergezogen ist. „Die ganzen Bilder, die man so vom Cam-pusleben im Kopf hat, sind gerade weg.“

Eigentlich müsste es Grünewald leicht-fallen, unter Pandemie-Bedingungen zu studieren, denn als Informatik-Student kann er das meiste ohnehin vom Laptop aus erledigen. Tatsächlich schätzt er die Möglichkeiten, seinen Stundenplan selbst-ständig einzuteilen, die Selbstverantwor-tung liege ihm. Doch unter all seinen Vor-le-sungen und Programmierkursen ist nur eine Veranstaltung live, beim Rest handelt es sich um Aufzeichnungen oder frei zu be-arbeitende Aufgaben. „Da muss man schon aufpassen, nicht die Struktur zu ver-lieren“, sagt Grünewald. Wenn jeder Tag gleich aussehe, wachse die Gefahr, die Mo-tivation zu verlieren. „Und natürlich ist zu Hause die Hemmschwelle niedriger, sich nebenbei abzulenken.“

Um nicht den ganzen Tag vor dem Lap-top mit Zoom-Konferenzen zu verbrin-gen, empfiehlt Grünewald, regelmäßig in die Uni zu gehen – auch ohne besonderen Anlass. Er selbst versucht, sich einmal pro Woche einen Platz in der Bibliothek zu re-servieren, um dort zu lernen. „Sonst sehe ich ja gar nichts vom Campus“, sagt Grü-ne-wald. Der Kontakt zu anderen Studieren-den und zu den Dozenten fehle ihm: „Man kann halt nicht einfach mal in der Mensa sitzen und mit anderen quatschen.“

Immerhin: Ein gutes Dutzend anderer Kommilitonen hat er dank des Mentoring-Programms von älteren Informatik-Stu-dierenden der TU Berlin schon kennenge-lernt, die vor dem Lockdown unter ande-rem eine Campusführung veranstaltet ha-ben. „Wir haben auch eine Online-Lern-gruppe gebildet, die sich einmal pro Wo-che für das Besprechen der Mathevor-le-sungen trifft“, sagt Grünewald. Wichtig findet er auch die Teilnahme an den Tuto-rien, vor allem, weil man hier die die In-halte selber mitgestalten kann.

Auch technisch laufe alles gut, ledig-lich an den ersten Tagen seien die Uni-Server etwas überlastet gewesen. Doch Inhalte seien eben nicht alles: „Zwischenmensch-liche Dinge sind auch wichtig für den Lern-erfolg“, findet Grünewald. „Wenn ich von meinem Dozenten nur immer den Ober-körper in Zoom sehe, erfahre ich wenig da-rüber, was er für ein Mensch ist und wie er so tickt.“

Trotz aller Schwierigkeiten freut sich Grünewald, an der TU Berlin zu sein, denn dies war seine Wunsch-Uni. Er kommt aus einer Familie von Informati-ker und Technikern, sein älterer Bruder hat an der TU Berlin ein Wirtschaftsinfor-matikstudium abgeschlossen. Dadurch hat Grünewald schon mal einen potenziel-len Platz zum Schlafen in der Stadt. Der-zeit wohnt er bis Dezember zur Zwischen-miete in einer WG, schon seit Wochen sucht er nach einer langfristigen Bleibe, bislang vergeblich. „Man wird wegen Co-

rona ja auch nicht mehr in WGs eingela-den, das passiert auch alles online“, sagt Grünewald. Zwischendurch wieder in die Heimat zu fahren, und von dort aus online weiter zu studieren, wie es manch andere Kommilitonen machen, ist für ihn keine Option. Grünewald glaubt aber, dass die Abbrecherquoten hoch sein werden, wenn die jetzige Situation bis zum Früh-jahr andauert. „Ich hoffe, dass die Unimög-lichst bald wieder Erstsemester auf den Campus holen kann.“



Brüderlicher Mentor. Noah (li.) hat sein Informatik-Studium an der TU Berlin begonnen. Sein Bruder Elias, der dort soeben seinen Abschluss gemacht hat, zeigt ihm schon mal die wichtigsten Orte an seiner neuen Uni.



Zuhause gebaut. Bis es in die Werkstätten geht, dauert es noch. Friedrich Kujus vergleicht seine ersten eigenen Entwürfe momentan nur mit den im TU-Architekturgebäude ausgestellten Modellen.

Modelle bauen ohne Ablenkung: Friedrich Zeno Kujus, Architektur

Schreibtisch statt Werkstatt: Architektur ist zwar ein sehr praktischer Studiengang, doch findet dieser für Friedrich Zeno Ku-jus derzeit – wie bei allen anderen auch – fast ausschließlich online statt. „Norma-lerweise würden wir jetzt mit 20 Leuten in Werkstätten und Entwurfsstudios ste-hen“, sagt der 22-jährige Erstsemester, der bereits eine zweijährige Ausbildung zum Zimmermann und ein Gesellenjahr

in Norwegen absolviert hat. Jetzt verl-angert sich alles nach Hause, wo er Raum-konzepte entwirft und Modelle aus Leim und Holzpappe baut. Links auf seinem Tisch liegt die Mappe mit den Modellen, rechts steht der Laptop, über den die Vor-le-sungen flimmern.

Bis es in die großen Werkstätten geht, dauert es noch: Da aufgrund der Hygiene-bestimmungen nur eine kleine Anzahl an Studierenden gleichzeitig anwesend sein darf, findet die Werkstatteinführung für Erstsemester gestaffelt statt und zieht sich dadurch nach hinten. Friedrich Kujus' Ein-führung ist erst am 12. Dezember. Den-noch ist er entspannt, denn durch seine Ausbildung kennt er viele der Maschinen schon. Auch die acht Wochen Praktikum auf der Baustelle, die für alle Architektur-studierenden an der TU Berlin Pflicht sind, fallen dadurch für ihn weg. Seine Kommilitonen können sich mit den Prak-tika noch bis nach der Pandemie Zeit las-sen, sie müssen erst im Laufe des Studi-ums absolviert werden.

Kujus stammt aus Brandenburg und wohnt derzeit bei seinem Vater in Berlin. Bisher musste er nur zweimal an den Cam-pus, unter anderem für eine Einführungs-veranstaltung, die noch vor dem Lock-down stattfand. Seitdem fangen viele Uni-Tage bei ihm so an: „Ich stehe mor-gens auf, mache mir einen Kaffee und um 10 Uhr geht dann die erste Vorlesung am Laptop los“, sagt Kujus.

Auch Kontakte knüpfen funktioniere gut im Netz: Über einen Youtube-Live-stream hatten sich im Handumdrehen viele Kommilitonen zusammengefunden und Messenger-Gruppen gegründet, die

Kontakte knüpfen im Netz. Schnell sind Viele dabei

schnell 100 Mitglieder hatten. „Man ent-deckt sofort Kommilitonen mit gemeinsa-men Interessen“, sagt Kujus. „Es sind schon viele coole Leute dabei.“ Dazu kom-men weitere Lerngruppenchats, mit den Fachschaftsräten kann man über Team-speak-Plattformen wie Discord kommuni-zieren. Sogar eine „Zoom-Bar“ gab es zum Semesterstart: Der Fachschaftsrat hatte rund 120 Erstsemester zum Online-Mee-ting eingeladen, bei dem jeder Fragen stel-len und dabei sein eigenes Getränk genie-ßen konnte.

„Es gibt jetzt einfach eine ganz andere Art und Weise, sich auszutauschen“, sagt Kujus. „Der digitale Campus ist für Studi-enanfänger zu Corona-Zeiten selbstver-ständlich.“ Natürlich sei das kein vollwert-iger Ersatz für analoge Kontakte, aber Friedrich Kujus will sich deswegen nicht stressen, er kann dem Online-Studium durchaus Positives abgewinnen: „Man spart zum Beispiel Fahrzeiten, kann sich zu Hause nebenbei etwas zu essen ma-chen, der Stundenplan wird flexibel.“

In gewisser Weise wird das Lernen so-gar vereinfacht: Vorlesungen sind teil-weise frei abrufbar, man kann pausieren und sie wiederholen, Hausaufgaben wer-den per Mausclick hochgeladen, und man könne sich seine Zeit fast komplett frei ein-teilen. „Das selbstständige Lernen eröff-net ganz neue Perspektiven“, sagt Kujus. „Ich würde mir wünschen, dass die TU Berlin diese digitalen Möglichkeiten auch nach dem Lockdown weiterentwickelt.“

Echo einer kosmischen Eruption

Was die Tiefsee über die Milchstraße verrät

Höchstens 33 000 Jahre alt sind 19 Atome des radioaktiven Isotops Eisen-60, die Dr. Jenny Feige, Astrophysikerin am Zentrum für Astronomie und Astrophysik der TU Berlin und ihre Kolleg*innen in Sedimenten aus der Tiefsee gefunden haben. Da diese Form des Eisens natürlicherweise nicht auf der Erde vorkommt, muss es aus dem Weltall auf die Erde geriebelt sein und stammt wahrscheinlich aus einer Supernova, einer Sternexplosion.

Jenny Feige gehört zu einem internationalen Team von Wissenschaftler*innen aus Canberra in Australien, Wien, Berlin und Dresden um Professor Anton Wallner vom Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf (HZDR). Schon vor einigen Jahren hatte das Team radioaktiven Sternstaub gefunden und damit nachgewiesen, dass es vor etwa 2,6 Millionen Jahren sowie vor etwa sechs bis sieben Millionen Jahren mehrere Supernovae in relativer Nähe zu unserem Sonnensystem gegeben haben muss. Der untersuchte Sternstaub stammt aus Sedimenten aus 4000 Meter Tiefe im Meer an der Südwestspitze Australiens.

„Die Sedimente sind wie ein Archiv unserer Erdgeschichte und des Universums“, erklärt Jenny Feige, „und sie geben uns ganz neue Einblicke in Aufbau und Entwicklung unserer Milchstraße.“ Sie führte damals wie heute die entscheidenden Untersuchungen durch, unter anderem am Beschleuniger-Massenspektrometer des HZDR, der Groß-Anlage DREAMS. Der Nachweis ist äußerst schwierig, denn zunächst muss das extraterrestrische Eisen vom irdischen in aufwendigen chemischen Prozessen getrennt werden. Gab es also auch vor wenigen Jahrtausenden, im Menschenzeitalter, eine Supernova in der Nähe der Erde?

„Der Fund bedeutet zunächst nur, dass uns auch in jüngster Vergangenheit Eisen-60 aus Supernovae erreichte, allerdings weniger als vor einigen Millionen Jahren“, so Jenny Feige. Und er beweist, dass sich unsere Erde bereits seit mindestens 33 000 Jahren durch eine dichte Gas- und Staubbolke bewegt, die als lokale interstellare Wolke bekannt ist. Wäre die Wolke in den letzten Millionen Jahren aus einer Supernova entstanden, würde sie mehr Eisen-60 enthalten. Mitunter verteilen sich solche Wolken allerdings auch über Jahrmillionen im Weltall.

Studienleiter Anton Wallner erklärt: „Das Eisen-60 im interstellaren Medium könnte auch mehrmals reflektiert, gewissermaßen ‚herumgeschubst‘ worden sein, könnte also noch von älteren Supernova-Explosionen stammen, und wir messen eine Art Echo dieser kosmischen Eruptionen.“ Gewissheit kann erst die weitere Forschung schaffen.

PATRICIA PÄTZOLD

— Die Studie erschien in PNAS, DOI:10.1073/pnas.1916769117

Das TU-Zentrum für Astronomie und Astrophysik ist an internationalen Projekten auf der Suche nach Leben im All beteiligt

VON PATRICIA PÄTZOLD

Ist da jemand? Dass wir nicht die einzigen Lebewesen im Weltraum sind, ist eine uralte Idee. Schon früh versuchten die Menschen den Sternenhimmel zu erkunden. Das zeigen die berühmte bronzezeitliche Himmelsscheibe von Nebra, antike Beobachtungsinstrumente, historische Berechnungen und Abbildungen aus fast allen Kulturen der Welt. Heute suchen internationale Teams mit Großteleskopen, modernsten Raumfähren und Messinstrumenten auf der Erde und im All nach bewohnbaren Zonen. Denn die Ressourcen auf der Erde sind endlich – und die Frage nach bewohnbaren Planeten könnte irgendwann existenziell werden. Doch wie sind solche Planeten in weit entfernten Galaxien zu finden und wie prüft man ihre Beschaffenheit? Das erforschen TU-Wissenschaftler*innen zusammen mit vielen Kolleg*innen in Berlin und in der ganzen Welt.

„Berlin hat sich mit dem Zentrum für Astronomie und Astrophysik an der TU Berlin (ZAA), der Planetologie an der FU Berlin und dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt in den letzten beiden Jahrzehnten zu einem ‚Hotspot‘ der Planetenforschung entwickelt“, konnte Jürgen Oberst, Professor am Institut für Geodäsie und Geoinformationstechnik der TU Berlin und Abteilungsleiter Planetengeodäsie am Institut für Planetenforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) schon vor zwei Jahren auf dem European Planetary Science Congress an der TU Berlin berichten.

Neuigkeiten rund um Exoplaneten, Planetenoberflächen, -beschaffenheit und

Auch der Gesteinsplanet Erde war von heißen Magma-Ozeanen bedeckt

-atmosphären haben Wissenschaftler*innen aus dem ZAA zusammen mit Berliner und internationalen Kolleg*innen nun jüngst in renommierten Zeitschriften veröffentlicht. Sie blicken dabei zu Nachbarplaneten wie Venus, weit ins Weltall und zurück in die Geschichte des eigenen Planeten. Denn auch die Erde benötigte mehr als vier Milliarden Jahre, bis sich in einem winzigen Zeitabschnitt intelligentes Leben entwickelte.

„Der Gesteinsplanet Erde war in der Frühzeit von glühend heißen Magma-Ozeanen bedeckt. Wir wollen verstehen, wie unsere frühe Atmosphäre sich so ge-

Hotspot der Planetenforschung



„BepiColombo“ unterwegs zum Merkur. In dieser spektakulären Planetenmission steckt auch TU-Wissenschaft.

wandelt hat, dass daraus habitable Bedingungen entstanden. So können wir unsere eigenen Ursprünge aufklären und auch die faszinierenden Daten interpretieren, die die Exoplaneten-Forschung auf der Suche nach der zweiten Erde derzeit sammelt“, erklärt Nisha Katyal. Sie ist Astrophysikerin am ZAA der TU Berlin. Zusammen mit Professor Heike Rauer und weiteren Kolleg*innen aus dem DFG-Sonderforschungsbereich „Späte Akkretion auf terrestrischen Planeten“, an dem die TU Berlin beteiligt ist, arbeitet sie an Modellen, die chemische Vorgänge und physikalische Bedingungen simulieren, die für die Entstehung einer bewohnbaren Atmosphäre wichtig sind.

Simuliert wird zum Beispiel der Austausch von Elementen zwischen Planetenmantel und Atmosphäre wie das Entweichen von vulkanischen Gasen oder Wasserstoff in den Weltraum. Wie in einem Zeitraffer, so die Wissenschaftler*innen, könne man so die Entwicklung von Planeten unter verschiedenen Bedingungen simulieren. „Mithilfe der Modelle kann man vor allem abschätzen, welche atmosphärischen Linien man bei extrasolaren

Planeten beobachten sollte, welche Wellenlängenbereiche zugänglich wären und wie empfindlich die Messinstrumente sein müssten, um Erkenntnisse über deren Atmosphäre zu gewinnen.“

Seit 1995 Schweizer Astronomen mit „51 Pegasi“ den ersten Planeten außerhalb unseres Sonnensystems nachwiesen, wurden mit leistungsstarken Weltraumteleskopen wie Kepler, CoRoT oder Hubble und aufwendigen Messungen inzwischen mehr als 4000 solcher Exoplaneten entdeckt. Eine „zweite Erde“ war noch nicht dabei, doch innovative Weltraumteleskope wie PLATO, dessen Start 2026 geplant ist, sollen gezielt nach erdähnlichen Planeten in der Milchstraße suchen. Bisher können Exoplaneten, ihre mögliche Beschaffenheit oder das Vorhandensein einer Atmosphäre nur indirekt nachgewiesen werden, zum Beispiel durch Helligkeitsmessungen. Ermutigende Ergebnisse für die Analyse künftiger Beobachtungsdaten von Exoplaneten berichteten jetzt die TU-Wissenschaftlerin Dr. Yeon Joo Lee und ihr Kollege Antonio García Muñoz zusammen mit Kolleg*innen der japanischen Raumfahrtagentur JAXA in

„Nature Communications“. Sie haben Beobachtungs- und Messdaten des japanischen „Akatsuki Orbiter“ zu Helligkeitsmodulationen der Venus ausgewertet. „Bisher wurde angenommen, dass die häufig wechselnden Helligkeitsunterschiede auf die Rotationsgeschwindigkeit des Planeten und den Durchmesser der Atmosphäre hinweisen. Nach unseren genauen Messungen und Berechnungen ist das allerdings keineswegs zwingend“, so Yeon Joo Lee.

Gespannt wartet die Wissenschaftlerin nun auf die aktuellen Daten der europäisch-japanischen Weltraumsonde „BepiColombo“, die vor zwei Jahren vom Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guyana startete und nun, Mitte Oktober 2020, auf ihrer bis 2025 dauernden Reise zum Merkur die Venus ganz nah – in 10 000 Kilometer Entfernung – passierte. Auch an dieser Planetenmission sind die Wissenschaftler*innen der TU Berlin beteiligt. Die Atmosphäre der Venus ist besonders dicht. Sie besteht zu mehr als 90 Prozent aus Kohlendioxid, und eine 20 Kilometer dicke, stark schwefelsäurehaltige Wolkenschicht verhindert, dass man auf

die Oberfläche schauen kann. „Wir versprechen uns daher aus den Messdaten Aufschluss über die Komplexität der Venus-Atmosphäre“, erklärt die Astrophysikerin. Ein Thermal-Infrarot-Spektrometer und Radiometer an Bord der „BepiColombo“ soll nun Aufschluss über Dichte, Temperatur und chemische Zusammensetzung der mittleren Atmosphäre rund um die Venus geben. Ein UV-Spektrometer über Reflexionen und Emissionen der oberen atmosphärischen Schichten, Magnetometer messen die magnetische Umgebung und weitere Instrumente studieren die Interaktion zwischen Sonne und der oberen Venus-Atmosphäre. „Mit einer von dem starken Treibhauseffekt hervorgerufenen Oberflächentemperatur von 470 Grad, die Wasser auf der Oberfläche ausschließt, befindet sich die Venus momentan außerhalb der habitablen Zone“, erklärt Yeon Joo Lee. „Doch möglicherweise war sie in der Vergangenheit bewohnbar und wies ähnliche Bedingungen auf wie die Erde. Wann sie aus diesem Zustand abdriftete, weiß man nicht genau.“

Antworten zur Geschichte der Erde werden auch auf der Venus gesucht

Als im September dieses Jahres auf der Venus Monophosphan entdeckt wurde, ein Gas, das auf der Erde durch biologische Prozesse entsteht, erhielten Spekulationen über früheres Leben dort neue Nahrung. Eine biologische Quelle des Gases sei hier zwar nicht zwingend, so Professor Dirk Schulze-Makuch, doch auch er glaubt, dass die Venus in einer früheren Epoche durchaus bewohnbar gewesen sein könnte. Der TU-Astrobiologe erforscht Möglichkeiten von Leben in besonders lebensfeindlichen Umgebungen. Kürzlich veröffentlichte er im Journal „Astrobiology“ die Studie „Top Contenders for a Superhabitable World“. Danach könnte es in unserer Galaxie sogar Orte geben, die noch besser bewohnbar sein könnten als unsere Erde: etwas wärmer, größer oder feuchter und um einen Stern kreisend, der weniger hell leuchtet als unsere Sonne. Er schlägt daher vor, bei der Suche nach lebensfreundlichen Exoplaneten nicht nur nach erdähnlichen Planeten Ausschau zu halten, sondern auch nach „überbewohnbaren“.

„Wir identifizieren Parameter, die eine entsprechende Suche erleichtern“, erklärt Schulze-Makuch. „Leider können wir solche Bedingungen auf Planeten außerhalb unseres Sonnensystems nicht durch Beobachtungen überprüfen. Sie liegen alle mehr als 100 Lichtjahre entfernt. Doch wir können aus den mehr als 4000 bisher entdeckten Exoplaneten eine Liste von 24 Top-Kandidaten herausfiltern.“ Auch Schulze-Makuch blickt den in wenigen Jahren bevorstehenden Weltraumteleskop-Missionen der NASA mit „James Webb“ und der ESA mit „PLATO“ gespannt entgegen: „Wir wünschen uns, dass dabei der Suche nach potenziell ‚überbewohnbaren‘ Exoplaneten mehr Priorität eingeräumt wird.“

Zwei Millionen Kilometer CO₂-frei Störfall- und Planungskonzepte für die größte E-Bus-Flotte der Republik

Leise surrend schlängeln sich seit Oktober 2020 genau 100 Elektrobusse durch Berlins Straßen – und haben damit bereits 2800 Tonnen CO₂ eingespart. Im August nahmen die Berliner Verkehrsbetriebe die ersten Gelenkbusse auf der Linie 200 zwischen der Charlottenburger Hertzallee und der Weissenseer Michelangelostraße in Betrieb. Nach und nach sollen die 18 Meter langen Neuzugänge, die jeweils 99 Fahrgäste transportieren können, den gesamten Betrieb auf der Innenstadtlinie übernehmen. Schnellladesäulen für die minutenschnelle „Gelegenheitsladung“ an den Endhaltestellen sollen die Reichweite erhöhen.

Schon jetzt blicken die Berliner stolz auf die größte E-Bus-Flotte der Republik. Und bis 2030 soll der Busverkehr der Hauptstadt komplett fossilfrei werden. Doch einige Fragen harren noch der Lösung.

Was ist, wenn ein Unfall den Bus zu einem Umweg zwingt, eine Demonstration, ein plötzlicher Starkregen den Weg zur nächsten Ladestation verlängert und – wenn der Akku es bis dahin schafft – die Ladestation dann besetzt ist? Wenn Verspätungen, Routenänderungen oder der Ausfall einer Ladestation den gut berechneten Ablauf stören?

„Um solche erschwerten Bedingungen sicher handhaben und genaue Prognosen zur Reichweite eines Elektrobusse abgeben zu können, entwickeln wir derzeit ein entsprechendes Störfallkonzept sowie eine Software für ein prädikatives Leitsystem zur automatisierten Betriebsplanung“, erklärt Dietmar Göhlich, Professor für Methoden der Produktentwicklung und Mechatronik an der TU Berlin. Im Projekt „E-MetroBus“, das mit insgesamt 4,3 Millionen Euro vom Bundesver-

kehrsministerium gefördert wird, arbeitet sein Team zusammen mit dem Reiner Lemoine Institut (RLI) und der BVG. So sind zum Beispiel auch mobile Schnellladestationen vorgesehen. Sie werden eingesetzt, wenn die ursprüngliche Ladestation nicht anfahrbar ist, zum Beispiel wegen einer Baustelle. Ob für eine Linie das Gelegenheits- oder Depotladungskonzept wirtschaftlich sinnvoller ist, hängt aber ganz vom Profil der Linie ab, so die Oberingenieurin und Projektkoordinatorin an der TU Berlin Dr.-Ing. Tu-Anh Fay. Takt, Streckenlänge, Verspätungen und Pausenlängen spielen dabei eine Rolle. Für die Umweltbilanz ist aber auch die Energieeffizienz der Heiz- und Klimasysteme wichtig. „Energiesparen erhöht die Reichweite. Dafür ist die Fahrgastraum-Heizung ein wichtiger Hebel“, so Dietmar Göhlich. Wegen Corona konnte bisher erst eine Testfahrt zur „thermischen Behaglichkeit“ von Versuchspersonen durchgeführt werden. „Doch insgesamt können wir bereits eine positive Ökobilanz voraussagen.“

Einen kleinen Umweltvorteil scheint der Dieselbus allerdings zu haben. In der Herstellung trägt er nur zu vier Prozent zu den THG- oder Treibhausgas-Emissionen bei, der E-Bus zu zehn Prozent. „Das trägt“, darauf weist Projektmitarbeiterin Anne Syré hin, „denn der E-Bus kann diesen ‚THG-Rucksack‘ schon innerhalb des ersten halben Betriebsjahres durch geringere Emissionen im Betrieb ausgleichen.“ Dietmar Göhlich ergänzt: „Insgesamt kann man sagen, dass der E-Bus im Vergleich zu seinem Dieselpendant schon mit heutigem Strommix fast die Hälfte der Treibhausgas-Emissionen einsparen kann.“

PATRICIA PÄTZOLD

Obst und Gemüse von der Zange Verpackungsmüll vermeiden statt recyceln – auch in Zeiten von Corona

Die Zahlen steigen unaufhaltsam an, obwohl die Problemlage von Coffee-to-go-Bechern, Pizzakartons und Plastikmüll im Meer den Menschen immer stärker bewusst wird. 18,9 Millionen Tonnen Verpackungsmüll fielen 2018 in Deutschland an, verkündete das Umweltbundesamt Ende Oktober 2020.

Die Corona-Pandemie könnte die „Verpackungsmoral“ nun weiter verschlechtern: Während sich das öffentliche Leben infolge von Lockdown und Pandemie-Vorsichtsmaßnahmen mehr ins Private verlagert hat, kämpft die Stadtreinigung mit Bergen an Pizzaschachteln, Dönerboxen und Einweg-Kaffeebechern. Mehrweg-Systeme wie der eigene Becher für unterwegs und der Verkauf von unverpacktem Obst und Gemüse werden aus Hygienegründen eingeschränkt. Führt die Corona-Krise zu einem Rückschritt in Sachen Verpackungsvermeidung?

Dieser und anderen Fragen geht die interdisziplinäre Nachwuchsgruppe „PuR – Mit Precycling zu mehr Ressourceneffizienz“ nach, ein Kooperationsprojekt zwischen der TU Berlin und dem Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie. Es wird vom Bundesforschungsministerium mit 2,5 Millionen Euro über fünf Jahre gefördert. „Precycling ist besser als Recycling“ ist das Credo der Nachwuchsgruppe, die von Dr. Elisabeth Süßbauer geleitet wird. „Einwegverpackungen sind ein fester Bestandteil von Produktion und Konsum geworden“, erklärt die Umwelt- und Organisationssoziologin. „Wir müssen daher Verpackungen als komplexe Systeme begreifen und das Precycling, also das Vermeiden von Abfällen, besser integrieren.“ Im Mai 2020 untersuchte die Gruppe in einer Studie mit 26

Berliner*innen, wie die Corona-Pandemie deren Alltagshandeln verändert. Eine Woche lang wurden Einkaufs- und Ernährungsgewohnheiten notiert sowie Verpackungsmüll fotografiert, die Proband*innen anschließend befragt.

„Die Studie zeigt einerseits, dass beispielsweise die Lust am Gemüse- oder Kräuteranbau im eigenen Kleingarten



Volle Tonne. In Coronazeiten wird wieder mehr in Plastik verpackt.

oder auf dem Balkon während des Lockdowns gestiegen ist, was zu einem bewussteren Umgang mit frischen Lebensmitteln führen könnte. Und auch der Einkauf in der näheren Umgebung des Wohnorts scheint ein besseres „Behältermanagement“ zu fördern, also das Mitbringen von eigenen Behältern und Beuteln“, zählt Elisabeth Süßbauer auf. „Doch ande-

rerseits lehnten Kunden aus Angst vor Ansteckung den Kauf unverpackter Lebensmittel ab, und eigene Mehrwegbehälter konnten aus Hygienegründen gar nicht mitgebracht werden. Viele Gastonomen mussten auf Essen zum Mitnehmen umstellen, das in der Regel in Einwegplastik verpackt ist.“ Die Forschungsgruppe schlägt Handlungsstrategien vor und testet sie praktisch mit dem Lebensmitteleinzelhandel, mit einem Lieferdienst und einem Logistikunternehmen: Gastonomen sollten unter anderem eigene Mehrwegbehälter bereitstellen, oder Supermarkketten Zangen und Handschuhe auch für Obst und Gemüse, ähnlich wie bei Backwaren.

Doch ganz wird das Rad mit großer Wahrscheinlichkeit nicht zurückgedreht, davon gehen auch die Doktorandinnen Klara Wenzel und Anne Müller aus, die maßgeblich an der Studie beteiligt waren: „Die vielen Abfälle des Unterwegs-Verzehrs werden in der Regel nicht im eigenen Haushalt entsorgt und sind dadurch quasi unsichtbar. Das häufigere Kochen und Essen zuhause hat sie nun sichtbar gemacht.“ Ob die erhöhte Sichtbarkeit der Abfälle hilft, Verpackungsabfälle zu vermeiden und in welchem Umfang, wird die Nachwuchsgruppe PuR in weiteren Forschungen untersuchen.

PATRICIA PÄTZOLD

— „Aus Schrott macht Rad“: Zur Europäischen Woche der Abfallvermeidung und noch das ganze Semester zeigen TU-Studierende und -Beschäftigte unter anderem, wie man ein Schrottfahrrad wieder zum fahrbaren Untersatz macht. Das Video ist hier online abrufbar: www.tu.berlin/go11907



Ladestation Michelangelostraße. Nach und nach werden alle Busse der Linie 200 ersetzt, und bis 2030 soll der Berliner Busverkehr komplett fossilfrei werden.



Vermessung der Natur. Mit Technologien der Fernerkundung erforschen Birgit Kleinschmit und ihr Team den Wald. Sie berät die Bundesregierung zum klimaangepassten Umbau.

Wettlauf gegen die Zeit

Trockenstress lässt Bäume sterben. Der Klimawandel erfordert den Umbau des deutschen Waldes zu stabilen Mischwäldern

VON PATRICIA PÄTZOLD

Birgit Kleinschmit liebt den Wald – die Kühle im Sommer, die ausgedehnten Spaziergänge im Herbst. Doch wenn sie jetzt in deutschen Wäldern wandern geht, hat sie Sorgenfalten auf der Stirn. „Unzählige Bäume im deutschen Wald sterben. Der derzeitige Zustand ist eine noch nie dagewesene Katastrophe“, erklärt die studierte Forstwissenschaftlerin, die an der TU Berlin das Fachgebiet Geoinformation in der Umweltplanung leitet. „285 000 Hektar sind bereits abgestorben, dreimal so viel wie die gesamte Stadtfläche Berlins.“ Anfang 2020 hat die Bundesministerin für Ernährung und Landwirtschaft Julia Klöckner die TU-Professorin in den „Wissenschaftlichen Beirat für Waldpolitik“ der Bundesregierung berufen. In diesem Waldbeirat berät und unterstützt Birgit Kleinschmit nun zusammen mit 14 Expert*innen aus deutschen Universitäten und Institutionen die Bundesregierung bei der Gestaltung der Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder und deren Anpassung an den Klimawandel. „Der Klimawandel macht dem deutschen Wald sichtbar zu schaffen“, sagt Birgit Kleinschmit. „Stürme, die extreme Dürre, überdurchschnittlich viele Waldbrände und massiver Borkenkäferbefall sind die Hauptsursachen der Misere.“ Niderschläge verlagern sich zunehmend von der im mittleren Trend sogar verlängerten Vegetationsperiode in die Wintermonate. Die Temperaturen steigen und bei Starkregeneignissen fließt das Wasser schnell ab, statt zu versickern. Die Böden trocknen zunehmend aus, der Grund-

wasserpegel sinkt, und die Bäume sind nicht mehr ausreichend mit Wasser versorgt. Der Trockenstress der letzten drei extremen Dürrejahre hat sie so stark geschwächt, dass Borkenkäfer und andere Schaderreger leichtes Spiel haben. Er setzt mittlerweile nicht nur Nadelbäumen, sondern auch Laubbäumen wie Buche oder Birke, die bislang als widerstandsfähig galten, vielerorts unerwartet stark zu. „Ein Beispiel ist der Harz. Er bietet mit seinen von Baumleichen bedeckten Hügeln und Bergkuppen ein trauriges Bild unseres heimischen Waldes. Mit den

Der Wald kühlt, liefert Trinkwasser und ist zugleich Erlebnisraum

sterbenden Bäumen wird nicht nur vielen Betrieben die Lebensgrundlage entzogen und viele Bereiche werden aufgegeben, sondern oft können die toten Bäume aus großen Flächen nicht einmal mehr geerntet werden, weil es zu teuer und für die Walдарbeiter durch herabstürzendes Totholz lebensgefährlich ist.“

Das Problem ist erkannt, denn der Wald liefert wichtige Ökosystemdienste. Er speichert CO₂, produziert den Rohstoff Holz, stellt hochwertiges Trinkwasser bereit und kühlt die Atmosphäre. Zugleich ist er Erlebnisraum, in dem Menschen sich erholen, spielt eine wichtige Rolle bei der Erhaltung der Biodiversität und sichert mehr als eine Million Arbeitsplätze in Deutschland.

Das Bundesministerium erarbeitet derzeit die „Waldstrategie 2050“. Dort sind

bereits umfangreiche Empfehlungen des Waldbeirates zur Anpassung des Waldes an den Klimawandel eingeflossen. Ziel ist es, den Wald nicht nur ökologisch stabil, widerstandsfähig gegenüber dem fortschreitenden Klimawandel und zugleich produktiv zu gestalten, sondern so, dass er seine vielfältigen Funktionen auch künftig auf bleibendem oder höherem Niveau erfüllen kann. Insbesondere die anfälligen Nadelbaum-Monokulturen müssen zu klimaangepassten Mischbeständen umgebaut werden. Die Mitglieder des Waldbeirates spiegeln mit ihrer Expertise daher die kompletten gesellschaftlichen Anforderungen an den Wald wider. Dabei sind unter anderem Reinhard Hüttl vom Deutschen GeoForschungszentrum Potsdam, Expert*innen für Bodenkunde, Hydrologie, Wald- und Tierökologie, Biodiversität, Forstökonomie, Holzwissenschaften, ressourceneffizientes Bauen, für Natur- und Klimaschutz und für Waldmonitoring.

Ebenso werden die Interessen aller Eigentümer berücksichtigt, denn rund die Hälfte des Waldes in Deutschland wird von privaten Eigentümern bewirtschaftet. Knapp ein Drittel gehört den Ländern, 19 Prozent sind in der Hand von Kommunen und Körperschaften, vier Prozent sind Eigentum des Bundes. „Und alle Waldbesitzer stehen gleichermaßen vor der großen Herausforderung der klimaangepassten Wiederaufforstung des deutschen Waldes“, so Birgit Kleinschmit, die als Expertin für Geoinformation und Waldmonitoring im Rat ist. „Die Vegetation ist die entscheidende Schnittstelle zwischen Boden und Atmosphäre und spielt eine zentrale Rolle im gesamten Wasserkreislauf. Seit vielen Jahren be-

schäftigt sich unser Fachgebiet an der TU Berlin mit der Beobachtung von Vegetationszuständen. Viele entsprechende Projekte sind hier angesiedelt.“

Für das Monitoring setzen die Forscher*innen moderne Methoden der Fernerkundung ein. Durch Satellitenbeobachtung und Drohnen mit empfindlichen Thermal- und Hyperspektralkameras werden Daten zum Zustand von Wald und Offenland sowie zur Wasserverdunstung von Blättern, Bäumen und Böden gesammelt. So nutzt das Graduiertenkolleg „Urban Water Interfaces“ Fernerkundungsdaten, um den Wasser- und Energieaustausch zwischen Boden, Vegetation und Atmosphäre in Berlin mit Methoden des maschinellen Lernens und physikalisch basierten Modellen zu berechnen. Im Pro-

Satelliten, Drohnen und Spezialkameras messen Hitze und Feuchtigkeit

jekt „Cosmic Sense“ wird das Potenzial von kosmischen Neutronenstrahlen und unterschiedlichen Fernerkundungssensoren für die Berechnung des Bodenwassergehalts untersucht.

Mit „FirSt2.0“ und „TreeSatAI“ sind in diesem Sommer an der TU Berlin zwei der umfassendsten Verbundforschungsprojekte zu Waldschäden in Deutschland gestartet, die mit insgesamt mehr als drei Millionen Euro gefördert werden. Für „TreeSatAI“ hat Birgit Kleinschmit die Sprecherschaft übernommen. Zusammen mit universitären und außeruniversitären Partnern wird hier unter anderem eine

Software entwickelt, die der Forstwirtschaft und dem Naturschutz eine genaue, kontinuierliche Analyse des Zustands und der Schadarten der Wälder erlaubt, auch mit Künstlicher Intelligenz (KI). Abertausende von Daten, zum Beispiel aus der Bundeswaldinventur, aus Social-Media-Datenbanken oder von Drohneneinsätzen werden dazu verwendet, KI-Algorithmen zu trainieren. Sie sollen aus Satellitendaten automatisch Baumarten und den Zustand der Wälder erkennen. Aus der TU Berlin ist auch die KI- und Fernerkundungs-Expertin Prof. Dr. Begüm Demir beteiligt.

Auch den Berliner Wald, der fast ein Fünftel der Stadtfläche ausmacht, plagt der Trockenstress der letzten Jahre. „Einige Parkanlagen mussten sogar teilweise gesperrt werden, da große Äste drohten, abzubrechen und Spaziergänger zu gefährden“, sagt Birgit Kleinschmit. Die Wälder in und rund um Berlin sind durch Kiefern dominiert. Bereits seit einiger Zeit sind die Berliner Forsten dabei, die Kiefermonokulturen zu stabilen Laubmischwäldern umzugestalten, um den Wasserhaushalt zu verbessern, die naturnahe Waldbewirtschaftung weiterzuentwickeln und zur Anpassung an den Klimawandel beizutragen. Das Landesforstamt hat ausgerechnet, dass man jährlich etwa eine Waldfläche in der Größe des Tempelhofer Feldes verjüngen und zum Mischwald umbauen muss, um das Ziel bis 2050 zu erreichen.

„Noch weiß keiner, wohin sich das entwickelt. Aber bei aller Misere, eröffnet sich mit der Katastrophe auch eine Chance zu einem rascheren Umbau des Multitalents Wald“, meint Birgit Kleinschmit zuversichtlich. Ein Wettlauf gegen die Zeit.

Nachhaltig in Rinde gewandelt

Neue Werkstoffe aus Abfall der Holzindustrie

Die Models tragen Rinde. Sie eine Jacke aus Kiefernrinde verwebt, er eine aus einem ganzen Stück Kiefernrinde genäht. Die Schöpferinnen dieser Modeneuheit sind Charlett Wenig und Johanna Hehemeyer Cürten. Und die Jacken sind nicht die einzigen Teile, die die Designerinnen aus Baumrinde bereits entworfen und hergestellt haben. Es gibt einen Rock und Highheels, Sandalen und einen knöchelhohen Schuh, die mit Robinienrinde besohlt wurden.

Charlett Wenig war es während ihres Industriedesignstudiums leid geworden, immer wieder mit den gleichen industriell hergestellten Werkstoffen zu arbeiten, meistens war es Kunststoff. In Johanna Hehemeyer Cürten von der Berliner Kunsthochschule Weißensee fand sie eine Verbündete. „Anfangen zu experimentieren hatte ich mit Knochen“, erzählt Wenig, die am Fachgebiet Werkstofftechnik der TU Berlin und dem Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung in Potsdam arbeitet und die Rinde als Material zum Thema ihrer Doktorarbeit gemacht hat. „Ich wollte mit Material arbeiten, was nicht neu hergestellt werden muss, am besten mit einem Abfallprodukt, um so nachhaltig wie möglich zu sein.“ Sie stieß auf Rinde – ein Abfallprodukt der Holzwirtschaft, das in riesigen Mengen anfällt und entweder verbrannt wird oder bestenfalls als Mulch in den Gartencentern landet.

Dass Charlett Wenig und Johanna Hehemeyer Cürten als erstes Kleidungsstück entwarfen, lag für beide nah. Da die Rinde die Haut des Baumes ist, wollten sie wissen, ob sie auch zu einer Art Haut für den Menschen werden könnte und wie es sich anfühlt, Rinde zu tragen. Der erste Versuch schlug fehl. Die Jacke war wie eine Rüstung, stocksteif. Deshalb ist ein zentraler Punkt ihrer Forschungen, die Eigenschaften der Rinde zu untersuchen,



Wissenschaft und Modedesign. Wie fühlt sich Rinde auf der Haut an?

um daraus Verarbeitungsweisen und Anwendungen abzuleiten. Und Rinde ist nicht gleich Rinde. Im Labor analysiert sie nun die Dichte, Struktur, Wärmeleitfähigkeit, Druck- und Bruchfestigkeit sowie die Reaktion der Rinden auf Wasser von gleich fünf Baumarten: der Fichte, Kiefer, Eiche, Lärche und Birke. Erste Ergebnisse zeigen, dass Kiefer sehr flexibel ist und sich verformen lässt, alle fünf Rindenarten sich gut zu Platten verdichten lassen ohne zusätzlichen Kleber nur mit Hitze und Druck aufgrund ihres Harzgehalts und Birke sich als Farbstoff in Glasuren eignen könnte.

Was Charlett Wenig an Rinde benötigt, muss sie sich selbst beschaffen. Dazu zieht sie in den Wald. Die einzige Zeit, die Rinde zu schälen, ist im Frühjahr, wenn die Bäume „im Saft stehen“, sagt sie, also ihre ersten Blätter austreiben. Und sie muss sich zuvor mit dem Förster verständigt haben, wann wieder Bäume gefällt worden sind. „Es ist verboten, einem noch lebenden Baum die Rinde abzuziehen, denn dann stirbt er. Das darf man nur bei gefällten Bäumen tun.“ Und warum holt sie sich die Rinde nicht aus dem Sägewerk? „Weil sie dort für meine Zwecke falsch geschält wird. Sie schaben die Rinde von oben nach unten vom Stamm. Ich aber schäle sie um den Stamm herum ab. Eine mordschwere Arbeit“, erzählt sie.

In ihrer Promotion will sie zum einen Aussagen darüber treffen, welche Anwendungen aufgrund welcher Materialeigenschaften denkbar sind, zum anderen begründen, warum im Designstudium eine naturwissenschaftliche Ausbildung stärker verankert werden müsste. Es sei nicht verwunderlich, dass Plastik so dominant sei, wenn Designer*innen von Naturmaterialien kaum etwas wüssten. „Als Designer*innen benötigen wir ein tiefergehendes Verständnis über Struktur und Eigenschaften der Naturmaterialien, das nur die Naturwissenschaften liefern können“, so Charlett Wenig. Mit diesem Wissen könnten im Design ausgetretene Pfade verlassen werden.

KATHARINA JUNG

SYBILLE NITSCHKE

Es ist die Situation, die schmeckt

Mit der neuen Methode der Gustografie wird das Schmecken ergründet

Was ist eigentlich schmecken? Wie wird es erlebt? Wer wäre besser geeignet, diese Frage zu beantworten, als die Schmeckenden selbst und zwar genau da, wo das Schmecken stattfindet, in verschiedensten Situationen des Alltags? „Um an diese Expertise heranzukommen“, sagt Prof. Dr. Jan-Peter Voß, „brauchen wir einen Ansatz der Citizen Science, bei dem Profi- und Amateurforscher*innen zusammenarbeiten“.

Zusammen mit Prof. Dr. Nina Langen leitet er das „Schmeck!-Projekt“, dessen Ziel es ist, zu erforschen, wie schmecken stattfindet und wie es sich verändern kann. Gemeinsam mit 20 Amateurforscher*innen stellten sie sich zuerst der Aufgabe, ihr eigenes Schmecken in einer selbstgewählten Situation zu beobachten und zu beschreiben. „Diese Selbstbeschreibungen des Schmeckens nennen wir Auto-Gustografien“, sagt Jan-Peter Voß. „Und dabei fiel uns etwas auf: Niemand hatte sich darauf beschränkt, das Schmeck-Erlebnis allein als süß, salzig, sauer und so weiter zu beschreiben. Vielmehr tauchten so unterschiedliche Dinge auf wie gesundheitlich Sorgen, Verhaltensunsicherheiten beim Besuch eines Fine-Dining-Restaurants, Erinnerung an den Garten der Oma, das Knacken beim Kauen, Beschreibungen der Atmosphäre

oder Reflexionen dazu, ob es noch angebracht ist, Fleisch zu essen.“ In einem engen physiologischen Konzept des Schmeckens haben solche Wahrnehmungen keinen Platz. Aber wenn Menschen frei darin sind, zu beschreiben, wie sie das Schmecken erleben, kristallisieren sie sich als relevante Elemente heraus.

Aus der Analyse dieser auto-gustografischen Berichte entwickelte das Schmeck-Team vier zentrale Kategorien, die zentral zu sein scheinen: Sensorik, Praxis, Assoziationen und Umgebung. Das Team



Schmecken als Spiel. Ob es sich so verändern lässt, untersuchen Amateurforscher.

folgert daraus, dass es nicht allein die Speise ist, die schmeckt oder der Mensch, sondern dass es die Situation ist, die schmeckt. Und die ist durch das Zusammenspiel ganz verschiedener Elemente bestimmt. Als wirkliches Erleben im Alltag ist das Schmecken somit viel komplexer als die Reizung von Geschmacksschmeckern der Zunge.

Daraus resultiert auch eine besondere Fragilität des Schmeckens. Sobald sich ein Element in der Schmeck-Situation ändert, verändert sich auch das Erleben. „Schmecken“, sagt Jan-Peter Voß, Leiter des Fachgebiets Politik- und Governance-Soziologie, „ist das Ergebnis von Wechselwirkungen. Es ist wie ein Ökosystem. Jedes Element, zum Beispiel die Musik beim Abendessen, bedingt die Wahrnehmung, und wenn sie plötzlich von Klassik zu Heavy Metal wechselt, organisiert sich die Wahrnehmung des Schmeckens neu.“ Damit entzieht es sich der Erforschung unter standardisierten Laborbedingungen. Es eröffnen sich jedoch Möglichkeiten zur Veränderung. Das ist der Gegenstand der zweiten Phase des Projekts, in der Amateurforscher*innen Experimente dazu entwickeln, wie sich Schmecken gestalten lässt.

SYBILLE NITSCHKE

— www.schmeckprojekt.de

Wieviel Kuh braucht Käse?

Innovative Proteine für vegane Produkte

Der Markt für vegane Ernährung boomt. Fleischartikelprodukte stehen in jedem Supermarkregal. Basis für diese Produkte sind in der Regel pflanzliche Proteine aus Soja, Erbsen, Sonnenblumen oder auch Raps. „Um wirklich nachhaltig zu arbeiten, sollten wir dafür aber nicht die Anbauflächen von Soja ausweiten, sondern diese Proteine möglichst aus der kompletten Verwertung von Pflanzen gewinnen. Heute werden diese Reste oft als Viehfutter verbraucht, aber sie enthalten

Das Problem: Viele vegane Käseprodukte schmecken eher nach Soja und Erbse

viele wertvolle Proteine“, erzählt Prof. Dr. Stephan Drusch, Leiter des Fachgebiets Lebensmitteltechnologie und Materialwissenschaften an der TU Berlin. Viele seiner Forschungsprojekte drehen sich um die nachhaltige Nutzung von Pflanzen in der Lebensmittelherstellung. Einen etwas anderen innovativen Weg geht ein neues EU-Projekt, an dem die TU Berlin neben verschiedenen Partner*innen wie der Universität Hohenheim, der Universität Wageningen sowie

der zwei Start-ups Legendairy Foods und Time-Traveling Milkman beteiligt ist. Ihr Ziel ist ein Käse aus Milchproteinen – die aber nicht von der Kuh stammen.

Das Problem der meisten veganen Käseprodukte: Sie schmecken nicht nach Käse, sondern nach ihrer Proteinquelle, also zum Beispiel nach Soja oder Erbse. „Die Aufgabe meines Fachgebiets und der anderen beteiligten Universitäten im Rahmen des EU-geförderten Projekts im Eurostars-Programm ist es, die räumliche Struktur neugewonnener Proteine zu analysieren und das Verhalten während der Käseherstellung zu untersuchen. Dazu gehört auch festzustellen, ob diese sich genauso zusammenlagern wie die tierischen Proteine. Das ist wichtig, damit später die Textur und auch das Mundgefühl stimmen“, erläutert Stephan Drusch.

Ein relativ einfach herzustellender Käse ist zum Beispiel der Frischkäse. Dazu werden Milchproteine mit Säure dickgelegt und anschließend die Flüssigkeit entfernt. Speziell gewonnene Pflanzenfette sorgen für die Cremigkeit des Käses. „Ziel dieses Förderprogramms ist es dezidiert, Produkte bis zur Marktreife zu bringen. Der erste Käse, den wir produzieren wollen, wird also auch ein Frischkäse sein“, so der Wissenschaftler.

KATHARINA JUNG

Eine Region dürstet nach Wasser

In Brandenburg fehlen Regen und ein Wassermanagement. Es könnte das Land für kommende Dürreperioden besser wappnen

VON SYBILLE NITSCHKE

Eine rückwärtsfließende Spree 2003, eine ausgetrocknete Schwarze Elster, zu wenig Wasser in den Talsperren und hohe Sulfatwerte in der Spree. Der Grund: Es regnet zu wenig in dieser Region und das mittlerweile seit mehreren Jahren in Folge. Dürren traten in den letzten 60 Jahren in Brandenburg vermehrt auf und durch mehr warme Sommertage verstärkt sich die Intensität der Dürren.

Außerdem häufen sich Meldungen über Probleme der Wasserversorgung in Brandenburg und der sich im Bau befindlichen Tesla-Fabrik für E-Autos in Grünheide. „All das sind Indizien dafür, dass die Region südöstlich von Berlin ein Wasserproblem hat“, sagt die Hydrogeologin Irina Engelhardt. Um beurteilen zu können, was an Wasser in einer Region verfügbar ist, braucht es ein „Integriertes Wasserressourcenmanagement“, kurz IWRM. Beim IWRM werden Wasserverfügbarkeit und Wasserbedarf gegenübergestellt, bewertet und Wassernutzungsszenarien geplant. Berücksichtigt werden Wechselwirkungen zwischen hydrologischen, klimatischen, ökologischen Be-



Fluss ohne Wasser. Die Schwarze Elster im Sommer 2018. Da der Regen in Brandenburg ausblieb, fiel sie auch in den Jahren 2019 und 2020 trocken.



„Die sandigen Böden speichern Wasser nur schlecht“

Irina Engelhardt, Hydrogeologin

dingungen, aber auch gesellschaftliche Ziele. Trinkwassersicherheit, Landnutzung, Bedarf der Industrie und sozioökonomische Faktoren werden gegeneinander abgewogen. „Doch ein solches ‚Integriertes Wasserressourcenmanagement‘ fehlt in Brandenburg“, sagt Prof. Dr. Irina Engelhardt, die an der TU Berlin das Fachgebiet Hydrogeologie leitet.

Warum es für die Hydrogeologin zwingend ist, zu wissen, was an Wasserres-

ourcen vorhanden ist, begründet sie damit, dass im Einzugsgebiet der Spree die Wasserhaushaltsbilanz bereits aus dem Lot sei: Der fallende Niederschlag decke längst nicht mehr den Wasserbedarf der Haushalte, der Landwirtschaft, Industrie und des Tourismus, aber auch der Natur. Hinzu kämen schwierige geologische Bedingungen: „Die sandigen, eiszeitlich entstandenen Böden speichern Wasser nur schlecht. Zudem fehlt es an mächtigen oberflächennahen Grundwasserleitern und ab 300 Meter Tiefe stößt man bereits auf salziges Grundwasser, was als Trinkwasserquelle entfällt“, so Engelhardt.

Und dann ist da noch der Ausstieg aus der Braunkohle. Mit der Braunkohleförderung in der Lausitz ging einher, dass das Grundwasser, das bei der Förderung der Braunkohle gehoben wird, um den Tagebau zu entwässern und trocken zu halten,

in die Spree geleitet wurde. Dadurch stieg künstlich der Spreeabfluss; Trockenperioden wirkten sich weniger stark auf den Wasserpegel von Spree und Schwarzer Elster aus. Mit dem Rückgang des Braunkohleabbaus seit 1989 wurde zunehmend weniger Wasser aus den Tagebauen in die Spree gepumpt, und seither zeigt sich wieder ein Wasserdefizit im Einzugsgebiet der Spree und Schwarzen Elster, sichtbar durch das Trockenfallen der Schwarzen Elster 2018, 2019 und 2020.

„Regionale Wasserversorger benötigen die Implementierung eines modernen modell-gestützten, länderübergreifenden Wassermanagements, um den Wasserhaushalt in Brandenburg an den Klima-, aber auch an den Strukturwandel durch den Braunkohleausstieg anzupassen“, betont Irina Engelhardt. Die Kopplung von Klima- und Grundwassermodell ermöglicht es, den Einfluss prognostizier-

ter Klimaveränderungen auf die Wasserressourcen zu analysieren, die langfristige Wasserverfügbarkeit zu quantifizieren, Zeiten mit Wasserstress frühzeitig zu erkennen, eine Risikokommunikation zu entwickeln und das saisonal verfügbare Wasser dem Wasserbedarf gegenüberzustellen. Diese Informationen würden es regionalen Wasserversorgern ermöglichen, wie zum Beispiel dem Wasserverband Strausberg-Erkner, in dessen Gebiet sich auch die neue Tesla-Fabrik befindet, in Trockenperioden zu priorisieren, welcher Verbraucher an erster Stelle steht. Und eine solche Festlegung, ob nach der Trinkwasserbereitstellung die Versorgung der Fabriken oder eher der Landwirtschaft oder der Natur in Dürrezeiten dann Vorrang hat, wird unvermeidlich werden, wenn der Regen und zukünftig auch das Grubenwasser aus der Braunkohleförderung ausbleibt.

Und mit der Veränderung des Klimas wird auch der Wasserbedarf der Landwirtschaft unweigerlich steigen. „Nach haben wir in Brandenburg keine ausgeprägte Bewässerungslandwirtschaft“, so Engelhardt. Derzeit seien circa 40 Prozent der Fläche im Einzugsgebiet der Spree landwirtschaftlich genutzt, jedoch nur zwei Prozent würden bewässert. „Mit dem Klimawandel ist eine Zunahme der Bewässerungslandwirtschaft in Brandenburg in den kommenden Jahrzehnten auf 20 Prozent zu erwarten“, sagt die Wissenschaftlerin. Nur, eine Priorisierung in der Wassernutzung lassen die Wassergesetze in Deutschland bislang nicht zu. „Wenn in der Region Brandenburg im Sommer zunehmend weniger Niederschlag fällt, dann werden wir um Gesetzesanpassungen nicht umhinkommen, die auf die veränderten Gegebenheiten in Folge des Klimawandels reagieren“, urteilt Irina Engelhardt. In einigen Ländern des Mittelmeerraums, die schon lange unter Wasserarmut leiden, sei die Implementierung eines IWRM, einer angepassten Bewässerungslandwirtschaft und die Priorisierung der Wassernutzer bereits gängige Praxis.

Und noch für eine andere Sache möchte sie eine Bresche schlagen: für die Speicherung von Abwasser im Untergrund und Nutzung von Abwasser in der Landwirtschaft. Eine Technologie, die in wasserarmen Gebieten rund um das Mittelmeer längst genutzt wird, in Deutschland aber bislang verboten ist, weil befürchtet wird, dass das Grundwasser verunreinigt werden könnte. „Mit moderner Modell- und Online-Messtechnik ist es möglich, Gebiete auszuweisen, in denen eine Wasserinfiltration in den Boden besonders effizient möglich, das Reinigungsvermögen des Bodens hoch ist und eine Verunreinigung des Grundwassers nicht erfolgt. Denn wenn Trockenperioden keine Ausnahmen bleiben, Dürren zunehmen und Grundwasserspiegel weiter sinken, wird auch die Politik in Deutschland alte Positionen überdenken und neu bewerten müssen, um neue Wasserressourcen zu erschließen oder bereits verwendete Ressourcen erneut nutzen zu können“, so Irina Engelhardt.

TIPPS & TERMINE

Queen's Lecture:

„Blaupause für eine grüne Zukunft“

Sie war höchst ungewöhnlich, die diesjährige Queen's Lecture an der TU Berlin. Die britische Meteorologin, Mathematikerin und Klimaforscherin Emily Shuckburgh zeigte Wege auf, Gletscherschmelze und CO₂-Ausstoß zu reduzieren, die weltweite, durch COVID-19 noch verstärkte soziale Ungleichheit zu bekämpfen, und blieb doch in Cambridge. Statt im Audimax der TU Berlin, wie seit Jahren üblich, stellte die Direktorin der „Cambridge Zero“-Initiative der Universität Cambridge ihre „Blaupause für eine grüne Zukunft“ digital vor. Rund 1500 Interessierte lauschten Anfang November ihrem Vortrag, den Grußworten von TU-Präsident Christian Thomsen, Staatssekretär Steffen Krach sowie von den Vertretern der Britischen Botschaft und des British Council, Robbie Bulloch und Paul Smith. Viele stellten der Rednerin anschließend Fragen per Live-Chat oder Twitter und mehr als 5000-mal wurde die Lecture noch in derselben Nacht über den bereitgestellten Stream aufgerufen. Bis heute gab es fast 10 000 Aufrufe des Vortrags auf dem TU-YouTube-Kanal. Dieses hohe Zuschauer-Aufkommen war bislang ohne Beispiel in der mehr als 50-jährigen Tradition der Lecture. Das Video ist dauerhaft verfügbar. pp

— <https://www.tu.berlin/go10746>

Digitale Welt von morgen: Online-Vorlesung für alle

Digitale Medizin, digitale Arbeit, digitaler Verkehr: Wie digital ist unsere Zukunft? Und wie geht die Umwandlung unserer Umwelt ins Digitale? Was ist eigentlich Maschinelles Lernen? Die englischsprachige Vorlesungsreihe „Digital Future“ an der TU Berlin, die sich auch an die interessierte Öffentlichkeit wendet, gibt einmal wöchentlich mittwochs von 16 bis 18 Uhr Antworten auf diese Fragen und vermittelt Einblicke in verschiedene Facetten der Digitalisierung. Organisiert wird die Ringvorlesung von Prof. Dr. Florian Tschorsch, Leiter des Fachgebiets Distributed Security Infrastructures an der TU Berlin und Professor am Einstein Center Digital Future. Eine Anmeldung ist erforderlich, externe Interessierte erhalten einen Gastzugang. pp

— <https://www.tu.berlin/go10999>

ANZEIGE

TAGESSPIEGEL
RERUM CAUSAS
COGNOSCERE



Was soll sich ändern?

Sag uns Deine Meinung zum Journalismus der Zukunft

Du bist zwischen 16 und 25 Jahre alt und lebst in Berlin?
Du hast eine Idee, wie wir guten Journalismus für Dich gestalten sollen? Welche Themen sind Dir wichtig – und was fehlt?

Zu unserem 75. Geburtstag verschenken wir dafür 7.500 Tagesspiegel Plus-Abos an junge Berlinerinnen und Berliner.
Unsere einzige Bitte: Du gibst uns ehrliches Feedback.

Anmelden unter tagesspiegel.de/7500

