TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN

FORSCHUNG FÜR DIE ZUKUNFT

5 | Atomkraft
Jahrzehntelange Entsorgung

6/7 | Chancenreich
Außergewöhnliche Studienorte

8 | Hitzeschutz
Das Zentrum für Klimaforschung

Eine Beilage der Technischen Universität Berlin in Zusammenarbeit mit dem Tagesspiegel

Sonntag, 21. Mai 2023

Gesunde Stadt

Das Leben in urbanen Zentren ist stressig. Was kann helfen, widerstandsfähige Metropolen zu gestalten, in denen Menschen gerne leben?

Seite 4

Foto: Angela Million/ Deep AI, generiert vom Image Bot DeepAI, basierend auf der Semesteraufgabe zu Baukultur, Urbane Dichte & Wohlergehen im Master Stadt- und Regionalplanung/Urban Design der TU Berlin

Lebenslanges lernen

Universität für alle

Der Klimawandel bedroht unsere ökologischen Lebensgrundlagen, Frieden, Sicherheit und den sozialen Zusammenhalt. In der öffentlichen Ringvorlesung „TU Berlin for Future“, die online über Zoom besucht werden kann, greifen TU-Wissenschaftler:innen und externe Expert:innen ein breites Themenspektrum rund um den Klimaschutz auf: Kosten durch den Klimawandel, klimafreundliche Ernährung, wichtige Stellschrauben beim Bauen und Wohnen oder Wärmewende durch Geothermie. Programm und Zoom-Einwahl: **tu.berlin/go140467**

Außerdem bietet die neue „TU Berlin Academy for Professional Education“ umfangreiche Weiterbildung für Berufstätige. Unter dem Motto „Besser qualifiziert für eine bessere Welt“ können Interessierte unter zahlreichen Themen und Formaten wählen, etwa Data Science, Sustainability, Management & Leadership oder Engineering & Mobility. Die kostenpflichtigen Kurse in Deutsch und Englisch finden sowohl in Präsenz als auch online statt. **academy-tu.berlin** pp

ACADEMY TU BERLIN

INHALT

Postbote auf Rädern 3
Automatisierung in Bahnverkehr und Logistik

Klimaneutral bauen 9
Neue Datenbank: Informationen zur nachhaltigen Immobilienwirtschaft

Mit KI gegen Krebs 10
Medizin aus dem Rechner

Doppelt erfolgreich 10
TU Berlin erhält beide Berliner Wissenschaftspreise

Am Rande des Chaos 11
Was uns ein Fischschwarm über unser Gehirn verrät

Historische Wege 11
Wie Mathematik Straßennetze rekonstruiert

Nach(t)wirkungen 12
Lange Nacht der Wissenschaften: 256 Projekte laden an die TU Berlin ein

IMPRESSUM

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, Askanischer Platz 3, 10963 Berlin; Tagesspiegel-Themen: Andreas Mühl (Ltg.), Lars Laute; Art Direktion: Suse Grützmacher; Projektkoordination/Vermarktung: Tatjana Polon (Ltg.)

Auch die Unis spüren den demografischen Wandel. In Forschung, Technik und Verwaltung wird das Personal knapper.

Chancen nutzen

Soziale Arbeitsbedingungen sind ein Wettbewerbsvorteil

Im Ringen um einen Kompromiss zwischen Dynamik in der Wissenschaft und sozialer Sicherheit sind die Fronten verhärtet. Wie könnte eine Lösung aussehen?

Von Geraldine Rauch

Derzeit wird im Zuge der Novellierung des Wissenschaftszeitvertragsgesetzes (WissZeitVG) viel über die Beschäftigungsverhältnisse in der Wissenschaft diskutiert. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) spricht von einem schwierigen Interessensausgleich. Und tatsächlich scheinen die Fronten sehr verhärtet. Während die einen mangelhafte soziale Arbeitsbedingungen in der Wissenschaft kritisieren, fürchten die anderen, dass durch mehr Dauerstellen die Universitäten ihrem Auftrag, stetig neue Wissenschaftler:innen auszubilden, nicht mehr nachkommen können, weil die Beschäftigungsstellen im System fehlen. Befristungen begünstigen die Dynamik, Dauerstellen begünstigen die soziale Sicherheit. Wie soll hier ein Kompromiss gefunden werden?

Während sich noch die Vertreter:innen von #IchBinHanna und der Hochschulrektorenkonferenz streiten, steht ein entscheidender Akteur kaum beachtet still im Hintergrund – der demografische Wandel. Schon jetzt klagen die Universitäten über sinkende Studierendenzahlen. Der Fachkräftemangel ist bereits an vielen Stellen spürbar, sei es in der Forschung, in der Industrie oder in der Verwaltung. Es gibt immer weniger gut ausgebildete Arbeitnehmer:innen und immer größere Lücken beim gesuchten Fachpersonal. Angesichts dieser Tatsache scheint die Debatte um bessere soziale Beschäftigungsverhältnisse in der Wissenschaft fast aus der Zeit gefallen. Jedes Unternehmen ist rein wirtschaftlich daran interessiert, gute Fachkräfte zu werben und zu halten. Längst haben viele Firmen und Industrieunternehmen das erkannt und bieten ihren Mitarbeitenden neben unbefristeten und gut bezahlten Jobs allerlei Unterstützung, Freiheiten und Zusatzangebote.

Die Universitäten hingegen bieten Teilzeitstellen bei voller Arbeitszeit, mäßige Bezahlung und kurze Vertragslaufzeiten mit ungewisser Verlängerungsoption. Dabei stehen die Universitäten im stetigen Wettkampf um Spitzenforscher:innen und neue Innovationen. Am Ende ist es fast egal, ob dieser Zustand aus einem sozialen Verständnis heraus kritisiert wird oder ob es ein rein wirtschaftlicher Erhaltungsgedanke ist. Der demografische Wandel macht aus dem Arbeitsmarkt einen Arbeitnehmer:innenmarkt. Es ist zu kurzfristig gedacht, wenn argumentiert wird, dass mehr Dauerstellen für den wissenschaftlichen Nachwuchs an Universitäten zu viel kosten. Unbesetzte Wissenschaftler:innen-Stellen kosten die Universitäten, die Gesellschaft und die Wirtschaft viel mehr.

Die Universitäten bilden die Fachkräfte von morgen aus – egal ob diese als Wissenschaftler:innen eine akademische Laufbahn einschlagen, in die Industrie gehen oder sich selbstständig machen. Am Ende werden diejenigen Universitäten, die sich für ihre Mitarbeitenden einsetzen, einen Wettbewerbsvorteil haben – und zwar sowohl im Wettbewerb um die besten Forschungsergebnisse als auch im Wettbewerb um das Budget.

Aber nicht nur im wissenschaftlichen Arbeitsbereich sollten wir uns auf die Gewinnung und die Bindung von Fachkräften konzentrieren. Auch Mitarbeitende in Technik, Service und Verwaltung an Universitäten haben oft vergleichsweise schlechte Arbeitsbedingungen, zum Beispiel weil die Prozesse zur Eingruppierung in eine Entgeltstufe relativ willkürlich und intransparent sind. Hier gelten dieselben Argumente. Kein Unternehmen, keine Firma, keine Universität ist arbeitsfähig, wenn die Verwaltung nicht funktioniert, weil das Personal fehlt. Dies ist schon jetzt an vielen Universitäten ein ernstes Problem.

Wir haben gemeinsam die Chance, deutschen Universitäten zu einem Wettbewerbsvorteil zu verhelfen – indem wir sie als Arbeitgeber:innen national und international attraktiv machen. Diese Chance sollten wir nicht nur nutzen – wir dürfen sie nicht verpassen.

Zur Person

Geraldine Rauch

ist Präsidentin der TU Berlin. Die Mathematikerin, habilitiert in Heidelberg für Medizinische Biometrie, war unter anderem Direktorin des Instituts für Biometrie und Klinische Epidemiologie an der Berliner Charité, bevor sie im April 2022 die erste Frau an der Spitze der TU Berlin wurde. Mit 39 Jahren war sie zudem die jüngste Präsidentin an einer deutschen Universität. 2022 wurde sie durch Bundeskanzler Olaf Scholz in den Zukunftsrat der Bundesregierung berufen. Besonders am Herzen liegt ihr die Förderung von Nachwuchs, Lehre und Didaktik sowie von offener, vielfältiger Kommunikation innerhalb der TU Berlin. Seit November 2022 ist sie Sprecherin des Berliner Exzellenzverbunds Berlin University Alliance.

Fotos: Felix Noak; Saskia Uppenkamp

Transport

Postbote auf Rädern

Automatisiert fahrende Lieferroboter als Baustein für eine digitale und nachhaltige Stadtlogistik

Sehr groß ist er nicht. Und er kann auch nur 20 Kilogramm schleppen – dieser automatisiert fahrende Lieferroboter in den Ausmaßen von 78 mal 54 mal 83 Zentimetern. Aber die Probleme, die er schultern soll, sind gewaltig: Er soll helfen, die vom Onlinehandel verstopften Straßen zu befreien sowie den CO_2- und den Schadstoffausstoß der Lieferwagen zu reduzieren; und das alles unter der Prämisse, dass jedes Produkt rund um die Uhr in kürzester Zeit immer lieferbar ist. Sind das dann doch etwas zu viele Erwartungen an den eckigen Postboten auf vier Rädern? „Das werden wir jetzt herausfinden müssen", sagt Logistikprofessor Frank Straube, an dessen Fachgebiet vier automatisiert fahrende Lieferroboter in verschiedenen Anwendungsszenarien getestet werden.

Eines dieser Szenarien ist die Zustellung von Paketen an Privatkunden. „Durch den boomenden Onlinehandel stehen der stationäre Handel und die Logistikbranche vor der Situation, dass der Kunde immer öfter in immer kleineren Mengen Waren bestellt und diese in kürzester Zeit haben möchte. Für den stationären Handel bedeutet das: Er muss ebenfalls alle Waren immer verfügbar halten, wenn er mit dem Onlinehandel konkurrieren will. Das veränderte Kaufverhalten führte dazu, dass 2021 in Deutschland pro Tag 15 Millionen Sendungen an rund neun Millionen Haushalte zugestellt wurden. Das entspricht einer Steigerung um 11,2 Prozent im Vergleich zum Vorjahr", sagt Frank Straube.

Da nicht davon auszugehen ist, dass sich dieser Trend beruhigt, hat das Team um Straube ein Konzept entwickelt, in dem KI-gestützt automatisiert fahrende Fahrzeuge eine zentrale Rolle spielen: Das Konzept sieht vor, automatisierte Lieferwagen von der Größe eines Vans in Logistikzentren, die sich meist in städtischen Randlagen befinden, mit vier automatisierten Lieferrobotern und je 15 Paketen zu bestücken. In einer zuvor durch Künstliche Intelligenz (KI) errechneten optimierten Route bringt der Van die vier Lieferroboter an die Orte, die sich in der Nähe der zu beliefernden Kundinnen und Kunden befinden. Dort wird der kleine Lieferroboter auf dem Gehweg abgesetzt und macht sich auf dem kürzesten Weg, ebenfalls durch KI errechnet, auf zum Kunden, um das Paket zuzustellen. Dieser ist zuvor über eine App über die Zustellungszeit informiert worden. Bis Sommer 2024 soll die Zustellung von Paketen mit den Lieferrobotern auf dem Kurfürstendamm getestet werden.

Die Forschungen sind Teil des Verbundprojektes „BeIntelli", das von TU-Professor Sahin Albayrak (Leiter des Distributed Artificial Intelligence Laboratory) geleitet wird. In dem Projekt arbeiten zwölf Partner an der Entwicklung von intelligenten Verkehrssystemen mit automatisierten Fahrzeugen auf der Basis von Künstlicher Intelligenz.

„Unsere Testphase dient dazu, verlässliche Daten zu sammeln: zum Beispiel darüber, ob der Roboter mit den richtigen Paketen für seine festgelegte Route beladen wird, und wie viele Pakete die Roboter in welcher Zeit übergeben können. Oder wie sie sich auf stark frequentierten Gehwegen wie beidseits des Kurfürstendamms verhalten", zählen Julian Maas und Maximilian Bähring, wissenschaftliche Mitarbeiter im Projekt, einige der zu erfassenden Daten auf. Aber auch Erkenntnisse hinsichtlich der Akzeptanz sollen gewonnen werden. Tolerieren die Bürger diese Lieferroboter oder fühlen sie sich beobachtet?

Ein zweites Anwendungsszenario, das erforscht wird, ist die schnelle Verteilung von Lebensmitteln, deren Haltbarkeitsdatum abläuft, auf andere innerstädtische Filialen sowie der schnelle Warenaustausch zwischen Filialen einer Handelskette für den Fall, dass in einer Filiale ein Produkt fehlt. „Für all diese Ereignisse ist der Einsatz der automatisierten Lieferroboter auf der letzten Meile denkbar. Die Betonung liegt auf der letzten Meile, denn natürlich werden diese Roboter nicht den gesamten Lieferverkehr ersetzen können", sagt Frank Straube. „Für uns sind die automatisierten Roboter ein Baustein für eine digitale, intelligente und nachhaltige Stadtlogistik und damit eine ökologische und ökonomische Alternative zu den konventionellen Zustellungskonzepten. Und unser Ziel ist es, dies zu beweisen."

Sybille Nitsche

Künstliche Intelligenz erleben

Im Zentrum für erlebbare Künstliche Intelligenz und Digitalisierung (ZEKI) am Ernst-Reuter-Platz sollen die Ergebnisse aus dem „BeIntelli"-Forschungsprojekt für die Öffentlichkeit sichtbar gemacht werden. „Dort zeigen wir, wie der automatisiert fahrende Lieferroboter seine Aufträge erhält, beladen wird und die Pakete ausliefert", sagt Julian Maas.

Bis zu 15 Pakete kann der Lieferroboter mitnehmen. Per App erfahren Kund:innen die Ankunftszeit.

Fotos: Felix Noak; Birgit Milius

Erkennt der Fahrsimulator sicher Hindernisse auf dem Gleis?

Sicherheit auf der Schiene

Lok ohne Führer:in

Wie selbstfahrende Züge die Verkehrswende unterstützen sollen

Batterien, Wasserstoff oder doch E-Fuels? Derzeit wird heftig diskutiert, welche Energiequelle uns künftig antreiben wird. Weniger bekannt ist, dass die Verkehrswende auch verstärkt menschliche Ressourcen benötigt – die aufgrund des demografischen Wandels immer weniger verfügbar sind. Schon heute kommen auf 100 offene Stellen für Lokführer:innen nur etwa 50 Arbeitssuchende. Dabei sollen sich die Fahrgastzahlen der Bahn laut Strategie „Starke Schiene" in Zukunft fast verdoppeln. Zudem wird der geplante Deutschlandtakt mehr Züge erfordern, wenn Umsteigeverbindungen in alle Richtungen zu jeder vollen und halben Stunde garantiert werden sollen.

„Triebfahrzeugführer:in ist ein toller, aber auch einsamer Beruf", erklärt Birgit Milius, Leiterin des Fachgebiets Bahnbetrieb und Infrastruktur der TU Berlin. Die Professorin geht deshalb davon aus, dass der künftige Bedarf über vermehrte Ausbildungen allein kaum gedeckt werden kann. Zusammen mit dem Bahntechnik-Unternehmen Alstom sowie mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) arbeiten Milius und ihr Team an einer stärkeren Automatisierung des Bahnbetriebs. Im Sommer 2024 soll im Projekt „ARTE" ein Meilenstein erreicht werden: Die erste vollautomatisierte Fahrt eines Passagierzuges auf dem regulären Streckennetz der Deutschen Bahn.

„Wir arbeiten schon jetzt unter Hochdruck, denn der Zeitplan ist ambitioniert", sagt Frederik-Alexander Adebahr, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fachgebiet Bahnbetrieb und Infrastruktur. Denn nach Abschluss aller Vorarbeiten müsse noch genügend Zeit für die Genehmigung bleiben. Oberstes Gebot sei dabei der Schutz der Menschen. „Es wird deshalb ein:e Sicherheits-Lokführer:in an Bord sein, um im Notfall eingreifen zu können. Und wir fahren noch ohne Passagiere", erklärt Adebahr. Momentan führt das Projektteam bei jedem Signal auf der etwa 30 Kilometer langen Strecke in Niedersachsen einen 3D-Scan durch. Das ist für die automatische Erkennung durch die Kamera im Zug notwendig.

„Das Projekt soll zeigen, dass die Technik mindestens genauso sicher ist wie der Mensch und dass die Integration des automatisierten Fahrens in den Bahnbetrieb insgesamt funktioniert", sagt Milius. 50 Triebfahrzeugführer:innen haben dafür beim DLR und an der TU Berlin in Fahrsimulatoren gezeigt, wie schnell und sicher sie Hindernisse auf dem Gleis erkennen können. An der TU Berlin wird zudem ein Tablet entwickelt, das es dem oder der Zugbegleiter:in beziehungsweise einem oder einer Operator:in einer entfernten Zentrale ermöglicht, den Zug per Hand zu steuern, falls es Probleme gibt.

Die Tücken stecken dabei im Detail: Wie erkennt der Zug nasse Herbstblätter auf den Schienen, um daraufhin seinen Bremsvorgang anzupassen? Wie bemerkt der oder die Operator:in, wenn das Videobild des am Gleis stehenden Zuges eingefroren ist? Der Zug dürfte dann ja keinesfalls anfahren, weil sich jemand auf den Gleisen befinden könnte. Und vor allem: Wann genau soll der Zug die menschliche Zweitbesetzung „um Hilfe bitten"? All dies soll bald gefahrlos im Praxistest erprobt werden.

Wolfgang Richter

Digitalisierung

Aufbruch in die „Next Generation“

Von Gesche Joost

Ein Stück Berliner Digitalisierungsgeschichte mitzuschreiben, das ist das Ziel, mit dem das Einstein Center Digital Future (ECDF) unter dem Titel „Next Generation“ in die nächste fünfjährige Förderphase startet. Der Aufbruch ist spürbar: 45 Professuren wurden in den vergangenen sechs Jahren im Public-Private-Partnership-Modell geschaffen, davon zehn für Dauerstellen an den Berliner Universitäten vorgeschlagen, vier weitere zusätzlich von den Berliner Hochschulen und Universitäten berufen. Aus diesem Kreis setzt sich auch der geschäftsführende Vorstand der „Next Generation“ zusammen: Tabea Flügge, Philipp Staab, Timm Teubner und Gesche Joost als Sprecherin.

2016 auf Initiative und unter Führung der TU Berlin entstanden, warb das ECDF bis heute 38 Millionen Euro ein: vom Berliner Senat, aus Industrie und außeruniversitären Forschungseinrichtungen für die exzellente Wissenschaft der jungen Professor:innen, dazu weitere 25 Millionen Euro öffentliche Fördergelder.

Auch die einzelnen Forschungsschwerpunkte haben sich weiterentwickelt:

Integrated Health beschreibt die Schnittstelle zwischen digitalen Technologien und Medizin, etwa bei der Rekonstruktion von Knochenteilen nach Unfällen, die dann im 3D-Verfahren gedruckt werden.

Sustainable Cities fokussiert die Nachhaltigkeit unserer Städte mit und durch Digitalisierung, etwa für ein intelligentes Berliner Wassermanagement, das sowohl Dürreperioden als auch Starkregen kanalisieren kann.

Transforming Communities beschäftigt sich mit dem sozialen Zusammenhalt in der digitalen Gesellschaft hier und im globalen Süden. Dabei geht es etwa um Hackathons mit Labs in Afrika, um in Pandemie-Zeiten gemeinsam dringend benötigte Hilfsmittel herzustellen.

Die Leitfrage der interdisziplinären Kooperation der ECDF-Professor:innen lautete: Was kann die Digitalisierung, die in unseren Augen immer wertebasiert ist, zu den drängenden sozialen Fragen unserer Gesellschaft beitragen? Sie muss ökologisch, sozial und ökonomisch nachhaltig gedacht werden sowie die Vielfalt der Gesellschaft abbilden. So lädt unser neues ECDF-Gender-&-Diversity-Netzwerk Akteur:innen in diesem Feld zu Forschung und Vernetzung sowie zu verstärkter Diversität im ECDF ein. Mit der interdisziplinären Forschung unserer Professor:innen, unseren öffentlichen Veranstaltungen und mit der Vernetzung der Universitäten und Hochschulen in Berlin wollen wir im ECDF einen Aufbruch in die „Next Generation“ markieren.

Technische Geräte messen, wie sich Doktorandin Kerstin Eisenhut im Stadtraum fühlt.

Neuro-Urbanistik

Gesunder Geist in einer gesunden Stadt

Machen Städte krank? Ein neues Forschungsfeld untersucht, wie widerstandsfähige Städte gestaltet werden können, in denen Menschen gerne leben

Autos zischen vorbei, Menschen hasten zwischen den Häuserschluchten umher, Hupen und Fahrradklingeln dringen an ihr Ohr. Kerstin Eisenhut steht auf einer Verkehrsinsel mitten in Berlin. Ihr Outfit wirkt höchst futuristisch: Aus ihrer schwarzen Haube ragen Kabel, im Nacken sitzt ein kleiner Kasten, der ihre Hirnaktivitäten misst. Eine Mini-Kamera am Bügel der dicken Brille verfolgt ihre Augenbewegungen, und in ihrer Hand kleben verkabelte Sensoren,die Hautreaktionen messen. Unter dem Pullover versteckt, misst weitere Technik die Herzaktivität. Die Doktorandin Kerstin Eisenhut ist Teil eines weltweiten Projekts, das die Auswirkungen dicht bebauter und verkehrsreicher Metropolen auf die mentale Gesundheit des Menschen untersucht.

„Stadtbewohner:innen tragen ein hohes Risiko, mental zu erkranken“, sagt Klaus Gramann. „Die Wahrscheinlichkeit, an Schizophrenie zu erkranken, ist für Großstädter:innen deutlich erhöht im Vergleich zu ländlicher wohnenden Menschen.“ Klaus Gramann, Professor für Biopsychologie und Neuroergonomie, leitet an der TU Berlin das BeMoBIL (Berlin Mobile Brain/Body Imaging Lab). In diesem weltweit größten Labor seiner Art kann Gramann Gehirnaktivitäten von Personen messen, die sich aktiv in ihrer natürlichen Umwelt bewegen. Zusammen mit Angela Million, die das TU-Fachgebiet Städtebau und Siedlungswesen leitet, verantwortet er den TU-Part des umfangreichen Verbundprojekts „Exploring and Designing Urban Density. Neurourbanism as a Novel Approach in Global Mental Health“. Es ist eines von vier Projekten zur „Globalen Gesundheit“, die mit insgesamt rund 5,4 Millionen Euro für drei Jahre durch die Berlin University Alliance (BUA) gefördert werden. Beteiligt sind außer der TU Berlin die Charité und die HU Berlin.

Die Forscher:innen entwickeln interdisziplinär die Datenbank „Research Platform Neurourbanism“ (RPN). Diese soll internationale Forschungskooperationen fördern und als zentrale Datenquelle dienen, um zu erforschen, wie sich städtische Dichte und Umweltfaktoren auf die psychische Gesundheit auswirken.

Starker sozialer Stress

Die voranschreitende Urbanisierung mit gleichzeitiger Verdichtung der Städte ist eine der wichtigsten gesundheitsrelevanten Entwicklungen weltweit. 55 Prozent der Weltbevölkerung leben heute in Städten, bis 2050 rechnen die Vereinten Nationen mit 68 Prozent. Das Leben in der Stadt verspricht oft leichteren Zugang zu Bildung, gesundheitlicher Versorgung und ökonomischer Stabilität. Doch es gibt Anzeichen, dass das vermehrte Auftreten psychischer Probleme auf den stärkeren sozialen Stress zurückzuführen ist. „Es ist allerdings völlig unklar, welche konkreten Bedingungen zu diesem sozialen Stress beitragen: die Dichte an Menschen, die Infrastruktur, die Architektur, soziale, kulturelle oder auch klimatische Faktoren“, erklärt Gramann den Ansatz, der Wissenschaftler:innen aus den unterschiedlichsten Disziplinen in dem neuen Forschungsfeld der Neuro-Urbanistik zusammenführt. „Nicht erforscht ist ebenso, ob ein Umfeld auf Menschen mit unterschiedlichen genetischen Merkmalen gleich wirkt.“ So werden Männer und Frauen mit und ohne Migrationshintergrund in Deutschland, Nigeria, Australien, Chile und dem Libanon untersucht und befragt. Mithilfe der bereits entwickelten App „Urban Mind“ kann ihr emotionaler Zustand auch online erhoben werden, zum Beispiel bei Stadtspaziergängen, am Bildschirm oder mit einer Virtual-Reality-Brille, die Proband:innen in eine quirlige städtische Umgebung oder in eine entspannte natürliche Gegend mit viel Grün und Wasser versetzt.

Testfeld auf dem TU-Campus

Doch ebenso interessiert die Forscher:innen die Reaktion auf reale architektonische Umgestaltungen. Hier hat TU-Professorin Angela Million den Hut auf. Die Neuro-Urbanistik ist auch für die Stadtplanerin außergewöhnlich: „Dieser intensive Dialog zwischen so verschiedenen Disziplinen wie Stadtgestaltung, Kunst und Medizin war vorher nicht gegeben“, sagt sie. Die Stadtplaner:innen erstellen zum Beispiel sogenannte „behavioural maps“. Sie halten zeichnerisch und fotografisch fest, wie Menschen sich im Raum verhalten, befragen sie und entwickeln daraus Ideen für verschiedene räumliche Interventionen. „Unser erstes Testfeld wird hier auf dem TU-Campus entstehen. Mit Studierenden, externen Künstler:innen und Landschaftsplaner:innen generieren wir Ideen, die bereits diesen Sommer in diesen Raum implantiert werden. Befragungen sollen zeigen, ob das den emotionalen Zustand der Menschen ändert.“ Die Ergebnisse finden dann ebenfalls Eingang in die neue Plattform RPN. Gemeinsam ist allen Forscher:innen: Sie wollen das Konzept für widerstandsfähige und gesundheitsfördernde Städte finden.

Patricia Pätzold

Was ist Neuro-Urbanistik?

Das neue Forschungsfeld will Wege zu einer gesunden und nachhaltigen Stadtentwicklung festlegen. Dafür arbeiten unterschiedliche wissenschaftliche Fachdisziplinen zusammen mit der interessierten Öffentlichkeit.

neurourbanistik.de

Foto: Christian Kielmann

Das Atomkraftwerk Brokdorf war bis Dezember 2021 am Netz. Nun wird es zurückgebaut.

Atomkraft in Deutschland

Nach der Abschaltung ist vor dem Rückbau

Im April 2023 stellten die letzten deutschen Atomkraftwerke den Berieb ein. Doch die größten Herausforderungen liegen erst noch vor uns

Von Christian von Hirschhausen und Johann Köppel

Seit der Abschaltung der letzten drei Kernkraftwerke am 15. April 2023 wird in Deutschland kein Atomstrom mehr produziert. Der Rückbau aller Kraftwerke aber wird uns noch viele Jahrzehnte begleiten – und ihre strahlenden Hinterlassenschaften die kommenden Generationen über eine Million Jahre belasten.Die aus dieser Perspektive recht kurze Geschichte der Nutzungsphase von Atomenergie ist dagegen schnell erzählt.

Seit der Inbetriebnahme der ersten Leistungsreaktoren in den 1960er-Jahren ist der erwartete energiewirtschaftliche Durchbruch der Atomenergie ausgeblieben: Statt kostengünstiger zu werden, wurde Strom aus Kernkraftwerken systematisch teurer. Nicht nur in Deutschland, sondern auch in Ländern, die noch größere Serien von Kraftwerken gebaut hatten, insbesondere in Frankreich und den USA. Auch der Traum einer „Plutoniumökonomik“ mit schnellen Brutreaktoren und theoretisch unendlichen, sich selbst „erbrütenden“ Ressourcen erfüllte sich nicht.

Der Anteil der Atomenergie am Strommix war in Deutschland und weltweit seit Jahren rückläufig. 2021 lag der Anteil erstmals seit Jahrzehnten wieder unter zehn Prozent. Angesichts des hohen Durchschnittsalters der weltweiten Kernkraftwerksflotte von mehr als 33 Jahren ist in den nächsten Jahrzehnten mit einem weiteren Bedeutungsverlust zu rechnen. Obwohl manche Medienberichte einen weltweiten Boom der Atomenergie suggerieren, laufen tatsächlich nur gut 50 Neubauprojekte – einige davon, wie im französischen Flamanville, mit großer Verzögerung.

In Deutschland wird die Atomwende nach der Abschaltung nun mit dem Rückbau fortgesetzt. Damit betreten wir weitestgehend Neuland. Denn auf der Welt wurden bisher nur eine Handvoll großer Kernreaktoren vollständig zurückgebaut. Mehr als 200 Reaktoren verharren dagegen, teilweise seit Jahrzehnten, im „langfristigen Einschluss“ oder werden nur sehr langsam zurückgebaut. In Lubmin, wo das größte deutsche Kernkraftwerk steht, wird der Rückbau voraussichtlich bis in die 2060er-Jahre dauern.

Endlagersuche verzögert sich

Und wohin dann mit den nuklearen Abfällen? Die Zwischen- und Endlagerung radioaktiver Abfälle ist eine generationenübergreifende Aufgabe. Auch in Berlin spielt die Zwischenlagerung solcher Abfälle eine Rolle, und Forschungsreaktoren am Standort Wannsee harren ihres Rückbaus. In Deutschland verzögert sich bislang vor allem die Suche nach einem Endlager für hochradioaktive Abfälle. Stetig wachsen jedoch die Abfallmengen in den Zwischenlagern. Nachdem die einstige Festlegung auf das Endlager Gorleben in den 1970er-Jahren nicht mehr zu halten war, geht die Suche seit 2017 im Rahmen einer neuen gesetzlichen Regelung weiter. Bereits in einer ersten, deutschlandweiten Vorsondierung der möglichen Standorte schied der Salzstock Gorleben als ungeeignet aus.

Nun soll laut Standortauswahlgesetz in einem „partizipativen, wissenschaftsbasierten, transparenten, selbsthinterfragenden und lernenden Verfahren […] ein Standort mit der bestmöglichen Sicherheit […] für eine Million Jahre“ gefunden werden. Doch auch nach Verschluss soll das Endlager noch 500 Jahre lang für eine Rückholung der Abfälle über ein Bergwerk zugänglich bleiben, das dann neu errichtet werden muss.

Besonders kritisch diskutiert wird derzeit die Verzögerung des Zeitplans. Die ursprünglich für das Jahr 2031 geplante Standortentscheidung soll nun laut Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE) bis weit in die Mitte des Jahrhunderts verschoben werden. Das aber entfacht den Streit um die „verlängerte Zwischenlagerung“ an den 16 dezentralen Zwischenlagerstandorten erneut. Viele Menschen in Deutschland werden damit bis an ihr Lebensende neben einem Lager für hochradioaktive Abfälle wohnen.

Zu den Autoren

Christian von Hirschhausen leitet das Fachgebiet Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik an der TU Berlin. **Johann Köppel** war bis März Leiter des Fachgebiets Umweltprüfung und Umweltplanung der TU Berlin. Beide beschäftigen sich seit mehr als zehn Jahren mit der Energiewende beziehungsweise der politischen Ökonomik der Atomkraft, besonders mit Rückbau und Endlagerung.

Kosten werden unterschätzt

Die Verschiebung dürfte auch finanzielle Auswirkungen haben. 2017 wurde ein Fonds zur Finanzierung der kerntechnischen Entsorgung (KENFO) eingerichtet. Der Fonds, in den die Betreiber der Kernkraftwerke insgesamt knapp 24,5 Milliarden Euro einzahlten, sollte über die nächsten Jahrzehnte die Finanzierung ohne staatliche Zuschüsse sicherstellen. Jedoch dürfte auch hier, wie schon beim Neubau von Kernkraftwerken, gelten, dass Kosten in der Atomindustrie strukturell unterschätzt werden.

Die Sorge besteht, dass, ähnlich wie im Vereinigten Königreich wegen der schlechten Performance des „Nuclear Liabilities Fund“ geschehen, Kosten auf die Allgemeinheit umgelegt werden, und zukünftige Steuerzahlende die Hinterlassenschaften und Ewigkeitslasten finanzieren müssen.

Das Thema Atomenergie wird uns also erhalten bleiben; der Ausstieg aus der Atomenergie ist mitnichten am 15. April 2023 geschehen. Wirklich feiern können unsere Nachfahren wohl erst um die kommende Jahrhundertwende, wenn alle radioaktiven Abfälle sicher und endgültig eingelagert worden sind.

Tipps & Infos

STUDIENANGEBOT

Forschung und Lehre zu Atomenergie auch heute gefragt

Hans Geiger, der 1928 den „Geigerzähler“ entwickelte, lehrte an TU Berlin, ebenso Eugene Paul Wigner, der 1963 den Physik-Nobelpreis für seine Arbeiten zur Kernphysik erhielt. Nun liegt der Forschungsschwerpunkt bei Rückbau und Entsorgung radioaktiver Abfälle. Das Interesse der Studierenden ist groß: Im Wintersemester 2022 besuchten 40 Student:innen aus 12 verschiedenen Studiengängen das Modul „Interdisziplinäre Herausforderungen bei der Zwischen- und Endlagerung radioaktiver Abfälle“ der beiden Fachgebiete Wirtschafts- und Infrastrukturpolitik sowie Umweltprüfung und Umweltplanung, gemeinsam mit dem Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE) und dem TÜV Nord. Exkursionen nach Greifswald, Gorleben sowie Berlin-Wannsee inklusive. awi

tu.berlin/go186028/

ZUR EINFÜHRUNG

Riskante Technologie von der Urangewinnung bis zur Entsorgung

Ob die Entwicklung der Kernspaltung im Kaiser-Wilhelm-Institut in Berlin-Dahlem im Jahr 1938 oder die tiefengeologische Endlagerung radioaktiver Abfälle im 22. Jahrhundert – der Einführungsband von Christian von Hirschhausen „Atomenergie – Geschichte und Zukunft einer riskanten Technologie“ (C. H. Beck Verlag, München) beschreibt den gesamten Sektor von der Urangewinnung bis zur Entsorgungsthematik und diskutiert die potenzielle Bedeutung der Atomenergie für den Klimaschutz im aktuellen Kontext. awi

FOTOBAND

Zur Geschichte der deutschen Atomkernkraft

Technische Besonderheiten, Entstehungsgeschichte und akribisch recherchierte „Vorfälle“ während der Laufzeit: Der im März 2023 erschienene Fotoband „Einfach mal abschalten – und dann?“ (Oekom-Verlag, München) enthält Steckbriefe für alle deutschen Kernkraftwerke. Erstellt hat ihn ein interdisziplinäres TU-Studierendenprojekt aus Anlass des Epochenwechsels der deutschen Atomwirtschaft. Mit Infos zu Abschaltung, Rückbau und zum radioaktiven Inventar der 16 deutschen Zwischenlager. awi

Mittlerweile abgeschaltet: das Kernkraftwerk Isar 2.

Fotos: Sybille & Alexander Tetsch (2); Xenia Ritzkowsky; Thomas Blumrich

Zulassungsfrei

JOSINA PAPENFUSS
Studentin Materialwissenschaft und Werkstofftechnik

„Wer sich dafür interessiert, innovative Materialien zu entwickeln, die nachhaltig, ressourcenschonend und recyclebar sind und sich gern interdisziplinär Wissen aneignet, dem empfehle ich den Studiengang Materialwissenschaft und Werkstofftechnik. Materialien so zu designen, dass sie für ihren Verwendungszweck mit optimalen Eigenschaften ausgestattet sind, ist zudem ein wesentlicher Inhalt des Studiums. Ein weiterer Grund: Das Klima unter Studierenden und Lehrkräften ist freundlich und fröhlich." sn

BERUFSSCHULLEHRER:IN
Sehr gute Berufschancen

Keine Energiewende, keine Verkehrswende, keine Bauwende, kein Klimaschutz ohne Berufsschullehrer:innen. Sie bilden jene Generation junger Fachkräfte aus, die ressourcen- und klimaschonende Technologien und Technik in die Praxis überführen. Zudem kann man als Berufsschullehrer:in seine naturwissenschaftlichen und technischen Interessen mit der sinnstiftenden Aufgabe verknüpfen, junge Menschen ins Berufsleben zu führen. Die Aussichten in Berlin sind fantastisch, inklusive guter Bezahlung und möglicher Verbeamtung.

An der TU Berlin kann man zwischen sieben zulassungsfreien Bachelor-Lehramtsstudiengängen für berufliche Schulen wählen: Bautechnik, Elektrotechnik, Fahrzeugtechnik, Informationstechnik, Land- und Gartenbauwissenschaft/Landschaftsgestaltung, Medientechnik und Metalltechnik. sn
tu.berlin/go34921/

ANNA VULETIC
Studentin Verkehrswesen

„Der Studiengang hat viele Vorteile: Er bietet große Freiheiten bei der Wahl der Module, da es nicht so viele Pflichtmodule gibt wie in anderen Studiengängen. Dadurch kann man sich gezielt mit jenen Themen beschäftigen, die zu den eigenen beruflichen Vorstellungen passen. Diese Fokussierung führt mich ohne zeitraubende Umwege direkt zu meinem Masterstudium der Luft- und Raumfahrtechnik. Dank TU-Studienberatung bin ich auf den Studiengang Verkehrswesen aufmerksam geworden." sn

Zusammen mit der Nationalparkverwaltung auf Galapagos wollen die Forscher:innen den einzigartigen Scalesia-Wald restaurieren.

Außergewöhnliche Studienorte

Scalesia-Wald und Stolper Feld

Wie das Studium an der TU Berlin Laura Bley auf die Galapogos-Inseln führte und Felix Mehring zum Mitgründer eines Vereins für solidarische Landwirtschaft werden ließ

Auf ihren Tauchgängen schwamm sie mit Riesenschildkröten, sah Hammerhaie und Rochen. Und wenn Laura Bley morgens ihr Quartier in der Charles-Darwin-Forschungsstation auf Santa Cruz – der zweitgrößten Insel des Galapagos-Archipels – verließ, musste sie Meeresechsen ausweichen. „Das war beeindruckend", sagt Laura Bley. Aber was sie dann doch am meisten berührt habe, seien die wunderschönen Scalesia-Wälder gewesen. „Sie sind endemisch, das heißt, sie kommen nur auf Galapagos vor und weisen eine hohe Vielfalt an Tier- und Pflanzenarten auf."

Doch die Scalesia-Wälder sind massiv bedroht – und das war auch der Grund, weshalb Laura Bley ihr Studium der Ökologie und Umweltplanung für zweieinhalb Monate von der TU Berlin auf Santa Cruz verlegte. Bedroht wird der Wald der Scalesia pedunculata durch die Brombeere (Rubus niveus). Diese wurde eingeschleppt durch Einwanderer Ende der 1960er-Jahre.

Unter dem Brombeerdickicht „ersticken" jährlich fünf Prozent der Wälder. Wuchert die Brombeere ungehindert weiter, dann ist dieses einzigartige Ökosystem in den nächsten 20 Jahren vernichtet. Und weil in der Natur alles mit allem zusammenhängt, sind vom Verschwinden der Scalesia auch endemische Vogelarten wie einige Arten des berühmten Darwinfinken und der Rubintyrann bedroht. Die Scalesia-Wälder sind ihre Brutgebiete und ihr Lebensraum.

Martin Kaupenjohann, Professor für Bodenkunde, dessen Vorlesungen Bley besuchte, hatte Kontakt zu Heinke Jäger, einer Wissenschaftlerin, die seit Jahren an der Charles-Darwin-Forschungsstation zur Bedrohung und Restaurierung der Scalesia-Wälder forscht. Wie die Brombeere die Nährstoffgehalte im Boden verändert, welche Rolle der Boden überhaupt für den Fortbestand der Scalesia spielt, diese Forschungen sollten intensiviert werden. So entstand die Idee, dass im Rahmen eines Praktikums der Boden in den Scalesia-Wäldern untersucht werden sollte. Martin Kaupenjohann und Heinke Jäger setzten alles daran, dass Laura Bley ihr Praktikum auf der Charles-Darwin-Forschungsstation absolvieren konnte.

> *Scalesia-Wälder kommen nur auf Galapagos vor.*
>
> **Laura Bley, TU-Studentin**

Wie den Wald renaturieren?

Im Februar 2023 flog Bley auf die Galapagos-Inseln. Einen Teil ihrer Zeit verbrachte sie auf den Forschungsflächen, die Jäger in Zusammenarbeit mit der Nationalparkverwaltung auf Galapagos bereits 2014 angelegt hatte, um Erkenntnisse zu gewinnen, wie der Scalesia-Wald renaturiert werden kann.

Die Forschungsflächen sind zweigeteilt: Auf der einen Hälfte werden die Brombeeren regelmäßig entfernt, auf der anderen lässt man sie wuchern. Sowohl von den Flächen, wo die Brombeere bekämpft wird, als auch von denen, wo sie nicht bekämpft wird, nahm Laura Bley Boden- und Blattproben von der Brombeere sowie der Scalesia. Und sie setzte sogenannte Ionenaustauscherharz-Beutel in die Böden ein, die sie nach sechs Wochen wieder herausnahm. Mit ihnen

Fotos: privat; Christian Kielmann; Josefina Fernández

Felix Mehring studiert Ökologie und Umweltplanung. Sein Verein „FrohLaWi e. V.“ baut Gemüse für 100 Menschen in Frohnau und Umgebung an.

TU-Studentin Laura Bley nimmt Bodenproben in den bedrohten Scalesia-Wäldern auf Galapagos. Eingeschleppte Pflanzen „ersticken“ dort jährlich fünf Prozent dieser Wälder. Auch seltene Vögel sind bedroht.

wird untersucht, welche Nährstoffe im Boden gelöst sind und somit von den Pflanzen aufgenommen werden können. Die Bodenproben wog, siebte und trocknete Bley.

Seit ihrer Rückkehr nach Berlin Mitte April analysiert Bley nun die Pflanzen- und Bodenproben im Labor auf ihren Nährstoffgehalt. Die Analysen sollen helfen, die Frage zu beantworten, ob die Brombeere den Nährstoffgehalt des Bodens verändert. „Das wäre problematisch, denn die Scalesia ist an nährstoffarme Böden angepasst. Ein erhöhter Nährstoffgehalt würde sie zusätzlich negativ beeinflussen“, sagt Bley.

Die Arbeiten auf Galapagos werden nun die Grundlage für ihre Bachelorarbeit. Doch der Gewinn für Bley aus dieser Zeit geht weit darüber hinaus. Sie erlebte, wie hart Forschung sein kann und wie aufreibend es ist, Gelder einzuwerben. Und dass die Bewahrung der einzigartigen Natur auf Galapagos auch dem Idealismus der internationalen Wissenschaftler:innen zu verdanken ist.

Ein Studienprojekt mit Folgen

Nicht ganz so weit wie Laura Bley hat es Felix Mehring verschlagen. Der TU-Student ist an Berlins nördlicher Stadtgrenze aktiv. Genauer: am Stolper Feld. Da, wo jahrelang nur Maisfelder das Auge langweilten, wachsen heute Tomaten, Rote Bete, Sellerie, Petersilienwurzel, Kresse und neuerdings auch Kartoffeln, Kürbis und Kohl. Es ist Gemüse für 100 Menschen, die alle Mitglieder des Vereins „FrohLaWi e. V.“ sind.

Die Abkürzung steht für „Solidarische Landwirtschaft für Frohnau und Umgebung“. Der Verein hat sich der Versorgung seiner Mitglieder mit regionalem, saisonalem und ökologisch nachhaltig angebautem Gemüse verschrieben. Gesunde Ernährung und eine die Biodiversität fördernde Landwirtschaft stehen im Vordergrund.

> ***Wir wollten wissen, wie ein am Naturschutz orientierter Gemüseanbau unser kleines Ökosystem verändert.***
>
> **Felix Mehring, TU-Student**

Ein Vogelschutzexperte beobachtete in der Waldgegend um die Felder sieben zusätzliche Brutvogelarten, deren Vorhandensein er auf die vom Verein ausgesäte Blühmischung zurückführte. Die hochstehenden Gräser böten den Vögeln einen Rückzugsraum zum Brüten.

Dass es den Verein gibt, ist jungen Menschen wie Felix Mehring und Professoren wie Martin Kaupenjohann zu verdanken. Mehring studiert Ökologie und Umweltplanung an der TU Berlin und belegte bei Kaupenjohann die Fachrichtung Bodenkunde. „Martin Kaupenjohann hatte ein Studienprojekt konzipiert, in dem sich unter seiner Anleitung 20 Studierende mit den Folgen einer Maismonokultur auf dem Stolper Feld beschäftigten. Diese war über viele Jahre auf Ertragsmaximierung ausgerichtet. Das Studienprojekt befasste sich damit, wie ein Gemüseanbau, der sich am Naturschutz orientiert, dieses kleine Ökosystem verändern würde“, erzählt Mehring am Küchentisch seiner WG in Friedrichshain. Die wissenschaftliche Durchdringung der damit einhergehenden Fragen fesselte Mehring.

Durch die Initiative von Kaupenjohann wurde aus dem Studienprojekt schließlich im Oktober 2020 der Verein, zu dessen Gründungsmitgliedern Mehring zählt. „Martin Kaupenjohann gelang es, bei uns Studierenden diesen Impuls zum Handeln auszulösen“, sagt Mehring. Kaupenjohann erkannte in den Studierenden, was sie könnten und nicht das, was noch nicht. Auch habe er immer das Gefühl vermittelt, dass Studierende für ihn ein Gewinn seien.

Viele Demos, keine Wirkung

Die Arbeit im Verein, in dem Mehring Vorstandsmitglied ist, wurde für den 26-Jährigen zum Ruhepol. Vorausgegangen war eine lange Phase des Suchens nach einem Lebensstil, der die Umwelt schont. Schon als Kind interessierte er sich für die Natur, schaute mit Begeisterung Dokus und lief bei Wanderungen mit den Eltern nicht missmutig hinterher.

Dass man die Natur schützen müsse, stand für ihn außer Frage. Und so schonte Mehring auch sich selbst nicht, ernährte sich vegetarisch, kaufte nur noch Gebrauchtes, fuhr Rad. Er ging auf Anti-Plastik-Demos und war bei den Protesten im Hambacher Forst. Doch habe er immer mehr den Eindruck gewonnen, dass Demos nichts bewirkten. Auch dass er nach seinem Studium der Umweltplanung einmal Bauprojekte werde verhindern können, um ökologische Flächen zu retten, glaubt Mehring nicht mehr. Letztlich werde doch immer im Sinne des Bauprojektes entschieden. „Das ist frustrierend“, sagt er.

Um wie viel befriedigender war es da, als er mit seinen Kommilitonen die ersten Pfähle für den Drahtzaun einschlug, um das Gelände einzuzäunen, die ausgesäte Blühmischung kunterbunt erblühte und sie im vergangenen Frühjahr das erste Gemüse erten konnten.

Sybille Nitsche

Fotos: Roberto Ballestros; Claudius Pflug (2)

Technik & Wirtschaft

Die Welt etwas gerechter machen

Im studentischen Verein Akaflieg findet Alexander Petkov, was ihm wichtig ist: soziales Miteinander

Absolut geiles Video und super geschnitten! Mega gut! Süper!“ – so lauten die Youtube-Kommentare zu einem der Segelflug-Videos, die Alexander Petkov drehte. Eine Sequenz zeigt ihn auch selbst, wie er im Cockpit eines Segelfliegers über die Felder schwebt und in die Kamera lacht.

Das Video stammt aus einer Zeit, als Petkov noch im Segelfliegerclub Walldorf bei Heidelberg war. Seit einem Jahr aber studiert er an der TU Berlin. Aufgeben musste er sein Hobby deshalb nicht. Denn an der TU Berlin gibt es den studentischen Verein Akaflieg Berlin, wo nicht nur das Segelfliegen praktiziert, sondern auch an der Entwicklung innovativer Prototypen geforscht wird. Dass er an der TU Berlin Studium und Hobby verknüpfen kann, ist für den 20-Jährigen ein großes Glück. Er verbringt viel Zeit mit dem Segelfliegen. Beim Gleiten über Wälder und Felder findet er Ruhe.

Bei seiner Faszination für das Fliegen überrascht es, dass er nicht Meteorologie oder Luft- und Raumfahrt studiert, sondern Wirtschaftsingenieurwesen. Warum das? „Ich will durch dieses Studium verstehen, warum der Kapitalismus so funktioniert, wie er funktioniert, warum die Welt ungerecht ist. Warum die Kluft zwischen Arm und Reich ungebremst weiterwächst, um dann vielleicht Ansätze zu finden, die Welt etwas gerechter zu machen. Klingt kitschig – ich weiß, aber das ist der Grund.“ Zudem kann er in diesem Studium seinem technischen Interesse nachgehen und unter anderem aus den Studienrichtungen Elektrotechnik sowie Informations- und Kommunikationssysteme wählen.

Ob seine soziale Ader der Grund ist, dass ihm das Segelfliegen so viel Spaß macht, weil es einer ausgeklügelten Teamarbeit bedarf? Oder ob es sein soziales Gewissen formte? Schwer auszumachen. Klar ist aber, mit einem ausgeprägten Ego ist kein Hochkommen. „Teamgeist ist die Seele des Segelfliegens. Ohne den geht nichts auf dem Flugplatz. Und dieses Ineinandergreifen von vielen ist das Tolle am Segelfliegen“, sagt Petkov. Am Abend sitze man dann auf dem Flugplatzgelände bei Pritzwalk zusammen, grille und quatsche. Ein Ankerpunkt in einer Universität wie der TU Berlin mit mehr als 30.000 Studierenden, in der man sich auch ganz schön verloren fühlen kann.

Dass sich Petkov für ein Studium an der TU Berlin entschied, hat viel mit Corona zu tun. Als er 2020 sein Abitur beendet hatte, steckte Deutschland tief in der Pandemie. Nach zwei Jahren wurde es ihm in seiner Heimatstadt Heidelberg zu eng. Petkov wollte weg. Karlsruhe war zu nah an zu Hause, München zu teuer. Also wurde es die Hauptstadt und die TU Berlin. Auf die Frage, ob er seine Entscheidung bereue, antwortet er nicht. Er strahlt.

Sybille Nitsche

Der Verein Akaflieg präsentiert sich auch bei der Langen Nacht der Wissenschaften am 17. Juni 2023

Alexander Petkov ist begeisterter Segelflieger. Durch den Verein Akaflieg Berlin kann er Studium und Hobby verknüpfen.

Klimaschutz

Zentrum für innovative Forschung

Wie schützt man sich in einem Hitzesommer am besten? Das Climate Change Center (CCC) Berlin Brandenburg lässt dazu eine besondere Gesichtsmaske testen. Sie wertet elektronisch Vitalparameter aus und gibt Hinweise, wann der oder die Träger:in dehydriert ist, wann Kreislaufversagen oder Erschöpfung drohen. Getestet werden besonders hitzegefährdete Gruppen – darunter Personal aus Gesundheitsbereichen und Baugewerbe. Das Projekt, an dem Charité und Universität der Künste Berlin beteiligt sind, ist ein Beispiel inter- und transdisziplinärer Forschung, die das CCC ermöglicht. Neun Hochschulen, darunter die TU Berlin, und mehr als 30 außeruniversitäre Forschungseinrichtungen haben sich in der Gemeinschaftsinitiative CCC zusammengeschlossen, um damit die umfangreiche Expertise der Berliner und Brandenburger Wissenschaftslandschaft zur Klimakrise sichtbar zu machen.

2023 werden mehr als 20 nachhaltige CCC-Projekte zu Mobilität, Energie, Bauen und Landwirtschaft aus Mitteln des Berliner Wissenschaftssenats gefördert. Aber auch umweltpsychologische Aspekte wie Bildung, Kommunikation und Kunst als „Game Changer“ werden unter die Lupe genommen, um Maßnahmen zum Klimaschutz durch wissenschaftliches Know-how zu stützen. Den Dialog mit der Gesellschaft führt ein Expert:innenrat. Er tagte Ende März zum zweiten Mal mit einem großen Klima-Fachforum in Potsdam. Die Vernetzung fördern auch eine Expert:innen-Datenbank sowie zahlreiche internationale Kontakte. So waren die Verhaltensforscherin Elke Weber aus Princeton und Eric J. Johnson, der an der Columbia University Marketing und Decision Sciences lehrt, zu Gast in Berlin, ebenso wie eine Delegation aus Ruanda. Im Sommer wird die Alexander von Humboldt-Stiftung gemeinsam mit dem CCC ihr Residency-Programm mit zehn ausgewählten internationalen Stipendiat:innen durchführen. bih

CLIMATE CHANGE CENTER
Berlin Brandenburg

Zur Langen Nacht der Wissenschaften
am 17. Juni 2023 lädt das CCC zusammen mit dem Einstein Center for Digital Future ins Robert-Koch-Forum (Wilhelmstraße 67, nahe dem Brandenburger Tor) ein zu interaktiven Mitmachaktionen zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit.
climate-change.center

Durch den Klimawandel werden Hitzesommer weiter zunehmen. Ausreichend trinken ist dann wichtig.

Heiße Sommer

„Hitzeschutz ist Teil der Daseinsvorsorge“

Peter Bobbert, Präsident der Ärztekammer, engagiert sich im Climate Change Center. Im Interview erläutert er die Pläne für bevorstehende Hitzewellen

Warum engagieren Sie sich im Expert:innenrat des Climate Change Center Berlin Brandenburg?
Weil der Klimawandel eine existenzielle Bedrohung für die Menschheit darstellt. Bereits heute verzeichnen wir auch in Deutschland jährlich Tausende hitzebedingte Todesfälle. Wir müssen jetzt aktiv werden und endlich etwas ändern. Das schaffen wir aber nur mit vereinten Kräften. Der interdisziplinäre Ansatz vom Climate Change Center Berlin Brandenburg hat mich daher überzeugt.

Im vergangenen Jahr waren Sie an der Entwicklung von Hitzeschutzplänen für Berlin beteiligt. Warum waren diese nötig?
Zwischen 2018 und 2020 gab es in Berlin und Brandenburg geschätzt 1400 Hitzetote. Das können wir so nicht hinnehmen – insbesondere, da wir mit einer Zunahme von Hitzesommern rechnen müssen. Deswegen wurde auf Initiative der Ärztekammer Berlin, der zuständigen Senatsverwaltung sowie KLUG – Deutsche Allianz Klimawandel und Gesundheit e. V. im März 2022 das „Aktionsbündnis Hitzeschutz Berlin“ zum Schutz von Patientinnen und Patienten sowie der Bevölkerung ins Leben gerufen.

Zur Person

Peter Bobbert, seit 2021 Präsident der Ärztekammer Berlin, ist Facharzt für Innere Medizin und Notfallmedizin sowie Privatdozent für Innere Medizin an der Charité.

Für welche Gesundheitseinrichtungen gelten die Pläne?
Die auf der Website des „Aktionsbündnis Hitzeschutz Berlin“ kostenfrei angebotenen Musterhitzeschutzpläne richten sich an fünf Sektoren des Gesundheitswesens: Krankenhäuser, ambulante Praxen, Bezirksämter, stationäre Pflege und ambulante Pflege.

Was ist das Besondere an diesen Plänen?
Die Muster dienen als Grundlage für die Erstellung individueller Hitzeschutzpläne in Einrichtungen beziehungsweise Arbeitsbereichen des Berliner Gesundheitswesens. Dieses Jahr sollen Hitzeschutzmaßnahmen möglichst in große Teile der Bevölkerung getragen werden. Die Bürger:innen unserer Stadt sollen informiert werden, was konkret in Hitzeperioden zu tun ist. Wir von der Ärztekammer Berlin sind der Überzeugung, dass Hitzeschutz Teil der Daseinsvorsorge ist. Daher ist hier unseres Erachtens der neue Berliner Senat ganz besonders gefragt.

Werden wir künftig im Hochsommer mit Kühlwesten unterwegs sein?
Was wir jetzt brauchen, sind viele, manchmal auch kleine Schritte und Maßnahmen, mit denen man sich effektiv vor Hitze schützen kann. Ausreichend trinken, Räume kühl halten, auf sich und andere achten, körperliche Belastungen vermeiden und Ernährung sowie Kleidung anpassen – um nur ein paar Beispiele zu nennen.

Wie werden die Pläne umgesetzt?
Die Gesundheitseinrichtungen können sich die Musterpläne herunterladen und diese an ihre spezifischen Bedürfnisse anpassen. In diesem Mai werden außerdem bis zu 40 Akteur:innen aus dem Berliner Gesundheitswesen bei uns in der Ärztekammer Berlin zusammenkommen und darüber berichten, wie die Pläne in den einzelnen Einrichtungen im vergangenen Jahr umgesetzt wurden.

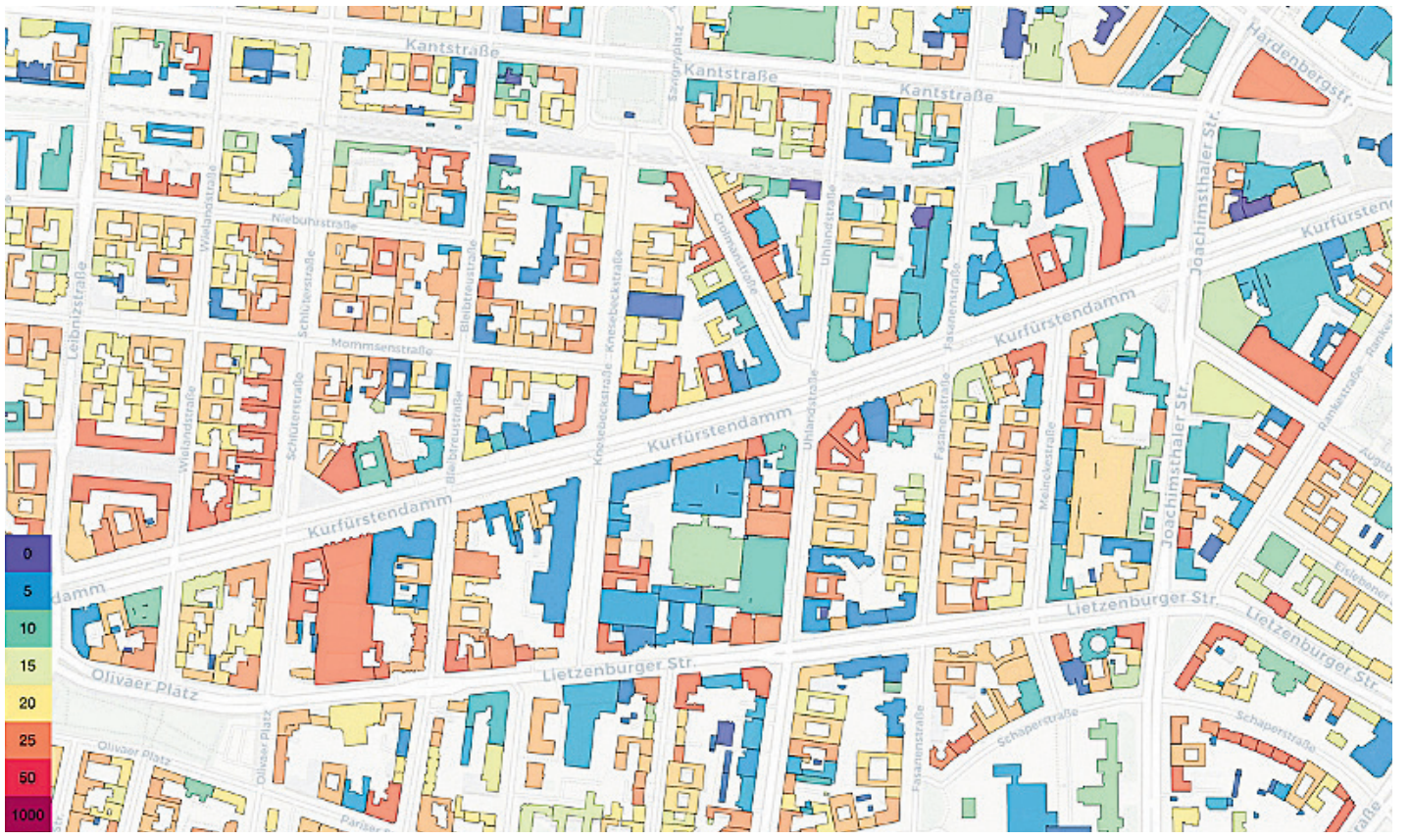
Gibt es noch Verbesserungsbedarf?
Selbstverständlich – den gibt es immer. Daher werden wir uns jetzt darüber austauschen, was gut und was weniger gut gelaufen ist. Uns war es wichtig, schnell ins Handeln zu kommen, denn wir haben keine Zeit mehr zu verlieren.

Welchen Input erhalten Sie von den wissenschaftlichen Projekten des Climate Change Centers für den Gesundheitsbedarf?
Es ist mittlerweile unbestreitbar, dass die Menschheit seit Beginn der Industrialisierung Hauptverursacherin des Klimawandels ist. Dennoch haben viele bis heute Zweifel daran. Mit Argumenten kann man leider zu oft nicht viel erreichen. Ich hege aber die Hoffnung, dass wissenschaftliche Lösungen und insbesondere technische Innovationen die Chance bergen, auch die zweifelnden Menschen zu überzeugen und ihnen vor allem zu zeigen, dass es auch anders, dass es besser geht. Wir müssen verstehen, dass wir unsere Lebensgrundlage nicht weiter zerstören dürfen.

Im CCC-Forschungsprojekt „Heat and Health“ der Charité werden auch Erkenntnisse aus der Weltraummedizin ausgewertet; zum Beispiel mögliche Verhaltensänderungen bei Hitzewellen und wie sich Menschen an Extrembedingungen anpassen können. Ist das wirklich schon so weit gekommen?
Auch wenn die Bedingungen noch nicht so lebensfeindlich wie im Weltraum sind, sind wir sicherlich gut beraten, uns auch auf Szenarien einzustellen, die wir uns gegenwärtig noch nicht vorstellen wollen. Unsere Erfahrungen mit der Covid-19-Pandemie haben uns jedoch gelehrt, dass es besser ist, vorbereitet zu sein.

Interview: Birgit Holthaus

Fotos: iStock / franz12; André Wagenzik



Eine Grafik aus der Datenbank EUBUCCO zeigt den Gebäudebestand in Charlottenburg mit Angaben zu Alter, Höhe oder Funktion.

Grafik: eubucco.com; Fotos: MCC; Jorit Aust; Ulrich Dahl; Christian Kielmann

Klimaneutral bauen

200 Millionen europäische Gebäude im Blick

Eine neue Datenbank liefert erstmals detaillierte Informationen, die bei der nachhaltigen Immobilien-Bewirtschaftung helfen

Wie alt ist ein bestimmtes Gebäude in Paris, in Barcelona oder in Berlin? Die neue europaweite Datenbank EUBUCCO gibt jetzt detaillierte Auskunft über rund 209 Millionen Gebäude in 27 Ländern der Europäischen Union und der Schweiz. Die Datenbank soll eine zentrale Grundlage bieten zum Beispiel für die Analyse von Energiesystemen oder die Einschätzung von Naturkatastrophen. Ein Forscherteam unter Leitung von Felix Creutzig, Professor für Ökonomie der Nachhaltigkeit im Siedlungswesen an der TU Berlin sowie wissenschaftlicher Koordinator des Climate Change Center Berlin Brandenburg (CCC), hat die Datenbank erstellt. Nun wurde der Forschungsbericht in der Nature-Publikation „Scientific Data“ veröffentlicht.

„Die klimaneutrale Bewirtschaftung von Immobilien ist ein lokales und globales Problem, für das es verlässliche, leicht nutzbare und offen zugängliche Datensätze geben muss“, erklärt der Erstautor der Studie, Nikola Milojevic-Dupont, ebenfalls von der TU Berlin. „Selbst für Europa, wo es die besten Daten weltweit gibt, war es schwierig, Daten aus mehreren Ländern gemeinsam zu finden und zu nutzen. Die vorhandenen Daten stammen meist aus unkoordinierten Erhebungen. Daher wurde eine solche Fülle an Daten bisher kaum in Nachhaltigkeitsstudien genutzt. Das ist nach unserer Meinung eine große verpasste Chance.“ Co-Autor Felix Wagner von der TU Berlin fügt hinzu: „Wir haben nun die vier wichtigen Merkmale von Gebäuden – Gebäudegrundfläche, -typ, -höhe und Baujahr – gesammelt, genauer untersucht und harmonisiert.“

Dazu analysierte das Team 50 offene Behördendatensätze und OpenstreetMap-Daten. Das Ergebnis ist die Datenbank EUBUCCO, die für hochauflösende urbane Nachhaltigkeitsstudien auf kontinentaler, vergleichender oder lokaler Ebene als zentrale Quelle verwendet werden kann. Auf einer speziellen Website können Nutzer:innen diese Daten nun erkunden und herunterladen.

> *Eine solche Fülle an Daten wurde bisher kaum in Nachhaltigkeitsstudien genutzt.*

Felix Creutzig
ist Professor für Ökonomie der Nachhaltigkeit im Siedlungswesen an der TU Berlin und Gruppenleiter am Mercator Research Institute on Global Commons and Climate Change (MCC). Zudem ist er als wissenschaftlicher Koordinator des Climate Change Center Berlin Brandenburg tätig.

In der Regionalplanung beispielsweise können hochauflösende Daten über den Gebäudebestand für die Untersuchung mehrerer wichtiger Fragen verwendet werden: zum Beispiel zur Vorhersage eines notwendigen Rückbaus in Gebieten mit schrumpfender Bevölkerung. Die Zusammensetzung und Dynamik des Gebäudebestands kann außerdem als Grundlage für die Vorhersage des Materialbedarfs dienen, sowohl für das Bauen im Bestand als auch für die Errichtung neuer Gebäude. In der Energie- und Klimapolitik wiederum sind räumlich aufgelöste Daten über den Umfang und den Zustand des Gebäudebestands nützlich für die Modellierung von Energiebedarfsszenarien und von Maßnahmen zur Eindämmung des Klimawandels, die Emissionen von Treibhausgas veringern sollen. Das kann in Risikomodellen für Naturgefahren oder wirtschaftliche Schadenserhebungen im Zusammenhang mit dem Klimawandel verwendet werden.

Der Kartenausschnitt rund um den Kurfürstendamm gibt einen Überblick über das Alter der einzelnen vorhandenen Gebäude. So wird der Sanierungsbedarf anschaulich. Ablesen kann man zum Beispiel, was in absehbarer Zeit hinsichtlich Wärmedämmung und Gebäudeheizung zu erwarten ist. Ebenso detaillierte Auskunft gibt die Datenbank zu Grundfläche, Höhe oder Funktion der Gebäude, je nach Einstellung der Vorgaben – und das nicht nur für einige Straßenzüge innerhalb des Berliner Innenstadtrings, sondern für nahezu alle Gebiete innerhalb der EU und der Schweiz.

„Hochauflösende Daten zum Gebäudebestand können die Klimapolitik von Städten und Regionen unterstützen, zum Beispiel im Hinblick auf die Sanierungsstrategien von Städten wie Berlin“, erklärt Felix Creutzig. „Der Gebäudesektor kann so einen wirksamen Beitrag zu einer klimaneutralen Gesellschaft leisten.“

eubucco.com

Birgit Holthaus

Gebäude verbrauchen die meisten Ressourcen

Der ökonomische Wert des weltweiten Immobilienvermögens wird für das Jahr 2020 auf 327 Billionen Dollar geschätzt. Das entspricht fast dem Vierfachen des globalen Bruttoinlandsprodukts. Bebaute Infrastrukturen machen den größten Teil des physischen Bestands einer Gesellschaft aus. Insbesondere der Bau und die Instandhaltung von Gebäuden sind für die Hälfte des weltweiten Ressourcenverbrauchs verantwortlich. Auch entfällt auf Gebäude ein erheblicher Anteil des globalen Endenergieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen. Im Jahr 2019 waren das 31 beziehungsweise 21 Prozent.

Innovative Projekte

ÖKO-DESIGN
Pfand-Stuhl aus Industrieabfällen

Ein Stuhl aus recycelten Industrieabfällen, und es gibt auch noch Pfand! Im April erhielt die niederländische CCC-Forscherin und UdK-Professorin **Ineke Hans** für ihren Recycling-Pfand-Stuhl REX den Green Product Design 2023. 2022 war sie bereits mit dem Bundespreis Ökodesign ausgezeichnet worden. Der schicke stapelbare Stuhl aus recycelten Bürostuhlteilen, Fischernetzen oder Teppichen kann gegen Rückzahlung zurückgegeben werden. Er wird dann gereinigt, repariert, das Rohmaterial für die Neuproduktion verwendet und dann wiederverkauft. bih

ZUM SELBSTBAU
Kostengünstige Photovoltaik-Batteriespeicher für alle

Batteriespeicher zum Selberbauen, kombiniert mit einer einfachen und robusten Photovoltaik-Anlage sollen den weltweit wachsenden Bedarf an Strom durch erneuerbare Energien kostengünstig decken. Sie werden in einem CCC-Projekt von der TU-Elektrotechnik-Professorin **Julia Kowal** zusammen mit Sibylle Dieckerhoff (TU Berlin) und Melanie Jaeger-Erben (BTU Cottbus) entwickelt. Die Bauanleitung des Open-Battery-Projekts wird im Internet veröffentlicht. bih

KREISLAUFWIRTSCHAFT
Holz als zentraler Baustoff der Zukunft

Beton, Zement, Stahl und viele Dämmstoffe sind auch durch Holz oder andere Naturfasern ersetzbar. „Urban Timber“ heißt das CCC-Projekt, in dem sich TU-Architektin **Kim Gundlach** mit Holz als zentralem Baustoff für klimaneutrales Bauen der Zukunft beschäftigt. Zusammen mit TU-Professor **Eike Roswag-Klinge** bringt sie Akteure der Region zusammen, vom Forstbetrieb bis zum Zimmermeister, um eine Kreislauf-Bauwirtschaft zu fördern. bih

Wissenschaftspreis

Doppelt erfolgreich

Ausgezeichnet: Bénédicte Savoy (l.) und Anja Wagemans.

Grund zum Jubeln hatte die TU Berlin am Abend des 2. Mai 2023. Kai Wegner, der neue Regierende Bürgermeister Berlins, verlieh im Roten Rathaus beide Berliner Wissenschaftspreise an TU-Forscherinnen. Den mit 40.000 Euro dotierten Hauptpreis erhielt die international hochangesehene Kunsthistorikerin Bénédicte Savoy, die zu historischen Verlagerungen von Kulturgütern forscht und eine führende Rolle in den aktuellen Debatten zu Sammlungsgeschichte und Restitution spielt. Mit dem Nachwuchspreis, dotiert mit 10.000 Euro, wurde die Lebensmitteltechnologin und Juniorprofessorin Anja Maria Wagemans ausgezeichnet. Sie forscht mit ihrem Team an neuartigen Biomaterialien und entwickelt innovative und nachhaltige vegane beziehungsweise vegetarische Lebensmittel. Ausgewählt wurden sie von einer hochrangigen Jury unter Vorsitz von Christoph Markschies, dem Präsidenten der Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften.

Die beiden Wissenschaftlerinnen“, so Kai Wegner, „erzielen mit ihrer Forschung Meilensteine und setzen neue gesellschaftliche Impulse. Bénédicte Savoy leistet einen entscheidenden Beitrag zur Aufarbeitung europäischer Kolonialgeschichte und zu einer aufgeklärten Kulturpolitik. Anja Maria Wagemans befasst sich mit einem Zukunftsthema an der Schnittstelle von Gesundheit, Ernährungspolitik und Nachhaltigkeit, das an Bedeutung gewinnen wird und das die Lebenswirklichkeit vieler Berliner:innen ganz unmittelbar trifft.“ Der Preis honoriert neben der Exzellenz auch die mögliche praktische Umsetzung der Forschung. Bénédicte Savoys Arbeit führte unter anderem zur erstmaligen Rückgabe einiger Kunstgegenstände durch Frankreich und Deutschland an Afrika. Anja Wagemans kooperiert erfolgreich mit Startups und konnte so bereits einige Produkte zur Marktreife bringen. TU-Präsidentin Geraldine Rauch gratulierte den Forscherinnen zu der doppelten Anerkennung. „Eine große Ehre für die TU Berlin, deren breites Themenspektrum damit dokumentiert wird.“

Patricia Pätzold

Weitere Infos und Interview:
tu.berlin/go219964/

Struktur des Proteins HSP90, das besonders von Tumorzellen benötigt wird. Das kleine rote Molekül in der Mitte mit den sechseckigen Ringen könnte die Funktion von HSP90 hemmen. Es wurde mit Hilfe von Maschinellem Lernen gefunden.

Künstliche Intelligenz

Tabletten gegen Krebs aus dem Rechner?

Im Exzellenzcluster „Unifying Systems in Catalysis“ (UniSysCat) forscht **Ariane Nunes Alves** mit Methoden des Maschinellen Lernens an Arzneistoffen

Frau Nunes Alves, Ihre Arbeitsgruppe erforscht unter anderem Grundlagen für neue Medikamente. Doch der Exzellenzcluster, dessen Mitglied Sie sind, beschäftigt sich mit Katalysatoren …
Die Öffentlichkeit kennt vor allem Katalysatoren, die etwa in Autos eingebaut werden. Aber es gibt auch biologische Katalysatoren, die sogenannten Enzyme. Davon gibt es Tausende im Körper und wir kennen sie längst nicht alle. Sie sind für das Leben fundamental wichtig und damit natürlich auch Ansatzpunkte für die Pharmaforschung.

An welchen Medikamenten arbeiten Sie derzeit?
Zwei Masterstudierende von mir arbeiten gerade an dem Protein HSP90, ein Hitzeschock-Protein. Es sorgt dafür, dass sich andere Proteine nach starker Hitzeeinwirkung wieder in ihre ursprüngliche Form zurückfalten. HSP90 wirkt also genau gemäß der Definition für einen Katalysator. Es bewirkt etwas, bleibt dabei aber selber unverändert.

Zur Person

Ariane Nunes Alves
promovierte an der Universität von São Paulo (Brasilien) in Biochemie und forschte als Postdoc am Heidelberger Institut für Theoretische Studien (HITS). Seit Juli 2021 leitet sie die Junior-Arbeitsgruppe Theoretische Strukturbiologie an der TU Berlin und ist Mitglied des Exzellenzclusters UniSysCat, der an der TU Berlin angesiedelt ist.

Jetzt haben Sie von einem Protein geredet und nicht von einem Enzym …?
Die meisten Enzyme sind Proteine. Das Protein HSP90 wirkt als Enzym, als Bio-Katalysator. Das Spannende ist, dass Krebszellen viel mehr davon bilden als andere Zellen. Offenbar ist HSP90 wichtig für die Krebszelle. Wenn wir also einen Stoff finden, der die Produktion oder die Funktion von HSP90 hemmt, hätten wir ein mögliches neues Krebsmedikament.

Jetzt arbeitet Ihr gesamtes Team gar nicht im Labor, sondern am Computer. Was tun Sie da?
Wir verwenden Computer, um die Wechselwirkung von Stoffen mit Proteinen zu verstehen. Wie gut ein Stoff die Funktion eines Proteins hemmt, hängt von seinen chemischen Eigenschaften ab. Verbindet er sich nur mit dem Zielprotein oder kann er auch andere Proteine angreifen? Das würde zu unerwünschten Nebenwirkungen führen. Wichtig ist auch, wie leicht sich der Stoff wieder vom Protein löst. Dann hemmt er es nicht mehr … und könnte woanders Schaden anrichten.

Müssen dafür nicht vorher alle chemischen Eigenschaften des Stoffs bestimmt worden sein?
Nein, das ist ja das Tolle. Wir können mit Methoden des Maschinellen Lernens Aussagen über die chemischen Eigenschaften eines Stoffs treffen, auch wenn er noch nicht aufwendig im Labor untersucht wurde. Das beschleunigt die Suche nach potenziellen Medikamenten mit bestimmten vorteilhaften Eigenschaften ungemein.

Wie funktioniert dieses Maschinelle Lernen?
Nehmen wir mal die Methode, die wir auch bei HSP90 anwenden. Die trägt den poetischen Namen Random Forest, also „zufälliger Wald“. Grundprinzip ist eine Baumstruktur aus Ja-Nein-Entscheidungen. Diesen Baum können wir zum Beispiel fragen, ob ein Stoff wasserlöslich ist. Er beginnt dann mit einer ersten Abfrage zu bestimmten Parametern des Stoffes, etwa zum Molekulargewicht. Ist dieses unter einer bestimmten Schwelle, ist der Stoff wahrscheinlich wasserlöslich. Liegt es darüber, ist er es eher nicht. In beiden Fällen geht es dann weiter zur nächsten Abfrage, vielleicht zur Anzahl der Wasserstoff-Atome, und so weiter.

Erinnert mich an Psychologie-Selbsttests in Zeitschriften …
Ja, genau! Bin ich intro- oder extrovertiert? Und dann das Ja-Nein-Diagramm: Gehst du auf Partys gleich auf Leute zu? Machst du Smalltalk bei der Friseur:in? Und jeder Pfad führt zu einer Auswertung.

Aber was ist das Zufällige an Random Forest?
Zunächst trainieren wir das Programm mit Daten von bereits gut untersuchten Substanzen, um die Schwellenwerte so anzupassen, dass deren Stoffeigenschaften richtig vorhergesagt werden. Am Ende wollen wir aber die Eigenschaften von nicht untersuchten Substanzen voraussagen. Deshalb verwenden wir nicht einen Entscheidungsbaum, sondern einen ganzen Wald. Jeder der Bäume wird mit einer zufälligen Teilmenge der Parameter und den dazugehörigen Trainingsdaten erstellt, damit die Bäume unterschiedlich sind. Am Schluss nehmen wir den Durchschnitt der Endergebnisse aller Bäume. Mit der Einführung des Zufalls passen wir uns quasi an das Unbekannte an, und der Mittelwert aus vielen Antworten sorgt für die größte Verlässlichkeit.

Haben Sie so auch schon einen Stoff gefunden, der HSP90 hemmt?
Tatsächlich haben wir, allerdings noch im Bereich der Grundlagenforschung, einen Kandidaten, ein Derivat des Stoffes Indazol. Ein paar andere mit Hilfe des Maschinellen Lernens gefundene potenzielle Medikamente befinden sich aber schon in der klinischen Testung, etwa ein Mittel gegen verschiedene Tumorarten.

Interview: Wolfgang Richter

Fotos: Landesarchiv Berlin / André Wunstorf; Sarah Böning; Isabel Lacurie

Kognitive Prozesse

Denken am Rande des Chaos

Wie das Schwarmverhalten von Fischen uns ein Modell für die Informationsübertragung in unserem Gehirn liefern könnte

Haben Sie auch das Gefühl, dass Ihr Gehirn oft am Rande des Nervenzusammenbruchs arbeitet? Damit könnten Sie gar nicht so falsch liegen – jedenfalls nach neuesten Forschungsergebnissen des Exzellenzclusters „Science of Intelligence“ (SCIoI), das an der TU Berlin angesiedelt ist. Die Wissenschaftler:innen haben eigentlich ein Phänomen untersucht, das in den Baños del Azufre auftritt, einem etwa 15 Kilometer langen Flusssystem in Mexiko. In seinen vielen sauerstoffarmen Teichen mit schwefligen Quellen leben Millionen von „Schwefelmollys“. Das Schwarmverhalten dieser nur zwei bis drei Zentimeter großen Fische weist viele Parallelen zu Vorgängen in unserem Gehirn auf.

Die Schwefelmollys sind tagsüber fast immer an der Wasseroberfläche, um zu atmen, nur ab und zu tauchen sie ab zur Nahrungsaufnahme am Boden. „Für Räuber wie den Eisvogel sind die dicht an dicht liegenden Fische ein gedeckter Tisch“, sagt Biologe David Bierbach von der ebenfalls am Cluster beteiligten Humboldt-Universität zu Berlin. „Doch greift ein Eisvogel an, tauchen die Mollys in seiner Nähe ab. Das wird von den Nachbarn dieser Fische bemerkt, die nun ebenfalls abtauchen. So entsteht eine Kettenreaktion.“ Durch das rasche Abtauchen erzeugten die Fische kleine Wasserwirbel an der Oberfläche, so Bierbach. Die so entstehenden Wellen breiteten sich blitzartig aus und bildeten feinste Verästelungen. So warnen die Wellen nicht nur die weiter entfernten Fische vor dem Räuber, sondern verwirren den Eisvogel auch, sodass er im Idealfall seine Beute woanders sucht.

Und was hat dies nun mit Ihrem Gehirn zu tun? „Wir konnten zeigen, dass sich das System der Schwefelmollys bei der Entstehung der Wellen an einem kritischen Punkt befindet, an der Grenze zwischen Stillstand und Chaos“, erklärt Henning Sprekeler, Professor für Modellierung kognitiver Prozesse an der TU Berlin. „Es gibt nun eine viel beachtete Theorie, dass dies für unser Gehirn auch zutreffen könnte.“ In beiden Fällen ist ausschlaggebend, mit welcher Verstärkung Signale weitergegeben werden.

Wenn eine Nervenzelle im Gehirn durch einen Stromimpuls im Mittel nur eine weitere Nervenzellen anregt, beziehungsweise ein Fisch im Wasser durch sein Abtauchen im Mittel nur einen Nachbarn, beträgt die Stärke der Signalübertragung gerade 100 Prozent. Liegt die Übertragungsrate deutlich niedriger, wird sich das Signal schnell totlaufen. Ist sie höher, wird das System von einer Signallawine überrollt, in der die eigentliche Information untergeht. Weil sich alle Phänomene nur an der zweidimensionalen Wasseroberfläche abspielen, war das System der Schwefelmollys ideal, um mithilfe von Kameraaufnahmen ein mathematisches Modell davon zu bauen. Darin eingegangen sind Parameter wie die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Wellen, ihre Reichweite, die Aufenthaltsdauer der Fische an der Oberfläche. Die Fische wurden im Computer einzeln als sogenannte Agenten simuliert. Das Ergebnis: Sie verhalten sich so, dass die Übertragungsrate knapp unterhalb von 100 Prozent liegt. Das sei sinnvoll, sagt Sprekeler, um zu vermeiden, dass es versehentlich ins Chaos abdriftet.

Um herauszufinden, ob dieses Verhalten das optimale ist, um die Information über den Eisvogel-Angriff möglichst rasch im Schwarm zu verteilen, trainierte Sprekelers Team ein „Neuronales Netz“ im Computer darauf, die Lösung für die effizienteste Informationsübertragung im System zu finden. Heraus kamen genau die Parameter, die die Biologen in der Natur tatsächlich beobachtet hatten. „Wir haben hier also ein biologisches System gefunden, das als Analogie zum Gehirn dienen könnte“, erklärt Henning Sprekeler. „Mit der Beobachtung von Hunderttausenden von Fischen kommen wir wesentlich näher an die 100 Milliarden Nervenzellen im menschlichen Gehirn heran, als dies bisher in Zellkulturen oder mit winzigen Sonden in echten Gehirnen gelungen ist.“

Wolfgang Richter

Der Exzellenzcluster Science of Intelligence (SCIoI)

Der Cluster ist an der TU Berlin angesiedelt. Er beobachtet, analysiert und simuliert die Prinzipien intelligenten Verhaltens, um Intelligenz besser zu verstehen und für die Technologie der Zukunft nutzbar zu machen. Durch die Beteiligung vieler Disziplinen entsteht erstmals ein einheitliches, interdisziplinäres Verständnis von Intelligenz.

Kollektives Abtauchen: Die Schwefelmollys verursachen Wellen, die Fressfeinde verwirren.

Reste einer römischen Handels- und Militärstraße auf Sardinien.

Mathematik

Optimales Kalkül

Wie die Römer über den Bau ihres Wegenetzes entschieden – und wie wir heute davon profitieren können

Waffen, Truppen und Waren schnell und gewinnbringend im Herrschaftsbereich verteilen – das war das vorrangige Ziel der Römer beim Aufbau ihres Imperiums. So schufen sie ein rund 80.000 Kilometer langes Straßennetz quer durch Europa. Es sollte möglichst effektiv der Mehrung ihres Einflusses und ihres Wohlstandes dienen. Viele dieser Straßen und Wege existieren immer noch, wurden weiter vernetzt, aus- und umgebaut, ließen anliegende Städte und Regionen aufblühen – andere sind verschwunden. Doch die Kosten-Nutzen-Analysen und Pläne, nach denen antike Bauherren und Militärs den Ausbau vorantrieben, können uns heute wertvolle Hinweise für aktuelle politische Entscheidungen geben: zum Beispiel für den Aufbau moderner Straßen-, Schienen- oder Leitungsnetze.

Forscher:innen der TU Berlin, des Exzellenzclusters Math+ und des Deutschen Archäologischen Instituts wollen daher die historischen Entscheidungsprozesse sichtbar machen, die bis heute Verkehrsfluss, Handel, Tourismus und Wohlstand beeinflussen. Dazu entwickeln sie ein mathematisches Modell sowie ein Instrumentarium, die es erlauben, fehlende Verbindungen des antiken Wegenetzes zu rekonstruieren und plausibel vorherzusagen, wo diese gelegen haben könnten.

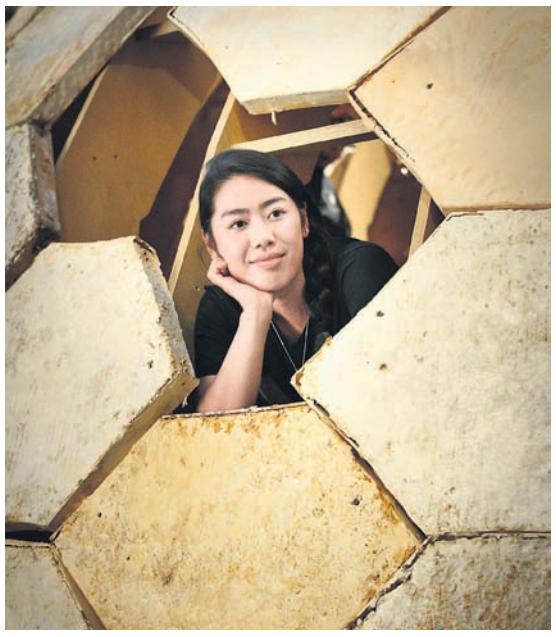
„Unser Projekt ‚Evolution Models for Historical Networks‘ betrachtet das Straßen- und Wegenetz Sardiniens, das bis heute Thema lebhafter archäologischer Debatten ist“, erklärt Max Klimm, Mathematik-Professor für Diskrete Optimierung an der TU Berlin, wo das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderte Projekt angesiedelt ist. „Die vorhandenen Karten speisen sich aus unterschiedlich gesicherten, spärlichen Daten: Sie beziehen sich auf Ausgrabungen, alte Meilensteine oder Strukturen, die nur aus der Luft oder per Bodenradar erkennbar sind sowie auf antike Reiseführer wie das sogenannte ‚Itinerarium Antonini‘.“

„Für unser Modell haben wir angenommen, dass neue Verbindungen sukzessive nach einem optimalen Kosten-Nutzen-Kalkül hinzugefügt wurden. Es schätzte Bau-, Reise- und Erhaltungskosten sowie den möglichen Nutzen aufgrund der bereits bestehenden Verbindungen ab, den sogenannten ‚Trade-off‘“, erläutert Maximilian Stahlberg, Doktorand im Exzellenzcluster Math+. „Das Gesamtnetzwerk ergibt sich dabei aus der Reihenfolge, in der die Straßen entstanden. Einen zusätzlichen Knotenpunkt an einer vorhandenen Straße zu bauen war natürlich ökonomischer als eine neue Straße an anderer Stelle, selbst wenn diese dort sinnvoller gewesen wäre.“ Die gefundene Lösung müsse also nicht die beste sein. Ihre bisherigen Erkenntnisse sowie ein Anwendungswerkzeug zur Visualisierung verschiedener Möglichkeiten haben die Forscher:innen bereits veröffentlicht.

„Das ganze Netz ist die Folge der ersten Entscheidungen, deshalb sind die ältesten gebauten Straßen besonders wichtig“, so Max Klimm zur Quintessenz der Idee: „Wir wollen auch die Konsequenzen menschlichen Handelns aufzeigen, die langfristigen Auswirkungen bestimmter Entscheidungen, sei es über den Bau von Wasserstoffnetzen, von Wohnsiedlungen oder eben von Transportwegen.“

Patricia Pätzold

Fotos: Juliane Lukuas; Wikimedia / MBoesch



Was TU-Labore bieten: ein Haus aus Pilzen, gravierte Haare und klingende Korallen.

Lange Nacht der Wissenschaften an der TU Berlin
17. Juni 2023
17 bis 24 Uhr

Geheimnisse der Forschung entdecken

Eine Nacht für die Sinne

Die TU Berlin präsentiert bei der Langen Nacht der Wissenschaften 256 Projekte in 27 Wissenschaftshäusern

Am Samstag, dem 17. Juni, spannen TU-Forscher:innen für Klein und Groß ein Netz des Wissens über Berlin und locken zur Langen Nacht der Wissenschaften Wissensdurstige in Labore und Werkstätten in Charlottenburg, im Wedding, in Mitte oder in Dahlem. Wussten Sie, dass man Schrift oder Bilder in ein menschliches Haar gravieren kann? Im Haus der Mikroskopie steht die Nano-Werkbank. Hier sehen Interessierte, wie ein fokussierter Ionenstrahl im Nanometerbereich graviert. Präzision ist auch bei den Bauingenieur:innen der TU Berlin gefragt. In der Weddinger Peter-Behrens-Halle erfahren die nächtlichen Besucher:innen mehr über Carbonbeton, bewegliche Tragwerke und wandelbare Klimahüllen. Außerdem demonstrieren Forscher:innen, wie die Schwingungen einer Brücke mit künstlichen Muskeln beruhigt werden können. In Live-Experimenten kann man die eigenen Kräfte wirken lassen.

Ob Maschinen lernen können, wie Tiere zu sehen? Im Haus der Digitalisierung wird die Sensorik neuartiger Event-Kameras vorgeführt, die der Tierwelt entlehnt ist. Statt kompletter Bilder registrieren die Kameras Lichtveränderungen auf die Millisekunde genau. Änderungen zu registrieren heißt aber nicht, Bewegung zu erkennen. Doch darauf kommt es bei technischen Systemen an. Wissenschaftler:innen erklären die Methoden, mit denen Maschinen lernen, Bewegung zu sehen. Und wenn der Wissensdurst noch nicht gestillt ist: Ein Abstecher zu den TU-Brau- und Getränketechnolog:innen bietet Einblicke in die „Seele“ des Bieres. Hier kann man die „bittere Wahrheit“ des Hopfens kennenlernen und einen Schluck des alkoholfreien TU-Bieres genießen.

Susanne Cholodnicki

Kommen und Staunen

1 Space Kids Club – Satellitenbau-Labore
Rein in Kittel, Handschuhe und Haarnetz: Im Haus der Luft- und Raumfahrt können Kinder unter Laborbedingungen einen maßstabsgetreuen Satelliten zusammenbauen.
Wo? Marchstraße 12 – 14, 10587 Berlin, Parkplatz vor dem Haus
Wann? Ab 18 Uhr, alle 60 Minuten

2 CORALS – Umweltdaten hörbar machen
Gemeinsam mit dem KI-Kompetenzzentrum BIFOLD und der Science Gallery Berlin entwickelt Künstler Marco Barotti die Klangskulptur CORALS. Daten aus Ozeanen werden zu bewegten, hörbaren und visuellen Bildern von Korallen.
Wo? Haus der Ideen, Straße des 17. Juni 135, 10623 Berlin
Wann? 17 bis 22 Uhr

3 Mini-Organe aus dem Labor reduzieren Tierversuche
Biotechnolog:innen bauen organähnliche Strukturen aus Stammzellen, um Tierversuche in der Forschung zu reduzieren. Sie sollen helfen, Infektionen oder Krebs im Knochenmark zu untersuchen.
Wo? Ackerstraße 76, 13355 Berlin
Wann? 17 bis 24 Uhr

Informationen zu Programm, Tickets und den TU-Standorten:
go.tu.berlin/lndw2023

ANZEIGE

Die schönsten Ideen für Ihre Freizeit!

im Handel erhältlich

Gleich bestellen: shop.tagesspiegel.de
Einzelpreis (Versandkostenfrei): 10,80 € (8,50 € für Abonnenten),
E-Paper 7,99 € · Bestellhotline: (030) 290 21-520

TAGESSPIEGEL UNTERWEGS

Fotos: Cathrin Bach; ZELMi; Pixabay