MAGAZIN FÜR
TECHNIK UND FORSCHUNG
#03 – 2023

SCHWERPUNKT:
UMWELT

VERLAGSPOSTAMT
1040 WIEN — P.B.B.

TUW MAGAZINE

9 190001 019048 03

UMWELT

#20 Abfallwirtschaft **#30** Energy Economics **#34** Vienna blooming **#46** Fabian Garmroudi **#62** Schmetterlingseffekt **#76** Wasserstoffautos **#84** Wilde Siedlungen **#92** Nachhaltigkeit in den USA **#108** Falling Walls Science Summit 2023

03-23

Let‘s write the future.

Mit digitalen Lösungen zur Verbesserung der Energieeffizienz.

Wo Energie verbraucht wird, kann auch Energie gespart werden. Die Verbesserung der Energieeffizienz ist der effektivste Weg, um die CO2-Emissionen zu senken. Wir bei ABB wollen die Welt in Bewegung halten und dabei jeden Tag Energie sparen. Das ist ein einfaches und realistisches Ziel – gemeinsam können wir es erreichen. Wir tun unser Bestes, doch mit Ihrer Unterstützung können wir noch mehr erreichen. Machen Sie mit und lassen Sie uns gemeinsam die Energieeffizienz verbessern. **www.abb.at**

ABB

ZUM JAHRESENDE HABEN WIR UNS noch einmal einen richtigen Brocken vorgenommen – denn das Thema Umwelt betrifft nicht nur uns alle, es ist auch eines, um das es aktuell nicht wahnsinnig viel Positives zu berichten gibt. 2023 folgte der heißeste Oktober dem heißesten September, und der wiederum dem heißesten August. Überhaupt wird das Jahr 2023 mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit das heißeste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen werden. Das hat vor allem damit zu tun, dass wir die Klimakrise nach und nach voll zu spüren bekommen. Doch statt den Kopf in den Sand zu stecken, ist die Wissenschaft dazu da, an Lösungen zu arbeiten und neue Wege aufzuzeigen. Und genau das haben wir auch als Aufgabe für dieses Magazin gewählt – denn es ist natürlich nicht unser Ansinnen, Sie voller Verzweiflung in die Feiertage zu schicken.

In diesem Magazin widmen wir uns also dem großen Thema Umwelt – und diese Umwelt ist heutzutage kaum noch vom Klima loszulösen. Wir sprachen mit Vertreter*innen aus Wissenschaft und Wirtschaft über effiziente Energie, und da ganz konkret mit „TUW Under 30"-Listmaker Fabian Garmroudi (S. 42); wir schauten uns an, welche Auswirkungen der Schmetterlingseffekt auf seine und die Umwelt im Allgemeinen haben kann (S.60); wir analysierten Antriebssysteme bei Autos, insbesondere E-Mobilität und Wasserstoff (S.78); und wir schrieben über Städtebau in Wien (S.86) und New York (S.94) sowie die Geschichte des Klimaaktivismus in Österreich (S.112).

Denn man darf nicht vergessen, dass der zivile Ungehorsam, der Vertreter*innen der „Letzten Generation" heute oft zum Vorwurf gemacht wird, in Österreich lange Tradition hat. Mit der Besetzung der Hainburger Au sowie der Volksabstimmung zum Atomkraftwerk Zwentendorf zeigte nicht nur die Zivilgesellschaft, dass sie „auch noch da" ist; diese Ereignisse prägten auch das Demokratieverständnis in Österreich. Nicht zuletzt waren sie der Grundstein für die Gründung der österreichischen Grünen.

Doch es gibt auch „leichtere Kost". Beispielsweise haben wir ein kurzes Recap (S.70) vorbereitet, was tuw.media im Jahr 2023 alles getan und gestaltet hat, und wir zeigen Ihnen, wie der Klimatag an der TU Wien abgelaufen ist (S.98). In jedem Fall soll dieses Magazin zwar durchaus Probleme aufzeigen, aber auch Lösungen anbieten – und darlegen, dass es niemandem etwas bringt, sich verzweifelt einzugraben. Es gibt viel zu tun, und wir haben mit diesem Magazin einige Aspekte aufgezeigt, wie es gehen kann.

Viel Spaß bei der Lektüre – und noch einen schönen Ausklang des Jahres 2023!

Klaus Fiala

Chefredakteur tuw.media

EIN HEISSES THEMA

003 – EDITORIAL
06 – KONTRIBUTOR*INNEN UND IMPRESSUM
08 – TUW.MEDIA DIGITAL
010 – KOMMENTAR HERAUSGEBERIN
012 – LEITARTIKEL

014
INFOGRAFIK: RECYCLING

016
DEEP DIVE: ABFALLWIRTSCHAFT

026
KLIMA UND KAPITAL

030
VIENNA BLOOMING

Luca Bierkle und Tobias Reisenbichler sind Vienna blooming. Sie haben Wien so radikal begrünt wie wohl niemand vor ihnen. „Klar", sagen sie, „das sind Utopien, aber manche können vielleicht doch wahr werden!"

036
INFOGRAFIK: ARTENVIELFALT

038
KOLUMNE: ETHIK

040
INFOGRAFIK: WASSERSTOFFAUTO

042
FABIAN GARMROUDI

045
KOLUMNE: SARAH LINK

046
KONSUMPYRAMIDE NACHHALTIGKEIT

048
ADVOICE: DIRECT AIR CAPTURE

052
TRANSFORMER-PROJEKT

Im Co-Creation-Space am Rennweg 89A im dritten Wiener Bezirk entsteht ein neuer, innovativer und kreativer Lernort für Kinder und Jugendliche, aber auch für die breite Öffentlichkeit. Gemeinsam mit Wissenschaftler*innen der TU Wien sollen vor Ort Lösungsansätze zu den Themenfeldern Klimawandel, Klimawandelanpassung und Kreislaufwirtschaft entstehen.

058
TUW ACADEMY

060
DER SCHMETTERLINGSEFFEKT

063
SPLITTER 1

064
INFOGRAFIK: KLEIDUNG

066
INFOGRAFIK: MIKROPLASTIK

070
RECAP: 2,5 JAHRE TUW.MEDIA

078
WASSERSTOFFAUTOS

Bis 2030 soll es für alle Modelle der Jaguar-Land-Rover-Gruppe eine elektrische Alternative geben. Doch das britische Unternehmen ist mit dieser Idee nicht allein, auch viele andere Autokonzerne sehen in der Elektromobilität die Zukunft. Dabei gibt es schon seit Längerem eine Alternative, die Wasserstoff-Brennstoffzelle. Doch wie zukunftstauglich ist diese Technologie wirklich?

082
BALKONKRAFTWERKE

084
SPLITTER 2

086
WILDE SIEDLUNGEN IN WIEN

090
KOLUMNE: FLORIAN AIGNER

092
NEUES AUS DER TU WIEN

094
NACHHALTIGKEIT IN DEN USA

Die USA gelten als rückständig, wenn es um den Klimaschutz geht. Tatsächlich liegen sie in vielen Sektoren weit hinter anderen Industrienationen. Doch jüngste Gesetzespakete und eine tief verwurzelte Klimalobby machen Hoffnung auf einen Wandel.

097
INFOGRAFIK: ARTENVIELFALT

098
KLIMATAG TU WIEN

100
ADVOICE: WOODCOMP3D

104
BILLION OYSTER PROJECT

108
FALLING WALLS SCIENCE SUMMIT

112
ENGAGEMENT FÜR VERÄNDERUNG

120
RÄTSEL

KONTRIBUTOR*INNEN

Für unsere dritte Ausgabe im Jahr 2023 haben wir uns dem Thema Umwelt gewidmet. Um so viele verschiedene Aspekte und Perspektiven wie möglich zu sammeln, haben wir erneut schlaue Köpfe gebeten, ihre Gedanken mit uns zu teilen.

Florian Aigner ist Physiker, Autor und Wissenschaftspublizist. An der TU Wien bildet er als Wissenschaftsredakteur die Schnittstelle zwischen Forschung und Wissenschaftsjournalist*innen. 2021 wurde Aigner der Kardinal-Innitzer-Preis verliehen.

Mattias Lindström is a Swedish Artist based in Barcelona. His digitally spray painted images are a colorful melting pot of pop culture, nature, surrealism, and classic art.

TUW MAGAZINE

Verleger, Herausgeber, Medieninhaber und Hersteller:

FEB29 Medien- und Verlags GmbH
Liniengasse 2b/14
1060 Wien

&

Technische Universität Wien
Karlsplatz 13
1040 Wien

Verlags- und Herstellungsort
1060 Wien (FEB29 Medien- und Verlags GmbH)

Geschäftsführung
Heidi Aichinger, Klaus Fiala

Herausgeberschaft
Heidi Aichinger, Sabine Seidler

Chefredaktion
Klaus Fiala, Herbert Kreuzeder

Chief Revenue Officers
Michael Kaiser, Wolfgang Scheikl

Leitende Redaktion
Sarah Link, Lela Thun

Sales
Bastian Hildebrand

Redaktion und Autor*innen
Florian Aigner, Ekin Deniz Dere, Anika Fallnbügel, Erik Fleischmann, Elena Kappel, Sonja Murczek, Thomas Pressberger, Sarah Sendner, Edith Wildmann

Kolumnist*innen
Florian Aigner, Bettina Enzenhofer, Wolfgang Güttel, Sarah Link, Marjo Rauhala

Leitung Fotografie
Katharina Gossow

Fotograf*innen
Gianmaria Gava, Leonhard Hilzensauer, David Višnjić

Grafikdesign
Valentin Berger (Leitung), Emin Hamdi, Friedrich Indich, Kimberly Javier, Sonja Stoppe

Illustrationen
Mattias Lindström

Cover
Mattias Lindström

Lektorat
Nikolaus Horak (Leitung), Bernhard Paratschek, Sabine Till

Abo-Service
abo@tuw.media

Druck
Ferdinand Berger & Söhne GmbH, Wiener Straße 80 3580 Horn

Wir suchen für unsere Forschungs- und Entwicklungsstandorte in Oberösterreich und Wien:

Web Frontend Developer (m/w/d)

Im Team konzentrierst du dich auf die Eigen- bzw. Weiterentwicklung unserer Webanwendungen auf Angularbasis. Dabei bist du in den gesamten Entwicklungsprozess eingebunden. Dein gut begleitetes Onboarding findet in Wels statt, danach kannst du gerne auch nach Wien wechseln.

DevOps Engineer Solar Energy (m/w/d)

Zu deinen Aufgaben zählen schon bald die Unterstützung und Aktualisierung der DevOps-Toolchain und CI/CD sowie die Konzeption und Implementierung von neuen Systemen. Außerdem sorgst du für den nötigen Know-how-Transfer zwischen Entwicklung und DevOps-Team.

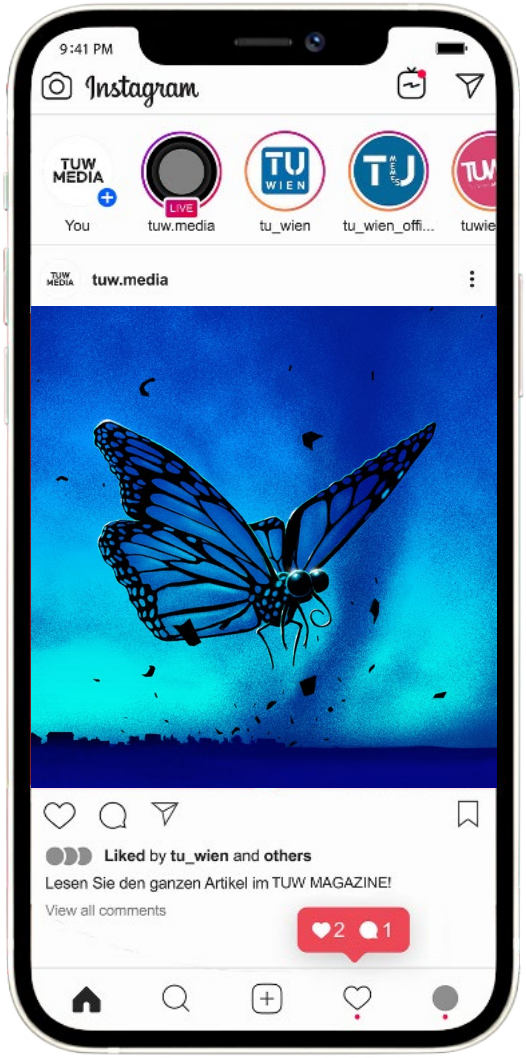
Software Engineer Solar Energy (C#/.NET) (m/w/d)

Wir entwickeln die Solar-IoT-Plattform der nächsten Generation und sind Schnittstelle zwischen unseren weltweit verteilten Photovoltaik-Systemen und unserem Kundenportal Solar.web. Als Teil unseres Teams wirkst du an der Umsetzung innovativer Ideen in unserem Cloud System mit.

Für alle angeführten Positionen liegt der Einstiegswert (Bachelor-Absolvent/-innen) bei mindestens 3.575,- Euro. Die genaue Höhe hängt von deiner Qualifikation und Erfahrung ab. Mehr Infos zu den ausgeschriebenen Stellen und viele weitere Jobangebote findest du hier: www.fronius.com/karriere

LET'S GO DIGITAL

Dieses Magazin ist nur der Anfang. Denn tuw.media versteht sich als multimediales Medienprojekt und hat daher auch – ganz, wie es sich gehört – einiges an digitalem Content zu bieten. Schauen Sie auf unserer Website tuw.media vorbei oder besuchen Sie unsere Social-Media-Kanäle: @tuw.media!

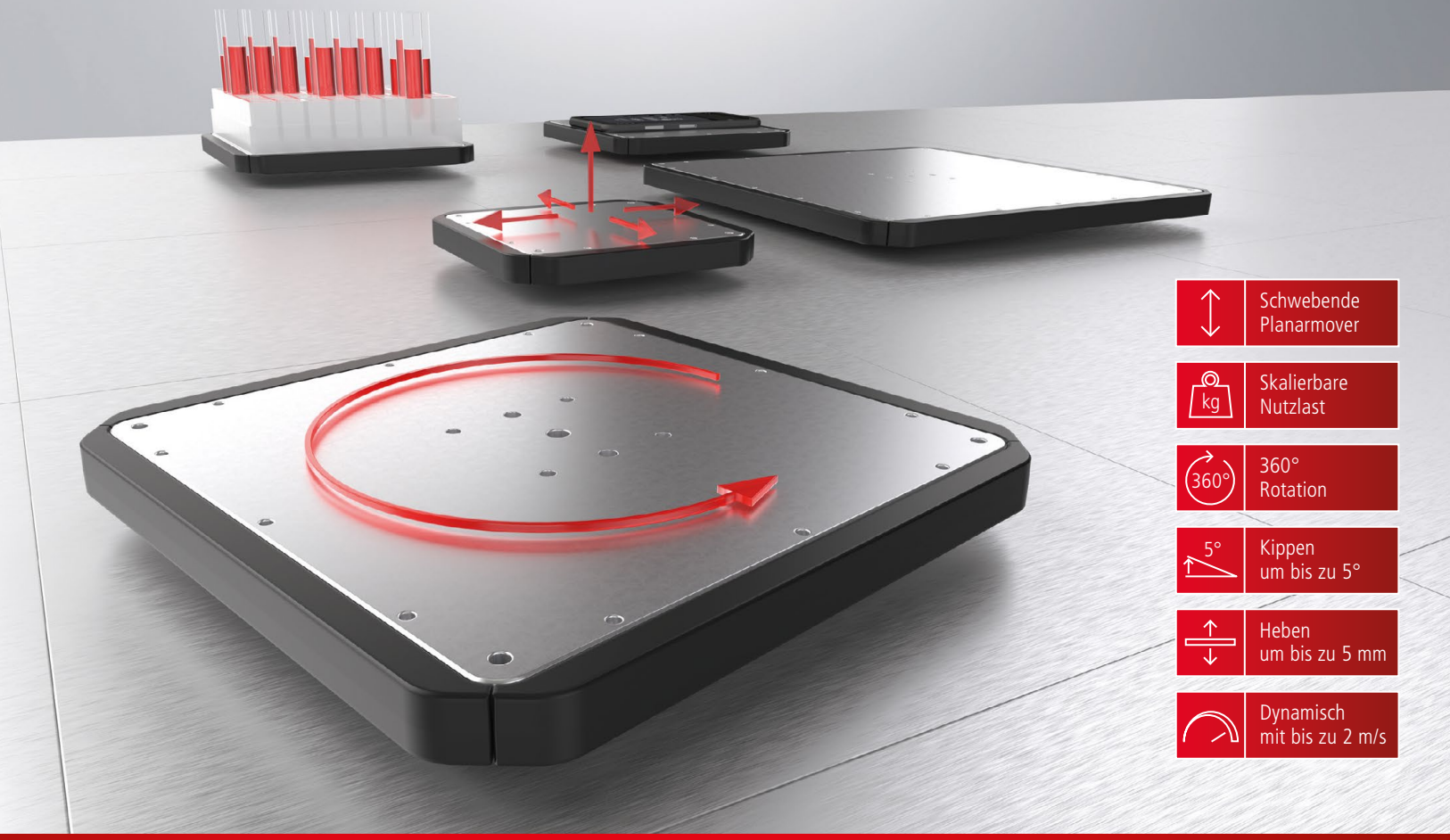


WWW.TUW.MEDIA

| AT11-196 |

XPlanar®: Schwebend, kontaktlos, intelligent!

Freie 2D-Produktbewegung mit bis zu 6 Freiheitsgraden



- Schwebende Planarmover
- Skalierbare Nutzlast
- 360° Rotation
- Kippen um bis zu 5°
- Heben um bis zu 5 mm
- Dynamisch mit bis zu 2 m/s

XPlanar eröffnet neue Freiheitsgrade im Produkthandling: Frei schwebende Planarmover bewegen sich über individuell angeordneten Planarkacheln auf beliebig programmierbaren Fahrwegen.

- Individueller 2D-Transport mit bis zu 2 m/s
- Bearbeitung mit bis zu 6 Freiheitsgraden
- Transport und Bearbeitung in einem System
- Verschleißfrei, hygienisch und leicht zu reinigen
- Beliebiger Systemaufbau durch freie Anordnung der Planarkacheln
- Multi-Mover-Control für paralleles und individuelles Produkthandling
- Voll integriert in das leistungsfähige PC-basierte Beckhoff-Steuerungssystem (TwinCAT, PLC IEC 61131, Motion, Measurement, Machine Learning, Vision, Communication, HMI)
- Branchenübergreifend einsetzbar: Montage, Lebensmittel, Pharma, Labor, Entertainment, …

Scannen und XPlanar direkt im Einsatz erleben

New Automation Technology **BECKHOFF**

REDUCE, REUSE, RECYCLE

Heidi Aichinger
Herausgeberin Forbes (deutschsprachige Ausgabe)
und Herausgeberin tuw.media **Foto:** Marcella Ruiz Cruz

ZUM JAHRESENDE DAS WICHTIGSTE. Denn besonders rund um die Feiertage wird uns als einfachen Konsument*innen wieder einmal vor Augen geführt, wie viel Müll wir allein innerhalb eines verhältnismäßig kurzen Zeitraums produzieren (zusätzlich zu dem, den wir sonst hinterlassen). Zu Weihnachten, das sagen die Statistiken, sind es um rund 20 Prozent mehr als sonst. Es hat also einen guten Grund, weshalb wir uns am Ende des Jahres genau damit befassen wollen: reduce, reuse, recycle.

Diese Ausgabe ist jenen klugen Köpfen gewidmet, die ihr Leben, ihre Forschung und ihre Tätigkeiten dem Umweltschutz verschrieben haben. Und es gibt hier wirklich Spannendes und überaus Anregendes zu berichten; etwa über die Frage, wie wir unsere Ressourcen besser managen können. Wir nutzen sie, ohne es zu bemerken – das betrifft unsere Kleidung, unser Essen oder das Haus, in dem wir wohnen.

Das Forschungsfeld Abfallwirtschaft und Ressourcenmanagement geht grundsätzlich davon aus, dass all unsere Ressourcen, die uns unser Planet zur Verfügung stellt, begrenzt sind. Es ist demnach zentral, zu wissen, was auf der Basis welcher Ressource produziert worden ist und wie man (etwa nach Ablauf eines Verwendungszwecks) die eingesetzten Materialien wieder in eine Kreislaufwirtschaft zurückführen kann. In den kommenden Jahren werden zum Beispiel vermehrt Bauten aus den 1970er- und 1980er-Jahren abgerissen oder renoviert werden – dementsprechend gilt es, die Planung voranzutreiben, wie mit den damals verwendeten Materialien weitergearbeitet werden soll.

Das ist nur ein Beispiel von vielen, das uns vor Augen führt, nicht nur darauf warten zu müssen, was uns andere in Sachen Klima- und Umweltschutz vorgeben, sondern dass wir die Freiheit haben, selbst darüber nachzudenken, was sinnvoll, vernünftig und nachhaltig für uns alle wäre. Sie als Studierende, Forschende und Lehrende der TUW sind hier tragende Säulen und inspirierende Vordenker*innen für uns alle.

Natürlich sehen wir auch jene, die die Klimakatastrophe auf uns zurasen sehen und die sämtliche Bemühungen, dagegenzusteuern, als sinnlos betrachten. Daran ist nichts Falsches – es ist nur eine deprimierende Haltung, die niemandem hilft. Ja, es ist nicht alles perfekt; das gilt für das E-Auto ebenso wie für die Errichtung von Windrädern etc. Und dennoch sind all diese Alternativen ein Schritt in die richtige Richtung. Hier muss die Summe aller Teile gelten. Denn ist es nicht einfach auch gesünder für uns, darüber nachzudenken, was ein positiver und nachhaltiger Beitrag zum Erhalt der Umwelt sein kann, als im Negativen und einer vermeintlichen Ausweglosigkeit zu verharren? Das ist es doch auch, was den Forschergeist, was Sie, liebe Leserinnen und Leser, tagtäglich antreibt: die Suche nach einer guten Lösung. Bleiben Sie also positiv, und bleiben Sie auf jeden Fall neugierig. Wir brauchen das.

Alles Gute dafür – Ihre Heidi Aichinger. ● TUW

KWF-Qualifizierungs-programme wirken!

- Sie möchten spannende Projekte umsetzen?
- Sie haben Lust, sich mit Gleichgesinnten zu vernetzen?
- Sie können sich Ihre Karriere in Kärnten vorstellen?
- Sie möchten den Lebensraum Kärnten im Alltag genießen?
- Sie wollen das Innovationsökosystem Kärnten mitgestalten?

Sehen Sie sich unsere Angebote an

- **Innovations.TALENT**
- **Kooperations.TALENT**
- **Internationalisierungs.TALENT**
- **vor.GRÜNDEN**

oder nehmen Sie direkt Kontakt mit uns auf – wir informieren Sie gerne!

KWF Kärntner Wirtschaftsförderungs Fonds seit 1993 –
Förderung | Finanzierung | Entwicklung
www.kwf.at

DER FALSCHE ANSATZ?

Text: Lela Thun

Anfang Dezember 2023 startete die Staatsanwaltschaft Wien Ermittlungen gegen die Klimabewegung „Die Letzte Generation". Der Verdacht: Bildung einer kriminellen Vereinigung. Seit 2022 ist die Gruppe in Deutschland und Österreich vor allem durch Straßenblockaden, bei denen sich die Aktivist*innen mit Klebstoffen auf Fahrbahnen kleben, bekannt geworden. Während in Deutschland schon mehrere Gerichte Mitglieder der Letzten Generation wegen Nötigung verurteilt haben, ist die Strafverfolgung gegen die „Klimakleber" in Österreich ein Novum.

Österreich hat eine lange Geschichte an Klimaprotesten (siehe Seite 112): das Atomkraftwerk Zwentendorf, die Besetzung der Hainburger Au oder der Lobautunnel – all diese Proteste schärften das Demokratieverständnis, verwurzelten den zivilen Ungehorsam als Protestmittel in der Gesellschaft und wurden von der breiten Bevölkerung oftmals durchaus positiv wahrgenommen. Warum also werden die Aktionen der Letzten Generation von der Bevölkerung so kritisch gesehen? 43 Prozent der Befragten einer Umfrage des Gallup-Instituts gaben an, dass „radikaler Klimaaktivismus" eine negative Auswirkung auf ihre Einstellung zum Umweltschutz habe.

Das Problem bei den Aktionen der Letzten Generation scheint hierzulande an der für die Mehrheitsbevölkerung äußerst unangenehmen Art des Protests zu liegen. Während die Besetzung der Hainburger Au für die Bevölkerung keinerlei Auswirkungen hatte, blockieren die Klimakleber*innen Arbeits- und Freizeitwege der Österreicher*innen. Die Freiheiten werden (punktuell) stark eingeschränkt, ein Ignorieren ist für all jene, die in ihrem Auto direkt vor diesen Aktionen stehen, unmöglich. Aussagen wie „Mir ist der Klimaschutz ja wichtig, aber das, was die Klimakleber machen, ist der falsche Ansatz!" (Quelle: vola.at) werden immer wieder getätigt.

Doch die Aktivist*innen rechtfertigen sich: Die Klimakrise ist jetzt und hier, ein Ignorieren ist nicht (mehr) möglich. Es braucht unangenehmen Protest, um Veränderung zu ermöglichen; das hat auch Fridays For Future gezeigt. Und durch die kontroversen Aktionen schaffen es die Aktivist*innen, ins Gespräch (und damit in die Wahrnehmung der breiten Bevölkerung) zu stoßen. Das Problem: Eine aktive Minderheit wird nicht reichen, um die Klimakrise abzuwenden; es braucht einen breiten Konsens von Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft. Fest steht aber auch – und das ist der Letzten Generation zugutezuhalten –, dass mit den bisherigen Werkzeugen keine ausreichend große Veränderung passiert.

Doch wie ist es möglich, den Finger auf die Wunde zu legen, ohne dass sich die Bevölkerung nachhaltig abwendet? In Österreich gibt es zwei Beispiele, wie es funktionieren kann: Einmal führte eine Volksabstimmung zur Nichtinbetriebnahme eines schon gebauten Atomkraftwerks; einmal führte die Besetzung eines wichtigen Auengebiets zum Umdenken. Vielleicht wird die Letzte Generation in 30 Jahren ähnlich positiv gesehen wie die damaligen Aktivist*innen? Im Gespräch sind die „Klimakleber*innen" jedenfalls – und das ist der erste Schritt zur Veränderung.

Wir freuen uns darüber, die TU Wien bei der Förderung des MINT-Nachwuchses zu unterstützen. Cultural Collisions ermutigt junge Menschen, ihre kreativen Potenziale zu entfalten und sich intensiv mit dem Thema Klimawandel auseinanderzusetzen.

Elfriede Baumann
Vorsitzende des Stiftungsvorstands
TU Wien Foundation

Cultural Collisions ist ein interdisziplinäres Kunst- und Wissenschaftsvermittlungsformat, das Schüler_innen erlaubt, einen Zugang zur Welt der Technik zu erlangen und sich mittels künstlerischer Auseinandersetzung komplexen Themen anzunähern.

Die **TU Wien Foundation** fördert die Wissenschaft, Forschung und Lehre sowie innovative Vorhaben der TU Wien. Mit ihrem Engagement trägt die Stiftung maßgeblich dazu bei, jungen Menschen Zukunftsperspektiven aufzuzeigen und ihnen auf ihrem beruflichen Lebensweg zum Erfolg zu verhelfen.

Erfahren Sie mehr: https://tuwien.foundation

www.tuwien.at/cultural-collisions

TU WIEN FOUNDATION

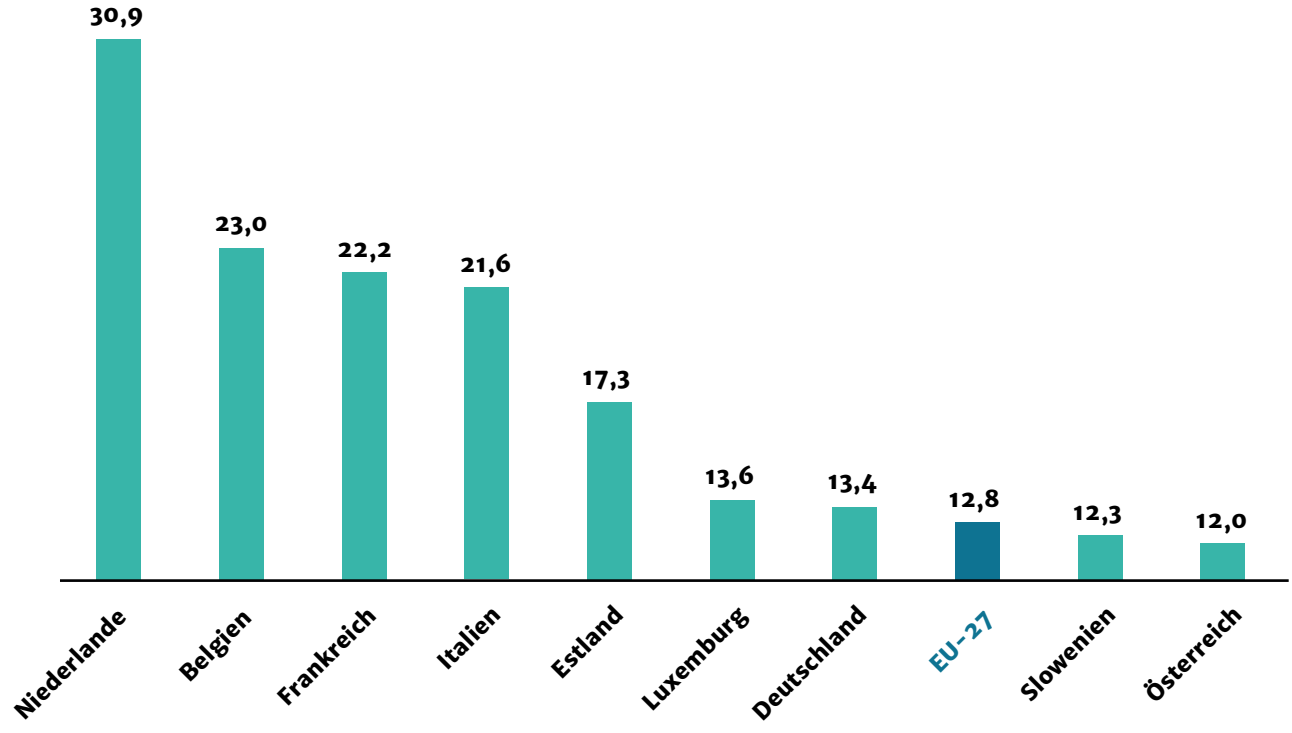
© Matthias Heisler

RECYCLING & KREISLAUF-WIRTSCHAFT

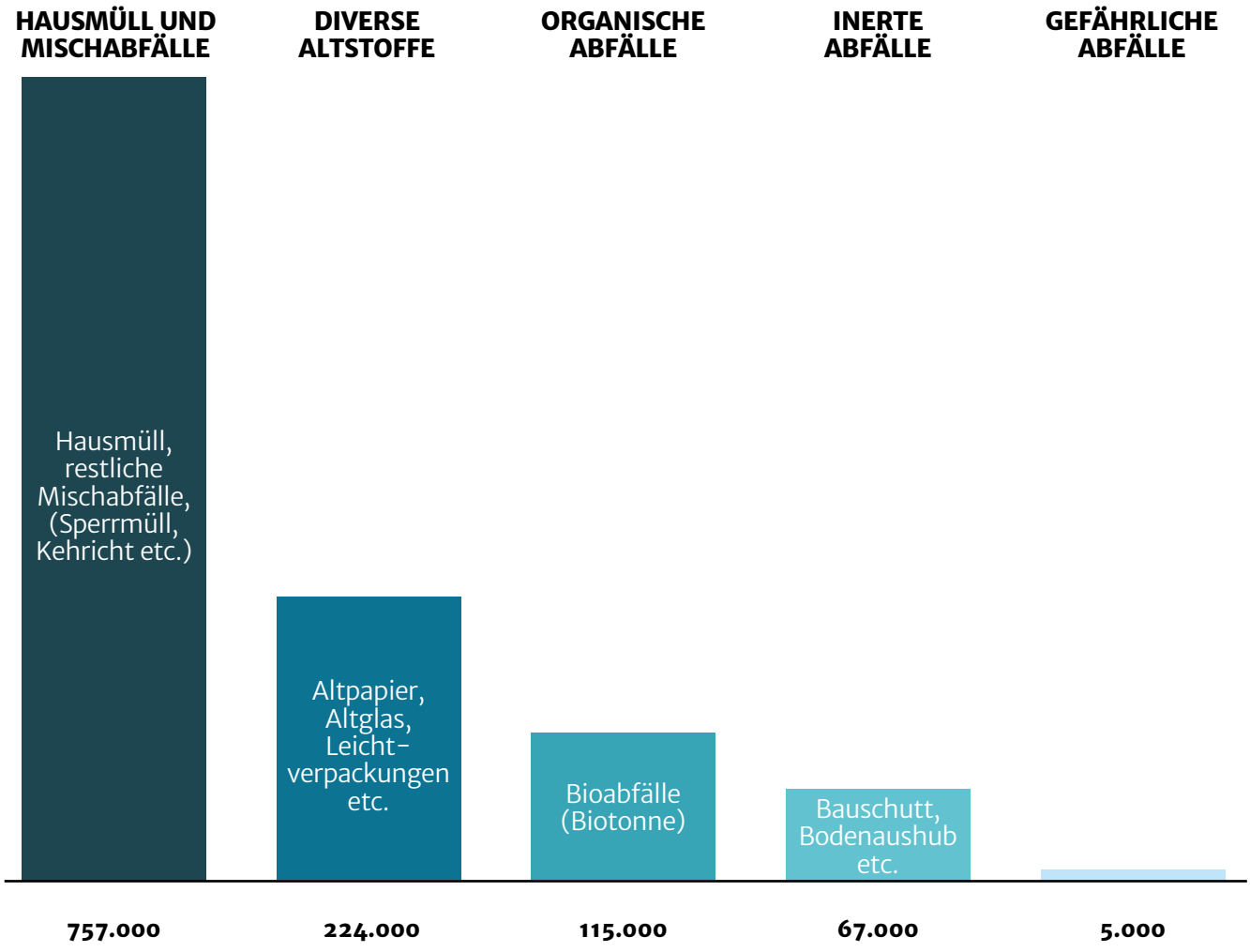
Recycling trägt als wesentlicher Bestandteil der Kreislaufwirtschaft dazu bei, Materialkreisläufe zu schließen oder zu verlangsamen und so den Einsatz natürlicher Ressourcen und die Erzeugung von Emissionen zu vermindern. Hier einiges Wissenswertes zum Thema Recycling.

Text: Paul Resetarits **Infografik:** Emin Hamdi **Quellen:** Der Standard, Eurostat, Stadt Wien (MA 48), Austropapier

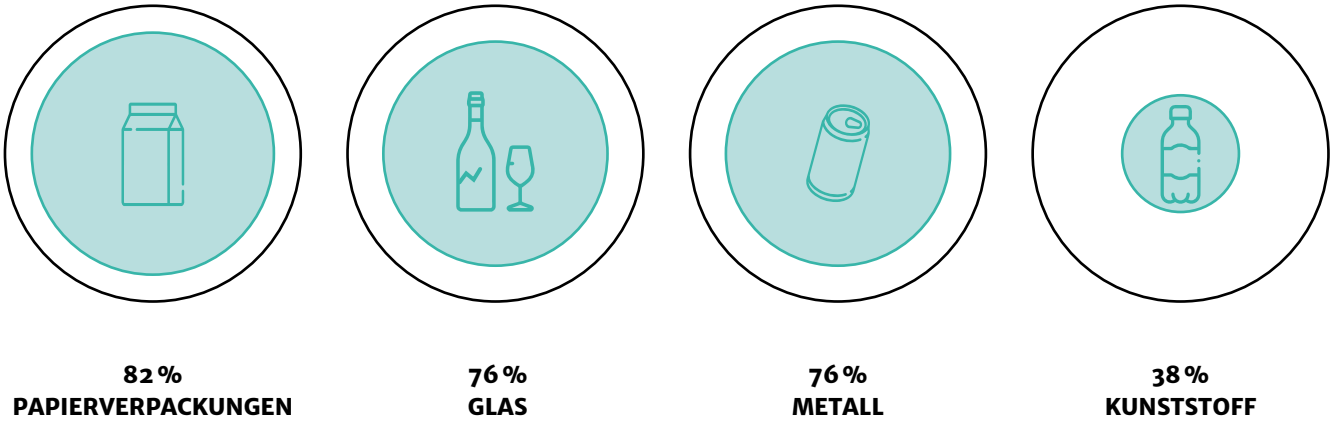
ZIRKULARITÄTSRATE 2021 (IN PROZENT)



ABFALLMENGEN IN WIEN 2022 (IN TONNEN)



RECYCLING-QUOTEN VON ALTSTOFFEN IN DER EU 2021



Text: Lela Thun
Fotos: David Visnjic

KEINE ZEIT FÜR KONSUM

Wir besitzen zu viel: zu viel Kleidung, zu viele Möbel, zu viel Ramsch. Der Konsum – und somit auch der Besitz in den reichen Industrieländern – ist in den letzten Jahren um ein Vielfaches gestiegen. Welche Auswirkungen das auf unsere Abfallwirtschaft und unsere Umwelt hat und warum Konsum auch nachhaltig sein kann, erklärt Professor Helmut Rechberger im Gespräch.

Schon nach den ersten paar Sätzen mit Professor Helmut Rechberger wird klar: Ressourcenmanagement ist komplizierter als angenommen. Rechberger erforscht, wo wir Menschen jeden Tag Ressourcen verbrauchen, ohne dass wir es merken; vom Haus, in dem wir wohnen, über die Kleidung, die wir tragen, bis hin zum Essen, das wir konsumieren. Zum Leben brauchen wir Ressourcen, und wie genau diese zu uns gelangen und was passiert, nachdem ihre Hauptaufgabe erfüllt wurde, wird von Wissenschaftler*innen wie Rechberger erforscht.

„Von Anfang an hat mich die Tatsache sehr fasziniert, dass man den Materialhaushalt einer Volkswirtschaft so betrachtet wie Mediziner den Stoffhaushalt des menschlichen Körpers“, so Rechberger. Einfach gesagt werden alle Ressourcen, die sich zum Beispiel in einer Stadt befinden, als ein großer Materialhaushalt beschrieben. Für das Ressourcenmanagement ist es ausschlaggebend, zu wissen, welche Produkte aus diesen Materialien gemacht werden, wie diese genutzt werden und wie sie zuletzt wieder zurück in die Kreislaufwirtschaft geführt werden. Eine Stadt kann somit als eine Art „Materialrucksack“ betrachtet werden, der Rohstoffe speichert und von Städten getragen wird. „Tatsächlich werden unsere Städte immer größer und schwerer, da die Produkte und Ressourcen, die wir nutzen, enorm zunehmen“, erklärt Rechberger.

Statistisch gesehen besitzt jeder Mensch im Durchschnitt 400 Tonnen an Material. Diese Zahl inkludiert all die Ressourcen, die wir anteilsmäßig an Gebäuden, Infrastruktur und industriellen Anlagen mitbenutzen; aber auch die Menge an persönlichen Gütern wird bei diesen 400 Tonnen miteingerechnet und wächst stetig weiter. „Wir schätzen, dass sich diese Zahl in 30 bis 40 Jahren verdoppeln wird, wir dann also durchschnittlich 800 Tonnen pro Kopf besitzen“, erzählt Rechberger.

Als Grund dafür wird das stetige Wachstum unseres Konsums identifiziert. „Bei vielen Produkten, die heutzutage produziert werden, muss man sich fragen, ob das wirklich nötig ist“, so der Wissenschaftler. Laut ihm ist die Frage „Was?“ fast genauso wichtig wie die Frage „Wie viel?“ – kleine Gegenstände wie Handys sind zwar wegen der Vielzahl an weltweit benötigten Ressourcen bei Umweltschützer*innen verpönt, machen aber im großen Bild nicht so einen Unterschied wie beispielsweise

riesige Gebäude. Rechberger meint dazu: „Ein Gebäude, das heutzutage gebaut wird, ist in der materiellen Zusammensetzung um einiges komplizierter als beispielsweise ein Biedermeierhaus.“ Spätestens wenn die modernen Gebäude wieder abgerissen werden, stellt sich die Frage, was überhaupt als Baumaterial benutzt wurde und wie das am besten recycelt werden kann. Rechberger: „Jetzt stehen wir gerade vor dem Problem, dass große Gebäude aus den 70er- und 80er-Jahren langsam verfallen oder abgerissen werden. In denen steckt viel Aluminium, dafür muss unser Recyclingsystem erst vorbereitet werden.“

Konsum und Ressourcenmanagement spielen also nicht nur bei unseren täglichen kleinen Einkäufen eine wichtige Rolle, sondern auch beim Bauen unserer Häuser. Wichtig dabei ist es, Ressourcen, die verwendet werden, klar aufzuschlüsseln, und Materialien, die verwendet werden, zu recyceln oder wieder in den Kreislauf zurückfließen zu lassen. Eine Konsumgesellschaft ist nun mal eine Wohlstandsgesellschaft; unser Wohlstand wächst, und mit ihm unser Hab und Gut und unsere Häuser und Wohnungen. Wichtig ist es dennoch, auf die Nachhaltigkeit zu achten. Doch kann Konsum überhaupt nachhaltig sein?

„Wenn man Nachhaltigkeit sehr streng betrachtet, dann dürfte der Mensch eigentlich fast nichts. Viele Rohstoffe wachsen gar nicht nach oder sind unmöglich zu recyceln, die dürften wir dann gar nicht mehr benutzen – da bin ich nicht unbedingt dafür“, meint Rechberger. Laut ihm ist Nachhaltigkeit vor allem eine Frage der persönlichen Kultur: „Der Mensch hat ein Recht, auf dieser Erde zu leben, aber er ist auch ein mit Vernunft ausgestattetes Wesen. Daher können wir einiges, was wir heute machen, viel effizienter tun, also mit weniger Rohstoffverbrauch und Emissionen. Für mich gibt es so etwas wie eine Kultur des Rohstoffverbrauchs.“

Konsum ist aber nicht nur eine Frage des Geldes, sondern auch eine Frage der Zeit. Heutzutage wird gekauft, ohne zu konsumieren: Nutzer*innen zahlen monatlich für den Online-Musikanbieter Spotify, hören aber nur einen Bruchteil der vielen Millionen Titel, Verbraucher*innen kaufen Kleidung, die dann für Jahre im Kleiderschrank hängt – das alles, weil der Mensch in der Industriegesellschaft immer weniger Zeit hat. „Je mehr Dinge wir besitzen, desto mehr Zeit brauchen wir, um sie zu benutzen“, erklärt Rechberger.

Was Recycling und Effizienz in der Produktionskette angeht, ist der DACH-Raum ziemlich weit vorne, so eine EU-Statistik. Dennoch sollte sich jede Bürgerin und jeder Bürger laut Rechberger beim nächsten Einkauf fragen: Brauche ich das wirklich? Denn womöglich bleibt am Ende beim ganzen Geldausgeben keine Zeit mehr für den Konsum … ● TUW

> „BEI VIELEN PRODUKTEN, DIE HEUTE PRODUZIERT WERDEN, MUSS MAN SICH FRAGEN, OB DAS WIRKLICH NÖTIG IST.“
>
> Helmut Rechberger

SO EIN MIST!

Text: Helmut Rechberger **Fotos:** Katharina Gossow

Über 100.000 gefüllte Hundekotsackerln landen täglich in Mistkübeln – manche bleiben auf der Strecke.

Wenn Abfälle in der Umwelt landen, dann ist das zumindest unschön. Meist handelt es sich um Verpackungen. Glas-, Metall- und Kunststoffverpackungen sind dabei sehr langlebig.

Nicht selten wird der Müll von Wild- und Nutztieren gefressen, damit verbunden ist das Risiko von Verletzungen. Es kann aber auch zur Anreicherung von persistenten und schädlichen Stoffen in der Umwelt und in der Nahrungskette kommen.

Zigarettenstummel sind die am häufigsten weggeworfenen Gegenstände – österreichweit rund 2,9 Milliarden Stück bzw. fast 500 Tonnen pro Jahr (Umweltbundesamt, 2020).

Auch eine Bananenschale sollte nicht weggeworfen werden. Sie ist aber das vergleichsweise geringere Übel, da sie biologisch abgebaut wird. Ausrutschen sollte man jedoch nicht auf ihr.

Um gemeinsam die Zukunft gestalten zu können,
braucht unsere Gesellschaft deutlich mehr junge, motivierte und top-ausgebildete Frauen und Männer in technischen Bereichen.

Andreas Klauser
CEO PALFINGER AG

Cultural Collisions ist ein interdisziplinäres Kunst- und Wissenschaftsvermittlungsformat, das Schüler_innen erlaubt, einen Zugang zur Welt der Technik zu erlangen und sich mittels künstlerischer Auseinandersetzung komplexen Themen anzunähern.

PALFINGER ist Partner vom Projekt Cultural Collisions. Als weltweit führender Anbieter innovativer Kran- und Hebelösungen setzt das Unternehmen auf smarte Komplettlösungen mit hoher Effizienz und Bedienbarkeit und nutzt dafür die Potenziale der Digitalisierung entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

www.tuwien.at/cultural-collisions

© PALFINGER AG / Peter Rigaud

KLIMA UND KAPITAL

Die Klimakrise ist das wohl größte Problem unserer Generation. Die Lösungswege sind komplex und umfassen viele verschiedene Forschungsbereiche. Einer davon ist die Wirtschaftswissenschaft, denn Geld muss in die richtigen Industrien fließen, um den Klimawandel zu stoppen. Doch wie lassen sich Geldströme lenken?

Text: Erik Fleischmann **Foto:** Barbara Elser

Es fühlt sich an, als würde seit 1995 jedes Jahr das Gleiche passieren. Diplomat*innen aus aller Welt kommen zusammen, um auf der Conference of Parties (COP) über Lösungsansätze für das wohl größte Problem unserer und kommender Generationen zu sprechen. Das Ergebnis sind oft leere Versprechen. Länder und Industrien verstecken sich hinter Klauseln, um weniger Geld investieren zu müssen und gleichzeitig weniger Wähler*innen zu verlieren. Und so wird unser Planet immer schneller immer wärmer. Der diesjährige August war der heißeste seit Beginn der Aufzeichnungen. Das Gleiche gilt für September und Oktober. Überhaupt ist 2023 laut dem EU-Klimawandeldienst Copernicus am Weg, das heißeste Jahr seit Beginn der Aufzeichnungen zu werden.

Der Klimawandel ist eine „sozialökologische Krise", sagt Margaret Haderer. Sie absolvierte ihren PhD in Politikwissenschaften an der University of Toronto, Kanada. Bevor sie 2022 an die TU Wien wechselte, forschte sie an der Universität Wien und an der WU Wien. Laut ihr braucht es eine Vielzahl politischer Maßnahmen, die alle eng miteinander verknüpft sind, um die Klimakrise zu bewältigen. „Es braucht ein Bündel an Maßnahmen", so Haderer. Diese lassen sich grob in drei Kategorien einteilen: marktbasierte Instrumente, technologische sowie soziale Innovationen und staatliche Eingriffe, etwa durch Gesetze oder öffentliche Investitionen. Es ist Aufgabe der Politik, so die Forscherin weiter, die richtigen Rahmenbedingungen zu setzen, damit die verschiedenen Instrumente funktionieren und Staaten ihre Klimaziele erreichen können.

Marktbasierte Instrumente – insbesondere CO_2-Preise – werden von vielen Ökonom*innen befürwortet. Vereinfacht gesagt funktioniert ein CO_2-Preis so: Würden CO_2-Emissionen in den Preisen von Gütern berücksichtigt – etwa durch eine CO_2-Steuer, die Unternehmen zahlen müssen –, würden CO_2-intensive Produkte teurer und klimafreundliche Produkte billiger werden. Konsument*innen würden ihr Kaufverhalten entsprechend anpassen, so die Theorie. Gleichzeitig bieten CO_2-Preise Anreize für Unternehmen, ihre Produktion klimafreundlicher zu gestalten, denn so müssten sie weniger CO_2-Steuern zahlen.

Rund 23 % der globalen CO_2-Emissionen sind Teil von CO_2-Preischemas – ein deutlicher Anstieg zu den 10 % in 2010. Man verspricht sich, dass CO_2-Preise einen Dominoeffekt auslösen könnten. Sind Unternehmen eines Wirtschaftszweiges betroffen, wollen sie, dass ihre Konkurrenz denselben Regeln unterliegt: Besitzer*innen von

Margarete Haderer ist studierte Philosophin und Sozialwissenschaftlerin. Derzeit forscht sie an der TU Wien in den Bereichen Umweltsoziologie, Raumsoziologie, Sozialtheorie, Governance und Wohnen.

Kohlekraftwerken würden sich dafür einsetzen, dass auch Gasanbieter einen CO_2-Preis zahlen müssen. Das Gleiche gilt für Länder, deren Firmen in Regionen exportieren, in denen sie einem CO_2-Schema unterliegen. Die Firmen müssen ihre Produktion ohnehin anpassen, also kann man sie auch im Heimatland besteuern. So fließt das Geld nicht ins Ausland, so die Hoffnung.

Doch CO_2-Preise haben auch Nachteile. „Marktinstrumente wirken in der politischen Debatte zwar häufig neutraler als staatliche Eingriffe, das heißt, sie haben tendenziell weniger Legitimitätsprobleme. Das ist aber dann nicht der Fall, wenn eine CO_2-Bepreisung sozial nicht abgefedert wird“, so Haderer. Das bewiesen die Gelbwesten-Proteste in Frankreich nach Einführung einer Dieselsteuer. Bei manchen Programmen ist zudem nicht nachgewiesen, ob sie tatsächlich zu einer Reduktion von Emissionen geführt haben. „Ein CO_2-Preis ist ein wichtiges Instrument, aber das alleine ist keine Lösung. Auch weil sich nicht alles bepreisen lässt“, so die Forscherin weiter.

Deshalb brauche es die anderen Instrumente. Dass technologischer Fortschritt notwendig ist, liegt auf der Hand. Erneuerbare Energien müssen billiger werden, wenn Staaten diese im großen Maßstab einsetzen und ihre Klimaziele erreichen wollen. Auch an Technologien zur Speicherung von CO_2 wird derzeit intensiv gearbeitet. Diese müssen noch ausgereift werden.

Soziale Innovation wird oft übersehen, ist laut Haderer aber genauso wichtig. Gemeint ist hier ein Umdenken der Gesellschaft. Es müssen nicht immer neue Technologien her, sondern veränderte soziale Praktiken. Elektroautos haben zwar zumindest in der Verwendung einen geringeren Fußabdruck als Verbrenner, doch „E-Mobilität alleine wird nicht reichen, damit der Mobilitätssektor klimaneutral wird“, sagt die Sozialforscherin. „Dafür braucht es andere Formen der Mobilität, unter anderem eine Abkehr vom Individualverkehr.“ Damit die Gesellschaft in dieser Weise Innovation betreiben kann, brauche es eine entsprechende Infrastruktur: ein Netz öffentlicher Verkehrsmittel und eine Stadt- und Regionalplanung, die aktive Mobilität fördert.

Ein weiteres Beispiel sozialer Innovation, das Haderer nennt, ist ein Umdenken im Bereich Wohnen: „Wie gewohnt wird, ist keine rein technologische Frage, sondern auch eine soziale. Setzt die Gesellschaft wieder mehr auf Gemeinschaftsflächen und öffentliche Infrastrukturen wie Freibäder anstatt privater Swimmingpools? Setzt man auf mehr Nahversorgung?“ Einfamilienhäuser auf der grünen Wiese, die sich laut Statistik Austria 65 % der Österreicher*innen wünschen, sind aus einer Klimaperspektive eher die Vergangenheit als die Zukunft des Wohnens, sagt die Forscherin. Auch hier sind Kostenwahrheit sowie entsprechende Regulierungen (z. B. bei der Flächenwidmung) gefragt.

Doch selbst mit effektiven marktbasierten Instrumenten sowie technologischer und sozialer Innovation scheint es unwahrscheinlich, dass alle Wirtschaftszweige schnell genug klimaneutral werden, um die Klimaziele zu erreichen und die Erderwärmung unter 1,5 °C zu halten (eine Grenze, zu deren Einhaltung sich viele Staaten und Firmen verpflichtet haben). Ein Weg um dieses Problem herum, so argumentieren manche, könnte „Carbon Capture“ sein, also das Einfangen und Speichern von CO_2. Ein Problem dabei ist der hohe Einsatz von Energie für das Abscheiden von CO_2 aus der Atmosphäre. Noch ist also nicht geklärt, inwiefern Carbon Capture tatsächlich eine Lösung darstellen kann, so Haderer.

Ein anderer Weg ist „Degrowth“, also negatives Wirtschaftswachstum in manchen Teilbereichen. „Wachstum ist zwar mit höherem Wohlstand, aber durch die zunehmende Produktion auch mit mehr Emissionen verbunden“, erklärt Haderer. „Unendliches, Profit-getriebenes Wirtschaftswachstum und die damit verbundenen Emissionen helfen uns sicher nicht mit der Klimakrise.“ Das heißt laut der Forscherin nicht, dass Wachstum per se schlecht ist. Neue Technologien müssen noch wachsen, damit sie in großem Maßstab eingesetzt werden können. „Doch“, so Haderer, „spricht man etwa über das Luxussegment im Bereich Wohnen oder Fernreisen im Bereich Tourismus – beides sehr relevante Wirtschaftszweige –, dann ist die Antwort nicht so klar. Am Ende des Tages müssen wir uns als Gesellschaft fragen, in welchen Bereichen Wirtschaftswachstum sozial und ökologisch noch sinnvoll ist.“ ● TUW

Margarete Haderer absolvierte ihren PhD in Toronto. Als sie zurück nach Wien kam, forschte sie an der Universität Wien und an der WU Wien. Seit 2022 arbeitet Haderer als Universitätsassistentin an der TU Wien. Ihre Forschungsgebiete umfassen unter anderem Umweltsoziologie, Sozialtheorie und Governance.

INNOVATIVES LICHT = DIGITAL + NACHHALTIG

Nachhaltiges Wirtschaften: beim Dornbirner Lichtkonzern Zumtobel Group kein Trend, sondern wesentlicher Teil der Unternehmensstrategie, bei der das Zukunftsmodell die beiden Aspekte digital und nachhaltig vereint. **Foto:** Nina Bröll

Bereits Gründer Dr. Walter Zumtobel beschäftigte sich vor über 70 Jahren erfolgreich damit, hochwertige Beleuchtung mit niedrigem Ressourcenverbrauch in Einklang zu bringen. Damals wie heute möchte das Unternehmen mit seinen Lichtlösungen den Impact auf die Umwelt so gering wie möglich halten und eine positive Entwicklung im Rahmen seiner Möglichkeiten fördern. Für den weltweit tätigen Lichtkonzern haben sich daraus drei langfristige Schwerpunktthemen entwickelt: die Prinzipien der Kreislaufwirtschaft zu etablieren, die Reduktion von Emissionen zu forcieren und als Partner der Wahl für seine Stakeholder zu stehen.

Nachhaltigkeit in Theorie und Praxis. Welche Herausforderungen sieht die Zumtobel Group?
SEBASTIAN GANN: In der Nachhaltigkeit muss man stets neue Abläufe denken, es existiert kein One-fits-all Ansatz – was es wiederum immens spannend macht. Gerade in der Kreislaufwirtschaft gibt es im Allgemeinen keine Blaupause. Man muss sich dieses Feld Projekt für Projekt erschließen. Am Ende müssen Innovation in Produkt und Prozess zusammenspielen. Um hier Lösungen zu etablieren braucht es eine partnerschaftliche Zusammenarbeit – über das eigene Unternehmen hinaus – entlang der Wertschöpfungskette: es fordert eine Konsistenz vom Lieferanten bis zum Kunden, insbesondere auch die Bereitschaft aller, daran mitzuwirken.

„NACHHALTIGE LÖSUNGEN BRAUCHEN PARTNERSCHAFT."

Sebastian Gann, Sustainability Director bei der Zumtobel Group

Ist die Digitalisierung ein Thema?
SEBASTIAN GANN: Damit Zirkularität praxistauglich wird sind Lösungen an der Schnittstelle von Nachhaltigkeit und Digitalisierung erforderlich. Der digitale Produkt-Pass etwa wird ein potentieller Enabler für zirkuläre Modelle sein. Damit können Daten zur Lokalisierung, zum Zustand oder zur materiellen Zusammensetzung von Leuchten in einer Cloud erfasst werden und sind bei Bedarf, wie bei einem Ausbau, einfach abrufbar. So kann auf kurzem Wege nach ökonomischen/ökologischen Gesichtspunkten entschieden werden, ob die Leuchten einen zweiten Einsatz finden oder dem High-Value-Recycling zugeführt werden. Voraussetzung allerdings ist auch hier wieder das partnerschaftliche Zusammenwirken, so zum Beispiel dass die Leuchten beim Ausbau nicht beschädigt oder verschrottet werden. Als Antithese zum bestehenden linearen Wirtschaftsmodell versuchen wir Produkte, Komponenten und Materialien optimal zu nutzen und Ressourcen im Idealfall möglichst lang, ökologisch und ökonomisch sinnvoll im Kreislauf zu führen. Langfristig wollen wir so unter anderem auch externen Materialknappheiten entgegenwirken. Eine der großen Herausforderungen für die Kreislaufwirtschaft ist sicherlich, Angebot und Nachfrage zusammenzubringen – und dabei sollen uns die digitalen Schnittstellen helfen.

Welche Rolle spielt die Zumtobel Group als Leuchtenhersteller in der Bauindustrie?
SEBASTIAN GANN: Die Klimawende kann ohne Wende in der Bauwirtschaft nicht gelingen, darüber herrscht Einigkeit. Mit unseren Lichtlösungen sind wir Teil davon und können unseren Beitrag für eine nachhaltige Zukunft aktiv gestalten. Wir freuen uns beispielsweise, dass die Stehleuchte ARTELEA unserer Lichtmarke Zumtobel 2023 mit einer Bronze Cradle to Cradle Certified® Zertifizierung ausgezeichnet wurde. Das ist für uns ein Meilenstein, was die Etablierung einer Kreislaufwirtschaft auf Unternehmens- sowie Produktebene innerhalb der Zumtobel Group betrifft. Wir verbinden Nachhaltigkeit aber auch mit dem emotionalen Wert unserer Lichtlösungen: Licht, das Wohlbefinden schafft, und dabei den Menschen in den Mittelpunkt stellt und die Natur berücksichtigt.

ZUMTOBEL Group

www.z.lighting

BEZAHLTE ANZEIGE

UTOPIEN FÜR EINE BLÜHENDE STADT

Text: Edith Wildmann
Fotos: Vienna blooming

THEMENZYKLEN 2023 24

Luca Bierkle und Tobias Reisenbichler sind Vienna blooming.
Sie haben Wien so radikal begrünt wie wohl niemand vor ihnen. „Klar", sagen sie, „das sind Utopien, aber manche können vielleicht doch wahr werden!" Die beiden entfesseln mit ihren KI-basierten Grünraumträumen die Vorstellungskraft der Betrachter*innen, sie verblüffen, bringen zum Schmunzeln und geben uns Ideen, wie eine autofreie, grüne Stadt aussehen kann.

Am Anfang stand das Spiel: Luca Bierkle und Tobias Reisenbichler, zwei Raumplanungsstudenten an der TU Wien, probierten aus, was die KI der Bildbearbeitungssoftware Photoshop so alles hergibt. Welche Bilder sollten sie ausprobieren? Sie überlegten nicht lange, denn als Raumplaner, so die beiden unisono im Gespräch, würden sie immer den öffentlichen Raum auf Kriterien wie Nachhaltigkeit und auf ein gesamtgesellschaftliches Interesse hin ansehen. Gegen den Strich geht den beiden schon lange, dass in Wien zu viele Autos im öffentlichen Raum herumstehen und im Gegenzug Mensch und Natur vielerorts nur „als Randexistenzen" Platz finden.

Und dann waren die Autos weg.
Mittels KI ließen die beiden Raumplaner also die Autos aus dem Stadtbild verschwinden. Sie staunten nicht schlecht, als sie sahen, was sich da vor ihren Augen zeigte: Die plötzliche Leere war wohltuend für das Auge – und sie zeigte, was sie zwar schon lange wussten, aber noch nie so deutlich gesehen hatten wie jetzt: Wie viel Raum wir Autos (und insbesondere parkenden Autos) zur Verfügung stellen; Raum, auf den wir dann selbst verzichten müssen.

Nachdem die Autos aus den Bildern entfernt waren, machten sich Bierkle und Reisenbichler an die Umsetzung der Grünraumfantasien. Das aber sollte keine einfache Übung für die beiden werden – denn es sei vergleichsweise leicht, etwas aus einem Bild zu entfernen (wie Autos), aber etwas hinzuzufügen, das sei eine vollkommen andere Geschichte und wirklich aufwendig. Bis zu 900 Befehle könnten schon in so einem Bild stecken, erzählt Reisenbichler. Die beiden blieben dran und verstanden zusehends besser, wie die KI funktioniert, die sich im Lauf der Monate selbst weiter veränderte. Nun gingen Bierkle und Reisenbichler daran, die autofreien Straßen und Plätze mit Leben zu füllen. Einschränken ließen sie sich in ihrem Schöpfungsprozess nicht – im Gegenteil: So wurden etwa Tümpel mitten auf dem Ring, vor Parlament und Heldentor, angelegt.

Die Zukunft der Stadt.
Der Hintergrund für das Spiel der beiden Raumplaner ist jedoch ernst. Sie wissen: Wien gehört zu jenen Städten,

die aufgrund ihrer Lage, ihrer Bevölkerungsentwicklung und der fortschreitenden Bodenversiegelung am stärksten vom Klimawandel betroffen sind und das in noch stärkerem Maß sein werden. Ihre Visualisierungen sehen Bierkle und Reisenbichler als Beitrag im Kampf gegen den Klimawandel. Trotz des Ernsts der Lage haben sie aber auf den erhobenen Zeigefinger verzichtet und spielerisch positive Utopien entwickelt – und damit Wünsche nach einer Realisierung geweckt. Sie wollten bewusst positive Bilder schaffen und zeigen, wie viel lebenswerten Freiraum die Menschen gewinnen können. Damit sind die beiden einem Schreckgespenst namens „Verlustaversion" entgegengetreten, das bewirkt, dass wir nur Veränderungen akzeptieren, die mindestens doppelt so gut sein müssen wie das bereits Vorhandene.

„Mit ihren KI-generierten Bildern haben Bierkle und Reisenbichler verschiedenste Zukünfte greifund auch verhandelbar gemacht", meint auch Jonathan Fetka, Raumplaner an der TU Wien. Er sagt zur Arbeit von Vienna blooming: „Die für Klimawandelanpassung und Verkehrswende dringend notwendigen Umgestaltungsprozesse von autodominierten Straßenräumen hin zu begrünten und verkehrsberuhigten Aufenthaltsräumen scheitern oft daran, dass uns das Ausmalen neuer Zukünfte schwerfällt. Vienna blooming zeigt jedoch, was mit der Kombination neuer Visualisierungstools, viel Fachwissen und noch mehr Liebe zum Detail möglich ist."

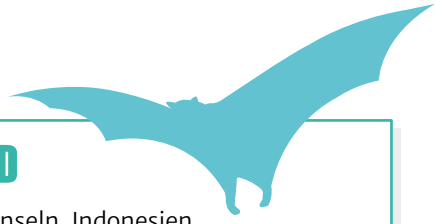
Barbara Laa vom Institut für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik findet, dass Vienna blooming sehr gut zeigt, wie viel Platz verschwendet wird und was verloren geht, wenn wir parkenden Autos den öffentlichen Raum überlassen. Besonders interessieren sie dabei etwa die kleineren Straßen wie die Schleifmühlgasse im vierten oder die Glockengasse im zweiten Bezirk. Hier ließen sich einige Begrünungsmaßnahmen mit geringem Aufwand und niedrigen Kosten schnell umsetzen – und auch wieder ändern, so nötig; ganz im Sinne des sogenannten „Tactical Urbanism", in dem schnell, unkompliziert und kostengünstig Ideen getestet werden, bevor sie dauerhaft umgesetzt werden.

Zur Reduktion der Zahl der parkenden Autos schlägt sie vor, mit einer autofreien Innenstadt zu beginnen. Diese habe immer eine Wirkung auf die gesamte Stadt. Dann könnte man weitere Maßnahmen setzen, wie etwa mehr Kostenwahrheit für Parkplätze. Auch könnten, durch eine strikte Leitung der Verkehrsströme, Autofahrer*innen davon abgehalten werden, Schleichwege rund um den Gürtel zu benützen; damit wären die Bewohner*innen dort Verkehrslärm und Abgasen nur noch sehr reduziert ausgesetzt. Damit wären erste wichtige Schritte getan, sagt Laa.

VOM ERDBODEN VERSCHLUCKT

Vor Kurzem lief in Neuseeland ein seit 1960 ausgestorben geglaubter Langschnabeligel vor eine Kamerafalle. Es gibt noch andere Arten, die seit vielen Jahren nicht mehr gesehen wurden und daher für ausgestorben gehalten werden; bei anderen wie dem Dodo oder dem Beutelwolf ist es leider bereits zu spät.

Text: Lela Thun **Infografik/Illustration:** Emin Hamdi
Quelle: Eigenrecherche



ARU-FLUGHUND

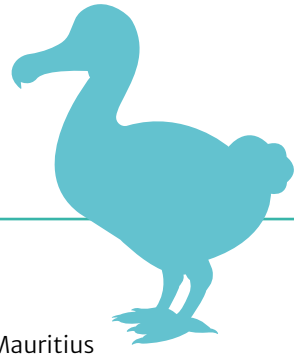
Ursprungsland: Aru-Inseln, Indonesien

Der letzte Flughund dieser Art wurde vor 1867 gesichtet. Ein zahnloser Kiefer, der zu dieser Spezies gehören könnte, wurde dennoch im Jahr 1992 gefunden.

ZENTRAL-AUSTRALISCHES HASENKÄNGURU

Ursprungsland: Australien

Vermutlich zwischen 1940 und 1960 ausgestorben.



DODO

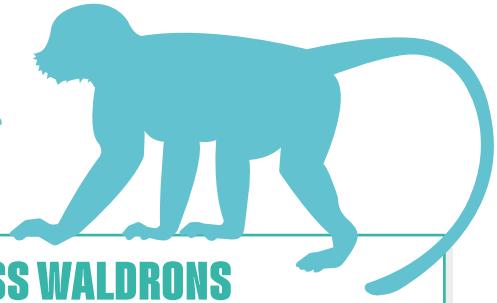
Ursprungsland: Mauritius

Nur 100 Jahre nachdem der Dodo vom Menschen entdeckt wurde, starb er aus – das war in den 1690er-Jahren.

BEUTELWOLF

Ursprungsland: Australien

Nachdem die Art jahrzehntelang gejagt wurde, starb das letzte Tier 1936 im Zoo von Hobart.



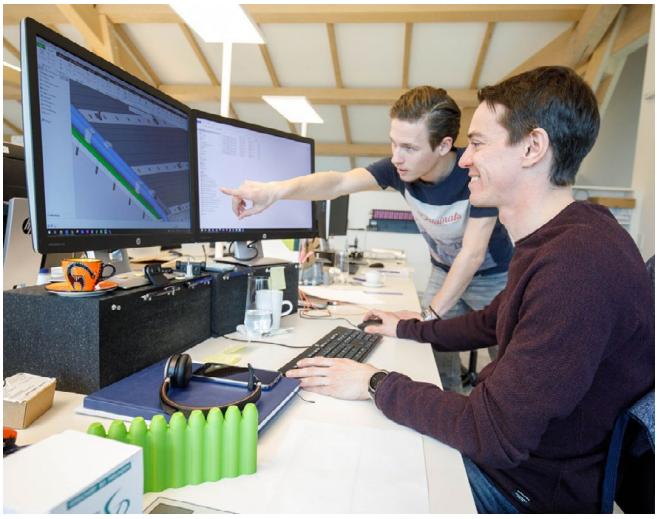
MISS WALDRONS ROTER STUMMELAFFE

Ursprungsland: Ghana und Elfenbeinküste

Das letzte Tier wurde 1978 gesichtet.

MIBA: NACHHALTIGKEIT TRIFFT TECHNOLOGIE

Das Unternehmen leistet mit seinen Produkten einen Beitrag zur CO2-Reduktion und damit zu mehr Nachhaltigkeit. Dafür lohnt es sich, sein Know-how und seine Ideen einzubringen. Zudem bietet die Miba flache Hierarchien, weltweite Team-Zusammenarbeit und viele Karrierechancen. **Text:** Miba, **Foto:** Miba



Die Miba steht für Teamwork und weltweite Zusammenarbeit bei der Entwicklung und Produktion von nachhaltigen Technologien.

„ES LOHNT SICH, SEIN KNOW-HOW UND SEINE IDEEN FÜR MEHR NACHHALTIGKEIT EINZUBRINGEN.“

F. Peter Mitterbauer,
Vorstandsvorsitzender
Miba AG

VOR ALLEM MENSCHEN, DIE NACH EINER TÄTIGKEIT MIT SINN SUCHEN, finden bei der Miba ein ideales Arbeitsumfeld. Denn das Unternehmen hat ein klares Ziel: Mit Innovationskraft und Technologie einen Beitrag zur CO2-Reduktion und damit zu mehr Nachhaltigkeit und einem saubereren Planeten zu leisten. So findet man Miba Produkte etwa in Bremsen, Getrieben und Elektronik von Windturbinen. Auch in der Wasserkraft und bei der effizienten Übertragung von Energie in Stromnetzen spielen sie eine wichtige Rolle. Miba Batterietechnologie ist eine Basis für die Elektrifizierung. Zudem hat das Unternehmen ein breites Produktangebot für elektrische Antriebe entwickelt, das weltweit in E-Fahrzeugen zum Einsatz kommt. Und auch die Antriebe von LKW, Schiffen oder Flugzeugen werden dank Miba Produkten energieeffizienter, verbrauchsärmer und umweltfreundlicher.

IDEALES UMFELD FÜR NEUGIERIGE, WELTOFFENE MENSCHEN

„Gemeinsam mit unseren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern wollen wir Produkte für mehr Energieeffizienz und Nachhaltigkeit entwickeln und produzieren“, meint Miba Vorstandsvorsitzender F. Peter Mitterbauer. Was die Miba ihnen bieten kann? „Ein internationales Arbeitsumfeld, das auf bunte und diverse Teams und weltweite Zusammenarbeit setzt. Eine Fülle an maßgeschneiderten Aus- und Weiterbildungsangeboten, Karrierechancen in Österreich und in aller Welt und nicht zuletzt die langfristige Ausrichtung und finanzielle Stabilität eines erfolgreichen österreichischen Familienunternehmens.“

Miba AG
Dr.-Mitterbauer-Str. 3
4663 Laakirchen
info@miba.com
www.miba.com

Miba

BEZAHLTE ANZEIGE

Auch wenn diese Kolumne bereits unsere letzte ist, werden wir die Umwelt an der TU Wien weiterhin mitgestalten. Denn die Geschichte unseres Fachbereichs ist wie die eines Samens, der unter guten Umweltbedingungen zu einem jungen Baum wachsen konnte: unten gut verwurzelt, oben weit verzweigt und mit Früchten, von denen alle etwas haben.

Text: Marjo Rauhala und Bettina Enzenhofer **Foto:** Carolina Frank

GEMEINSAM UMWELT GESTALTEN

Was vor etlichen Jahren als One-Person-Show begonnen hat, ist heute zum Fachbereich Responsible Research Practices mit vier Mitarbeiter*innen gewachsen, mit einem Aufgabengebiet quer über alle Bereiche der TU Wien, in denen es um Forschung geht – oder um den Umgang miteinander. Denn zu den spezifischen Umweltbedingungen an einer Universität gehören nicht nur der Forschungs-Output, sondern auch die sozialen Strukturen, Werte und Normen sowie institutionelle Rahmenbedingungen. Damit etwas gut wachsen kann, braucht es Verantwortungsübernahme und Fürsorge auf allen Ebenen. In der Gestaltung dieses Ökosystems orientieren wir uns an europäischen Werten und Vorgaben und stehen in einem wechselseitigen Austausch mit den verantwortlichen Institutionen – wir gestalten den europäischen Diskurs hinsichtlich verantwortungsvoller Forschung mit, säen unsere Ideen und tragen die Früchte wieder in das Ökosystem der TU Wien.

So ein Impuls war zuletzt Marjo Rauhalas Konzept für ein Ethikkomitee an der TU Wien (TUW REC). Die Idee, Ethikkomitees neu zu denken – mit einem Fokus auf konstruktivem Austausch zwischen Forschenden und Peer-Reviewer*innen, auf Reflexion und Verantwortungsübernahme –, ist auf fruchtbaren Boden gefallen und wir freuen uns sehr, dass das TUW REC nach einer mehrjährigen Pilotphase seit Oktober 2023 formalisiert ist. Auch diese Früchte gehen direkt ins TU-Ökosystem: Forscher*innen, die in ihrer Forschung Menschen involvieren, bekommen von unserem TUW REC Unterstützung für die projektspezifischen forschungsethischen Aspekte. Oberstes Gebot ist: Do no harm – davon haben wir schon in unserer ersten Kolumne geschrieben. Oder die zeitgemäßere forschungsethische Frage: Welche positiven Auswirkungen hat meine Forschung auf meine Disziplin, die Gesellschaft oder die Umwelt? Wir können es nicht oft genug sagen: Reflexion, Verantwortung und Vertrauen sind aus unserer Sicht zentrale Begriffe für zukunftsgerichtetes, ethisches Handeln von Forschenden.

Auf europäischer Ebene hat sich unser Zugang bereits fortgepflanzt und wird als „Zukunft von Ethikreviews“ bezeichnet; mit Jänner startet darüber hinaus das EU-Projekt „CHANGER“, in dem wir Projektpartner sind, unsere Erfahrungen mit Ethikreviews als Good Practice einbringen und unser Konzept in weiteren Kontexten erproben werden. Die hohe Nachfrage unseres TUW REC und der Austausch mit der Community zeigen uns: Unsere Arbeit wird dringend benötigt.

Wir haben noch viele andere Ideen gepflanzt – nicht zuletzt durch das Schreiben dieser Kolumne. Wir waren von Anfang an dabei und haben in den letzten acht Kolumnen über umweltethische Perspektiven auf den Klimawandel reflektiert, über die Relevanz von Forschungsethik, über ethische Aspekte von künstlicher Intelligenz, Science-Fiction, Exzellenz und Forschungsbewertung, über den Druck, dem Forschende standhalten müssen, über gekaufte Publikationen oder über Gerechtigkeit. Was zukünftig leider nicht mehr wachsen wird, ist diese Kolumne. Was wir aber weiterhin tun werden: Fragen stellen! ● TUW

IN GANZ ÖS
SIND NUR
WASSERST
ZUGELA

STERREICH

35

IOFFAUTOS

ASSEN.

DER ENERGIE-WANDLER

Energie liegt zuhauf in Form von Wärme vor. Ein Großteil davon bleibt jedoch ungenutzt und befeuert die Klimaerwärmung. „TUW 30 Under 30"-Listmaker Fabian Garmroudi erforscht thermoelektrische Materialien und betrachtet vor allem Abwärme als wertvolle Ressource, die sich in „grüne" elektrische Energie umwandeln lässt.

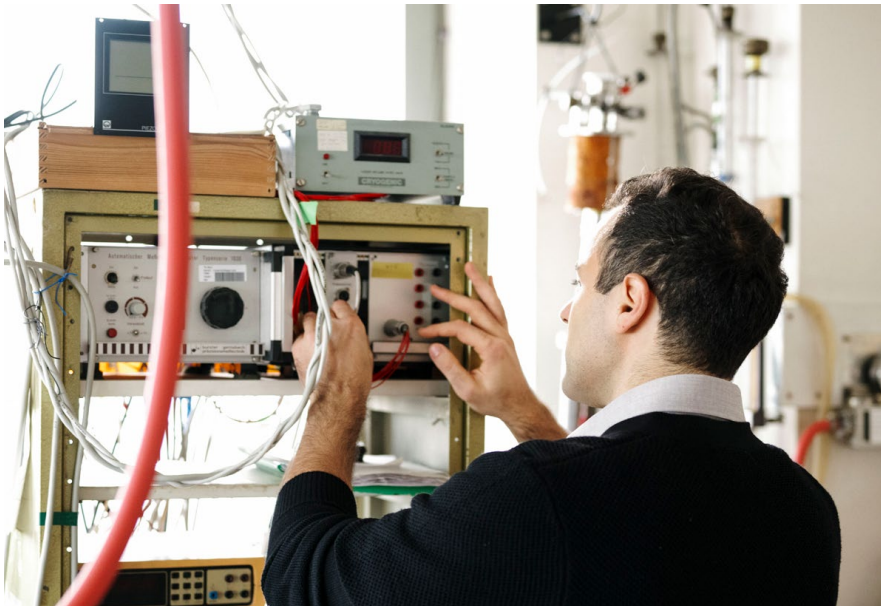
Text: Sarah Link **Fotos:** David Visnjic

FABIAN GARMROUDI IST EINER DIESER MENSCHEN, die alles zu hinterfragen scheinen. Bereits als kleines Kind wollte er wissen, wie die Welt funktioniert: Warum ist der Himmel blau? Warum leuchtet die Sonne so hell? Heute ist die Thermoelektrizität eines der Themen, die ihn interessieren und seinen Forschergeist antreiben.

Das Besondere an Materialien mit thermoelektrischen Eigenschaften ist, dass sie die direkte Umwandlung von Wärme in elektrische Energie ermöglichen – und umgekehrt. Dies ist insofern erforschenswert, als nicht nur unser Strombedarf steigt, sondern Energie in Form von Wärme (Stand heute) häufig ungenutzt bleibt. Sie verpufft förmlich, mit dem Nebeneffekt, dass sie den Klimawandel weiter befeuert. „In einem Kommentar in *Nature Physics* wurde in einem Szenario skizziert, dass – wenn man bisherige Daten weit in die Zukunft extrapolieren würde – allein die steigende Menge an Abwärme dazu führen könnte, dass die Ozeane in 400 Jahren kochen", schildert Physiker Garmroudi das Problem.

Abwärme – und somit ungenutzte Energie – fällt also vielerorts an. „Thermoelektrika werden am besten dort eingesetzt, wo viel Wärme entsteht und andernfalls verloren gehen würde. Das ist zum Beispiel bei stromproduzierenden Anlagen wie Atom- oder auch Kohlekraftwerken der Fall. Nur 30 bis 40 Prozent der dort erzeugten Wärme können in elektrische Energie umgewandelt werden. Würde man nun Thermoelektrika zur Energiegewinnung ergänzen, könnte man die Ausbeute erhöhen", erklärt der Festkörperphysiker. Umso größer ist das Interesse (nicht nur von „TUW 30 Under 30"-Listmaker Garmroudi, sondern auch von der Industrie), sich diesen Effekt für eine Reihe technologischer Anwendungen zunutze zu machen.

Die Idee ist nicht ganz neu. Bislang finden thermoelektrische Materialien aber vor allem dort Anwendung, wo es an Alternativen mangelt – wie beispielsweise im Weltraum. So werden Thermoelektrika bereits seit Mitte des 20. Jahrhunderts zur Gewinnung elektrischer Energie in unbemannten Raumsonden wie z. B. dem Mars-Rover eingesetzt, aber auch in alltäglichen Geräten wie portablen Kühlschränken finden sie Einsatz. Die Entdeckung des thermoelektrischen Effekts liegt jedoch weit länger zurück. „Bereits vor mehr als 200 Jahren entdeckte Thomas Johann Seebeck den thermoelektrischen Effekt in herkömmlichen Metallen. Seitdem sind jedoch andere Materialklassen wie komplexe Halbleiter in den Fokus gerückt, die Wärme



Fabian Garmroudi, „TUW 30 Under 30"-Listmaker 2023, promoviert im Bereich Festkörperphysik an der TU Wien.

noch viel effizienter in elektrische Energie umwandeln können", erklärt Garmroudi. Der thermoelektrische Effekt selbst beruht auf der Bewegung geladener Teilchen, die von der warmen zur kälteren Seite eines Materials wandern. Dies führt zu einer elektrischen Spannung, der sogenannten Thermospannung, die der thermisch angeregten Bewegung der Ladungsträger entgegenwirkt. „Das Verhältnis aus der aufgebauten Thermospannung und der Temperaturdifferenz definiert den Seebeck-Koeffizienten – benannt nach dem deutschen Physiker Seebeck –, der ein wichtiger Parameter für die thermoelektrische Leistungsfähigkeit eines Materials ist", erklärt Garmroudi. Wichtig hierbei ist, dass es ein Ungleichgewicht zwischen positiven und negativen Ladungen geben sollte, da diese sich sonst gegenseitig kompensieren.

Auf der Suche nach thermoelektrischen Materialien mit möglichst guten Eigenschaften untersuchten er und weitere Forschende der TU Wien kürzlich diverse metallische Legierungen, darunter eine Mischung aus Nickel und Gold. Diese erwies sich als besonders geeignetes Thermoelektrikum. Mit Nickel-Gold ist es den Physiker*innen nun gelungen, metallische Legierungen mit hoher Leitfähigkeit und einem außergewöhnlich großen Seebeck-Koeffizienten zu finden. „Mischt man das magnetische Metall Nickel mit dem Edelmetall Gold, ändert das die elektronischen Eigenschaften radikal. Sobald der gelbliche Schimmer des Goldes unter Zugabe von etwa zehn Prozent Nickel verschwindet, steigt die thermoelektrische Performance rapide an", so Garmroudi. Der physikalische Hintergrund für den verstärkten Seebeck-Effekt liegt dabei im energieabhängigen Streuverhalten der Elektronen – ein Effekt, der grundlegend verschieden zur Materialklasse der halbleitenden Thermoelektrika ist. So erzielt die Nickel-Gold-Legierung Rekordwerte beim sogenannten thermoelektrischen Powerfaktor und übersteigt die Werte herkömmlicher Halbleiter bei Weitem. „Bei gleicher Geometrie und fixem Temperaturgradienten könnte um ein Vielfaches mehr elektrische Leistung generiert werden als bei jedem anderen bekannten Material", so Garmroudi. Zudem ermöglicht die hohe Leistungsdichte zukünftig alltägliche Anwendungen im großtechnischen Bereich.

Neben Nickel-Gold-Legierungen untersuchte Garmroudi im Laufe seines Doktorats aber vor allem sogenannte Heusler-Legierungen, die auf den häufig vorkommenden Elementen Eisen, Vanadium und Aluminium (Fe_2VAl) basieren. Diese Materialien zeigen außergewöhnliche thermoelektrische Eigenschaften im Temperaturbereich von 20 bis 100 °C, wo der größte Teil der Abwärme (60 Prozent) vorliegt. Zudem haben sie den Vorteil, dass sie sehr kostengünstig sind und eine außergewöhnliche mechanische Stabilität besitzen, was Grundvoraussetzungen für die verbreitete Anwendung sind.

Mit der Weiterentwicklung oben genannter thermoelektrischer Materialien gelang es Garmroudi und seinen Kolleg*innen bereits, deren Effizienz maßgeblich zu steigern. Neben der Effizienzsteigerung bei der Energieumwandlung in großen industriellen Anlagen sieht Garmroudi das Internet der Dinge (IoT) als eines der zentralen potenziellen Anwendungsgebiete: „Hier werden unzählig viele Daten mithilfe einer Vielzahl von Sensoren gesammelt, die allesamt mit Energie versorgt werden müssen." Ein Beispiel, das Garmroudi anführt, sind medizinische Messgeräte, die wir am oder sogar im Körper tragen und die mittels Sensoren unsere Vitalparameter überwachen, z. B. bei älteren oder kranken Personen: Sie könnten allein durch die Körperwärme mit elektrischer Energie versorgt werden und folglich energieautark operieren.

Damit diese Vision Realität werden kann, muss jedoch noch einiges passieren. Klar ist für Garmroudi, dass die Wissenschaft bereits sehr gute Materialien gefunden und einen „Proof of Concept" geliefert hat. Nun liegt es aber in den Händen der Industrie, die Ergebnisse zu nutzen und in die Anwendung zu bringen. Der Bedarf ist in jedem Fall da, wie Garmroudi selbst an regelmäßigen An- und Nachfragen aus der Industrie spürt. „Möchte man derzeit einen thermoelektrischen Generator nutzen, so steht man vor dem Problem, dass es einen solchen nicht einfach zu kaufen gibt. Als Unternehmer*in müsste ich mich an viele verschiedene Stellen wenden, die dann in einzelnen Schritten die Materialien herstellen und zusammenbauen. Außerdem hängt es stark von der jeweiligen Anwendung ab, wie und wo ein solcher thermoelektrischer Generator dann integriert werden kann", skizziert Garmroudi den derzeitigen (Um-)Weg. Eine Lösung sieht er in einer verstärkten Kooperation zwischen Universitäten und Unternehmen, aber auch in Start-ups, die sich der Sache annehmen. In jedem Fall brauche es Vernetzung und eine fachübergreifende Zusammenarbeit, betont Garmroudi.

Um dies zu ermöglichen, teilen er und sein Team möglichst viele ihrer Daten; in Form von wissenschaftlichen Publikationen, aber auch bei zahlreichen internationalen Kongressen. „Wir sind quasi Science-Influencer", beschreibt Garmroudi eine seiner Rollen. Fabian Garmroudi steht kurz vor dem Abschluss seines Doktorats und sieht sich selbst weiterhin in der Wissenschaft. Vorzugsweise soll es ein Postdoc-Aufenthalt im Ausland sein, aber auch einer Tätigkeit in der Industrie wäre er nicht abgeneigt.

Fabian Garmroudi ist „TUW 30 Under 30"-Listmaker 2023 und promoviert im Bereich Festkörperphysik an der TU Wien. Sein Forschungsschwerpunkt liegt auf thermoelektrischen Materialien.

UMWELTSÜNDER MODEINDUSTRIE

Text: Sarah Link **Foto:** TU Wien

HOSE, T-SHIRT, PULLI, EIN PAAR DICKE SOCKEN … Ohne Kleidung geht es nicht. Gerade an kalten Wintertagen hüllen wir uns gerne in eine Vielzahl von Kleidungsstücken ein, die alle eine lange Geschichte erzählen; angefangen von der Herstellung über die Jahre, in denen sie getragen werden, bis hin zu ihrer Entsorgung. Diese Geschichte hat oft auch Schattenseiten, die meist nicht ausreichend beleuchtet werden.

„Kleider machen Leute" ist eine bekannte Novelle von Gottfried Keller, die in den 1830er-Jahren spielt. Knapp 200 Jahre später hat sich in unserer Gesellschaft nicht viel geändert. So ist es nicht verwunderlich, dass sich der Kleidungsstil im Laufe des Lebens verändert, eben gemeinsam mit uns. Das – aber in großem Ausmaß auch Fast Fashion – führt dazu, dass wir im Laufe unseres Lebens sehr viel Kleidung „konsumieren". Durchschnittlich 60 Kleidungsstücke sind es in Ländern wie Österreich oder Deutschland, die pro Person Jahr für Jahr neu gekauft werden. Dabei geht dieser Kleiderkonsum mit durchschnittlich knapp 800 Euro im Jahr nicht nur ins Geld, sondern belastet auch die Umwelt maßgeblich.

Angetrieben wird dieser Konsum von der Modeindustrie, die uns weismachen will, dass es jedes Jahr neue Trends gibt und dass das, was wir aus der vorherigen Saison im Kleiderschrank haben, auch besser dort bleiben sollte. Es gibt aber auch eine gute Nachricht für alle, die an ihren liebsten Kleidungsstücken festhalten: Viele Stilrichtungen kommen immer wieder in Mode, so wie im Jahr 2023 die Jeansjacke. In den 1990er-Jahren wurde sie erstmals zum Must-have, nun feiert sie ihr Comeback und darf ebenfalls in keinem Kleiderschrank fehlen, wenn es nach diversen Modemagazinen geht.

Was aber sind die Konsequenzen dieser immer kurzlebiger werdenden Modebranche, von Fast Fashion? Müll! Pro Person sind es in Österreich durchschnittlich elf Kilogramm Alttextilien im Jahr. Jedes Kleidungsstück verbraucht bereits bei seiner Produktion jede Menge Wasser und Landfläche und setzt gefährliche Chemikalien und CO_2 frei; ganz zu schweigen von den Arbeitsbedingungen, unter denen ein Großteil von Fast Fashion produziert wird. Kurzum: Wer Mensch und Umwelt etwas Gutes tun möchte, sollte seinen Kleidungskonsum überdenken. So ist es nicht nur ratsam, Kleidung so lange zu tragen, wie sie in gutem Zustand ist, und kleinere Schäden zu flicken, statt die Kleidung direkt zu entsorgen – fühlt man sich in einem Kleidungsstück einfach nicht mehr wohl, bieten auch Kleiderspenden, Flohmärkte oder Kleidertauschpartys eine hervorragende Gelegenheit, um dem ungeliebten Pulli oder der zu eng gewordenen Hose ein zweites Leben zu ermöglichen.

Es gibt aber auch Fälle, in denen sich die Schuhe nicht mehr reparieren oder die Löcher im T-Shirt nicht mehr stopfen lassen. Um auch in diesen Fällen Kleidung zukünftig vor der Entsorgung im Restmüll zu bewahren und sie wieder in den Kreislauf zurückzuführen, werden Textilabfälle in den EU-Mitgliedsstaaten ab 2025 getrennt gesammelt. Unter anderem an der TU Wien wird daher daran geforscht, wie sich Fasern wiederverwenden und in den Kreislauf zurückführen lassen. Obwohl der Einsatz von Recyclingmaterialien bereits gängige Praxis in der Modeindustrie ist, werden Polyesterfasern nur selten aus alter Kleidung gewonnen, sondern überwiegend aus Getränkeflaschen. Auch wenn für die Funktionalität vorteilhaft, stellen Kleidungsstücke aus zwei oder mehreren Fasermaterialien – wie Baumwolle und Polyester – eine besondere Herausforderung für das Recycling von Kleidung dar. So müssen die Fasern erst getrennt werden, bevor sie weiterverarbeitet werden können. Auch wenn dieses Verfahren aufwendig ist, ist es möglich und zwingend notwendig, um den Umwelteinfluss der Textilindustrie zu reduzieren.

Sarah Link ist Kommunikationswissenschaftlerin und arbeitet an der TU Wien an der Schnittstelle von Wissenschaft und Öffentlichkeit.

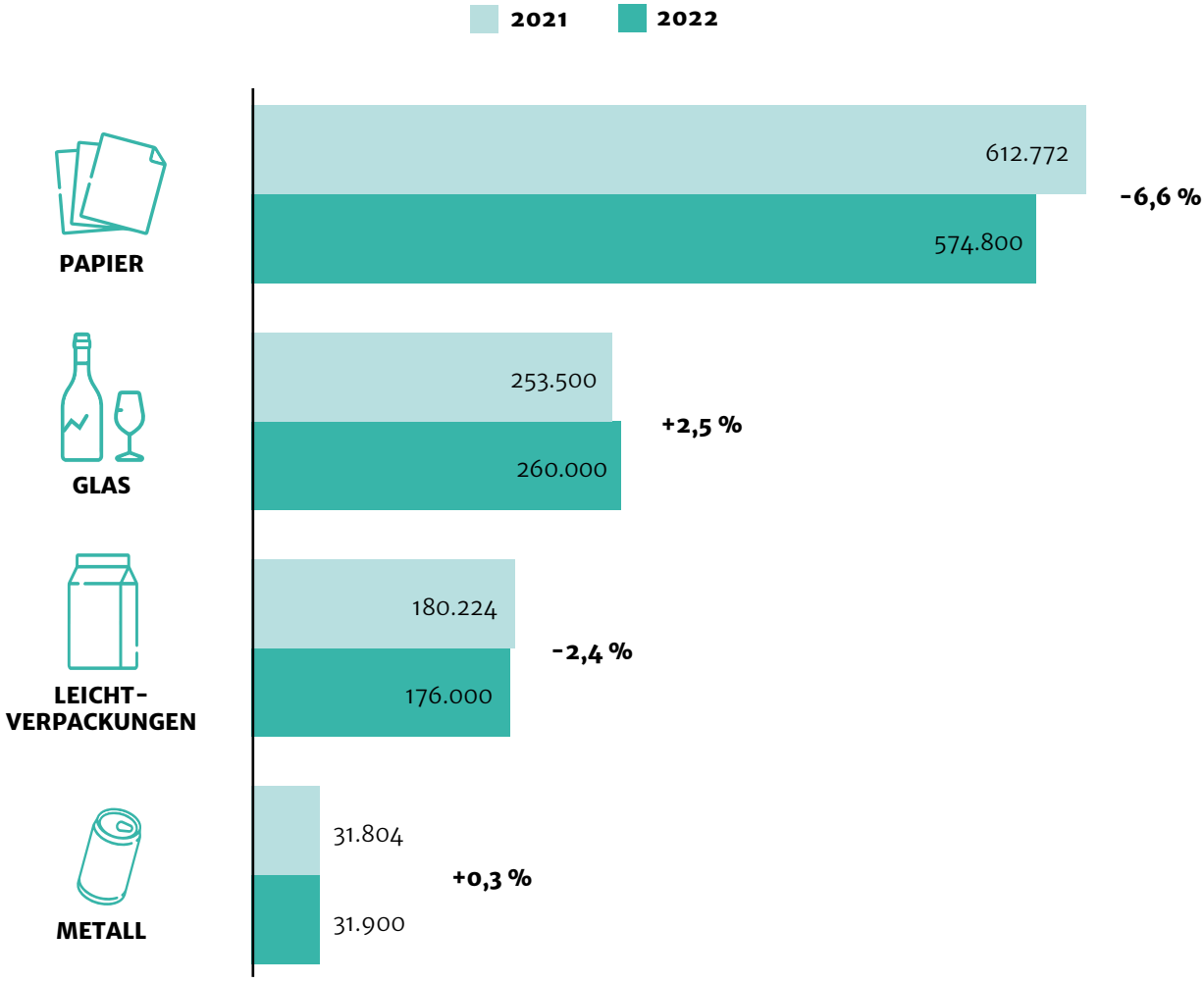
AUSTRIA COLLECTS

Auch 2022 lieferte die Müllsammelbilanz wieder ein starkes Ergebnis für die Kreislaufwirtschaft – es war aber nicht so stark wie die Bilanz im Jahr zuvor. Die gesunkene Sammelmenge ist vor allem auf die durch den Ukraine-Krieg ausgelöste Teuerungskrise zurückzuführen: Die Menschen konsumieren insgesamt weniger. Dennoch sind die Österreicher*innen nach wie vor sehr gut beim Sammeln von Verpackungen.

Text: Anika Fallnbügl
Infografik: Emin Hamdi
Quellen: Utopia.de, Altstoff Recycling Austria – ARA, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie

KONSUMPYRAMIDE NACHHALTIGKEIT

MÜLLTRENNUNG IN ÖSTERREICH IN TONNEN – VERGLEICH DER JAHRESBILANZEN 2021/2022



ABFALLWIRTSCHAFT 2022 IN ZAHLEN

1.042.700
Tonnen insgesamt getrennter Müll in Österreich

1.800
Altstoffsammelzentren österreichweit

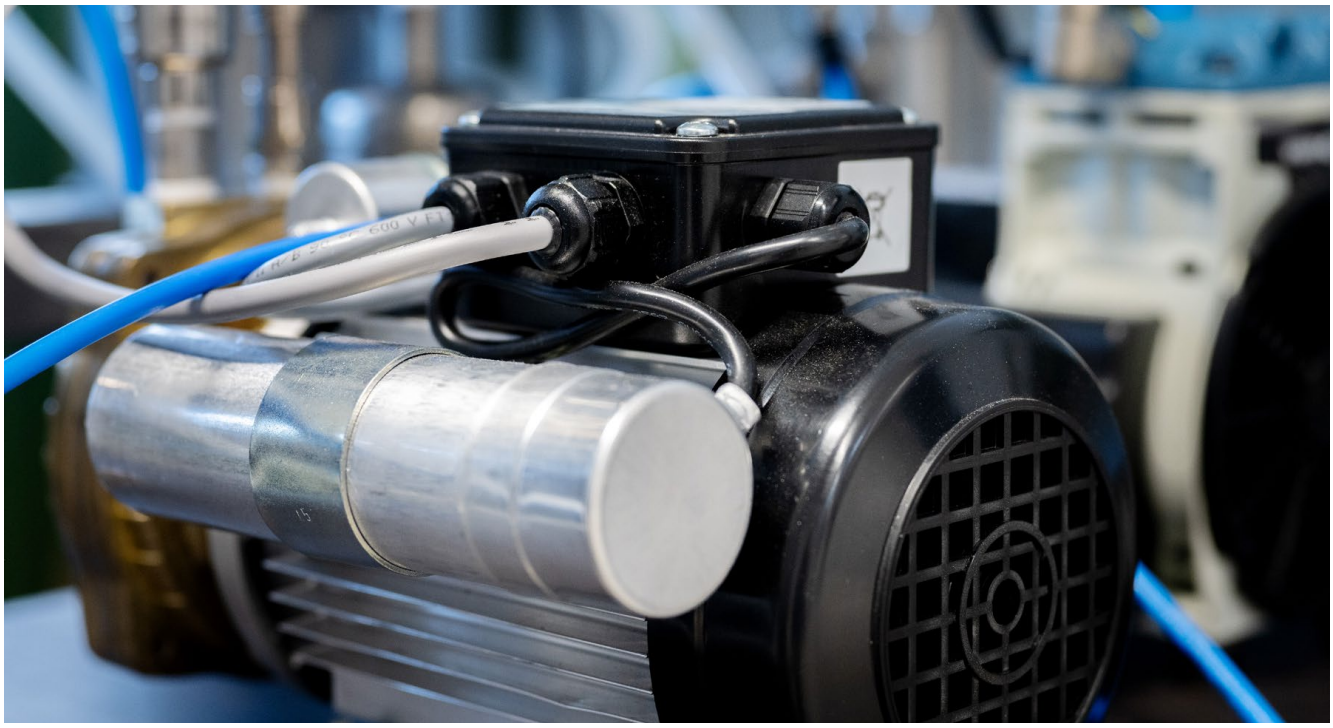
43.000
Arbeitsplätze durch private Entsorgungsbetriebe

EINE NEUE ÄRA IN DER UMWELT-TECHNOLOGIE

Angesichts der immer größeren Bedrohung durch den Klimawandel läutet das Zusammenspiel von Unternehmertum und Spitzenwissenschaft eine neue Ära der Umwelttechnologie ein. Das Projekt Direct Air Capture (DAC) Impact an der Technischen Universität Wien in Zusammenarbeit mit dem Silicon-Valley-Investor Peter Relan steht an diesem Scheideweg. In einem Gespräch unterhalten sich die Projektbeteiligten über die Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des DAC-Projekts.

Text: Ekin Deniz Dere **Fotos:** Gianmaria Gava, Matthias Heisler

BEZAHLTE ANZEIGE



Im Bild zu sehen: eine Vakuumpumpe als Teil der DACling.

In der sich stetig weiterentwickelnden Technologielandschaft des Silicon Valley ist Peter Relan seit vier Jahrzehnten ein Eckpfeiler, der zu bedeutenden Fortschritten – von der Internet-Revolution bis zur Ära der Smartphones und der künstlichen Intelligenz – beigetragen hat. Heute richtet er seinen Fokus auf die Bekämpfung der Klimakrise. „In meinen 40 Jahren im Silicon Valley hatte ich das große Glück, an vielen großen technologischen Herausforderungen arbeiten zu können", sagt Relan, „aber die Klimakrise ist die größte Herausforderung des 21. Jahrhunderts." Jetzt ist es sein Ziel, den Menschen die Möglichkeit zu geben, aktiv zum Kampf gegen den Klimawandel beizutragen, indem er ihnen innovative Technologien direkt in die Hand gibt.

Diese Neuausrichtung führte Relan in die Korridore der Technischen Universität Wien. Die TU Wien, die seit zwei Jahrzehnten für ihre Expertise im Bereich der Klimaschutztechnologien bekannt ist, erwies sich als „natürlicher Verbündeter": „Österreich ist ein hervorragender Wissenschafts- und Forschungsstandort mit stetig steigenden öffentlichen Investitionen in Forschung und Entwicklung und hervorragenden Ingenieuren", so Relan. Seine Entscheidung wurde durch die praktische Erfahrung der Universität mit der CO_2-Abscheidung unterstützt. „Es gibt nicht viele Einrichtungen, die über praktische Erfahrungen mit der CO_2-Abscheidung verfügen", so Relan.

In den vergangenen zwei Jahren wurden an der TU Wien die technischen Grundlagen für die Entwicklung einer flexiblen und modularen Technologie zur Abscheidung von CO_2 aus der Umgebungsluft untersucht. Dies geschah im Rahmen der Forschungsinitiative „DAC Impact". Basierend auf den Forschungstätigkeiten wurde bereits ein Prototyp der Anlage entwickelt, der sogenannte „DACling".

Im Gegensatz zu herkömmlichen Methoden, die darauf abzielen, Kohlendioxid an bestimmten Orten, sogenannten Punktquellen, aus der Atmosphäre abzuscheiden, entfernt die DACling-Technologie reines CO_2 direkt aus der Luft, mithilfe spezieller adsorbierender Materialien. Der entscheidende Unterschied liegt nicht nur im Abtrennungsprozess, sondern auch in der Zugänglichkeit und Skalierbarkeit der DACling-Technologie. „Wir haben einen äußerst modularen und dezentralen Ansatz gewählt und ein vergleichsweise kleines Modul namens DACling entwickelt", erklärt Relan.

Josef Fuchs als Forschungsleiter beschreibt das Verfahren und die Einzigartigkeit des Vorhabens: „Bei der DAC-Impact-Technologie saugen oder blasen wir Umgebungsluft durch ein Filtermaterial, welches CO_2 unter Umgebungsbedingungen aufnimmt. Dadurch kann ein sehr reiner CO_2-Strom gewonnen werden." Dieses CO_2 kann dann (unterirdisch) gelagert oder für verschiedene Anwendungen wiederverwendet werden, beispielsweise für chemische Synthesen wie die Methanolproduktion. Im Rückblick auf den Weg vom Konzept zur Umsetzung fügt Fuchs hinzu: „Ursprünglich wurden wir von einer an der Technischen Universität Wien entwickelten Technologie zur Abscheidung von CO_2 aus Punktquellen inspiriert." Diese Inspiration erforderte eine deutliche Änderung des Ansatzes, da viele bestehende DAC-Technologien die CO_2-Adsorption und -Regeneration nicht trennen, was zu Energieineffizienzen führt. „Hier haben wir angesetzt und einen maßgeschneiderten Prozess rund um unser CO_2-Filtermaterial entwickelt", erklärt Fuchs.

Das Projekt steht unter der Leitung von Senior Scientist Stefan Müller. Müller lobt die Zusammenarbeit mit Relan: „Herr Relan verfolgt einen ausgesprochen agilen Forschungsansatz. Wir können von ihm sehr viel lernen. Nachweislich erfolgreicher Unternehmergeist aus dem Silicon Valley trifft auf exzellente Ingenieurskunst an der TU Wien", so Müller – er ist der Meinung, dass Vollkommenheit erreicht wird, wenn beide Pole gemeinsam die gleichen Ziele verfolgen.

Mit der gleichen Zielsetzung stellte das DAC-Impact-Team das Konzept der traditionellen Prototypenentwicklung auf den Kopf. „Normalerweise stehen die Entwicklung und der Bau eines Prototyps am Ende eines Forschungsprojekts", erklärt Müller, „im Forschungsprojekt DAC Impact haben wir nach nur neun Monaten Entwicklungszeit einen Prototyp gebaut." Die Anfangsphase des Projekts DAC Impact war grundlegenden chemischen und physikalischen Studien gewidmet. Diese Grundlagenarbeit führte rasch zur

Josef Fuchs (links), Stefan Müller (rechts)

Entwicklung eines Prototyps in Zusammenarbeit mit der Firma J. Fuchs GmbH, die bereits bei vielen Projekten mit der TU Wien zusammengearbeitet hat. „Dieser Prototyp wurde im weiteren Projektverlauf grundlegend weiterentwickelt und wir arbeiten nun bereits mit der dritten Generation eines solchen Prototyps“, fügt der Senior Scientist hinzu. Begleitet wird diese Entwicklung von gezielten Forschungen zur Adsorption, Desorptionskinetik und Prozessführung.

Im Hinblick auf die weitreichenden Auswirkungen von DAC Impact im Kampf gegen den Klimawandel betont Müller, dass DAC Teil einer umfassenden Strategie ist und keine Einzellösung darstellt. „Es ist ganz klar, dass die CO_2-Abtrennung aus der Atmosphäre keine Alternative zur ganzheitlichen Weiterentwicklung der eingesetzten Energietechnologien ist“, betont er. Müller erkennt die entscheidende Rolle von Technologien zur Kohlendioxidentfernung an, wie sie in den Berechnungen des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) für die Bewältigung der unvermeidbaren Emissionen genannt werden. Die Technologie hinter dem DACling bietet seiner Ansicht nach einen vielversprechenden Ansatz, um solche Emissionen aus der Atmosphäre abzufangen und damit einen Beitrag zu den umfassenderen Bemühungen um den Klimaschutz zu leisten.

Im Herbst 2023 wurde das Start-up DACworx GmbH gegründet. Mit ihm geht die TU Wien nun eine Kooperation ein, um die Technologieentwicklung zu beschleunigen – ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Kommerzialisierung des Projekts. Die Gründer des Start-ups sind ehemalige Mitarbeiter der Universität, was eine direkte Verbindung mit dem an der TU Wien entwickelten Know-how herstellt. Diese Verbindung gewährleistet, dass DACworx über die entscheidenden Fähigkeiten und das Fachwissen verfügt, um die Technologie voranzutreiben. Für die globale Reichweite der Technologie kommt das DACLab-Team in Palo Alto mit Aditya Bhandari ins Spiel. „Das DACLab-Team in Palo Alto nutzt die Kernforschung der TU Wien mit der Unterstützung unserer Entwicklungspartner DACWorx, um diese Technologie ehrgeizig zu skalieren“, erklärt Bhandari.

Die erfolgreiche Entwicklung des Prototyps wird mit Blick auf die praktische Anwendbarkeit fortgesetzt. Hierbei ist die Marktreife zu berücksichtigen. Darauf angesprochen zieht Relan Parallelen zwischen dem Weg zur Marktreife von DACling und der Entwicklung der Photovoltaik. „Heute liegt der Preis für Photovoltaik nur noch im Bereich von fünf Cent pro kWh – früher war es das Zehnfache“, erklärt er. Er ist davon überzeugt, dass die Schlüsselkennzahl für DAC (US-Dollar/Tonne abgeschiedenes CO_2) im nächsten Jahrzehnt um das Fünf- bis Zehnfache sinken wird. Relan geht davon aus, dass der DACling bis 2025 für den modularen Einsatz auf dem Markt bereit sein wird. Dieser Plan steht im Einklang mit dem höheren Tempo, das im Kampf gegen die Klimakrise dringend erforderlich ist.

Betrachtet man die Zeitachse von 2021, als die Idee von DAC Impact geboren wurde, über 2022, als der erste DACling in Betrieb genommen wurde, bis hin zum laufenden Jahr, in dem die Technologie auf 50 t CO_2/Jahr hochskaliert wurde, stellt sich die Frage: Was erwartet uns im Jahr 2024? Die Antwort: Hochskalierung und ein kommerzielles Produkt. Die Vision dabei ist, diese innovative Technologie in eine Größenordnung zu bringen, in der sie nicht nur kommerziell rentabel wird, sondern auch eine zentrale Rolle in einer nachhaltigen Zukunft spielt.

Peter Relan ist ein im Silicon Valley ansässiger Investor und Unternehmer, der in die Forschungsinitiative DAC Impact investiert. Josef Fuchs ist der Forschungsleiter dieser Initiative, Stefan Müller ist Senior Scientist und verantwortlich für das Projekt im Auftrag der TU Wien. Aditya Bhandari hat das Start-up DACLab in Palo Alto gegründet, um die Technologie in den USA zu skalieren und zu kommerzialisieren.

BEZAHLTE ANZEIGE

Text: Sonja Murczek
Fotos: Leonhard Hilzensauer

VON KNOWLEDGE ZU KNOW-HOW

Im Co-Creation-Space am Rennweg 89A im dritten Bezirk in Wien entsteht ein neuer, innovativer und kreativer Lernort für Kinder und Jugendliche, aber auch für die breite Öffentlichkeit. Gemeinsam mit Wissenschaftler*innen der TU Wien sollen vor Ort Lösungsansätze zu den Themenfeldern Klimawandel, Klimawandelanpassung und Kreislaufwirtschaft entstehen.

Was passiert mit alten, leer stehenden Gebäuden? Sie werden oft nicht beachtet und verfallen, oder sie werden einfach abgerissen und durch Neubauten ersetzt. Schade eigentlich, denn in alten Gebäuden schlummern ungeahnte Rohstoff-Schätze. So auch am Rennweg 89A, einem ehemaligen Waisenhaus aus dem 17. Jahrhundert mit rund 900 m² Nutzfläche. In den nächsten drei Jahren soll dort auf gut 500 m² ein innovativer, kreativer und außerschulischer Lernort, der sich mit dem Klimawandel, der Klimawandelanpassung und Kreislaufwirtschaft beschäftigt, entstehen.

Für das Transformer-Projekt haben sich an der TU Wien Forscher*innen und Mitarbeiter*innen aus sechs verschiedenen Fakultäten zusammengeschlossen. Welche Schätze es im Haus am Rennweg zu entdecken gibt und wie das Projekt genau aussieht, verraten Bianca Köck, Bettina Mihalyi-Schneider, Ines Kirchengast und Azra Korjenic im Gespräch.

Wie ist die Idee zu diesem Projekt entstanden?

Bianca Köck: Das Projekt ist aus einer Projekteinreichung bei der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft FFG entstanden und wird vom Klima- und Energiefonds der FFG gefördert. Mit diesem Projekt wollen wir einen Raum für Kinder und Jugendliche schaffen, in dem sie ihre kreativen Ideen einbringen können. Auch die Nachbarschaft, Pädagog*innen, Familien, also die breite Öffentlichkeit, wollen wir ansprechen und einladen, sich bei diesem Projekt aktiv einzubringen. Umsetzen konnten wir das Projekt nur, weil es einerseits viele engagierte Kolleg*innen an der TU Wien gibt, die das Thema vorangetrieben und so eine Umsetzung letztendlich möglich gemacht haben; andererseits stehen uns viele Partner*innen beratend und unterstützend zur Seite. Das sind Firmen und Unternehmen aus dem Bildungssektor, der Wirtschaft, von städtischen Stellen, NGOs, Vereine und einige Start-ups.

Azra Korjenic: Besonders erfreulich ist, dass uns die Bundesimmobiliengesellschaft BIG die Räumlichkeiten für das Projekt zur Verfügung gestellt hat. Die Räume für unser Projekt liegen im Erdgeschoß, einige Räume sind auch im ersten Stock, sogar den kleinen Garten im Hinterhof können wir benutzen. Das wird vor allem im Sommer angenehm sein.

Bianca Köck: Einer der letzten Nutzer war eine private Schule, die viele Dinge zurückgelassen hat, als sie ausgezogen ist. So haben wir neben zahlreichen Möbelstücken auch Schulbücher, Monitore, Fernsehapparate und vieles mehr geerbt. Es sind so viele Sachen, dass wir nicht alle selbst verwenden werden können und einige dieser Stücke über verschiedene Plattformen

verschenken oder Interessierten gratis zur Abholung bereitstellen.

Was ist das Ziel, was der Nutzen des Projekts?
Bianca Köck: Ziel ist es einerseits, Wissenschaft zu vermitteln, andererseits auch gemeinsam und interdisziplinär etwas zu erarbeiten. Es soll ein Experimentierort werden, wo Kinder und Jugendliche gerne hinkommen und gemeinsam an Lösungen arbeiten, sich vernetzen und austauschen, Erfahrungen sammeln und etwas für ihre und unsere gemeinsame Zukunft lernen. Aus anderen Projekten wissen wir, dass es vor allem am Anfang schwer ist, die Zielgruppe einerseits zu erreichen und andererseits zu motivieren, mitzumachen. Da die Themen Klima, Klimawandel sowie Recycling und Kreislaufwirtschaft einerseits aktuell und andererseits sehr breit sind, hoffen wir, dass wir dadurch viele unterschiedliche Gruppen ansprechen. Außerdem wird unser Projekt zum Angreifen sein – wir sprechen ja nicht nur über diese aktuellen Themen, sondern legen gemeinsam mit den Kindern und Jugendlichen Hand an, um Neues entstehen zu lassen. Azra Korjenic und Katharina Tielsch haben über ihre Schulprojekte Kontakte zu zahlreichen Schulen in Österreich, die sehr interessiert sind, mitzumachen.

Ines Kirchengast: Wir wollen Kindern und Jugendlichen einen Safe Space bieten, ein riesiges Experimentierhaus, einen Platz, wo sie sich ausprobieren können. Sie können jederzeit herkommen und Fragen zu den gerade genannten Themenkomplexen stellen, die wir nicht nur zu beantworten versuchen, sondern zu denen wir hier vor Ort gemeinsam Lösungen erarbeiten und in unserer Materialwerkstatt auch aktiv umsetzen werden. Zusätzlich planen wir, Flinta*-Maßnahmen (Frauen, Lesben, intergeschlechtliche, nicht binäre, Trans- und Agender-Personen, Anm.) einzusetzen und Monitoring zu machen, damit sich jeder und jede bei uns willkommen fühlt und wohlfühlt.

Bettina Mihalyi-Schneider: Durch die Beteiligung an Workshops erleben und begreifen die Kinder und Jugendlichen Zusammenhänge selbst, und mit diesen Erfahrungen kann das Wirrwarr an Informationen und Falschmeldungen aus dem Internet für die Zielgruppe aufgelöst werden. Außerdem wollen wir mit möglichen Vorurteilen aufräumen und

Teil des Kernteams des Transformer Projekts am Rennweg; sitzend Azra Korjenic und Bettina Mihalyi-Schneider (von links) und stehend: Tina Selami, Bianca Köck und Ines Kirchengast (von links)

„WIR WOLLEN KINDERN UND JUGENDLICHEN EINEN SAFE SPACE BIETEN, EIN RIESIGES EXPERIMENTIERHAUS.“

Ines Kirchengast

den Kindern und Jugendlichen zeigen, was sie alles selbst in Richtung einer nachhaltigen Zukunft bewegen können. Damit soll mehr Zukunftsoptimismus entwickelt werden, weil den wenigsten Menschen bewusst ist, dass jeder oder jede einen Beitrag leisten kann.

Ines Kirchengast: Die Inhalte sollen niederschwellig aufbereitet sein, um somit möglichst viele Kinder und Jugendliche zu erreichen. Wir wollen Kompetenzen aufbauen – aber auch der Spaß soll auf keinen Fall zu kurz kommen.

Azra Korjenic: Wir wollen außerdem viel Bewusstseinsbildung bei unseren zukünftigen Entscheidungsträger*innen betreiben ...

Bianca Köck: ... aber auch zum konkreten Handeln auffordern und anleiten. Denn das beste Bewusstsein für eine Sache hilft recht wenig, wenn daraus keine konkreten Handlungsschritte folgen.

Wie sieht die konkrete Umsetzung aus?

Bianca Köck: Das Projekt ist Anfang Dezember gestartet und soll drei Jahre dauern. Danach hat sich das Projekt hoffentlich gut etabliert und ist quasi ein Selbstläufer geworden. Aus den Erfahrungen der unterschiedlichen Bildungsangebote hoffen wir, dann neue Konzepte entwickeln zu können, um eine Bevölkerungsbeteiligung in unserer Wissenschaft weiter voranzutreiben. Damit würde die TU Wien nach den drei Jahren als eine Art Wissenschaftskommunikationszentrum beratend zur Seite stehen können.

Das erste Jahr im Projekt ist die sogenannte Aufbauphase. Dabei geht es darum, das Gebäude nutzbar zu machen und die Räume zu gestalten. Derzeit sind wir mitten im Umbau. Es werden Wände durchgebrochen, es wird neu ausgemalt und die Elektrik wird erneuert. Auch hier beziehen wir bereits Jugendliche bei der Planung und den Umbauarbeiten, zum Beispiel aus überbetrieblichen Lehren, mit ein. Im Erdgeschoß werden unsere Experimentierräume entstehen. Diese liegen nebeneinan-

Das erste Jahr im Projekt ist die sogenannte Aufbauphase. Dabei geht es darum, das Gebäude nutzbar zu machen und die Räume zu gestalten.

der, und so ist der Materialkreislauf auch optisch gut zu sehen. Nach und nach sollen die Räume dann mit Maschinen, Werkbänken und Mobiliar gefüllt werden. Einige Kolleg*innen haben schon jetzt Sachen gespendet, die zu Hause nicht mehr gebraucht werden. Auf diese Weise haben wir schon ein Klavier und ein paar Sitzmöbel bekommen.

Im zweiten und dritten Jahr sind wir in der Betriebsphase, da geht es dann an die konkrete Umsetzung des Materialkreislaufs. Dieser wird sich folgendermaßen abspielen: von der „Materialmine", wo vorhandene Produkte in die einzelnen Rohstoffe zerlegt werden, weiter zur „Kreativküche", wo aus alten Sachen neue Dinge entstehen, bis zum „Zukunftsportal", wo die neu gebauten Ideen optimiert werden. Gefällt eine umgesetzte Idee dann doch nicht oder stellt sich in der Verwendung heraus, dass es nicht so funktioniert wie ursprünglich geplant, so wird das Objekt wieder zerstört, also in seine Einzelteile zerlegt und erneut in die „Materialmine" eingebracht. Damit schließt sich der Materialkreislauf aus Zerlegen, Neubauen und Optimieren. Wir planen, vor Ort an zwei Tagen pro Woche ein fixes Programm anzubieten und an einem Tag pro Woche eine offene Werkstatt. Im Sommer sollen spezielle Workshops angeboten werden. Derzeit erarbeiten wir mit dem TU-internen Projektteam von Cultural Collisions Workshops für Juni und Juli 2024 im Rahmen der Klima-Biennale, die 2024 (von 5. April bis 14. Juli 2024, Anm.) erstmals in Wien über die Bühne gehen wird.

Bettina Mihalyi-Schneider: Die Hauptzielgruppe sind Schüler*innen, auch Kinder und Jugendliche aus bildungsfernen Schichten wollen wir ansprechen, ebenso Kinder und Jugendliche mit speziellen Bedürfnissen. Diese binden wir bereits jetzt mit ins Projekt und vor allem in die Raumgestaltung aktiv ein, um die Räume auch barrierefrei erlebbar zu machen. Wir haben das Projekt jedoch weitergedacht: Auch Pädagog*innen und Schulen, Familien, die Nachbarschaft, TU-Wien-Forschende und -Mitarbeiter*innen sowie die breite Öffentlichkeit sind eingeladen, sich aktiv am Projekt zu beteiligen – sei es als Schule, die mitmachen möchte, seien es Personen, die als Volunteers das Projekt begleiten, oder Firmen, die uns als Projektpartner unterstützend zur Seite stehen wollen.

Wer ist an dem Projekt beteiligt?

Bianca Köck: Mittlerweile ganz schön viele *(lacht)*! Wir haben ein Projekt-Kernteam bestehend aus vier Personen mit neun weiteren Vertreter*innen aus den sechs beteiligten TU-Fakultäten (die Fakultäten für Architektur und Raumplanung, für Bau- und Umweltingenieurwesen, für Elektrotechnik und Informationstechnik, für Informatik, für Maschinenwesen und Betriebswissenschaften sowie für Technische Chemie, Anm.), die an dem Projekt beteiligt sind. Jedes Teammitglied bringt spezielle Kenntnisse und Expertise mit. Unser Allroundtalent Ines Kirchengast von der Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwesen beispielsweise wird hauptsächlich das Projekt vor Ort betreuen. Sie ist unsere Umsetzerin; neben ihrer Erfahrung in Architektur und Möbelbau bringt sie Erfahrung aus dem künstlerisch-handwerklichen Bereich sowie aus dem Gold- und Silberschmieden mit.

Ines Kirchengast: Danke für das Kompliment, dass ich ein Allroundtalent bin! Ich freue mich schon sehr darauf, im Transformer neben theoretischen Inhalten mit Kindern und Jugendlichen spannende Ideen

Nach und nach sollen die Räume mit Maschinen, Werkbänken und Mobiliar gefüllt werden.

praktisch umzusetzen, um so spielerisch komplexe Themenbereiche zu erarbeiten. Die Arbeit vor Ort wird sicherlich lehrreich für alle Beteiligten. Studierende unterstützen uns ebenfalls im Projekt, wie beispielsweise Alexander Pichlhöfer. Er ist Verkehrstechnik-Student mit einem Background in Chemie und Berufserfahrung in der Industrie.

Bianca Köck: An der Technischen Universität Wien beschäftige ich mich mit Ökobilanzen, ich war aber davor in unterschiedlichen Altersstufen als Pädagogin und im Bereich Umweltbildung tätig und bringe daher vorwiegend diese Aspekte mit ein. Ich möchte erreichen, dass Kinder und Jugendliche zum Handeln ermächtigt werden. In den letzten 30 Jahren wurde im öffentlichen Raum, aber auch in der Wissensvermittlung viel über Umweltschutz und in letzter Zeit auch viel über den Klimawandel diskutiert, konkrete Handlungen und Verhaltensänderungen folgen aber nur sehr selten. Ich würde das Projekt gerne nutzen, um von Knowledge zu Know-how und zum konkreten Umsetzen zu kommen. Auch das Thema Nachhaltigkeit liegt bei mir, obwohl die größere Nachhaltigkeitsexpertin eindeutig Bettina Mihalyi-Schneider ist.

Bettina Mihalyi-Schneider: Als Verfahrenstechnikerin sind Nachhaltigkeit und Ökobilanzen zur Unterstützung der Prozessentwicklung für eine umweltschonende Produktion Themen, mit denen ich mich in meiner Forschung beschäftige. Ich finde es wichtig, dass wir Kinder und Jugendliche zum Nachdenken anregen und ihnen so helfen, selbst Lösungen zu erarbeiten und eigene wertvolle Erfahrungen zu sammeln. Sie haben in den Workshops die Möglichkeit, die Grundlagen eines Handwerks zu erlernen und selbst Verantwortung für Dinge zu übernehmen. Ich bin zwar keine ausgebildete Pädagogin, habe aber selbst drei Kinder und kann aus einem reichen Erfahrungsschatz schöpfen, was das Motivieren und Anleiten von Kindern bei unterschiedlichen Projekten betrifft.

Ich freue mich jedenfalls, Teil des Projektteams zu sein – und jetzt, wo ich darüber nachdenke, wer maßgeblich an der Projektplanung beteiligt ist, merke ich gerade, dass wir mehr Frauen als Männer sind, ungefähr 80 % Unterstützerinnen, was an einer Technischen Universität leider immer noch ungewöhnlich ist.

Azra Korjenic: Ich habe in den letzten Jahren durch zahlreiche FFG-Projekte im Bereich „Grüne Schulen“ viel Erfahrung in der Zusammenarbeit mit jungen Menschen sammeln können. In den Projekten „Grüne Schulen“ geht es darum, herauszufinden, wie bestehende Gebäude optimal begrünt werden können und wie sich die Begrünung auf das Mikroklima innen und außen sowie auf die Energieeffizienz, das Gebäude und deren Nutzer*innen auswirkt. Dazu haben wir auch zahlreiche Low-Cost-Begrünungssysteme für innen und außen entwickelt, inklusive Schritt-für-Schritt-Bauanleitungen mit allen Informationen. Auf der „Mehr Grüne Schulen“-Homepage finden Schüler*innen und Lehrpersonal alles, was sie brauchen, um beispielsweise ihre Klassenräume oder Schulen zu begrünen.

Im Projekt Transformer lernen sie auf spielerische Weise, möchte ich sagen, die Grundelemente des ökologischen Bauens mit Lehm, Stroh, Schafwolle oder Hanf sowie der Kreislaufwirtschaft kennen. Dieses Wissen wird neben den Schwerpunktthemen der anderen Fakultäten bei den Workshops hier am Rennweg eingebracht und genützt werden.

Aus meiner Zusammenarbeit mit den Kindern und Jugendlichen weiß ich, dass sie mit Fleiß, Eifer und Mut dabei sind, gerne Ideen einbringen und sehr positiv eingestellt sind, Neues auszuprobieren. Und das stimmt mich wieder positiv, dass einerseits auch dieses Projekt am Rennweg erfolgreich sein wird und andererseits die junge Generation mit Anleitung und Unterstützung eine Klima- und Energiewende schaffen wird.

Bianca Köck: Meine Kollegin Tina Selami ist ebenfalls Teil des Projekt-Kernteams, sie wird mich während meiner Karenz vertreten. Sie hat Architektur studiert, mit einem Schwerpunkt auf nachhaltigem Bauen, und wird ihre Expertise gut in die Workshops einbringen können.

Zum Abschluss möchte ich die Gelegenheit gerne noch für einen Aufruf an alle Interessierten nützen. Wir freuen uns über alle Unterstützungsmaßnahmen. Das kann das Einbringen von Ideen sein, aber auch aktive Mitarbeit als Volunteers oder Unterstützung als Projektpartner_innen. Wir stehen schon mit einigen Schulen im direkten Kontakt, freuen uns aber, wenn wir noch weitere Bildungseinrichtungen zum Mitmachen motivieren können.

Für das Transformer-Projekt haben sich an der TU Wien Forscher*innen und Mitarbeiter*innen aus sechs verschiedenen Fakultäten zusammengeschlossen, darunter Bianca Köck, Bettina Mihalyi-Schneider, Ines Kirchengast und Azra Korjenic.

GELINGT DIE KLIMAWENDE? JEDENFALLS!

Mit 1.1.2024 übernimmt Peter Weinelt als Generaldirektor die Geschicke der Wiener Stadtwerke. Damit steht er in der Verantwortung von 16.000 Mitarbeiter*innen und nicht weniger als der klimaneutralen Stadt 2040. **Foto:** WSTW/Jakwerth

Peter Weinelt, Sie sind ehemaliger TU Wien Student und auch Vorstandsmitglied des Alumni Club. Mit Jahreswechsel stehen Sie an der Spitze eines Konzerns mit 16.000 Mitarbeiter*innen. Wie kommt es dazu?
WEINELT: Das Studium an der TU Wien war naheliegend. Also nicht örtlich, sondern inhaltlich. Ich komme ursprünglich aus dem Waldviertel, aber habe mich schon im Gymnasim für die Bereiche Strom und Energie interessiert – also bin ich dann nach Wien an die TU und habe dort Energietechnik studiert. Jetzt arbeite ich seit über 30 Jahren in der Energiewirtschaft und stehe mit 1.1.2024 an der Spitze der Wiener Stadtwerke.

Wird die Klimawende in Wien bis 2040 gelingen?
WEINELT: Wenn es nach mir geht: Jedenfalls! Wir setzen als Wiener Stadtwerke-Gruppe alle Hebel in Bewegung, um bis 2040 die Sektoren Mobilität, Wärme und Strom zu dekarbonisieren. Das ist eine Herkulesaufgabe und wir brauchen die besten Köpfe und die geschicktesten Hände, um das zu schaffen. Erschwerend kommt der Fachkräftemangel hinzu. Bis 2030 ‚drehen wir uns einmal komplett um', das heißt, wir haben 16.000 neue Mitarbeiter*innen in der Gruppe – durch Pensionierungen und Fluktuation in der Belegschaft.

In welchem der drei Bereiche erwarten Sie die größten Herausforderungen?

Peter Weinelt: Wir setzen als Wiener Stadtwerke-Gruppe alle Hebel in Bewegung, um bis 2040 die Sektoren Mobilität, Wärme und Strom zu dekarbonisieren.

WEINELT: Es ist unmöglich, die Sektoren getrennt voneinander zu betrachten. Nehmen wir als Beispiel die Mobilität: Ein Elektroauto braucht Strom, der muss klimafreundlich sein und wird beispielsweise durch Sonnenenergie erzeugt. Die Sonne scheint tagsüber, mein Auto lade ich oft nachts auf. Ich brauche also Speicherkapazitäten und natürlich muss der Strom auch transportiert werden. Die Herausforderung wird sein, dass wir nicht mehr von einem großen Kraftwerk Strom in die Umgebung verteilen, sondern dass die Stromproduktion zunehmend dezentral stattfindet, beispielsweise über eine Photovoltaik-Anlage am Dach. Der Umbau der Sektoren geschieht also nicht neben-, sondern miteinander. Wir müssen die Sektoren integriert denken und besonders wichtig ist es, den Netzausbau zu forcieren. Die wichtige Aufgabe heute ist, vorzudenken und die Rahmenbedingungen zu schaffen, damit wir 2040 ohne fossile Brennstoffe auskommen. Ich lade alle herzlich dazu ein, mit uns daran zu arbeiten und innovative Lösungen für die klimafreundliche Stadt umzusetzen.

Die Wiener Stadtwerke sind der bedeutendste Infrastrukturdienstleister im Großraum Wien. Als Wirtschaftsmotor ist Österreichs größter kommunaler Infrastrukturdienstleister mit sieben Milliarden Euro Umsatz und 16.000 MitarbeiterInnen eine treibende Kraft für den Wirtschaftsstandort Wien. Zum Konzern gehören ua. Wien Energie, Wiener Netze, Wiener Linien, Wiener Lokalbahnen, Wipark sowie Bestattung Wien und Friedhöfe Wien.

WIENER STADTWERKE

www.wienerstadtwerke.at/jobs

BEZAHLTE ANZEIGE

SUSTAINABILITY: FREIHEIT ODER SOZIALISMUS?

Seit den 1960er-Jahren finden Umweltthemen regelmäßig Eingang in den gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Diskurs – Umweltschutz wurde über Proteste gegen Atomkraft, Ängste vor dem Waldsterben oder der Verschmutzung von Gewässern oder Kritik an der Abholzung des Regenwalds thematisiert.

Text: Wolfgang Güttel **Fotos:** David Višnjić

Mit dem Brundtland-Bericht wurde das Thema Nachhaltigkeit 1987 verstärkt in die Öffentlichkeit getragen. Darin wird auf die berechtigte Notwendigkeit verwiesen, dass unser gegenwärtiges Handeln zukünftige Generationen nicht in ihrer Entwicklung einschränken darf. Im Sinne der Gerechtigkeitstheorie Rawls kann in ähnlicher Weise argumentiert werden, wenn dieser ein Zeitstrahl hinterlegt wird – Stichwort Generationengerechtigkeit. Im „Schleier des Nichtwissens", an welcher Stelle und in welcher Zeitperiode wir auf die Welt kommen, würden wir uns für jene Gesellschaftsordnung entscheiden, die uns am ehesten als „gerecht" erschiene (z. B. in Bezug auf Grundfreiheiten, Aufstiegsmöglichkeiten oder Wohlfahrtsgewinne durch vertretbare Ungleichheit). So unbestritten das Ziel einer nachhaltigen Gesellschafts- und Wirtschaftsordnung grundsätzlich ist, so verschiedenartig sind die Wege der Umsetzung.

Gegenwärtig verschärft sich die Diskussion rund um das Thema Umwelt- und Klimaschutz. Die Debatte verlagert sich von einem rationalen Diskurs über Maßnahmen zur Steigerung der nachhaltigen Entwicklung im Kontext des Umweltschutzes zu einer moralischen Diskussion über das Klima und die Werte der westlichen Welt insgesamt. Wer die Bedeutung des sozialen Austauschs bei wissenschaftlichen Konferenzen oder bei Geschäftsterminen kennt, weiß, wie wichtig die Beziehungsebene ist. Moralisierend wird etwa versucht, „Flugscham" zu verbreiten. Statt zeiteffizient zu fliegen, wird eine Eisenbahnreise oder der gänzliche Verzicht gefordert. Aus einem zweistündigen Flug von Wien nach London kann dann eine rund 14-stündige Marathonreise mit mehrmaligem Umsteigen werden (d. h. rund zwei Arbeitstage in eine Richtung!). Die Elektrifizierung des Autos für den Nahverkehr wird gefordert, doch der Strom darf weder aus Atom-, Steinkohle- oder Braunkohlekraftwerken noch aus Wasserkraftwerken oder Windkraftanlagen kommen, da die beiden Letzteren das Landschaftsbild und die Natur zerstören. „Klimakleber" kleben sich in London an Brücken, die fast ausschließlich für den öffentlichen Verkehr genutzt werden. Dadurch werden genau jene am Weg zur Schule, in die Arbeit oder zu Freunden gehindert, die das Auto nicht mehr verwenden. Legitimiert werden diese Einschränkungen mit einer „moralischen" Verpflichtung den nächsten Generationen oder dem „Globalen Süden" gegenüber. Das berechtigte Anliegen des Umweltschutzes wird von radikalen Ideologen gekapert, um die bestehende Gesellschaftsordnung fundamental zu verändern. Besonders sichtbar wurde die Ablehnung westlicher Werte bei den Protesten gegen Israels Reaktion auf die brutalen Terrorangriffe der palästinensischen Hamas. Hier wird eine Mörderbande (Hamas) verteidigt, die genau jene Werte – etwa Freiheit, Gerechtigkeit oder Eigentum – verabscheut und ablehnt, die unser westliches Wertesystem seit der Französischen Revolution auszeichnen.

Inspiriert von den 17 „Sustainable Development Goals" der United Nations beschloss die Europäische Union den Green Deal. Mit der damit einhergehenden Green Taxonomy wird ein enormes bürokratisches Regelwerk geschaffen, das Unternehmen zu einem umfassenden Reporting veranlassen soll. Zudem wurde die Bewertungslogik im Finanzsystem verändert, um neben einer Risikobewertung auch eine Nachhaltigkeitsbewertung zu forcieren, die wiederum enorme formalistische

Aufwände nach sich zieht. Während dadurch Unternehmen in der Europäischen Union zu einem hohen bürokratischen Mehraufwand mit wenig greifbarem Nutzen gezwungen werden, freut sich die übrige Welt (mangels globaler Vereinbarungen), dass dadurch die Wettbewerbssituation der eigenen Unternehmen verbessert wird. Europa wird folglich „grüner" – da Anreize zur Abwanderung von Unternehmen gesetzt werden, die sich die hohen regulatorischen Hürden nicht mehr leisten können oder wollen bzw. von anderen kosteneffizienteren Wettbewerbern aus anderen Regionen der Welt aus dem Markt gedrängt werden. Langfristig könnte dies in einer Verarmung Europas mit einhergehenden politischen Revolutionen enden. Das Erstarken der politischen Ränder links und rechts sollte uns schon jetzt zu denken geben.

Im Moment wird Sustainability vielfach mit bürokratischem Zwang und moralisch begründeten Einschränkungen verbunden, die schon in den untergegangenen sozialistischen Staaten präsent waren. Ist dies tatsächlich die Welt, in der wir in Zukunft leben wollen? Der österreichische Wirtschaftsnobelpreisträger Friedrich von Hayek hat in seinem großartigen Werk „Der Weg zur Knechtschaft" vor den Gefahren sozialistischer Wirtschafts- und Gesellschaftsordnungen gewarnt. Jetzt kommen sie durch die Hintertür in grüner Farbe wieder zurück aus der politischen Mottenkiste, wo sie 1990, nach dem Zusammenbruch des Ostblocks, verstaut wurden.

Vielleicht wäre es an der Zeit, das Thema Sustainability mit Freiheit, Unternehmertum, Eigenverantwortung und Optimismus zu verbinden. Da Umweltschutz primär über den Einsatz neuer Technologien erreicht wird, müsste sich Europa strategisch die Frage stellen, wie Rahmenbedingungen und Anreize gesetzt werden können, um die Technologieentwicklung voranzutreiben, und nicht, um Unternehmertum bürokratisch zu gängeln. Nachhaltige Technologien können uns gleichzeitig im Umweltbereich und zur Erringung von Wettbewerbsvorteilen helfen. Sustainability ist in der Regel mit Investitionen in neue Technologien verbunden (z. B. energieeffiziente Produktionsanlagen). Die dafür notwendigen Finanzmittel müssen von Unternehmen verdient werden. Bürokratischer Aufwand durch monströse Regelwerke und Kontrollinstanzen kostet hingegen nur Geld. Auch hübsch in Hochglanz produzierte Nachhaltigkeitsberichte oder elaborierte Kennzahlenbäume schaffen keinen Mehrwert. Vielmehr fehlen Budgets, Zeit und Aufmerksamkeit, um in zukunftsfähige Technologien investieren zu können. Gehen zudem Arbeitsplätze verloren, verringert sich der finanzielle Spielraum der Bürger*innen, um im eigenen Bereich etwa in Energieeffizienz zu investieren. Die Nachfrage geht zurück. Dadurch entstünde ein Teufelskreis, da die geringere Nachfrage Unternehmen zur weiteren Reduktion des Angebots veranlassen würde.

Unternehmerische Kreativität, Risikobereitschaft und Wettbewerb waren seit jeher Treiber von Fortschritt und Entwicklung – warum nicht auch im Bereich Sustainability? Kreativität kann nicht erzwungen werden, doch die Rahmenbedingungen könnten verbessert werden: Förderungen für Forschung und Entwicklung an Universitäten und für Unternehmen könnten weiter gesteigert werden, um in die Erforschung und experimentelle Nutzung nachhaltiger Technologien zu investieren. Risikokapital könnte in einem viel größeren Ausmaß gefördert und bereitgestellt werden, um auch unter unsicheren Bedingungen Neues auszuprobieren. Investitionen in das Bildungssystem, besonders in STEM-Fächer (Science, Technology, Engineering and Mathematics), legen die Grundlage, dass qualifizierte Arbeitskräfte vorhanden sind, die mit ihren Ideen Sustainability vorantreiben können. Nebenher wäre auch jede Stunde „Klimakleben" besser investiert, wenn stattdessen kreativ über Lösungen nachgedacht wird, etwa darüber, den Verkehr nachhaltiger zu gestalten. Wir brauchen Engagement und Ideen! Qualifizierung ohne moralische Färbung würde helfen, dass der Diskurs über technologische Möglichkeiten wieder auf Basis rationaler Argumente geführt und ein Wettbewerb von Ideen mit den verbundenen Chancen und Gefahren möglich wird.

Die Wettbewerbsfähigkeit Europas hängt von der Kraft der Ideen ab – Wissen ist unsere zentrale Ressource. Wollen wir eine nachhaltige Entwicklung fördern, müssen wir diesen Ideen Freiheit geben und deren Umsetzung auch dann fördern, wenn noch nicht klar ist, ob der Weg letztlich erfolgversprechend ist. Nicht bürokratische Bevormundung oder Risikoaversität, sondern der Wettstreit der technologischen Lösungsmöglichkeiten bringt unternehmerische und gesellschaftliche Entwicklung auch zur Nachhaltigkeit voran. Wir sollten lernen, bei Sustainability mehr Freiheit zu wagen!

● TUW

„KANN DER FLÜGELSCHLAG EINES SCHMETTERLINGS IN BRASILIEN EINEN TORNADO IN TEXAS AUSLÖSEN?“

Szenario: Ein hochmoderner Wettervorhersage-Algorithmus kommt zum Einsatz, der sich auf eingehende Daten wie Luftfeuchtigkeit und Temperatur stützt, um das Wetter in den kommenden Tagen vorherzusagen. Was passiert, wenn die Eingabedaten geringfügig abgerundet werden? Wie sehr beeinflusst eine solch kleine Änderung das Ergebnis des Algorithmus? Spoiler: Das Resultat ist verblüffend.

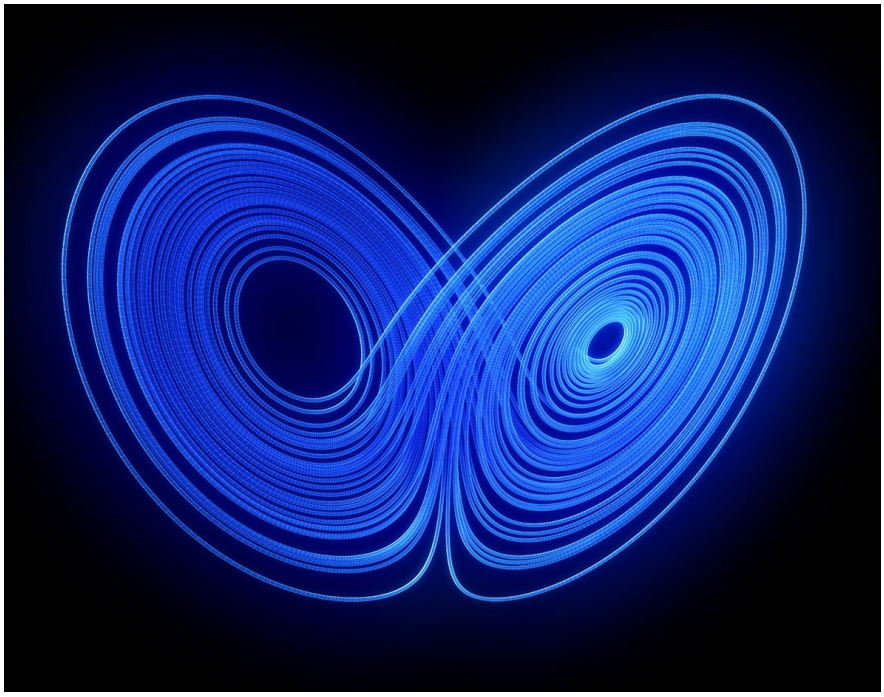
Text: Ekin Deniz Dere **Illustration:** Mattias „Ritarn“ Lindström

UM DIE 1960ER-JAHRE HERUM wurde angenommen, dass das Verhalten deterministischer Systeme durch zwei Dinge bestimmt wird: ihre Anfangsbedingungen und die mathematischen Gleichungen, die sie steuern. Wenn beides bekannt sei, könne man jeden zukünftigen Zustand vorhersagen. Und das, obwohl der französische Mathematiker Henri Poincaré im späten 19. Jahrhundert Schriften hinterließ, die auf die Unvorhersehbarkeit in Systemen hinwiesen: „Es kann passieren, dass kleine Unterschiede in den Anfangsbedingungen sehr große in den endgültigen Phänomenen erzeugen. Ein kleiner Fehler in den Ersteren wird einen enormen Fehler in den Letzteren verursachen“, schrieb er und schloss: „Vorhersagen werden unmöglich.“ Diese Schriften wurden jedoch nach seinem Tod im Jahr 1912 weitgehend vergessen.

Rund ein halbes Jahrhundert später, im Jahr 1961, simulierte der amerikanische Mathematiker und Meteorologe Edward Lorenz mit einem einfachen Computer, dem Royal McBee LGP-30, Wettermuster. Dies funktionierte einwandfrei, bis er sich für eine Abkürzung entschied – überraschenderweise führten kleine Datenänderungen (zum Beispiel 0,506127 abgerundet auf 0,506) zu dramatisch unterschiedlichen Wettervorhersagen. Hatte Lorenz einen Fehler gemacht? War etwas mit dem Computer nicht in Ordnung? Mitnichten. Dies war nicht auf ein technisches Problem zurückzuführen. In einem hypothetischen Szenario, in dem Lorenz’ Computer unendliche Rechenleistung besäße, seine Sensoren unzählig und über den Globus verstreut und seine Daten fehlerfrei genau wären, würde eine Vorhersage sechs Tage in die Zukunft immer noch schwer zu treffen sein.

Der Grund, warum Lorenz ein völlig anderes Wettermuster vorhersagte, wenn er geringfügig unterschiedliche Daten verwendete, war, dass die Annahme über deterministische Systeme falsch war. Es war falsch, dass man jeden zukünftigen Zustand der Systeme vorhersagen kann, wenn man die für sie geltenden Regeln und ihre Anfangsbedingungen kennt.

Was macht bestimmte deterministische Systeme selbst bei theoretisch perfektem Wissen unvorhersehbar? Der „Schmetterlingseffekt“ – oder, in technischen Begriffen, die „sensitive Abhängigkeit von den Anfangswerten“, Hauptmerkmal der Chaostheorie. Es handelt sich um die Erkenntnis, dass selbst kleine, praktisch nicht wahrnehmbare Unterschiede in den Ausgangsbedingungen



Der Lorenz-Attraktor, der 1963 von dem Meteorologen Edward Lorenz vorgestellt wurde, ist die Visualisierung eines dynamischen Systems, das durch drei miteinander verbundene nichtlineare gewöhnliche Differenzialgleichungen beschrieben wird.

im Laufe der Zeit zu sehr unterschiedlichen Ergebnissen führen können. Diese Empfindlichkeit ist nicht auf mangelndes Wissen zurückzuführen, sondern liegt in der Natur chaotischer Systeme begründet. Lorenz führte den Begriff „Schmetterlingseffekt" in einem Vortrag ein, den er 1972 auf einer Tagung der American Association for the Advancement of Science hielt. Dort verwendete er die Metapher eines Schmetterlings, der in Brasilien mit den Flügeln schlägt und in Texas einen Tornado auslösen kann, um das Konzept der empfindlichen Abhängigkeit von den Anfangsbedingungen zu veranschaulichen.

Für ein besseres Verständnis dieser Aussage stelle man sich ein einzelnes Pendel vor, etwa eine einfache Pendeluhr. Wenn man das Pendel aus einem etwas anderen Winkel auslöst oder ihm einen etwas anderen Anfangsstoß gibt, kann man erwarten, dass es vorhersehbar hin- und herschwingt. Dies ist ein nicht chaotisches System.

Nun stelle man sich ein Doppelpendel vor. Es besteht aus zwei aneinander befestigten Pendeln, die das einfachste chaotische System bilden. Wenn man ein Doppelpendel in Bewegung setzt, können schon winzige Unterschiede in den Ausgangswinkeln oder den angelegten Kräften ein extrem unvorhersehbares Verhalten hervorrufen. Das Doppelpendel kann wild schwingen, verschlungene Muster bilden – und wird niemals dieselbe Bewegung exakt wiederholen.

Das Chaos in einem Doppelpendel entsteht, weil es ein nicht lineares System ist. Die Gleichungen, die seine Bewegung steuern, enthalten trigonometrische Funktionen und reagieren sehr empfindlich auf die Anfangsbedingungen. Diese Empfindlichkeit bedeutet, dass selbst bei nahezu identischen Ausgangsbedingungen die Bewegung des Pendels im Laufe der Zeit dramatisch abweichen kann, was eine genaue Vorhersage des zukünftigen Verhaltens unmöglich macht.

EIN NICHT LINEARES DYNAMISCHES System ist wie ein komplexer, unvorhersehbarer Rhythmus von Elementen, die miteinander interagieren und sich gegenseitig auf nicht ganz einfache Weise beeinflussen. In diesem System sind die Regeln, die das Verhalten der Elemente bestimmen, nicht einfach oder linear; stattdessen gleichen sie eher einem Puzzle, bei dem die Veränderung eines Teils das gesamte Bild unerwartet verändern kann. In den Worten des amerikanischen Autors und Wissenschaftshistorikers James Gleick bedeutet Nichtlinearität: „Das Spiel zu spielen verändert die Regeln. Das Verhalten einer nicht linearen Gleichung zu analysieren ist wie durch ein Labyrinth zu gehen, dessen Wände sich mit jedem Schritt, den man macht, neu anordnen."

Chaos ist in verschiedenen Systemen beobachtet und untersucht worden, von Wettermustern über Doppelpendel bis hin zu bestimmten chemischen Reaktionen, Schwankungen in Tierpopulationen, Epidemien und – wie Gleick es ausdrückt – in „Begegnungen mit Baumwollpreisen, mit elektronischem Übertragungsrauschen und mit Fluten von Flüssen." In diesen Fällen verfügen die Forscher*innen über ein tiefes Verständnis der zugrunde liegenden Physik und Gleichungen; dennoch können sie aufgrund der chaotischen Natur der Systeme keine langfristigen Vorhersagen mit Sicherheit treffen.

Es wird noch interessanter: Chaos ist nicht gänzlich chaotisch. In ihm stecken unerwartete Muster. Ordnung und Muster können subtil innerhalb der scheinbaren Willkür koexistieren. Im Lorenz-Modell für Wettermuster zeigt sich bei tieferer Betrachtung jedes Teils des sogenannten „Phasenraums" (ein mehrdimensionaler Raum, in dem jede Dimension einer der Variablen des Systems entspricht) eine kleinere, fast identische Version des Ganzen, ein Merkmal von Fraktalen. Dieses Phänomen der selbstähnlichen Muster, das als „seltsame Attraktoren" bekannt ist, ist nicht auf das Wetter beschränkt, sondern tritt in verschiedenen chaotischen Systemen auf. Das Wort Attraktor kann wörtlich genommen werden: Wenn man einen Attraktorzustand hat, entwickelt sich das System unabhängig davon, wo man es startet, in einen bestimmten Zustand, zu dem es hingezogen ist.

Der Lorenz-Attraktor, der aus drei Differenzialgleichungen zur Modellierung atmosphärischer Konvektion hervorgeht, manifestiert sich als optisch auffälliges Muster, das Schmetterlingsflügeln in einem dreidimensionalen Raum ähnelt. Seine Struktur, bestehend aus verwobenen, tränenförmigen Schleifen, verkörpert das delikate Gleichgewicht des Chaos: Pfade innerhalb des Attraktors winden und drehen sich unvorhersehbar, werden aber konsequent zu seinen beiden Zentren hingezogen.

Dies ist nicht das Ende der Geschichte. Die geheimnisvolle Beschaffenheit und die möglichen Anwendungen von seltsamen Attraktoren in chaotischen Systemen sind weiterhin ein aktives Forschungsgebiet. Das Bewusstsein für die Existenz von Chaos und die darin verborgene Ordnung, Nichtlinearität und Vernetzung ist ein Fortschritt in Richtung größerer Genauigkeit.

Um den Kreis mit den Worten unseres Protagonisten aus dem Jahr 1972 zu schließen: „Wenn der Flügelschlag eines Schmetterlings dazu beitragen kann, einen Tornado zu erzeugen, kann er ebenso gut dazu beitragen, einen Tornado zu verhindern." ● TUW

#1 DER GRÜNE KNOPF

Nachhaltigen Textilien begegnet man überall – ob diese aber wirklich nachhaltig sind, ist oftmals nicht nachweisbar. Hier kommt der „Grüne Knopf“ zum Einsatz: Dieser ist ein staatliches deutsches Siegel für nachhaltige Textilien. Das Besondere daran: Es ist das erste Siegel, das systematisch prüft, ob Unternehmen Verantwortung für die Einhaltung von Menschenrechten und Umweltstandards in ihren Lieferketten übernehmen. Um den Grünen Knopf zu erhalten, müssen Unternehmen anspruchsvolle Anforderungen erfüllen; sie müssen unter anderem nachweisen, dass sie die Produktionsprozesse, die zum Entstehen ihrer Waren beitragen, vollinhaltlich im Blick haben. ● TUW

#2 VORTEIL DER VIELFAHRER*INNEN

Leider geht die Rechnung „Elektroauto = nachhaltig“ nicht immer auf. Zwar fahren E-Autos abgasfrei, ihre Herstellung ist es jedoch nicht. Studien zufolge ist ein elektrischer SUV im Schnitt – abhängig davon, ob er mit Strom aus erneuerbaren oder fossilen Energien läuft – erst nach 47.000 bis 146.000 gefahrenen Kilometern emissionsärmer als ein Auto mit Verbrennungsmotor. Für Vielfahrer*innen kann das Elektroauto also langfristig die nachhaltigere Alternative sein. Öffentliche Verkehrsmittel, Fahrradfahren und Zufußgehen bleiben in ihrer CO_2-Bilanz aber ungeschlagen. ● TUW

#3 FRIDAYS FOR FUTURE FEIERTE JUBILÄUM

Die Bewegung Fridays for Future (FFF) feierte 2023 ihr fünfjähriges Bestehen. Die globalen Proteste – ausgehend von Schüler*innen und Studierenden, die sich für möglichst umfassende, schnelle und effiziente Klimaschutzmaßnahmen einsetzen – wurden im August 2018 von der damals 15-jährigen Schwedin Greta Thunberg ins Leben gerufen. Im Herbst 2019 schaffte es Fridays for Future in Berlin, 1,4 Millionen Menschen auf die Straße zu bringen. Bis heute finden weltweit laufend FFF-Klimaproteste statt. ● TUW

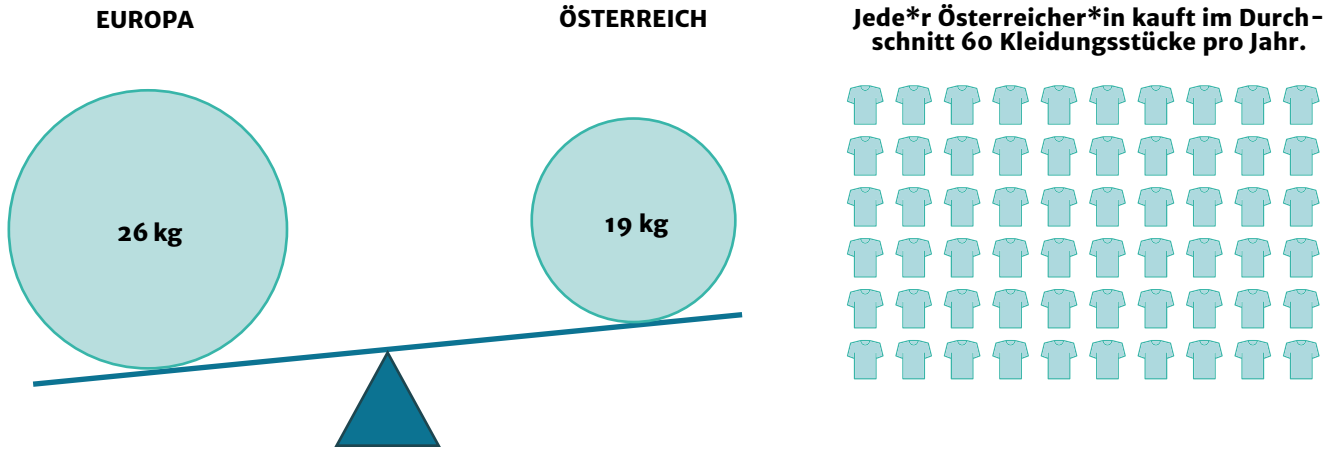
Text: Anika Fallnbügl
Foto: Mika Baumeister

SPLITTER

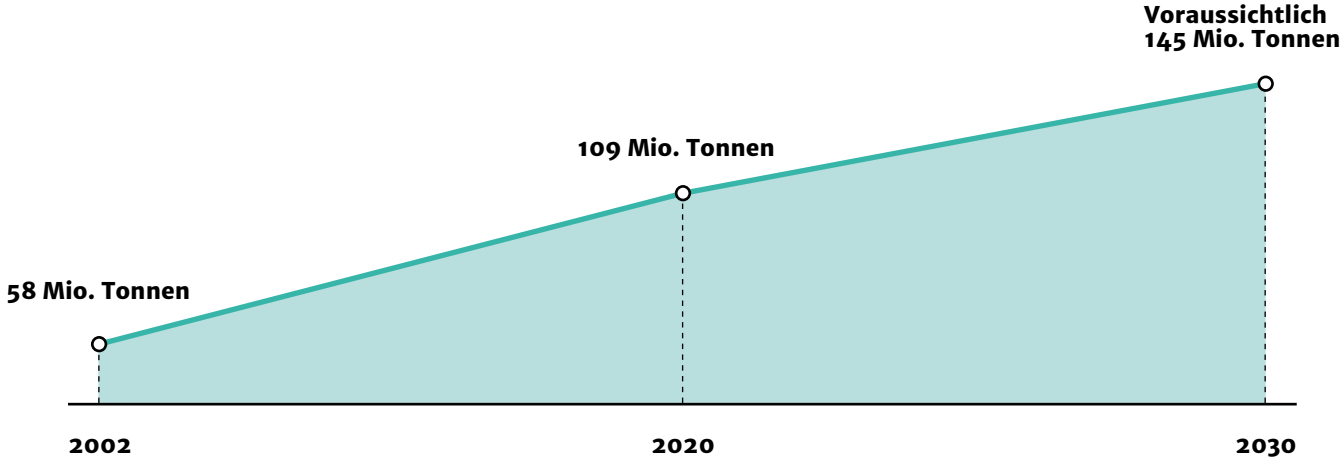
TEXTILINDUSTRIE & UMWELT

Text: Sarah Cornelia Link **Infografik:** Emin Hamdi **Quellen:** EU-Umweltagentur, Quarks.de, WUA-wien.at, Global 2000

NEUE KLEIDUNGSSTÜCKE, DIE PRO JAHR DURCHSCHNITTLICH GEKAUFT WERDEN

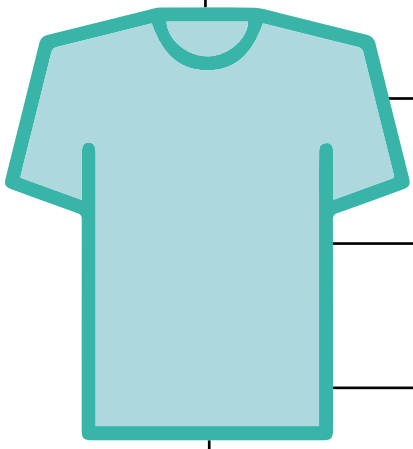


WELTWEITE TEXTILFASER-PRODUKTION



PRODUKTIONSABLAUF VON TEXTILIEN UND DEREN EINFLUSS AUF DIE UMWELT

- BAUMWOLLANBAU
- SPINNEN
- WEBEN
- FÄRBEN
- SCHNEIDEN
- NÄHEN
- TRANSPORT
- LAGERN
- VERKAUF IM HANDEL



2,1 KG CO_2
fallen ca. bei der Herstellung eines Baumwoll-T-Shirts an (5,5 kg CO_2 bei Polyester-T-Shirts).

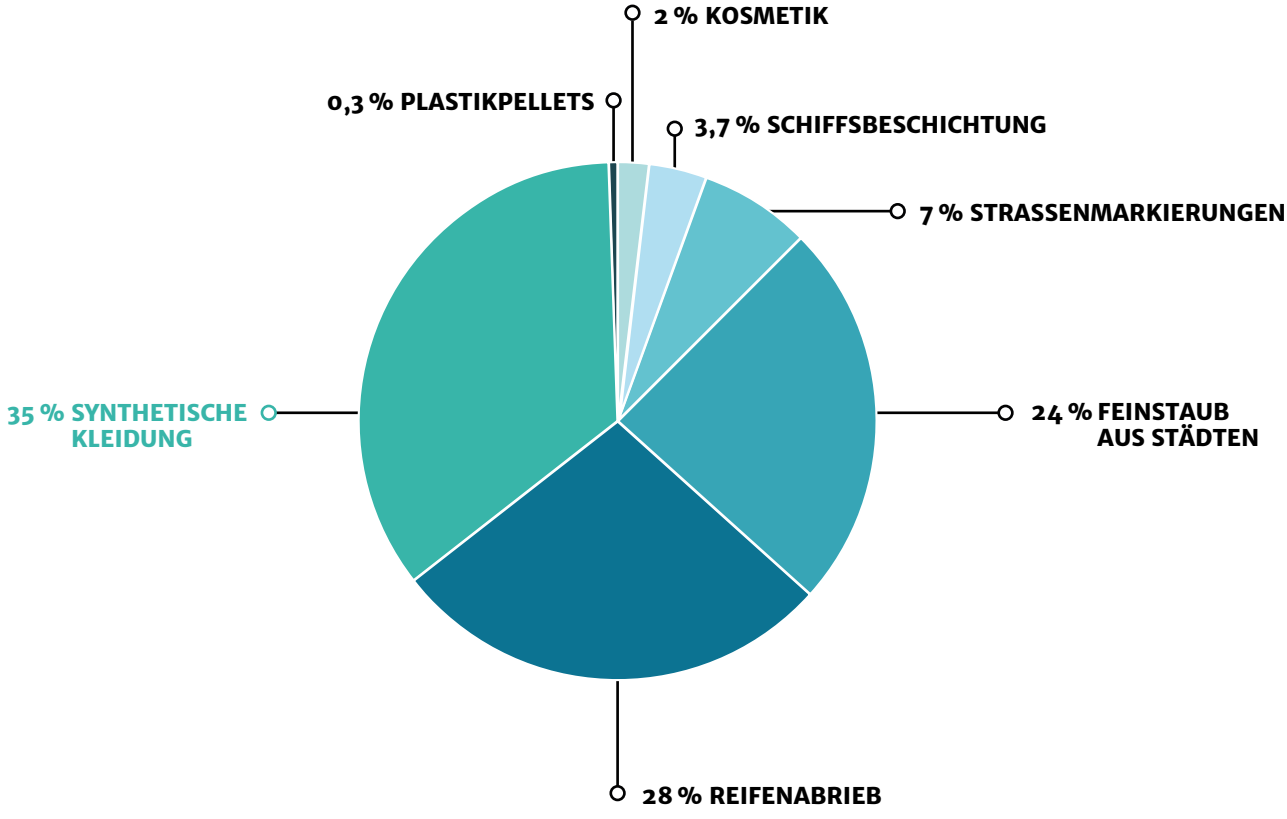
40 g BAUMWOLLE
werden ca. für die Produktion eines T-Shirts benötigt.

60 LITER WASSER
werden für das Färben von Textilien benötigt.

2.700 LITER WASSER
braucht man bei der Herstellung eines T-Shirts (250 Gramm).

20.000–40.000 CHEMIKALIEN
werden beim Färben und Behandeln von Textilien eingesetzt.

TEXTILIEN ALS QUELLE VON MIKROPLASTIK



BEI EINER EINZ

VON POLYEST

KÖNNEN

MIKROPLAS

FREIGESETZ

ZIGEN WÄSCHE

TERKLEIDUNG

700.000

STIKFASERN

ZT WERDEN.

ÖSTERREICH BRAUCHT STROM.

Wirklich spannende Jobs für Student:innen: die APG als Arbeitgeber.
Text: APG Austrian Power Grid **Foto:** Florian Sturzenböck

Hast du die richtige Frequenz? Dann haben wir den richtigen Job für dich! Wir von der APG bieten dir schon im Studium einen verantwortungsvollen Job mit einzigartigen Aufstiegschancen. Wir arbeiten gemeinsam an der Energiewende. Dafür brauchen wir dich:

-Als Werkstudent:in bereits während des Studiums bis zu 6 Std pro Woche (geringfügig)

-Als Praktikant:in (20–30 Stunden pro Woche auf 6 Monate befristet)

-Zur Betreuung von Bachelor- und Masterarbeiten

-Zur Betreuung von Projektarbeiten

-Im Trainee-Programm nach Beendigung des Studiums)

Jeder Job bei der APG ist ein Green Job! Denn was immer du bei uns tust: Du arbeitest mit uns an der Zukunft Österreichs – und die ist elektrisch. Unser Job ist es, die Stromversorgung im ganzen Land zu sichern. Wir transportieren sauberen Strom quer durch Österreich: Dafür entwickeln und designen wir ein intelligentes Netz. Und vielleicht ist das auch bald dein Job – als Student:in kannst du bei uns voll durchstarten.

Wir haben noch viel vor: Wir integrieren 100 % erneuerbare Energie – für eine grüne, lebenswerte Zukunft. Dafür nützen wir modernste State-of-the-Art-Technologien. Wir stehen für Effizienz und Wirtschaftlichkeit, denn wir tragen Verantwortung. Für eine sichere Stromversorgung – 24 Stunden am Tag und 365 Tage im Jahr – braucht es auch beste fachliche Qualifikationen und höchsten persön-

lichen Einsatz. Also unser starkes Team aus Spezialist:innen. Derzeit sind das 750, auf die wir zählen. Und sie auf uns. Wir freuen uns, wenn unser Team noch größer wird und du dich bei uns bewirbst!

Dein Job mit Mehrwert – und vielen Vorteilen!
Bei uns hast du einen sicheren Arbeitsplatz in einem Unternehmen, das Verantwortung übernimmt. Als Arbeitgeber bieten wir dir viele Benefits:

» Work-Life Balance: längere Freizeitblöcke und flexible Arbeitszeitmodelle sowie Homeoffice und hybride Arbeitstage nach Absprache

» Vielfältige Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten

» Unfallversicherung, Krankenzusatzversicherung, Pensionsvorsorge

» Gefördertes Mittagessen und zahlreiche Vergünstigungen (z.B. Spar, OBI, Rewe, Lidl, Müller, etc.)

» Gute öffentliche Verkehrsanbindung (IZD-Tower)

» Familienfreundlicher Arbeitgeber, Betriebsarzt vor Ort (für die Standorte in Wien), Kinderzulage

Unser Spielfeld.
Deine Entscheidungen.
Als unabhängiger Stromversorger sichern wir nicht nur die Stromversorgung für Österreich – wir schaffen auch die Voraussetzungen für s ichere Jobs. Wir finden die richtigen Mitarbeiter:innen zum richtigen Zeitpunkt – vielleicht gehörst auch du bald dazu. Derzeit sind es rund 750, auf die wir zählen. Und sie auf uns: Denn wir geben unserem Team die richtigen Aufgaben und Herausforderungen.
So schaffen wir die besten Voraussetzungen, um unsere Mitarbeiter:innen langfristig bei uns zu haben.
Bei unserer Unternehmenskultur i st uns wichtig, dass die Menschen im Mittelpunkt stehen. Wir fördern die Stärken unserer Mitarbeiter:innen: weil wir glauben, dass uns ein vielfältiges Team mit unterschiedlichen Zugängen und Sichtweisen weiterbringt.

Wir arbeiten mit Hochspannung an der Zukunft.
Nur so gelingt das Energiesystem der Zukunft: voller Spannung, in Bewegung und mit vielen Chancen. Uns treibt der Stolz auf das, was wir für Österreich bewirken. Gestalter:innen der Energiewende zu sein, fordert uns. Hochgesteckte Ziele erst recht. Einzigartiges Fachwissen, volles Vertrauen. Eigene Entscheidungen, volle Verantwortung. Diese Einstellung verbindet alle bei der APG – einem zuverlässigen Arbeitgeber, der dir einen Job mit Mehrwert bietet: für dich und die Natur.

Vertrauen. Entscheiden. Verantworten. Bist du dabei?
Bei uns gibt's viel zu tun – und du kannst während dem Studium und auch gleich danach viel bewegen. Vom Betrieb und der Instandhaltung unserer Anlagen über die Konzeption und langfristige Planung des österreichischen Stromnetzes bis hin zum Management des österreichischen Strommarkts und dessen Einbindung auf europäischer Ebene – wir haben noch viel vor. Hier gibt's einen kleinen Überblick.

»An den Hochspannungsleitungen
Hier planen und bauen unsere Spezialist:innen die Leitungen und halten sie in Stand – inklusive aller Genehmigungen.

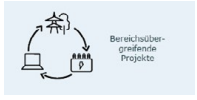
»Im Umspannwerk
Hier werden unsere Werke geplant und gebaut und die Kolleg:innen halten sie in Stand – gemeinsam mit den Operator:innen in der österreichischen Schaltzentrale, aus der das österreichische Hochspannungsnetz gemanagt wird.

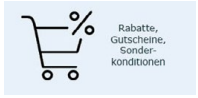
»Im Büro
Hier gibt's kaufmännische Berufe wie HR, Kommunikation, Einkauf, Strategie und Recht.

»In der IT
Die Kolleg:innen der IT schaffen den technischen Background. um das Land mit Strom zu versorgen

»In der Land- und Forstwirtschaft
Hier kümmern sich unsere Kolleg:innen um die Naturflächen, auf denen unsere Anlagen stehen. Dazu gehören auch Renaturierung und Auf- forstung, aber auch die Instandhaltung und das Schneiden der Bäume.

Benefits:





*abhängig von Berufsbild und Abteilung

Mehr zur Karriere bei APG unter

apg.at/karriere

Österreich braucht Strom.
APG
www.APG.at

TUW RECAP 2023

Seit 2021 haben wir bei tuw.media nicht nur einige Magazine produziert, sondern auch Zeitungen (tuw.daily) sowie Events (tuw.live). Rund um Themen wie künstliche Intelligenz, Klima, Science-Fiction, „Under 30“ oder auch „Future Technologies“ hatten wir viele kluge Köpfe und Expert*innen zu Gast.

Text: Lela Thun **Fotos:** tuw.media

Beim ersten tuw.live-Event des Jahres, bei dem es um „Future Technologies“ ging, sprach der Wissenschaftsjournalist Ranga Yogeshwar über die geschichtlichen Zukunftsvorstellungen der Menschen.

Für Stefan Pflügl ist eine „Future Technology“ die Biotechnologie. Er sprach darüber, wie viel schon in der Gentechnologie möglich ist und was in Zukunft noch in diesem Gebiet auf uns zukommen wird.

Beim „TUW Under 30"-Event im Oktober 2023 kamen Listmaker aus 2022 und 2023 zusammen, um sich kennenzulernen, zu netzwerken und spannenden Interviews zu lauschen. Zudem lag die druckfrische „Under 30"-Ausgabe unseres Magazins auf, in dem sich die diesjährigen Listmaker selbst „lesen" konnten.

Unter den Listmakern 2023 fand sich auch Giulia Scaffino (links), hier im Gespräch mit Redakteurin Ekin Deniz Dere. Scaffino ist seit 2020 Doktorandin an der TU Wien, wo sie in der Forschungsgruppe Security and Privacy forscht; sie ist spezialisiert auf Blockchain-Technologien, Kryptowährungen und Decentralized Finance („DeFi") und arbeitet mit der österreichischen Cryptocurrency-Exchange Bitpanda zusammen.

Fabian Garmroudi (oben links) und Lela Thun, Managing Editor von tuw.media (oben rechts), sprachen über die Frage, wie Energie und Wärme effizienter umgewandelt werden können – dazu forscht Garmroudi nämlich an der TU Wien.

Im Gespräch unten diskutieren Ekin Deniz Dere (rechts) und Zahra Babaiee (links), wie tiefenneuronale Netze (cyberphysische Systeme) unsere Zukunft prägen werden.

TUW
MAGAZINE
UNDER 30
02-23

GenH2
TRUCK
powered by cellcentric
#HydrogenRecordRun
DAIMLER
#HydrogenRe
COOLING UNIT
FUEL CELL
HIGH VOLTAGE BATTERY
HYDROGEN TANKS

GIB MAL STOFF!

Text: Lela Thun
Fotos: Daimler AG

Bis 2030 soll es für alle Modelle der Jaguar-Land-Rover-Gruppe eine elektrische Alternative geben. Doch das britische Unternehmen ist mit dieser Idee nicht alleine, auch viele andere Autokonzerne sehen in der Elektromobilität die Zukunft. Dabei gibt es schon seit Längerem eine Alternative: die Wasserstoff-Brennstoffzelle. Doch wie zukunftstauglich ist diese Technologie wirklich? Ist sie „nur" eine Alternative für Lastfahrzeuge – oder auch für Personenkraftwagen?

„Das Auto ist eine vorübergehende Erscheinung. Ich glaube an das Pferd.“ Kaiser Wilhelm II., der diese Aussage angeblich um das Jahr 1900 getätigt haben soll, hat nicht recht behalten – das Automobil ist eine Erfindung, die bis heute eine sehr große Rolle in unserer Gesellschaft spielt. Schließlich war der Mensch plötzlich nicht mehr abhängig von den durchaus unzuverlässigen und langsamen Pferden und konnte sich mit hohen Geschwindigkeiten von A nach B bewegen, ganz unabhängig von Zugfahrplänen und Ruhezeiten der Huftiere. Die individuelle motorgetriebene Mobilität öffnete Türen für die Menschen und hat die Stadtplanung und somit auch unseren Planeten maßgeblich verändert. Allerdings machte der Straßenverkehr 2019 ganze 71 Prozent der CO_2-Emissionen aller Verkehrsträger aus. Davon werden laut dem Europäischen Parlament 60 Prozent dem Individualverkehr, sprich Pkw, zugeschrieben, die restlichen 40 Prozent gehen auf das Konto der Groß- und Kleinlaster.

Die ersten Autos hatten keine Verbrennungsmotoren. Der Franzose Nicholas Cugnot baute 1769 das erste mit Dampf angetriebene dreirädrige Fahrzeug, lange bevor es die ersten Verbrenner oder Elektroautos gab; diese wurden erst 1804 vom Schweizer Isaac de Rivaz bzw. 1889 vom Schotten Thomas Parker gebaut. Wie wir heute wissen, hat der Verbrennungsmotor (auch wenn das Elektroauto über die Jahre immer im Hinterkopf der Automobilkonzerne blieb) das Rennen gewonnen – erst in den 2010er-Jahren, mit dem Markteintritt des Tesla Roadster, der eine Reichweite von 350 Kilometern hatte, erlebte das Elektroauto eine Renaissance. Heute steht das E-Auto, obwohl es mittlerweile eine Reichweite von bis zu 800 km haben kann, vor allem wegen der Herstellung und Entsorgung der Lithium-Ionen-Batterien in der Kritik. Für viele ist daher das Wasserstoffauto eine Alternative, auf die „nur noch etwas gewartet werden muss“.

„Es gibt einfach zu wenige Tankstellen, bei denen man Wasserstoff tanken kann. Die Infrastruktur muss nachziehen“, so Christian Mohrdieck.

„Warten muss man auf die Technik für ein mit Wasserstoff angetriebenes Fahrzeug nicht mehr. Die Funktionalität ist bereits voll gegeben“, sagt Christian Mohrdieck, COO der Cellcentric GmbH, die sich der Entwicklung, Produktion und Vermarktung von Brennstoffzellensystemen für den Einsatz in schweren Nutzfahrzeugen verschrieben hat. Mohrdieck studierte Physik in Kiel und Grenoble, danach fing er bei der Daimler-Gruppe zu arbeiten an, bei der er 32 Jahre lang in der Forschung und Entwicklung tätig war. „1999 habe ich damit begonnen, mich mit elektrochemischen Komponenten wie Brennstoffzellen und Lithium-Ionen-Batterien auseinanderzusetzen; ein Thema, welches mich bis heute nicht mehr losgelassen hat“, so der Physiker. Besonders fasziniert ist Mohrdieck vom Einsatzgebiet dieser Technologien und der Tatsache, dass man mit Brennstoffzellen Fahrzeuge zumindest lokal emissionsfrei machen kann.

Tatsächlich kommen aber Brennstoffzellen, die primär dafür zuständig sind, Wasserstoff in elektrische Energie umzuwandeln, in vielen Bereichen zum Einsatz, beispielsweise als Notstromgeneratoren oder bei Heizungen; eigentlich fast überall, wo man Wasser und Sauerstoff in elektrischen Strom verwandeln will. Denn die Funktionsweise von sogenannten Wasserstoff-Brennzellen ist relativ einfach. „Ihr Funktionsprinzip ist das der umgekehrten Elektrolyse“, so Physiker Mohrdieck. Eine Brennstoffzelle besteht grob aus zwei Platten, die durch eine Membran getrennt sind. Auf der einen Platte sammelt sich nun Wasserstoff aus dem Wasserstoffspeicher oder -tank an, auf der anderen Seite Sauerstoff aus der Umgebungsluft. Die positiven Teilchen des Wasserstoffs können als einzige Teilchen die Membran zwischen den Platten überqueren. Geschieht dies, kommt es zu einem Ladungsungleichgewicht, da der Seite mit dem Wasserstoff die positiven Teilchen fehlen und sie dadurch negativ geladen ist. Es entsteht eine Spannung zwischen den Platten, die sich nur durch einen Umweg entladen kann, bei dem die negativ geladenen Teilchen durch ein Kabel

„1999 habe ich damit begonnen, mich mit elektrochemischen Komponenten wie Brennstoffzellen und Lithium-Ionen-Batterien auseinanderzusetzen", erzählt Christian Mohrdieck.

wandern müssen – es fließt Strom. „Wir bei Cellcentric verwenden die sogenannte PEM- oder Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzelle. Die spezielle Membran in dieser Brennstoffzelle läuft bei 60 bis circa 90 Grad Celsius und eignet sich daher besonders gut für Fahrzeuge. Außerdem ist sie dynamisch und ermöglicht einen Antrieb ohne Verzögerung", so Mohrdieck.

Fahrzeuge, die mit Wasserstoff-Brennzellen fahren, brauchen also lediglich Wasserstoff und Sauerstoff als Kraftstoff. Letzterer kommt ganz natürlich in der Umgebungsluft vor, während Ersterer hergestellt werden muss. Dies geschieht heutzutage meistens bei der Spaltung von Erdgas in Wasserstoff und Kohlenstoffdioxid. Speichert man das CO_2 dann im Anschluss mit der Carbon-Capture-Methode unter der Erde, so macht das den gewonnenen Wasserstoff nahezu klimaneutral. Wasserstoff kann aber auch bei der Verbrennung von Kohle und in Kernkraftwerken entstehen. Diesen nennt man dann braunen oder pinken Wasserstoff, und der ist alles andere als klimaneutral. „Ein nachhaltiges Ziel für die Industrie ist es, Wasserstoff mithilfe grüner Energieträger zu gewinnen", erklärt Mohrdieck.

Der Vorteil von Autos, die mit Wasserstoff-Brennzellen betrieben werden? Es fallen beim Betreiben des Motors keine Emissionen und Treibhausgase an. „Alles, was aus dem Auspuff herauskommt, ist Wasserdampf", so Mohrdieck. Es braucht außerdem keine großen Lithium-Ionen-Batterien wie bei Elektroautos. Und was vor allem bei Lkw wichtig ist: Wasserstoffautos können im Gegensatz zu Elektroautos in wenigen Minuten betankt werden. „Außerdem sind Wasserstoffautos recht simpel im Aufbau. Ein Verbrennerfahrzeug kann relativ schnell in ein Wasserstoffauto umgebaut werden. Man baut dann eben statt eines Benzin- oder Dieselmotors ein Brennstoffzellensystem ein", so Mohrdieck.

Cellcentric entwickelt hauptsächlich Brennstoffzellen-Lösungen für Lkw, da sich dieses System besonders gut als grüne Alternative zum Verbrennungsmotor eignet. So erklärt Mohrdieck: „Würde ein Schwerlast-Fernverkehrs-Lkw mit einem Batterie-Elektroantrieb fahren, so bräuchte er dafür eine große und vor allem schwere Batterie. Das zusätzliche Gewicht würde dann in der Nutzlast fehlen – sprich: Der Lkw könnte aufgrund der Batterie weniger Ladung transportieren. Bei Lkw, die mit Brennstoffzellensystemen fahren, ist das nicht in dem Maß der Fall."

Auch wenn die Vorteile der Brennstoffzellensysteme für Lkw groß sind, gibt es bisher nur Prototypen, die auf der Straße unterwegs sind. Das hat laut Mohrdieck vor allem einen Grund: „Es gibt einfach zu wenige Tankstellen, bei denen man Wasserstoff tanken kann. Die Infrastruktur muss nachziehen." Die größten Probleme, mit denen Wasserstoffautos zu kämpfen hatten – nämlich tiefe Temperaturen, bei denen Wasser gefriert, sich ausdehnt und dadurch Rohre zum Platzen bringt, oder besonders steile, lange Bergstrecken –, konnten in den vergangenen Jahren gelöst werden. „Volvo ist zum Beispiel in Nordschweden bei tiefsten Minusgraden mit einem Wasserstoff-Brennstoffzellen-Fahrzeug unterwegs gewesen; Daimler Truck ist mit einem Wasserstoff-Brennstoffzellen-Lkw über den Brenner gefahren", so Mohrdieck.

Ob Brennstoffzellen jemals auch in Pkw eine realistische Alternative für Verbrennermotoren werden, lässt Mohrdieck offen: „Da kommt es darauf an, wie sich die Lkw-Industrie in den nächsten Jahren entwickelt. Als Alternative für Verbrennermotoren bei Lkw wird die Brennstoffzellentechnologie aber auf jeden Fall eine Rolle spielen, da sich ein rein elektrischer Antrieb für schwere Nutzfahrzeuge einfach schlechter eignet." ● TUW

Christian Mohrdieck ist CCO der Cellcentric GmbH. Zuvor war er CEO der Mercedes-Benz Fuel Cell GmbH und Geschäftsführer von Daimler Truck.

POWER VOM BALKON

Wenn es um Stromversorgung geht, kam man dieses Jahr an einem Schlagwort nicht vorbei: Balkonkraftwerke. Kleine Fotovoltaikanlagen für Wohnungen in städtischen Siedlungsgebieten liegen im Trend – und das nicht zuletzt auch vor dem Hintergrund der prekären Energieversorgungssituation.

Text: Elena Kappel **Foto:** Oliver Hasselhuhn

SOWOHL IN LÄNDLICHEN GEBIETEN ALS AUCH IM URBANEN GROSSRAUM wird das Landschaftsbild immer stärker von schwarzen Flächen auf Hausdächern, zuletzt aber auch an Balkonen, geprägt: Stromerzeugung durch Fotovoltaikanlagen hat in den letzten Jahren einen wirtschaftlichen Boom erfahren. 2022 wurden in Österreich Sonnenstromanlagen mit einer Leistung von über 1,4 Megawatt neu installiert; ein Rekordwert. Ihren flächendeckenden Einsatz erfuhr die PV-Technologie ab den späten 2000er-Jahren, die Erfindung selbst ist fast 200 Jahre alt.

1839 kam der Stein rund um die Entdeckung der Energie aus Licht erstmals ins Rollen, als Alexandre Edmond Becquerel den fotoelektrischen Effekt entdeckte. Heute unterscheidet man unter diesem Begriff drei verschiedene physikalische Abläufe, denen allen gemein ist, dass ein Elektron aus seiner Bindung gelöst wird, indem es ein Photon – die kleinste Energieeinheit des Lichts – absorbiert. Dafür muss die Energie des Photons mindestens gleich groß sein wie die Bindungsenergie des Elektrons. Becquerel stellte dabei fest, dass die Wechselwirkung bei Licht etwas größer war als in Dunkelheit.

Auch Albert Einstein konnte seine Finger nicht von den Effekten rund ums Licht lassen: Er lieferte mit seiner Theorie zum fotoelektrischen Effekt in Bezug auf die Ausstrahlung von Licht wichtige Ergänzungen. Laut Einstein breitet sich Licht nicht kontinuierlich im Raum aus, sondern diskontinuierlich, also unzusammenhängend. Licht besteht laut ihm außerdem aus sich im Raum bewegenden Energiequanten, die nicht teilbar sind und deswegen nur als Ganzes absorbiert werden.

Bestätigt wurden Einsteins Erklärungen von Robert Andrews Millikan, der dafür 1923 den Nobelpreis für Physik erhielt. Millikans berühmtes Öltröpfchen-Experiment, auch Millikan-Versuch genannt, trug wiederum entscheidend zur Erforschung des fotoelektrischen Effekts bei, indem er damit die Größe der Elementarladung genauer bestimmen konnte.

Eine für die heutige Herstellung von Halbleitertechnik wichtige Grundlage entdeckte Jan Czochralski 1916 mit dem nach ihm benannten Kristallziehverfahren, auch bekannt als Schmelztiegelverfahren. Dadurch können einkristalline Werkstoffe hergestellt werden, die eine tragende Rolle in Solarpanels spielen. Dabei handelt es sich um Stoffe, deren Bausteine ein einheitliches Kristallgitter bilden. 1953 gelang es Daryl Chapin, Calvin Fuller und Gerald Pearson, kristalline Silizium-Solarzellen mit einer Größe von zwei Quadratzentimetern und einem Wirkungsgrad von über 4 % herzustellen. Um diese Errungenschaft zu ehren, widmete die *New York Times* den drei Forschern ihre Titelseite.

VIER JAHRE SPÄTER ERFOLGTE DER ERSTE PRAKTISCHE EINSATZ DER FOTOVOLTAIKTECHNOLOGIE: Der Satellit „Vanguard 1" war der vierte künstliche Satellit und der erste, der mit Solarenergie versorgt wurde. Doch erst Jahre später wurde Energie aus der Sonne auch im kommerziellen Bereich eingesetzt. Dabei nahm die australische Regierung eine Pionierstellung ein, indem ab 1976 das gesamte Telekommunikationsnetz im Outback mit fotovoltaisch gestützten Batteriestationen betrieben wurde. Bereits in den 1980ern gab es erste Versuche der privaten Nutzung von Fotovoltaik, doch zum Aufkommen des ersten Hypes rund um die Technologie dauerte es in Österreich bis in die späten 2000er.

Wie viel Strom ein Balkonkraftwerk tatsächlich erzeugen kann, ist von verschiedenen Faktoren abhängig: Eine tragende Rolle spielt die Stärke der Sonneneinstrahlung auf das Solarpanel am Befestigungsort; aber auch der Neigungswinkel des Panels selbst ist relevant. Optimalerweise sind Balkonkraftwerke nach Süden ausgerichtet, in einer Neigung von circa 35 Grad.

Insbesondere im Sommer kann ein Balkonkraftwerk unter günstigen Bedingungen mehr Strom erzeugen, als im Moment im Haushalt verbraucht werden kann. Dieser überschüssige Strom wird in diesem Fall entgeltlich in das öffentliche Stromnetz eingespeist. Die Einspeisung rentiert sich in der Regel allerdings nicht; genauso wenig wie eine Batterie als Speicher für überschüssigen Strom, denn dafür ist die Stromerzeugungsleistung eines Balkonkraftwerks zu gering.

Der Zweck der kleinen Fotovoltaikanlagen besteht darin, die eigenen Haushaltsgeräte zu versorgen. Dabei kann eine Eigenversorgungsrate von zehn bis 20 % (über das gesamte Jahr verteilt) erreicht werden. Balkonkraftwerke sind bereits ab 300 € erhältlich, können aber je nach Größe und Qualität der Panels bis zu 1.000 € kosten.

Die Lebensdauer einer herkömmlichen Solaranlage beträgt mehrere Jahrzehnte, sodass auch bei Balkonkraftwerken mit mindestens 15 Jahren gerechnet werden kann. Auch die Wirkungskraft der Solarzellen kann in der Regel über mehrere Jahre auf einem Niveau von über 80 % gehalten werden. Bei einem durchschnittlichen Verbrauch von 1.400 kWh für einen Ein-Personen-Haushalt können durch ein Balkonkraftwerk bis zu 100 € jährlich eingespart werden.

● TUW

Solarkraftwerke werden heutzutage immer beliebter – die Technologie, die hinter ihnen steckt, ist aber beinahe 200 Jahre alt: Entdeckungen von Alexandre Edmond Becquerel, Albert Einstein und Robert Andrews Millikan trugen zu ihrer Entwicklung und Kommerzialisierung bei.

#1 UMSTRITTENER SAISONAUFTAKT

Die Eröffnung des Ski-Weltcups in Sölden am 28. Oktober ging Hand in Hand mit einem gewaltigen Aufschrei von Klimaschützer*innen. Ihre Kritik: Rund um die mit Kunstschnee präparierte Piste war aufgrund der für die Jahreszeit sehr hohen Temperaturen kein Schnee zu sehen. Schneekanonen verbrauchen große Mengen an Wasser und Strom – für die Erzeugung eines Kubikmeters Schnee sind drei bis fünf Kilowattstunden notwendig, was im Alpenraum für die ganze Saison einen Stromverbrauch von circa 2.000 Gigawattstunden bedeutet. Damit könnten 500.000 Haushalte ein gesamtes Jahr versorgt werden. Außerdem verbraucht die Herstellung eines Hektars Kunstschnee etwa eine Million Liter Wasser.

#2 GREEN DEAL

Österreich ist derzeit trauriger Spitzenreiter im EU-Vergleich: 2021 hatte kein anderes Land der Europäischen Union eine höhere durchschnittlich anfallende Menge an Siedlungsabfall pro Kopf als Österreich mit 835 Kilogramm. Obwohl unsere Recyclingquote bei Siedlungsabfall 2020 bei 62 % lag, werden gerade einmal 25 % des Plastikmülls recycelt. Dagegen kämpft die EU im Zuge des „Green Deal“ an – und führt eine ländereinheitliche Recyclingquote für Plastikmüll von 50 % ab 2025 ein.

#3 UMWELTLÜGE?

Am 30. November 2015 fand die Pariser Klimakonferenz statt, an der sich rund 150 Länder beteiligten und sich im Zuge dessen dem Klimaschutz verschrieben. Aus diesen Bemühungen ging das Pariser Klimaübereinkommen hervor, das von 197 Staaten ratifiziert wurde. Inhalte dieses Abkommens sind, die Erderwärmung auf zwei beziehungsweise 1,5 Grad Celsius zu begrenzen, nationale Beiträge zum Kampf gegen die Erderwärmung zu leisten und Entwicklungsländer bei der Erreichung von Umweltzielen zu unterstützen. Noch ambitionierter hat sich die Europäische Union positioniert: Bis 2050 soll die EU der erste klimaneutrale Wirtschaftsstandort weltweit werden. Klimaschützer*innen und Expert*innen stehen der Frage, ob dieses Ziel in dieser Zeitspanne erreichbar ist, allerdings mit einem hohen Maß an Skepsis gegenüber.

Text: Elena Kappel
Fotos: Elena Slepitskaya, dottedhippo

SPLITTER

#4 SCHÄDIGER FÜR MENSCH UND TIER

Mikroplastik ist in aller Munde, doch was ist das eigentlich genau und warum ist es so gefährlich? Mikroplastik nennt man winzige Kunststoffpartikel, die einen Durchmesser von weniger als fünf Millimetern haben. Laut dem WWF gelangen jährlich zwischen 4,8 und 12,7 Millionen Tonnen Plastik in unsere Ozeane, vorwiegend in Form von Mikroplastik. Meereslebewesen nehmen diese Teilchen auf und können sie, da sie so winzig sind, kaum ausscheiden. Über den Verzehr von Meeresfrüchten und Fisch gelangt Mikroplastik somit auch in den menschlichen Körper. Auch im Grundwasser befindet sich immer mehr Mikroplastik, sodass heutzutage eine Nahrungsmittelaufnahme ohne Mikroplastik-Belastung kaum mehr möglich ist. Die daraus resultierenden Risiken für den menschlichen Körper lassen sich allerdings noch schwer abschätzen.

#5 REDUCE, REUSE, RECYCLE

Das Motto der Stunde lautet „Reduce, reuse, recycle“. Einem ähnlichen Ansatz folgen heutzutage viele Unternehmen in Form der Kreislaufwirtschaft: Bestehende Materialien sollen möglichst lange verwendet und bereits erzeugte Gegenstände – wenn notwendig und möglich – repariert werden, sodass keine weiteren Ressourcen für Produktionen verbraucht werden müssen. Somit steht die Kreislaufwirtschaft der traditionellen Wegwerfgesellschaft gegenüber, die zum Wirtschaftsaufschwung der letzten Jahrzehnte beigetragen hat.

#6 WARMER WINTER

Die Problematik der Abhängigkeit von Russland bezüglich Erdöl und Erdgas wurde durch den Angriffskrieg gegen die Ukraine in den Vordergrund gerückt – aber auch die Umweltbilanz dieser beiden Rohstoffe lässt zu wünschen übrig, weshalb neue Heizungstechnologien gefragt sind. Immer beliebter wird die Wärmepumpe: Diese entzieht der Umgebung, insbesondere dem Erdreich, dem Grundwasser und der Luft, Wärme, die durch das Verdampfen einer Flüssigkeit in der Pumpe aufgenommen wird. Im nächsten Schritt wird diese Flüssigkeit dann komprimiert, wodurch erneut Wärme entsteht, die allerdings eine deutlich höhere Temperatur als die Umgebungswärme hat und somit im Winter zum Heizen verwendet werden kann.

Text: Lela Thun
Fotos: Friedrich Hauer, Stadt Wien - Vienna GIS

WIEN WAR WILD

Die Wiener Vororte und Stadt-Randzonen waren vor 100 Jahren noch alles andere als strukturiert. Tatsächlich hat Wien eine lange Geschichte, die durch informelle Siedlungen oder auch „wilde Siedlungen“ geprägt wurde. Andre Krammer und Friedrich Hauer, zwei Wissenschaftler der Technischen Universität Wien, haben sich der Dokumentation und der Aufarbeitung Wiens wilder Geschichte verschrieben. Sie erklären, warum sich einige Bewohner der Stadt ohne Genehmigungen an Grünzonen ansiedelten und wie Wien darauf reagierte.

In Ihren kürzlich publizierten Arbeiten geht es vor allem um informelle Stadtentwicklung im 20. Jahrhundert in Wien. Warum interessieren Sie sich für dieses Thema?

Friedrich Hauer: Uns ist vor einiger Zeit aufgefallen, dass es über die informelle Siedlungstätigkeit, sprich die Urbanisierung der Stadtränder außerhalb der formalen öffentlichen Planung, vor allem während der beiden Kriegs- und Nachkriegszeiten im 20. Jahrhundert, wenig wissenschaftliches Material gibt. Gleichzeitig war dieses Thema für die Wiener Stadtentwicklung von großer Bedeutung, weil einfach riesige Flächen davon betroffen waren, was Auswirkungen bis heute hat. Wien war vielleicht auch dahingehend besonders, weil die Siedlungen im Gegensatz zu anderen europäischen Großstädten kaum geräumt wurden.

Andre Krammer: Interessanterweise wurde die informelle Stadtentwicklung bisher in der Forschung primär als ein Phänomen des Globalen Südens wahrgenommen. Dass es aber im globalen Norden bzw. auch in europäischen Städten informelle Siedlungen gab, wie z. B. die sogenannten „wilden“ Siedlungen Wiens, ist bisher vernachlässigt worden. In Bezug auf Wien hat uns besonders beschäftigt, wie die Stadt und die Stadtplanungsabteilungen auf das Phänomen einer Stadtentwicklung „von unten“ reagiert haben. Bisher dominierten die Wohnprogramme des Roten Wien, die top-down umgesetzt wurden, die Wahrnehmung. In Wirklichkeit wird Stadt aber immer sowohl durch formelle Planung als durch informelle Praktiken der Stadtbewohner*innen „produziert“.

Was waren die Ursachen für diese „informellen Siedlungen“?
Andre Krammer: Auslöser waren zeithistorische politische wie soziale Krisen, allen voran zwei Weltkriege, die Nahrungsmittelknappheit und Wohnungsnot hervorriefen, aber auch die Weltwirtschaftskrise Ende der 20er Jahre, die eine sehr hohe Arbeitslosenquote zur Folge hatte. Es kam zu wiederholten Schüben „wilden“ Siedelns, da sich zehntausende Wiener*innen wiederholt zur Selbsthilfe gezwungen sahen. Den Siedler*innen ging es ganz pragmatisch um einen möglichst hohen Grad an Selbstversorgung durch Eigenanbau und um das Überleben in anfänglich oft nur notdürftig selbst zusammengezimmerten Behausungen, in Brettelhütten bzw. Bretteldörfern wie die Wiener*innen diese nannten. In Krisenzeiten vertrauten viele nicht auf rasche und ausreichende Hilfe seitens der Behörden. Sogar das Fehlen von basaler Infrastruktur – Wasseranschluss, Elektrizität, Kanalisation und befestigte Straßen nahmen sie in Kauf.

Friedrich Hauer: Wie mein Kollege gerade beschrieben hat, waren die Auslöser in den meisten Fällen Krisen-

momente, aber es ist auch wichtig zu erwähnen, in welchen geopolitischen Konstellationen sich die Stadt befand. Wien hat nämlich einerseits eine spezielle Geschichte unter den großen europäischen Städten, denn die meisten, vielleicht mit Ausnahme von St. Petersburg, haben in den 1920er und 30er Jahren einen ziemlichen Boom erlebt und sind gewachsen. Wien als die „Versuchsstation des Weltuntergangs", wie Karl Kraus das genannt hat, ist nach dem Zerfall der Monarchie bis in die 1990er Jahre mehr oder weniger stagniert. Es gab daher zunächst keinen Grund für die Gemeinde, sich über Erweiterungen Gedanken zu machen, weil die Anzahl der Bewohner*innen gesunken oder gleich geblieben ist. Auf der anderen Seite gab es viele Grünflächen rund um die Stadt, etwa ehemalige Habsburger Wälder, wo es nach 1918 Unklarheiten gab, in welchen Besitzt diese übergehen. Solche Situationen haben die wilden Siedler*innen angezogen, große Waldflächen wurden zunächst illegal abgeholzt und dann besiedelt. Ich würde aber sagen, dass diese landschaftliche Ausgangslage der Stadt keine hinreichende Bedingung für die informelle Urbanisierung war, sondern eher eine notwendige. Sprich: Die vielen Grünflächen am Stadtrand kamen den Siedler*innen und Gärtner*innen bestimmt zugute, reichen aber nicht als Erklärung für dieses Phänomen.

Welche Probleme gab es bei dieser Form der Siedlungsentwicklung?
Andre Krammer: Im Zuge der ersten großen Welle „wilden" Siedelns nach 1918 kam es in der Wiener Innenstadt zu Großdemonstration von bis zu hunderttausend Siedler*innen, die Unterstützung und rechtliche Anerkennung forderten. Der politische Druck war also enorm. Die hohe Zahl der Betroffenen und die enorme Expansion der „wilden" Siedlungen machte es den Behörden unmöglich, ihre Ordnungsvorstellungen durch großflächige Räumungen durchzusetzen. Anfang der 20er Jahre versuchte man Teile der informellen Siedlungsbewegung durch ein gezieltes Siedlungsprogramm „einzufangen" und in formelle bzw. auch legale Bahnen zu lenken. Doch nur ein kleiner Teil der Graswurzelbewegung wurde so Teil der offiziellen Wiener Siedlerbewegung (1921–1924).

Was waren die Antworten der Stadt auf diese „wilden" Siedlungen?
Andre Krammer: Die Antwort war das, was wir gerne als pragmatische Integration bezeichnen. Die meisten

Erweiterung eines Kleingartens in ein Bahnviadukt

„wilden" Siedlungen blieben bis weit in die Nachkriegszeit bestehen und wurden ab den frühen 60er Jahren in einem langwierigen, mehrere Jahrzehnte umspannenden Prozess erst infrastrukturell nachgerüstet, dann baurechtlich „saniert" und in verschiedene Widmungskategorien eingegliedert. Die Geschwindigkeit dieser Formalisierung, die Karrieren einzelner Siedlungen gingen oft sehr unterschiedlich vonstatten. Ein interessanter Aspekt ist, dass sehr oft in Kleingärten unerlaubterweise gewohnt wurde. Viele der dafür errichteten Gebäude entsprachen nicht der Bauordnung. Auch das stellt einen Strang der informellen Urbanisierung Wiens dar. Mit der Novelle des Kleingartengesetzes 1992 und der Legalisierung von ganzjährigem Wohnen in dementsprechend gewidmeten früheren Kleingartenzonen wurde offiziell sanktioniert, was bisher stillschweigend geduldet worden war.

Friedrich Hauer: Wenn man sich heute Kleingartensiedlungen, etwa an der Alten Donau oder rund um den Wolfersberg und Satzberg im 14. Bezirk anschaut, sieht man an den Parzellenmustern, der Größe, Lage und Ausrichtung der Häuser, anhand der Dimension und Anlage von Wegen und Straßen oft deutlich, dass es sich einmal um informelle Gebiete gehandelt hat. Trotz des Wandels der meisten Siedlungen zu hochpreisigen, begehrten Wohnquartieren kann man immer noch vereinzelt alte Hütten und recht „wilde" Situationen sehen. Am Wolfersberg gab es bis vor kurzem auch noch ein Lehmhaus aus der Ursprungszeit der Siedlung.

Wie steht die Stadt Wien heute zu ihrer Entscheidung?
Friedrich Hauer: Eine schwierige Frage, die sich nicht eindeutig beantworten lässt. Man muss natürlich sagen, dass die ehemaligen „wilden" Siedlungen und die Kleingärten heute relativ viel Platz beanspruchen, gleichzeitig eine geringe Wohndichte haben und oft an sehr attraktiven Orten stehen. Wien geht langsam der Erweiterungsplatz aus. Sprich: Es gibt kaum noch Platz innerhalb der Stadtgrenzen, um für die derzeit stark wachsende Bevölkerung zu bauen – zumindest nicht, wenn man den ohnehin lückenhaften Grüngürtel schützen oder gar ausbauen möchte. Mit dem Abverkauf von Kleingartenparzellen und der Legalisierung der Wohnnutzung seit den 90er Jahren hat die Stadt zudem ohne Not potenzielle Entwicklungsflächen aus der Hand gegeben, die sie nie mehr zurückbekommen wird. Diejenigen, die heute im Kleingartenhaus mit U-Bahn-Anschluss wohnen können, haben natürlich das große Los gezogen! Uns haben vor allem die Realitäten jenseits der offiziellen Stadtplanungsgeschichte interessiert und wir waren irgendwie beeindruckt, wie viel da von der Bevölkerung ausgehend passiert ist. Die „Wilden" waren gewissermaßen die Pioniere der Suburbanisierung in Wien. Gleichzeitig braucht man sich, glaube ich, keine Illusionen zu machen über das harte, teils elende Leben in vielen der Siedlungen von damals, die ja zum größten Teil aus purer Not und Mangel an Alternativen entstanden sind.

Andre Krammer und Friedrich Hauer sind Wissenschaftler vom Institut für Städtebau der TU Wien. Gemeinsam schreiben sie mehrer Arbeiten zu dem informellen Städtebau in Wien.

UMWELT-PERFEKTIONISMUS IST DER FALSCHE WEG

Nützliche Verbesserungen ablehnen, nur weil sie nicht perfekt sind?
Das ist der sogenannte „Nirwana-Fehlschluss“. Wir sollten ihn vermeiden.

Text: Florian Aigner **Illustration:** Mattias „Ritarn“ Lindström

Auf der ganzen Welt gibt es kluge Leute, die an neuen umwelt- und klimafreundlichen Technologien arbeiten – bessere Elektroautos werden entwickelt, effizientere Batterien und leistungskräftigere Windkraftwerke.

Doch keine Technologie hat nur Vorteile, und so gibt es bei jeder neuen Entwicklung auch rasch Kritik an schädlichen Nebeneffekten: Das Elektroauto braucht keine fossilen Treibstoffe, aber was ist mit den Umweltschäden, die bereits bei der Produktion anfallen? Batterien mögen eine tolle Erfindung sein, aber was ist mit dem Lithium, das man für ihre Herstellung in Chile auf umweltschädliche Weise aus dem Boden gewinnen muss? Windkraftwerke sind ja schön, aber was ist mit den armen Vögeln, die beim Zusammenstoß mit den mächtigen Rotorblättern sterben?

Aus dieser Kritik an umweltschädlichen Nebeneffekten angeblich umweltfreundlicher Technologien kann man ergreifende Reportagen und reißerische Fernsehdokus machen. Man zeigt Kinder, die in Kobaltminen arbeiten, um Rohstoffe für Elektroautos zu gewinnen; man deckt auf: In Windkraftwerken ist Schwefelhexafluorid eingebaut – ein Treibhausgas, das noch viel schädlicher ist als CO_2!

Und schon steht der Verdacht im Raum: Sind diese neuen Technologien vielleicht nur ein riesengroßer Schwindel? Will man uns vielleicht nur einreden, dass es sich dabei um etwas Umweltfreundliches handelt?

Manche Nachteile sind nicht so schlimm. Aber nur weil etwas Nachteile hat, muss man es nicht für schlecht erklären. Man kann sich die Sache näher ansehen und feststellen: Ja, Kobaltförderung ist oft ein Problem. Aber das liegt nicht am Design der Elektroautos, sondern an den Arbeitsbedingungen in Ländern mit Kobaltvorkommen, und es gibt längst Bestrebungen, daran etwas zu verbessern. Ja, Lithiumförderung schadet tatsächlich der Umwelt. Aber im Gegensatz zum Benzin der Autos wird das Lithium der Autobatterien nicht verbraucht, man kann es also recyceln und daraus wieder neue Batterien bauen. Gleichzeitig wird intensiv an neuen Batterien aus anderen Materialien geforscht. Und außerdem ist die Förderung anderer Rohstoffe, die wir täglich nutzen, noch viel schädlicher – nur gibt es darüber keine reißerischen Fernsehdokus.

Ja, Windräder töten tatsächlich immer wieder Vögel. Aber andere Probleme wie Klimawandel, Flächenversiegelung und Lebensraumzerstörung sind für die Vogelwelt das viel größere Problem. Wenn man möglichst viele Vögel retten möchte, steht der Kampf gegen Windkraftwerke ziemlich weit unten auf der Prioritätenliste. Und ja, Schwefelhexafluorid wird tatsächlich für Windkraftwerke verwendet – allerdings wird dabei streng darauf geachtet, dass es nicht in die Atmosphäre freigesetzt wird, man forscht bereits an Alternativen und der Großteil des in die Luft freigesetzten Schwefelhexafluorids kommt nicht aus Windkraftanlagen, sondern von ganz anderen Dingen, etwa von kaputten Schallschutzfenstern – hochemotionale Reportagen gegen Schallschutzfenster liest man aber nie.

DER NIRWANA-FEHLSCHLUSS

Wenn wir die Welt verbessern wollen, haben wir gar keine andere Chance, als Vor- und Nachteile sorgfältig gegeneinander abzuwägen. Wenn wir eine Neuerung nur dann akzeptieren, wenn sie perfekt ist und keine Nachteile hat, wird es niemals Neuerungen geben.

Der Fehler, etwas für schlecht zu erklären, bloß weil es nicht perfekt ist, wird als „Nirwana-Fehlschluss“ bezeichnet. Man vergleicht das Mögliche mit dem Perfekten, mit einem hypothetischen, paradiesischen Optimalzustand – und damit kann natürlich keine reale Maßnahme konkurrieren. Alles lässt sich als schrecklich darstellen, wenn man es mit dem himmlischen Nirwana vergleicht, das ohnehin niemals zu erreichen ist.

Viel klüger ist es, darüber nachzudenken, ob eine neue Technologie prinzipiell Teil einer nachhaltigen, umweltfreundlichen Zukunft sein kann. Elektromotoren und Batterien können das. Man kann sie prinzipiell nachhaltig herstellen, auch wenn das heute noch nicht geschieht. Auch Windkraftanlagen lassen sich prinzipiell CO_2-neutral herstellen, betreiben und recyceln – wenn die Technologien, die wir dafür einsetzen, ebenfalls verbessert werden.

Kohlekraftwerke oder schwerölbetriebene Ozeangiganten können aber prinzipiell nicht nachhaltig betrieben werden. Man kann sie vielleicht durch technische Ideen noch ein bisschen effizienter machen, aber sie können niemals Teil eines stabilen, nachhaltigen Gesamtsystems sein.

Wir sollten also nicht über Fehler unserer Technologien hinwegsehen, sie aber auch nicht voreilig verdammen, wenn sie Nachteile haben. Das Streben nach Perfektion ist manchmal der Feind des Guten – und gute Lösungen brauchen wir, wenn etwas weitergehen soll. ● TUW

DER GLYPHOSAT-FILTER

Text: Sarah Link **Foto:** Shaghayegh Naghdi

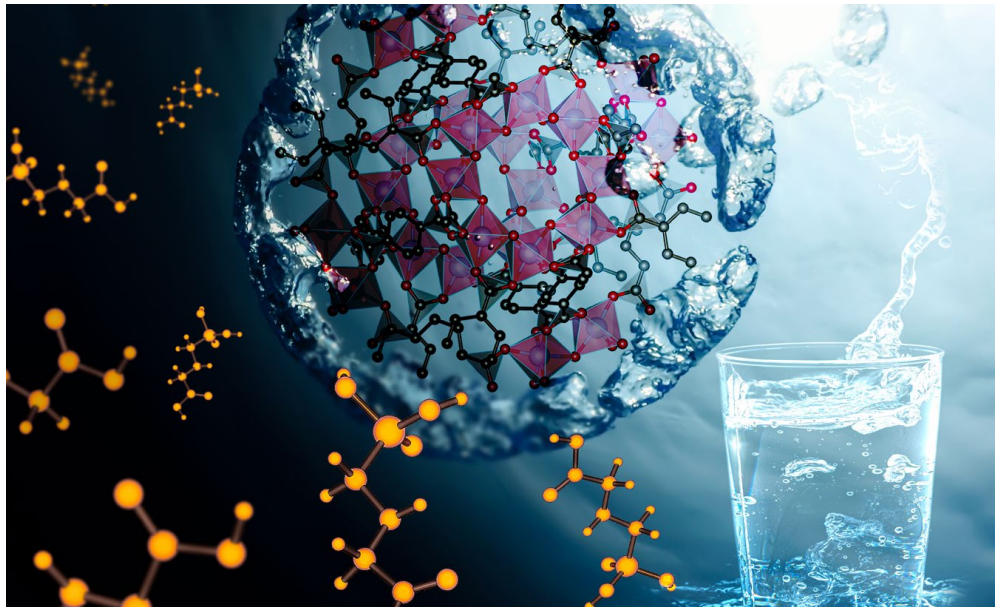
VERUNREINIGTES TRINKWASSER ist eine große Gefahr für unsere Gesundheit. Verschiedene Schadstoffe wie Pestizide, Herbizide, Hormone, Medikamente und andere chemische Verbindungen können mit den derzeit zur Verfügung stehenden Methoden jedoch nicht vollständig aus dem Grundwasser entfernt werden. Gleichzeitig nimmt die Verunreinigung durch diese Stoffe stetig zu. Ein aktuelles Beispiel dafür ist Glyphosat, das weltweit zur Unkrautbekämpfung eingesetzt wird und potenzielle Gefahren für Mensch und Umwelt birgt.

Ein Team um Professor Dominik Eder vom TU-Wien-Institut für Materialchemie hat nun eine neue Materialklasse entwickelt, sogenannte metallorganische Gerüste (MOFs), mit denen sich Glyphosat selektiv und effizient aus dem Grundwasser entfernen lässt.

MOFs bestehen aus winzigen Metalloxidclustern, die durch organische Moleküle zu einem hochporösen, schwammartigen Netzwerk verbunden sind. Sie weisen eine extrem große Oberfläche von bis zu 7.000 m^2/g auf. „Das bedeutet, dass in einem Gramm MOFs ein ganzes Fußballfeld Platz findet“, veranschaulicht Dominik Eder; „folglich können in den Poren viele Moleküle adsorbiert werden, was MOFs zu idealen Materialien macht, um Moleküle wie CO_2, anorganische Salze und organische Schadstoffe direkt aus der Luft oder dem Wasser zu binden.“

Eine entscheidende Einschränkung von MOFs für ihre Verwendung in flüssigen Medien ist jedoch die Zugänglichkeit aktiver Stellen tief im Inneren des Materials, wo die Adsorptionsprozesse und chemischen Reaktionen stattfinden. Um diese Stellen zu erreichen, müssen die Zielmoleküle durch Mikroporen mit Durchmessern von weniger als einem Nanometer diffundieren, was oft der Größe der Moleküle selbst entspricht. Um dieses Problem zu lösen, hat die Forschungsgruppe eine Strategie entwickelt, um zusätzliche Poren mit einem Durchmesser von bis zu zehn Nanometern, sogenannte Mesoporen, in die MOFs einzubauen. „Wir brennen einen bestimmten Teil der organischen Verbindungsmoleküle selektiv weg“, erklärt Shaghayegh Naghdi.

In Zusammenarbeit mit Forschenden der University of Northern British Columbia in Kanada untersuchte das Team die Adsorption von Glyphosat aus Grundwasser. Bemerkenswerterweise konnte das neue Material in nur 20 % der Zeit dreimal so viel Glyphosat entfernen wie das derzeit beste Adsorptionsmittel. ● TUW



MOFs bestehen aus winzigen Metalloxidclustern, die durch organische Moleküle zu einem hochporösen, schwammartigen Netzwerk verbunden sind.

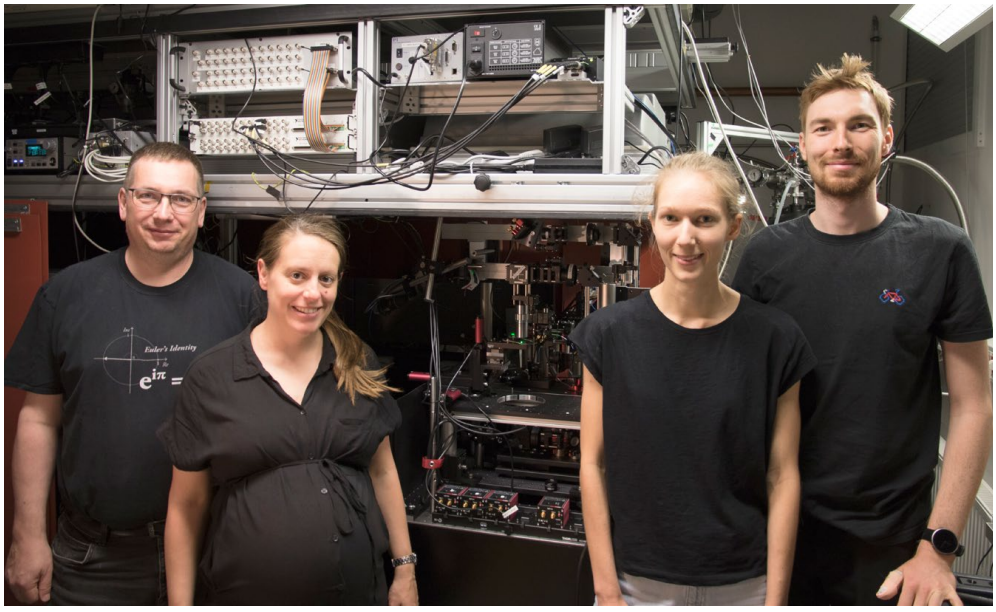
NANOPLASTIK AUFSPÜREN

Text: Florian Aigner **Foto:** TU Wien

DASS MIKROPLASTIK EIN PROBLEM IST, ist mittlerweile bekannt – es handelt sich dabei um winzige, kaum sichtbare Plastikpartikel, die in die Umwelt gelangen und Schaden anrichten können, zum Beispiel, wenn sie von Tieren gefressen werden. Schwer abzuschätzen ist bisher aber der Effekt von noch kleineren Partikeln, die mit herkömmlichen Methoden kaum nachgewiesen werden können: Bei Plastikteilchen mit einem Durchmesser von weniger als einem Mikrometer spricht man von Nanoplastik. Solche winzigen Partikel können sogar in lebende Zellen eindringen.

An der TU Wien gelang es nun, eine Messmethode zu entwickeln, mit der sogar einzelne Nanoplastikpartikel nachgewiesen werden können – und das um Größenordnungen schneller als mit bisherigen Techniken. Dabei greifen die Forschenden auf eine Methode zurück, bei der die Moleküle mit einem Laserstrahl beleuchtet und dadurch zum Vibrieren gebracht werden. Ein Teil der Energie des Laserlichts wird somit in Vibrationsenergie umgewandelt, der Rest der Energie wird wieder in Form von Licht abgestrahlt.

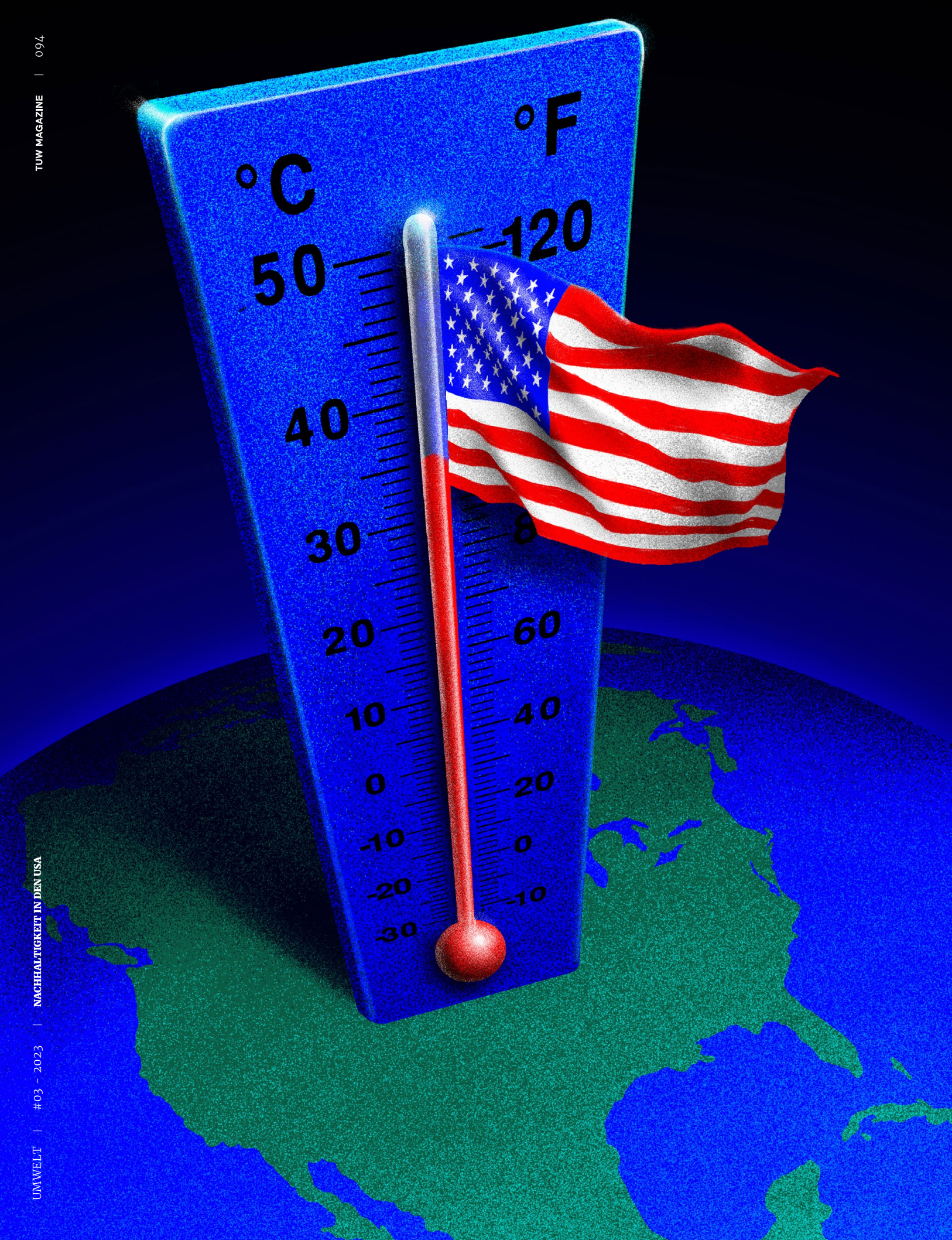
Wenn man dieses Licht misst und seine Energie mit dem ursprünglich eingestrahlten Laserlicht vergleicht, weiß man, mit welcher Energie das Molekül vibriert – und weil unterschiedliche Moleküle auf unterschiedliche Weise vibrieren, lässt sich auf diese Art herausfinden, um welches Molekül es sich handelt.



Winzige Teilchen wie Nanoplastik können sogar in lebende Zellen eindringen – das TU-Wien-Teamum Sarah Skoff hat eine Methode entwickelt, um diese Partikel noch besser aufspüren zu können.

Das Forschungsteam musste sich daher auf die Suche nach komplizierteren physikalischen Effekten machen, mit denen sich diese Technik deutlich verbessern lässt. Dafür adaptierten sie ein Verfahren, das in ähnlicher Form schon zum Nachweis von Biomolekülen verwendet wurde: Das Laserlicht wird nicht direkt auf die Probe geschickt, sondern auf einem extrem feinen Gitter aus Gold platziert, welches mit einem Laser bestrahlt wird. Die einzelnen Golddrähte sind nur 40 Nanometer dick und rund 60 Nanometer voneinander entfernt. „Dieses Metallgitter wirkt wie eine Antenne", sagt Sarah Skoff. „Durch das Gitter wird das Laserlicht an bestimmten Stellen verstärkt; dort kommt es daher zu einer viel intensiveren Wechselwirkung mit den gesuchten Molekülen sowie zu einer Wechselwirkung zwischen dem Molekül und den Elektronen im Metallgitter, die dafür sorgt, dass das Lichtsignal der Moleküle zusätzlich verstärkt wird."

Das Licht, das dann von den Molekülen ausgesandt wird, muss bei gewöhnlicher Raman-Spektroskopie normalerweise in all seine Wellenlängen zerlegt werden, um daraus ablesen zu können, um welches Molekül es sich handelt. ● TUW


°C
°F
50
40
30
20
10
0
-10
-20
-30
120
80
60
40
20
0
-10

ZWISCHEN BUSCHFEUERN, DEM IRA UND DONALD TRUMP

Die USA gelten als rückständig, wenn es um den Klimaschutz geht. Tatsächlich liegen sie in vielen Sektoren weit hinter anderen Industrienationen. Doch jüngste Gesetzespakete und eine tief verwurzelte Klimalobby machen Hoffnung auf einen Wandel.

Text: Sarah Sendner **Fotos:** unsplash **Illustration:** Mattias „Ritarn“ Lindström

Im Sommer 2023 zeigt das Thermometer in der Mojave-Wüste zwischen Kalifornien und Las Vegas 53 Grad Celsius an. Es ist ein langjähriger Rekord, selbst für das sogenannte Death Valley.

Einige Wochen später fegen etwa 100 Meilen südwestlich, durch den Joshua Tree National Park, heftige Buschfeuer. Wer durch dieses Gebiet fährt, bekommt laufend Warnungen über Feuer in der Region, die die Verkehrswege beeinträchtigen. Es werden sogar Warnungen vor extremer Hitze aufs Smartphone gesendet.

Mehr als eine Million ikonische Joshua-Bäume sind in den vergangenen drei Jahren durch Feuer beschädigt worden, so die Schadensbilanz des Parks. Teile des Geländes seien nun ein „Friedhof von Joshua-Tree-Skeletten“. Doch die Restauration gestaltet sich schwierig: Nur wenige Setzlinge überleben das sich weiter aufwärmende Klima, zeigt ein Bericht des US-Radiosenders NPR. Der dichte Wald könnte bald für immer der Vergangenheit angehören.

Der Joshua Tree Park ist nur eines von vielen Beispielen, die deutlich zeigen, wie die USA von den Auswirkungen der Klimakrise betroffen sind – ein Land, das trockene Wüste und tropische Sandstrände aufweist; ein Land, das jährlich Schneestürme, Dürren und Hurrikans erlebt; ein Land, das seine Megametropolen von Buschfeuern und den Launen des Atlantik-Klimas bedroht sieht; und ein Land, das tief gespalten ist, nicht zuletzt auch wegen der großen politischen Frage nach dem Umgang mit der Klimakrise.

Dabei sind die USA der zweitgrößte „Klimasünder“ der Welt. Nur China emittiert jährlich mehr Tonnen CO_2 – das Land hat aber mehr als viermal so viele Einwohner*innen wie die Vereinigten Staaten. Die USA gelten als rückschrittlich, wenn es um den Umbau zu einer klimafreundlichen Gesellschaft und Ökonomie geht: Schlecht ausgebauter öffentlicher Verkehr, Plastikverpackungen und ein oft ressourcenverschwendender „Hyperkapitalismus“ führen zu vielen Emissionen. Radikale Republikaner*innen lehnen Maßnahmen für das Klima als Beschränkung ihrer persönlichen Freiheit ab – und erklären die Klimakrise oftmals als Ganzes zu einer Verschwörungstheorie. Unter der Präsidentschaft von Donald Trump hat sich dieser negative Eindruck der USA, wenn es um den Klimaschutz geht, noch verstärkt; und das, obwohl der Klima- und Umweltschutz eigentlich tief in der Geschichte der Vereinigten Staaten verwurzelt ist.

Ein Blick auf die Zahlen, die Politik und die Geschichte des Landes zeigt nämlich ein durchaus diverses Bild. Der Anteil der Amerikaner*innen, die an die Existenz eines

Die USA spüren die Auswirkungen der Klimakrise täglich, doch die Bevölkerung ist gespalten, wenn es um effektive Maßnahmen geht – denn das Thema wird nicht nur politisch heiß diskutiert.

Klimawandels glauben, ist groß – laut einer Umfrage des Program on Climate Change Communication der Eliteuniversität Yale aus dem Jahr 2021 liegt er bei etwa 72 %.

Jedoch glaubten insgesamt nur 57 % der Befragten, dass der Klimawandel menschengemacht ist. Und ein Blick auf die US-Karte zeigt: Dort, wo die Bevölkerungsdichte besonders gering ist, im Mittleren Westen zum Beispiel, glauben weniger Amerikaner*innen an den menschengemachten Klimawandel; deutlich mehr sind es in den oft liberal geprägten Ballungsgebieten an der Ost- und Westküste.

Bei konkreten Maßnahmen zeigt sich ein Großteil der befragten Amerikaner*innen offen für Veränderung: So glauben 67 % der Befragten einer Studie von Pew Research, dass die Nutzung erneuerbarer Energiequellen priorisiert werden sollte. Auch spricht sich ein Großteil der Befragten dafür aus, Großkonzerne stärker in die Pflicht zu nehmen: 67 % glauben, dass große Unternehmen zu wenig gegen die Klimakrise unternehmen.

Ein Blick auf verschiedene Sektoren zeigt jedoch, wie weit der Weg ist, den die Vereinigten Staaten im Vergleich zu anderen Industrienationen noch zurücklegen müssen.

Ein großes Streitthema bei der Energiegewinnung bleibt das Fracking. In den 1950ern haben die USA damit begonnen, im großen Stil Gas und Öl durch Fracking zu gewinnen; bei diesem Bohrverfahren werden beide Energieträger aus tiefen Gesteinsschichten gewonnen. So werden zwar wichtige Energiereserven genutzt, bei dem Verfahren entsteht aber auch umweltschädliches Methangas. Die *New York Times* rechnet zudem den enormen Wasserbedarf des Frackings vor: Im ganzen Land hat Fracking seit 2011 genauso viel Wasser verbraucht wie der gesamte Staat Texas mit fast 30 Millionen Einwohner*innen in einem Jahr.

Fracking steht außerdem unter dem Verdacht, in Zusammenhang mit Gesundheitsproblemen wie Krebserkrankungen bei Kindern sowie Atemproblemen zu stehen, so die Yale University.

Ein komplettes Verbot von Fracking ist jedoch nicht in Sicht. Zwar hat die Biden-Regierung im Wahlkampf versprochen, keine neuen Genehmigungen für Fracking-Anlagen auf staatlichem Grund und Boden erteilen zu wollen, jedoch geschieht ein Großteil des Frackings auf privatem Gelände und nur 12 % auf staatlichem, so das American Petroleum Institute.

Das größere Problem liegt aber sowieso anderswo: Laut dem Umweltamt EPA entfällt der größte CO_2-Anteil in den USA auf den Verkehr. Pkw machen bei den Abgasen des Verkehrs 58 % aus, gefolgt von den in den USA beliebten Trucks, auf die 23 % der Emissionen in dieser Kategorie entfallen. Die USA liegen im internationalen Vergleich weit zurück, wenn es um grüne Mobilität geht: 45 % der Amerikaner*innen hatten 2019 keinen Zugang zu öffentlichen Verkehrsmitteln. In Österreich betrifft dieses Schicksal nur etwa jede*n Zehnte*n.

Der zweitgrößte Emittent ist der Stromsektor, gefolgt von der Industrie. Auch hier zeigen sich große Unterschiede im Vergleich zu anderen Industrienationen: So machten erneuerbare Energiequellen 2022 nur 20 % der gesamten Elektrizität im Land aus. Gut 9 % davon gehen auf Windenergie zurück, gefolgt von Wasserkraft und Solarstrom. In Deutschland kamen 2022 rund 46 % des Stroms aus erneuerbaren Energien – in Österreich waren es sogar mehr als 70 %.

Und dann ist da noch der Müll. Ein Verbot von Einwegplastik scheint in den USA in weiter Ferne. Selbst in vielen Bars und Abendlokalen werden Getränke grundsätzlich in Einmal-Plastikbechern ausgeschenkt.

Plastiktüten sind nur in wenigen Bundesstaaten mit einem Aufpreis versehen und ein wirkliches Pfandsystem gibt es nur in einer Handvoll US-Staaten.

Zudem ist auch Recycling nur wenig verbreitet: 2022 wurden nur 5 % der 51 Millionen Tonnen Plastikmüll recycelt, zeigte eine Studie von Greenpeace.

All diese Probleme hat allerdings eine mächtige und finanzstarke Umweltlobby auf der Agenda. Klima-Lobbyismus hat eine lange Tradition in den USA. Die Wurzeln der Umweltgruppe Sierra Club zum Beispiel reichen bis in das Jahr 1892 zurück; lange bevor die Gefahren der Klimakrise in der Öffentlichkeit breit diskutiert wurden.

Der Sierra Club bildet zusammen mit anderen Umweltgruppen – etwa dem Environmental Defense Fund, dem Resources Legacy Fund oder The Nature Conservancy – die sogenannten „Big Green".

Rund acht Milliarden US-Dollar geben solche Nichtregierungsorganisationen jährlich im Kampf gegen den Klimawandel aus. Der größte Teil davon kommt von privaten Spender*innen und Philanthrop*innen, rechnet die Universität von Indiana in einer Erhebung vor. Die Mittel zielen dabei vor allem auf zwei Bereiche ab: die Eindämmung des Klimawandels und die Anpassung an das sich verändernde Klima.

Die Big Green gelten als die Platzhirsche im Feld des grünen Lobbyismus, stehen aber nicht selten auch selbst in der Kritik, zum Beispiel wegen Verbindungen zu Großkonzernen oder zur Energiebranche.

Eine Studie der Organisation Green 2.0 kritisiert zudem die mangelnde Diversität innerhalb der Organisationen – insbesondere mit Blick auf einige Umweltkrisen, die schwarze Bevölkerungsgruppen überproportional belasten. So machen immer wieder Berichte über verunreinigtes Wasser Schlagzeilen, etwa in Jackson, einer Stadt im Bundesstaat Mississippi mit einer überwiegend schwarzen Bevölkerung, wo sauberes Trinkwasser seit mehreren Jahren Mangelware ist.

Der Kampf gegen die Klimakrise ist auch ein Hauptthema der Regierung unter US-Präsident Joe Biden. Der Inflation Reduction Act (kurz IRA) beinhaltet neben einer Steuerreform auch massive Mittel für Investitionen in klimafreundliche Initiativen. Mehr als 300 Milliarden US-Dollar stehen für den klimafreundlichen Umbau der US-Wirtschaft für die kommende Dekade bereit. Das ist womöglich die größte Investition, die ein Land jemals im Kampf gegen die Klimakrise getätigt hat. So sieht der IRA zum Beispiel Steuererleichterungen für private Investitionen in Elektroautos und grüne Umbauten im Eigenheim vor.

Mehr als neun Millionen Jobs sollen im Klimasektor in den kommenden zehn Jahren geschaffen werden, und weitere Milliarden stehen bereit für Fonds, die Klimagerechtigkeit herstellen und direkt in die Infrastruktur von Nachbarschaften fließen sollen.

Im August 2023, als das Gesetzespaket seinen ersten Geburtstag feierte, zog die US-Regierung Bilanz: Unternehmen hätten bereits Investments in Höhe von 110 Milliarden US-Dollar in mehr Nachhaltigkeit angekündigt, schreibt das Weiße Haus.

Gleichzeitig hob Präsident Biden die Schaffung neuer Jobs und eine starke Wirtschaft im Rahmen des grünen Umbaus der Wirtschaft hervor. Mit Sicherheit wird der IRA das Vorzeigeprojekt der Biden-Regierung bleiben. Ob er wirklich die CO_2-Emissionen im Land senkt, bleibt abzuwarten. Die Organisation Greenlining Institute analysiert zudem: „Der IRA ist der Boden, nicht die Decke, wenn es darum geht, die Effekte des Klimawandels zu bekämpfen." Neben dem Weißen Haus können auch die einzelnen US-Bundesstaaten ihre eigenen Gesetze für das Klima verabschieden. So hat Maryland eines der stärksten Gesetze zur Reduktion von CO_2-Emissionen erlassen, Connecticut peilt neben Washington, D.C., und Puerto Rico eine Erneuerbare-Energien-Quote von 100 % an, und der Staat Colorado hat Öl- und Gaskonzerne mit den strengsten Finanzregeln des Landes belegt.

In weniger als einem Jahr wird in den USA erneut gewählt. Umfragen zufolge scheint eine zweite Amtszeit Donald Trumps wahrscheinlich. Seine Republikaner*innen gehören nicht selten zum Lager der expliziten Klimaleugner*innen. Im Jahr 2020 zählte die Brookings Institution bereits 74 Initiativen, die den Klimaschutz im Land schwächten. Mit einer republikanischen Präsidentschaft könnte sich dieser Trend fortsetzen: Schon jetzt haben einige Republikaner*innen „politische Rache gegen den IRA" angekündigt.

CLIMATE CHANGE

Um mit den gesellschaftlichen, ökologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen und Chancen, die der Klimawandel aufwirft, erfolgreich umgehen zu können, braucht es aus wissenschaftlicher Sicht die Kooperation und den Input aller Disziplinen.

Text: Alexandra Göd und Claudia Michl
Fotos: Climate Change Centre Austria

IM RAHMEN DES CLIMATE CHANGE CENTRE AUSTRIA (CCCA) HABEN SICH VIELE Disziplinen erfolgreich über etliche Jahre vernetzt: Das CCCA ist das im Jahr 2011 gegründete Netzwerk aus 28 Universitäten und außeruniversitären Forschungsinstitutionen, die das CCCA auch als eine gemeinsame Anlaufstelle für Wissenschaft, Politik, Verwaltung und Öffentlichkeit nutzen und damit ihr Wissen und ihre Kompetenzen im Bereich Klimawandel und Transformation gebündelt zur Verfügung stellen. Mit dem Aufbau eines nationalen Servicezentrums (an der Uni Graz) und Datenzentrums (an der Geosphere Austria) sowie einer Geschäftsstelle (an der Boku) zur Koordination der zahlreichen Aktivitäten bietet das CCCA wichtige Dienstleistungen an, um die Klima- und Klimafolgenforschung in Österreich und international zu etablieren und zu profilieren.

Die Umsetzung der nachhaltigen Entwicklungsziele und insbesondere die Herausforderungen des Klimawandels werden Österreich und die ganze Welt in den nächsten Jahrzehnten intensiv begleiten. Neben dem Regierungsübereinkommen ist auch die FTI-Strategie ein deutliches Bekenntnis der österreichischen Bundesregierung zu den Pariser Klimazielen und zur Klima(folgen)forschung. Mit dem Uniko-Manifest für Nachhaltigkeit von Jänner 2020 untermauern die österreichischen Universitäten, gemeinsam für Nachhaltigkeit und die Umsetzung der Pariser Klimaziele einzutreten. Es wird daher zukünftig ein noch stärkeres CCCA brauchen, um Grundlagen für evidenzbasierte Entscheidungsprozesse bereitstellen zu können.

Das CCCA hat sich nun über zwölf Jahre erfolgreich als Netzwerk für die österreichischen Klima(folgen) forscher*innen etabliert und unterstützt diese in zahlreichen Projekten (u. a. APCC, Disseminierung von Forschungsergebnissen, Stakeholder-Workshops, Vernetzung diverser Akteur*innen aus Wissenschaft, Forschung, Verwaltung, Öffentlichkeit etc.), fördert den inter- und transdisziplinären Austausch (beispielsweise durch Veranstaltungen wie den Klimatag oder den ACRP-Dialog) und unterstützt damit auch die „Third Mission" der Hochschulen. Als Host der internationalen Vernetzungsplattform trägt das CCCA zur Sichtbarkeit österreichischer Forschung im Ausland bei und unterstützt österreichische Forscher*innen bei der Beteiligung an internationalen Forschungsvorhaben. Damit stärkt das CCCA zusätzlich den Wissenschaftsstandort Österreich. Das CCCA hat sich zudem zu einem zentralen Ansprechpartner für zahlreiche Akteur*innen aus Verwaltung, Politik, Forschungsförderung, Medien, aber auch der breiten Gesellschaft im Bereich Klimawandel, Klima(folgen)- und Transformationsforschung sowie zu einem Sprachrohr der Forschungsgemeinschaft entwickelt.

Passend zum zehnjährigen Jubiläum des Beitritts der TU Wien zum CCCA findet der 24. Österreichische Klimatag von 2. bis 4. April in den Räumlichkeiten der TU Wien am Karlsplatz statt. Die TU Wien bringt als Mitglied im CCCA nicht nur akademische Exzellenz und Innovation ein, sondern fördert auch aktiv den Wissensaustausch und die Zusammenarbeit, was das gesamte Netzwerk stärkt.

Der Österreichische Klimatag ist eine wissenschaftliche Tagung und hat sich in den vergangenen Jahren zur wichtigsten Vernetzungsveranstaltung der österreichischen Klimaforschungscommunity entwickelt. Außerdem fördert er unter anderem den Austausch und Dialog zwischen wissenschaftlichen und nicht wissenschaftlichen Gruppen und ist zentrale Leistungsschau aller vom Klima- und Energiefonds finanzierten Forschungsaktivitäten in Österreich (Austrian Climate Research Programme – ACRP).

Der Austragungsort Wien wird zum Anlass genommen, den urbanen Raum in den Vordergrund zu rücken und Herausforderungen sowie Chancen im Zusammenhang mit dem Klimawandel zu diskutieren. Stadt und Land unterliegen einem permanenten Fluss von Veränderungen; diese Transformationsprozesse gilt es mit Blick auf die Klimaneutralität 2040 sowie die veränderten klimatischen Bedingungen aktiv zu gestalten. Die TU Wien stellt vielseitige Forschungsexpertise für die urbane als auch die ländliche Entwicklung bereit und bietet damit den idealen Rahmen für eine Tagung im Zeichen des vielschichtigen Wandels. ● TUW

STIWA

NEW MOBILITY, GREEN DEAL, ENERGIEWENDE ODER DIGITAL TRANSFORMATION

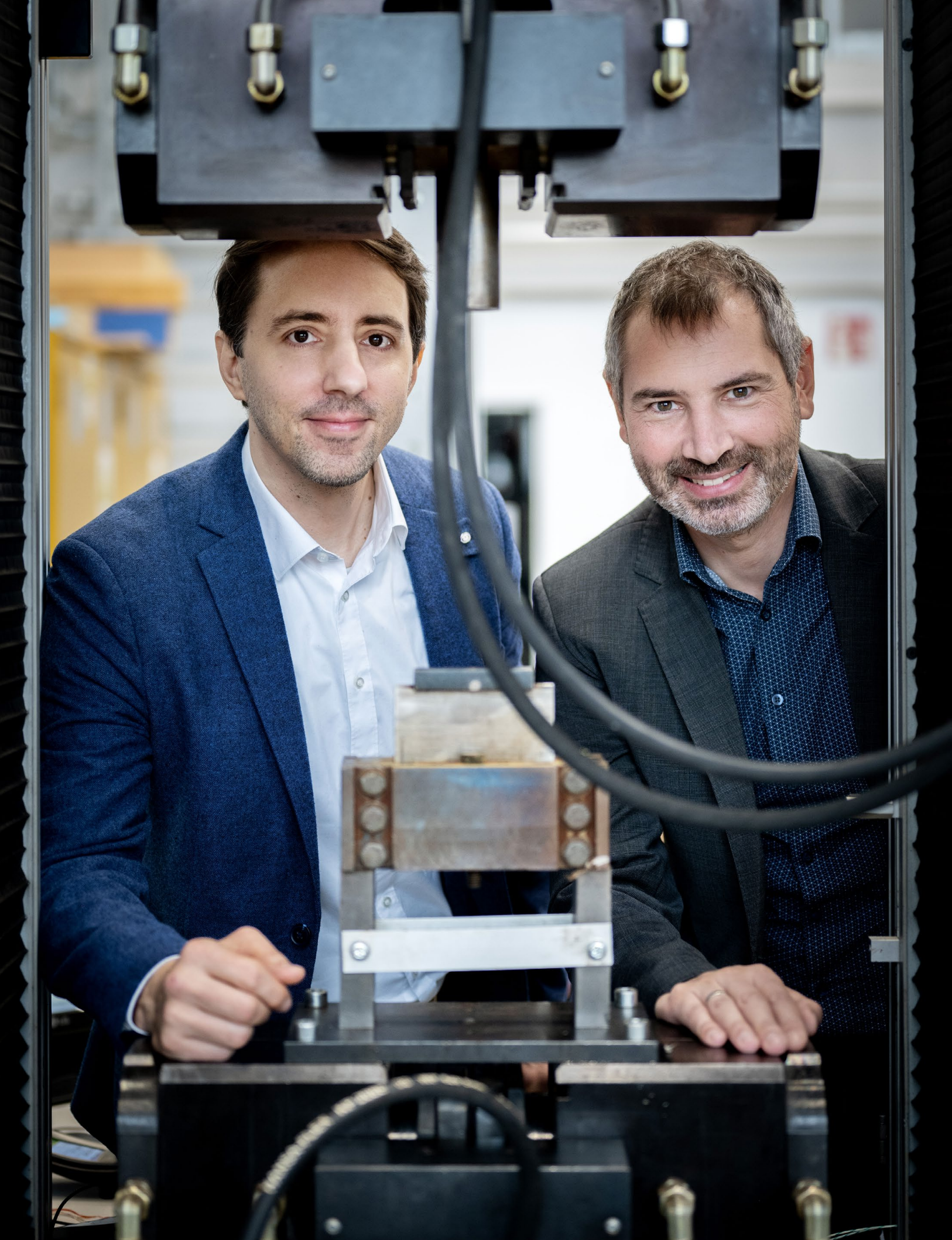
Das sind für dich die entscheidenden Weichenstellungen, um die **Welt von Morgen zu verbessern?** Du willst dabei selbst aktiv an neuen **Technologien** und **Innovationen** arbeiten, um die **Zukunft** zu verändern?

Dann komm in unser Team!
Als international erfolgreiches **High-Tech-Unternehmen** sind wir immer auf der Suche nach **engagierten Mitarbeitern**, die mit uns neue **Impulse** setzen und damit **gesellschaftlichen Fortschritt** ermöglichen.

READY FOR THE NEXT STEP?

KARRIERE.STIWA.COM ▶

STIWA Group
Turning ideas into successful solutions



ES LEBE DAS HOLZ

Späne, die bei der Verarbeitung von Bäumen in Sägewerken anfallen, sind eine der größten industriellen Ressourcen überhaupt. Ein neues Christian-Doppler-Labor an der Technischen Universität Wien will ein Verfahren entwickeln, um daraus Baumaterial zu machen.

Text: Paul Resetarits **Fotos:** Gianmaria Gava

BEZAHLTE ANZEIGE

Laborarbeit im Science Center am Arsenal

Nur rund die Hälfte eines Baumstamms wird zu Brettern verarbeitet – dem Rest, herunterfallendem Kleinzeug wie Hackschnitzeln, Sägespänen und Rinde, wird bislang kaum Beachtung geschenkt. Alles, was zu Pellets gepresst wird, landet im Ofen, Rinde ebenso. Hackschnitzel landen oft in der Zellstoff- und Papierindustrie – und damit auch in Produkten mit eher kurzer Lebensdauer.

Eines der führenden holzverarbeitenden Unternehmen Österreichs, die HS Timber Group mit Hauptsitz in Wien-Favoriten, hat eine eindrucksvolle Vision: Eines Tages sollen diese sogenannten „Sägenebenprodukte" durch den 3D-Drucker geschickt werden und CO_2-positive Baustoffe erzeugen, die zu 100 Prozent aus Holz bestehen.

Mit der Einrichtung eines Christian-Doppler-(CD)-Labors an der TU Wien hat die Vision nun Gestalt angenommen – beim CD-Labor Holzbasiertes Biokomposit der nächsten Generation handelt es sich um ein langfristiges Forschungsprojekt der Technischen Universität, das jeweils zur Hälfte über das Wirtschaftsministerium von der öffentlichen Hand und dem Unternehmenspartner finanziert wird. Im Oktober wurde das Labor feierlich im Festsaal der TU Wien eröffnet.

TUW Media traf sich an einem der Laborstandorte im Science Center am Arsenal mit Teamleiter Markus Lukacevic und Hannes Plackner, der bei der HS Timber Group für Forschung und Entwicklung zuständig ist. Wenn die beiden über Holz sprechen, dann sind sie vollkommen in ihrem Element: „Uns interessiert, was Holz im Innersten zusammenhält", sagt Plackner, der auf Goethes „Faust" anspielt. Dabei geht es den beiden jedoch nicht um philosophische Spekulationen, sondern um die Suche nach den konkreten Bausteinen des Holzes, die seine erstaunliche Stabilität ausmachen. „Wir tauchen dabei tief in die Mikrostrukturen des Holzes ein, analysieren Jahresringe und Zellulose-Hemizellulose-Verbindungen sowie das entscheidende Lignin, um die Geheimnisse dieser faszinierenden Eigenschaften zu entschlüsseln", so Lukacevic. „Sie sorgen für Stabilität und Belastbarkeit trotz des geringen Gewichts von Holz", ergänzt er.

Diese beeindruckenden Eigenschaften von Holz sind auch in kleinsten Sägespänen enthalten. Die Aufgabe des CD-Labors ist es, einen Weg zu finden, darin enthaltene Bausteine zu makroskopischen Tragstrukturen zusammenzusetzen. Die Methode: Die Faser (hauptsächlich Zellulose) wird von der Matrix (Hemizellulosen und Lignin) getrennt und danach wieder zusammengesetzt. „Das gewonnene Lignozellulose-Netzwerk kann mittels formgebender oder sogar additiver Herstellungsprozesse miteinander zu neuen Baustoffen verbunden werden." Lukacevic und sein Team setzen auf eine chemiebasierte und simulationsgestützte Entwicklungsstrategie. Zunächst gilt es, die Bindungsmechanismen besser zu verstehen. Sägespäne, aber auch Rinde werden in chemischen Prozessen in ihre Mikrostrukturen zerteilt und wieder zusammengefügt. Aktuell werden mit dem Compression-Molding-Verfahren (ein Pressverfahren unter hohem Druck und hoher Temperatur) Probekörper gepresst, die dann mechanisch getestet werden. Ein Testexemplar, groß wie ein Bleistift, liegt für den Interviewtermin bereit. Dieses Lignin-Zellulose-Komposit erreicht bereits Festigkeiten, welche über jenen von natürlichem Holz liegen – und das ein paar Monate nach Beginn des Forschungsprojekts.

Zum Potenzial: Die HS Timber Group zählt zu den größten Holzverarbeitern Europas. Damit verfügt sie über nahezu unbegrenzte Mengen an Sägenebenprodukten. „Wir reden hier wirklich von Millionen Kubikmetern an Sägespänen und Hackschnitzeln pro Jahr", macht Plackner klar. Er betont

weiters, dass das Rohholz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammt.

Die Laufzeit des CD-Labors beträgt sieben Jahre. „In den ersten zwei Jahren konzentrieren wir uns darauf, das Biokompositmaterial selbst zu verstehen und zu optimieren“, erklärt Lukacevic. Danach sind Verfahrenstechniker an der Prozesssimulation beteiligt, die überprüfen, wie viel Energie verbraucht wird. Sollten zwei Prozesse gleich gute Eigenschaften liefern, dann setzt sich jener durch, der effizienter und ressourcenschonender ist. Die Forschung ist ein Marathon und kein Sprint; langfristig sollen die Dimensionen größer werden. „Unser Ziel ist, Bauteile zu erzeugen, die nicht nur einige Zentimeter groß sind. Wir wollen im Meterbereich entwickeln“, gibt sich Lukacevic optimistisch, der als Bauingenieur mit Fokus auf Holzmechanik besonderes Interesse an der Entwicklung hat. Holz weist trotz seiner Leichtigkeit im Vergleich zu Stahl oder Beton eine beeindruckende Stabilität auf.

„Unser Ansatz ist, dass wir parallel zur Entwicklungsstrategie eines Produkts auch die Materialmodelle mitentwickeln. Durch Modelle und Prognosen können wir voraussagen, wie sich holzbasierte Werkstoffe in zukünftigen Anwendungen verhalten werden“, so Lukacevic. Im CD-Labor arbeiten drei Institute von zwei Fakultäten interdisziplinär zusammen: Neben dem Institut für Mechanik der Werkstoffe und Strukturen (Markus Lukacevic und Josef Füssl) sind auch die Institute für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technische Biowissenschaften (Michael Harasek) und Materialchemie (Hinrich Grothe) an der Entwicklung des holzbasierten Biokomposits beteiligt.

Nicht nur die Fachrichtungen im Team sind vielseitig: Sechs der 15 Forschenden kommen aus Nicht-EU-Ländern, unter anderem aus Kolumbien, Honduras und Pakistan. Die Stimmung in der internationalen Gruppe ist gut, nicht zuletzt wegen Teamwork-Aktivitäten. „Was uns am Herzen liegt, ist, dass die Forscher auch mal aus dem Laborsetting herauskommen und die weißen Kittel ablegen“, so Plackner. Im November stand ein gemeinsamer Besuch des Sägewerks in Kodersdorf, Sachsen, auf dem Programm. Die riesigen Mengen an Holzabfällen haben bei den Wissenschaftlern einen bleibenden Eindruck hinterlassen.

„Ressourceneffizienz ist ein Riesenthema in der Holzindustrie. Es gibt so viel Potenzial, aber der Branche fehlen die Grundlagen, das Problem zu lösen“, resümiert Plackner. Wenn man die gesamten Fertigungsschritte vom Baum zum fertigen Produkt anschaut, kommen wir auf eine Materialausnutzung von deutlich unter 50 %. Bei Möbelfertigung oder Fenstern ist es noch weniger. Immer wieder wird gehobelt, gesägt, gebohrt oder gefräst. „All das sind subtraktive Prozesse. Mit unserem Ansatz wollen wir zur additiven Fertigung kommen“, fasst der studierte Holztechnologe zusammen, „und zwar ohne Klebstoffe, rein mit den Bindungskräften, die auch im natürlichen Holz vorherrschen.“

Der neue Baustoff, den das CD-Labor entwickelt, wird einen geschlossenen Rohstoffkreislauf und mehrfaches Recycling ermöglichen. „Ein rein holzbasiertes Biokomposit könnte man mehrfach auftrennen und weiterverarbeiten“, erklärt Lukacevic.

Hannes Plackner ist seit 2015 bei der HS Timber Group beschäftigt. In seiner Position als Senior Project Manager ist er für den Bereich Forschung und Entwicklung zuständig.

Markus Lukacevic arbeitet als Postdoktorand für die TU Wien. Seit Juli 2023 ist er Leiter des Christian-Doppler-Labors für Holzbasiertes Biokomposit der nächsten Generation.

BEZAHLTE ANZEIGE

THE WORLD IS YOUR OYSTER

Text: Sarah Sendner
Fotos: Sasha Charoensub

Vor wenigen Hundert Jahren waren die Gewässer vor New York eines der diversesten Ökosysteme der Welt, insbesondere wegen ihrer einzigartigen Austernpopulation – bis der Mensch die Schalentiere ausrottete. Das Billion Oyster Project will das rückgängig machen.

Im Hafen von New York herrscht nur wenig Verkehr, bloß einzelne Boote fahren an diesem Vormittag durch die Gewässer zwischen Manhattan und Brooklyn. In der Ferne sieht man einige Jetskis über das Wasser rasen; dahinter die Freiheitsstatue. „So ruhig ist es hier meistens“, sagt Pete Malinowski. Er steht am Bug eines fahrenden Boots und kommentiert die vorbeiziehende Szenerie: „New Yorks Hafen ist die größte und schönste offene Fläche der Stadt – und wird definitiv nicht ausreichend genutzt.“

New Yorks Gewässer, insbesondere der Hudson und der East River, die Manhattan auf der Ost- und der Westseite säumen, haben heute einen schlechten Ruf. Viele New Yorker*innen sind sich einig, dass zwischen den Bezirken eine giftige Jauche fließt, zu der man am besten Abstand hält. Doch vor rund 400 Jahren lebten hier noch Wale, Delfine, Robben, Seepferdchen, dazu unzählige Fischarten – in einem Austernriff, das eines der vielfältigsten Ökosysteme der Welt war. Dann fischte die wachsende Bevölkerung der Megametropole die Austernpopulation vollständig leer, mit fatalen Folgen: Anfang des 20. Jahrhunderts ist das Ökosystem praktisch leblos. Die Gewässer sind verschmutzt, der Hafen ist zugebaut und die maritime Umgebung aus dem Bewusstsein der New Yorker*innen verdrängt. Die meisten Straßen der Stadt enden dort, wo das Wasser beginnt, erinnert Malinowski: „New Yorker denken nicht darüber nach, dass sie auf einer Inselgruppe leben, die von einem natürlichen Ökosystem umgeben ist. Wir verlassen New York, um in der Natur zu sein.“

Das will Malinowski ändern. Sein Projekt, das Billion Oyster Project, will bis 2035 eine Milliarde Austern im Hafen von New York ansiedeln. Die Austern sollen insbesondere die Wasserqualität im Hafen verbessern, denn eine erwachsene Auster kann bis zu 189 Liter Wasser pro Tag filtern. Zudem siedeln sich Austern in Riffen an; einst dienten diese als natürliche Abwehr gegen stürmischen Wellengang, das soll auch künftig wieder so sein. Die Idee kommt nicht von ungefähr, denn vor wenigen Hundert Jahren waren die Gewässer vor der Megametropole genau das: ein florierendes Austernriff.

Die Zahl von einer Milliarde Austern, die sich Malinowski und sein Co-Gründer Murray Fisher zum Ziel gesetzt haben, klingt zwar gewaltig, stellt aber nur einen Bruchteil der Austernpopulation dar, die noch vor einigen Hundert Jahren im Hafen von New York lebte. Rund 40 Hektar des Hafens will die Initiative mit Austern besiedeln; damals gab es rund 90.000 Hektar an Austernriffen.

Seit 2014 hat das Projekt bereits rund 100 Millionen Austern im Hafen angesiedelt. Rund 10 % des Wegs sind also geschafft. Bis 2035 muss das Tempo jedoch deutlich anziehen. Doch bereits der Teilerfolg zeigt erste Effekte: Die Wasserqualität im Hafen sei messbar besser geworden, erklärt Malinowski.

„Man kann sich die Austernriffe wie Bäume in einem Wald vorstellen“, sagt er. „Bäume machen die Luftqualität besser, stabilisieren den Boden und schaffen die richtigen Bedingungen, damit Tiere im Wald überleben können.“ Der Hafen sei in gewisser Weise ein abgeholzter Wald. Malinowski: „Man stelle sich vor, 30 Millionen Menschen würden rund um dieses nicht existente ‚Wald‘-Gebiet leben – es würden sofort neue Bäume gepflanzt. Aber weil dieses Ökosystem unter Wasser liegt, wird darüber anders nachgedacht.“

Beim Billion Oyster Project geht es insbesondere auch darum, den Bewohner*innen der Stadt ihre Umgebung vor Augen zu halten: „Wir wollen, dass jeder Mensch in New York City einen Zugang zur Restauration der Natur hier hat“, sagt Malinowski.

Ein großer Teil des Projekts sind somit auch die New Yorker*innen selbst. Rund 15.000 Freiwillige helfen aktuell mit, außerdem auch junge New Yorker*innen, besonders von der New York Harbor School. An der öffentlichen Highschool auf Governors Island sollen Schülerinnen

und Schüler auf maritime Karrieren vorbereitet werden – die Austernzucht gehört hier zum Curriculum. Malinowski selbst war hier einige Jahre lang Lehrer. Hinzu kommen einige Dutzend Restaurants, die Austernschalen an das Projekt spenden – denn die Schalentiere sind noch immer eine beliebte Delikatesse im ganzen Nordosten der USA und stehen in vielen New Yorker Restaurants auf der Speisekarte.

Austern aus dem New Yorker Hafen werden aber wohl nicht auf einem Restauranttisch landen. „Unsere Austern sind giftig", sagt Malinowski. Die Wasserqualität im Hafen sei nicht gut genug, dass Schalentiere aus diesem Wasser gegessen werden könnten. Und: „Austern sind Freunde, kein Futter." Die Austern des Billion Oyster Projects hätten eine wichtigere Aufgabe, als gegessen zu werden, sagt der Gründer.

Das Projekt ist eine Non-Profit-Organisation mit 47 Angestellten, so Malinowski. Etwa sieben Mio. US-$ pro Jahr braucht das Billion Oyster Project, um am Laufen zu bleiben, sagt er. Dazu gehören der Betrieb der Büros, Boote, Veranstaltungen und die Austern-Infrastruktur, die man an Dutzenden Standorten in New York sehen kann: Auf Governors Island sieht man aus der Ferne Haufen von Austernschalen, die dort in der Sonne lagern. Kleine Tanks am Hafenrand in Brooklyn beherbergen Baby-Austern. An einem kleinen Steg vor Brooklyn zieht Malinowski zwei Austernfallen aus dem Wasser, die hier an den Stegrand angeknüpft sind. „Austern-Kindergärten" nennt er diese.

Malinowski selbst steht durch und durch im Dienst der Schalentiere: Er ist auf Fisher Island aufgewachsen, einer kleinen Insel südlich von Long Island; seine Familie sind Austernfischer. Malinowski: „Ich habe mein ganzes Leben umgeben von Austern verbracht." Ein Lebensstil, den man ihm ansieht: An seinen Armen hat der Gründer zwei Austern tätowiert, an seinem Gürtel reflektiert eine goldene Austern-Schnalle das Sonnenlicht.

Bis er sein Ziel erreicht hat, könnte es noch viele Jahre dauern. Auch muss das Tempo, mit dem neue Austern angesiedelt werden, noch deutlich steigen. Malinowski scheint das aber kein bisschen aus der Ruhe zu bringen. Wie geht es weiter, wenn die Milliarde erreicht ist? „Vielleicht erhöhen wir dann auf eine Billion", scherzt er. ● TUW

Pete Malinowski ist Gründer der Non-Profit-Initiative „Billion Oyster Project". Sein Ziel ist es, New Yorks Austernpopulation wieder zum Leben zu erwecken.

Yamilée Toussaint, Gründerin und Geschäftsführerin von STEM From Dance.

AD ASTRA: WENN MAUERN FALLEN

Text: Ekin Deniz Dere
Fotos: Falling Walls Foundation

Der Falling Walls Science Summit fand von 7. bis 9. November in Berlin statt und war ein Fest der klugen Köpfe. Er zog 1.300 Besucher*innen vor Ort sowie über 15.000 digitale Teilnehmer*innen aus 149 Ländern an, die sich über Wissenschaft und Innovation austauschten. Doch was bringt so viele Menschen dazu, sich unter dem Dach einer einzigen Frage zu versammeln, nämlich jener, welche Mauern als nächste fallen sollen? Wir sprachen mit dem frisch ernannten CEO der Falling Walls Foundation, Andreas Kosmider, einem ausgebildeten Physiker und geborenen Optimisten.

Im November 1989 sah die Welt zu, als die Berliner Mauer, ein Symbol für die Teilung des Planeten und die Spannungen des Kalten Kriegs, zusammenbrach. Dabei wurde nicht nur Beton abgebrochen, sondern Barrieren wurden niedergerissen, und die Welt war symbolisch vereint.

Inspiriert durch den Fall der Berliner Mauer zielt die NGO Falling Walls Foundation mit ihrem jährlichen Falling Walls Science Summit darauf ab, eine Plattform für wissenschaftlichen Austausch zu schaffen und als Katalysator für Innovationen zu wirken. „Es ist ein Schmelztiegel von Ideen aus allen Bereichen, nicht nur aus der Wissenschaft, sondern auch aus Industrie, Medien und Politik", sagt Andreas Kosmider, der seit September dieses Jahres als Geschäftsführer der Falling Walls Foundation fungiert. Im Kern der Initiative steht die Frage: Welche Mauern werden als nächste fallen?

Der erste Tag des Summits war den Falling Walls Pitches gewidmet. Forscher*innen und Start-up-Vertreter*innen präsentierten ihre Initiativen, um Mauern in Bereichen wie Wasserknappheit, Kreislaufwirtschaft für Kunststoffe und erneuerbare Energien zu durchbrechen. Der Tag endete mit der Verleihung der „Falling Walls Science Breakthrough of the Year"-Auszeichnung, bei der herausragende Beiträge in neun Kategorien – von Naturwissenschaften bis hin zu Kunst und Technik – geehrt wurden.

Am zweiten Tag nahm der Summit mit Gesprächen am runden Tisch an Fahrt auf, die Expert*innen zusammenbrachten, um zum Beispiel die Mauern der transatlantischen wissenschaftlichen Zusammenarbeit, des Klimaschutzes und der Wissenschaft der planetaren Grenzen zu durchbrechen. Am letzten Tag des Summits standen Vorträge, unter anderem von Ferenc Krausz, dem diesjährigen Nobelpreisträger für Physik, und Bettina Stark-Watzinger, der deutschen Wissenschaftsministerin, auf dem Programm. Es folgte ein Abschluss durch unseren Protagonisten Andreas Kosmider.

Dieser Summit war Kosmiders erster als CEO. Seine wissenschaftliche Odyssee, die durch kindliche Leidenschaft für Physik ausgelöst und von seinen Eltern und Lehrer*innen begleitet wurde, führte ihn in die Bereiche der experimentellen Astroteilchenphysik, der Energiesysteme und der Fusionstechnologien. Nach seinem Wechsel ins Wissenschaftsmanagement bei der Helmholtz-Gemeinschaft in Berlin fand er sich in seiner jetzigen Position wieder, wo er bestrebt ist, neue Wege zu gehen und nach den Sternen zu streben, oder wie er sagen würde, „ad astra".

Auf die Frage nach den Höhepunkten des Summits nimmt sich Kosmider Zeit zum Nachdenken. „Es ist schwer, ein einzelnes Highlight zu nennen", sagt er schließlich. Unter den unzähligen inspirierenden Momenten war er besonders von Matthias Tschöps Arbeit an therapeutischen Lösungen für Adipositas und Diabetes fasziniert. „Wir sprechen hier über etwas, das Milliarden von Leben verändern könnte", sagt Kosmider. „Wenn man sich einen Moment Zeit nimmt und wirklich darüber nachdenkt, bekommt man Gänsehaut."

Was Kosmider ebenso unvergesslich findet, ist das junge Publikum. Hundert junge Köpfe präsentierten ihre Arbeit im „Lab"-Abschnitt der Veranstaltung, 50 im „Engage"- und weitere 50 im „Venture"-Bereich. „Es ist toll, diese jungen Leute am Anfang ihrer Karriere zu sehen, voller Ideen und Energie", sagt Kosmider. „Und das Coolste daran? Wir behalten den Überblick über all diese Köpfe." Im Laufe der Jahre hat die Falling Walls Foundation rund 20.000 Kontakte hergestellt. Für Kosmider ist es eine Ehre, zu beobachten, wie einige von ihnen Großes erreicht haben. „Sie sind Teil unserer großen Familie", sagt er.

Aber was kann diese riesige Familie erreichen? Wie positioniert sich die Falling Walls Foundation in einer Skala von akademischer zu populärwissenschaftlicher Kommunikation? Für den Geschäftsführer stellt sich diese Frage so nicht – er verweist auf erhebliche Überschneidungen zwischen den beiden Bereichen und sagt: „Unsere oberste Priorität ist akademische und wissenschaftliche Qualität; kein Unfug.

Ferenc Krausz, der diesjährige Physik-Nobelpreisträger, während seines Vortrags mit dem Titel „Breaking the Wall to Attoseconds".

> „JEDES JAHR VERSAMMELT MAN 500 MENSCHEN GENAU AN DEM ORT, AN DEM DIE BERLINER MAUER EINST FIEL, UND FRAGT SIE, WELCHE MAUERN ALS NÄCHSTE FALLEN SOLLTEN. SO ENTSTEHEN 500 GROSSARTIGE IDEEN.“
>
> Andreas Kosmider

Alles, was es zu Falling Walls schafft, ist akademisch erstklassig.“ Aber das alleine reicht nicht aus. Was auch zählt, ist das Publikum, die Empfänger*innen der Kommunikationsversuche von hochgradiger Wissenschaft. „Wir präsentieren alles so, dass es auch für Außenstehende zugänglich ist“, sagt Kosmider, „aber wir machen es nicht dumm.“

Zugegeben, es gibt eine gewisse Vereinfachung der Komplexität, bei der der dichte theoretische Hintergrund einiger Durchbrüche übersprungen wird, um sie für Nichtexpert*innen verdaulich zu halten. Wenn gefragt, ob seine Foundation etwa bei den notwendigen Maßnahmen für das Klima etwas bewirken kann, stellt Kosmider auch das infrage. Er erklärt: „Unser Einfluss ist nicht direkt; was wir tun, ist, die Neugier der Menschen zu wecken. Das ist der Punkt, an dem wir wirklich die Chance haben, etwas zu bewegen.“

Das ist der eine Aspekt – der andere ist der interdisziplinäre Ansatz. „Nehmen wir zum Beispiel den Klimawandel“, sagt Kosmider. „Das kann nicht von einem einzelnen Wissenschaftler oder einer einzelnen Disziplin bewältigt werden. Man braucht Klimawissenschaftler, Ingenieure für Energiesysteme, Stadtplaner, Verkehrsexperten und so weiter. Es geht darum, diese verschiedenen Bereiche zusammenzubringen, um diese gesellschaftlichen Herausforderungen zu bewältigen.“

Auf die Frage, ob Lösungen für das Problem des Klimawandels lokal oder global sein sollten, argumentiert er, dass das Problem nuancierter zu betrachten sei. Der Emissionshandel sei ein Beispiel für ein globales Thema. „Stellen Sie sich vor, alle Industrieländer würden sich auf ein CO_2-Budget einigen und jeder bekäme seinen Anteil, um mit dem Handel zu beginnen“, sagt Kosmider. „Das ist eine weltweite Aktion, die man nicht nur lokal durchführen kann. Andererseits ist die Nutzung lokaler Gewässer zum Anbau von Algen, die CO_2 absorbieren und dann unter dem Sand vergraben werden, eine lokale Maßnahme; oder die Gestaltung von Straßen für den elektrischen Verkehr – auch das ist lokal.“

Für den Optimisten in ihm ist es die Grundlage seiner Vorstellung von weltweitem Wissenstransfer, Menschen ernst zu nehmen, Interesse zu wecken und ihnen dann verständliche Informationen zu liefern. Diese Vorstellung ist eng mit seiner Vision für Falling Walls verbunden: Kosmider wünscht sich, dass die Foundation zu einer Fabrik des Optimismus wird. „Jedes Jahr versammelt man 500 Menschen genau an dem Ort, an dem die Berliner Mauer einst fiel, und fragt sie, welche Mauern als nächste fallen sollten. So entstehen 500 großartige Ideen“, sagt er. „Die Teilnehmer verlassen den Veranstaltungsort voller positiver Energie und dem Glauben an die Machbarkeit. Man denkt: Alle Herausforderungen, vor denen wir stehen, sind auf diese Weise lösbar. Ich übertreibe zwar, aber es ist von enormer Bedeutung, diese Einstellung bei den Teilnehmern zu wecken, da sie sie dann in die Welt hinaustragen werden.“ ● TUW

Andreas Kosmider ist seit September 2023 Geschäftsführer der Falling Walls Foundation. Zuvor leitete er strategische Initiativen zur Digitalisierung in der Helmholtz-Gemeinschaft. Er hat am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) in Physik promoviert.

HUNGERSTREIK
MÜTTER gegen ATOMKRAFTWERKE
KEIN TÖDLICHES ERBE
DEN KINDERN
WIR MÜSSEN ATOM
VERHINDE

ENGAGEMENT FÜR VERÄNDERUNG

Es gibt einiges zu tun. Denn nach dem Europäischen Klimagesetz müssen die EU-Länder ihre Netto-Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 Prozent senken. Doch die Erderwärmung hat nicht nur in der Wirtschaft für Veränderungen gesorgt – auch die Zivilgesellschaft wird aktiv. Wir zeigen die prägendsten Ereignisse in Sachen Klimaaktivismus in Österreich.

Text: Anika Fallnbügl **Fotos:** Leonhard Hilzensauer, Erwin Schuh, Votava

Der Klimaaktivismus hat in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen und ist zu einem wichtigen Thema in der globalen Diskussion über Umweltschutz und Nachhaltigkeit geworden. Immer mehr Menschen sind über die Auswirkungen des Klimawandels besorgt und engagieren sich aktiv für den Schutz unserer Umwelt. Gerade Klimaaktivist*innen setzen sich tagtäglich für eine Vielzahl von Maßnahmen ein, um den Klimawandel zu bekämpfen und die Umwelt zu schützen. Dazu gehören die Förderung erneuerbarer Energien, die Reduzierung von Treibhausgasemissionen, die Erhaltung von natürlichen Lebensräumen und die Förderung nachhaltiger Lebensweisen. Ein bedeutender Teil des Klimaaktivismus ist der Druck auf Regierungen und Unternehmen, um umweltfreundliche Politik und Praktiken zu fördern. Aktivist*innen organisieren Proteste, Petitionen und Kampagnen, um auf die Dringlichkeit des Klimathemas aufmerksam zu machen und Veränderungen herbeizuführen. Ein prominentes Beispiel für Klimaaktivismus ist die Bewegung „Fridays for Future“ (FFF), die im August 2018 von der schwedischen Aktivistin Greta Thunberg ins Leben gerufen wurde. Der Aufstieg der Bewegung hat die Welt in den letzten Jahren aufgerüttelt und eine neue Generation von Klimaaktivist*innen hervorgebracht. Thunberg hat es geschafft, eine globale Bewegung zu initiieren, die sich für drastische Maßnahmen zur Bekämpfung des Klimawandels einsetzt. FFF hat sich als eine der einflussreichsten sozialen Bewegungen unserer Zeit etabliert und dazu beigetragen, das Bewusstsein für die Dringlichkeit des Klimawandels zu schärfen. Aktuell steht die Bewegung jedoch vor einer Zerreißprobe: Aufgrund deutlich geäußerter Sympathien für die Terrororganisation Hamas im Zuge des bewaffneten Konflikts mit Israel distanzieren sich einige Länderorganisationen – darunter etwa FFF Deutschland und FFF Österreich – von der „Mutterorganisation“. Inwiefern das dem übergeordneten Ziel, die Klimakrise zu stoppen, schadet, wird sich erst zeigen.

Noch kontroverser wird jedoch die Bewegung „Die Letzte Generation“ diskutiert. 2021 gegründet greift diese Bewegung seit jeher zu radikaleren Mitteln als FFF. Teil des Bündnisses sind Aktivist*innen aus der Umweltschutzbewegung, welche sich mittels zivilen Ungehorsams für ein entschiedenes Vorgehen gegen den Klimawandel einsetzen. Bei ihren Protestaktionen blockieren sie etwa Straßen oder Autobahnen, aber auch Pipelines. Es ist die Strategie der Letzten Generation, auf ihre eigene Weise gegen Regeln zu verstoßen, um damit Aufmerksamkeit für ihr Anliegen zu generieren. Doch die als „Klimakleber“ bekannt gewordenen Aktivist*innen führten in der Vergangenheit auch dazu, dass etwa Einsatzfahrzeugen die Durchfahrt blockiert wurde. In Deutschland wurde von Medien intensiv berichtet, dass das bei einer Person sogar zum Tod geführt haben soll, da die Rettung das Krankenhaus zu spät erreichte.

Insgesamt ist Klimaaktivismus jedenfalls voll in der Gesellschaft angekommen – und als treibende Kraft für den Wandel in Richtung einer nachhaltigeren Zukunft nicht mehr wegzudenken. Durch das Engagement von Aktivist*innen, die Sensibi-

lisierung der Öffentlichkeit und den Druck auf Regierungen und Unternehmen wird gehofft, den Klimawandel zu bekämpfen und unsere Umwelt schützen zu können. Doch Klimaaktivismus gewinnt auch in der Wirtschaft zunehmend an Bedeutung. Viele Unternehmen stellen ihre Praktiken um und verordnen sich selbst ambitionierte Ziele. So will etwa der US-bis 2030 „carbon negative" werden, was bedeutet, dass das Unternehmen mehr CO_2 aus der Atmosphäre entfernen will, als es ausstößt. Bis 2050 will Microsoft zudem jegliche Emissionen, die das Unternehmen jemals produziert hat, „wiedergutgemacht" haben, also jeglichen emissionsbezogenen Fußabdruck – auch historisch – entfernen.

Der Klimawandel bietet insofern auch Chancen für Innovation und Wachstum in der Wirtschaft: Die Entwicklung und Implementierung von umweltfreundlichen Technologien, die Förderung nachhaltiger Praktiken und die Schaffung grüner Arbeitsplätze sind wichtige Schritte, um den Übergang zu einer kohlenstoffarmen Wirtschaft zu ermöglichen.

Die Bekämpfung des Klimawandels erfordert aber ein koordiniertes und entschlossenes Handeln auf globaler Ebene. Auch weltweit möchte man diesen Ansatz verfolgen: Im Dezember 2015 einigten sich 197 Staaten bei der UN-Klimakonferenz in Paris auf ein neues, globales Klimaschutzabkommen. Das Abkommen trat am 4. November 2016 in Kraft.

Internationale Vereinbarungen wie das Pariser Abkommen spielen eine entscheidende Rolle bei der Förderung von Klimaschutzmaßnahmen und der Zusammenarbeit zwischen den Ländern.

In Österreich hat der Einsatz für das Klima langjährige Tradition. 1978 wurde die Inbetriebnahme des bereits gebauten Atomkraftwerks Zwentendorf nach heftigen Protesten der Bürger*innen und einer Volksabstimmung abgesagt. Fünf Jahre später wurde die Hainburger Au besetzt, eine Flusslandschaft, in der ein Wasserkraftwerk hätte gebaut werden sollen.

Beide Ereignisse waren frühe Erscheinungen des zivilen Ungehorsams, aber auch prägend für das Demokratieverständnis in Österreich. Außerdem legten sie das Fundament für die Gründung der österreichischen Grünen. Wir zeigen Bilder dieser markanten Beispiele österreichischer Aktivismusgeschichte.

Das Kernkraftwerk Zwentendorf ist ein Symbol für die politische Entscheidungsfindung und die Wirtschaftsgeschichte des Landes. Obwohl der Bau des Siedewasserreaktors genehmigt wurde und bereits begonnen hatte, wurde das Kraftwerk aufgrund einer Volksabstimmung nie in Betrieb genommen. Dies macht es zu einer der größten Investitionsruinen der Republik Österreich: Die Kosten für das nie in Betrieb gegangene Atomkraftwerk beliefen sich auf 5,2 Milliarden Schilling, was heute etwa 1,6 Milliarden Euro entspricht. Die Entscheidung, das Kernkraftwerk nicht in Betrieb zu nehmen, hat das Land geprägt und steht für ein bedeutendes Kapitel in der Geschichte der Zweiten Republik.

Die Hainburger Au ist ein Naturschutzgebiet an der Donau, das sich in der Nähe von Hainburg in Niederösterreich befindet und seit 1996 Teil des Nationalparks Donau-Auen ist. 1982 startete der WWF Österreich eine Kampagne, um die Öffentlichkeit auf die drohende Zerstörung eines Teils der Donau-Auen durch ein geplantes Wasserkraftwerk aufmerksam zu machen. Dies führte zu wochenlangen Demonstration und einer wegweisenden Einigung, die sowohl das Demokratieverständnis als auch die Energiepolitik in Österreich prägte. Bis heute ist die Hainburger Au ein bedeutendes Symbol für den Umweltschutz in Österreich.

Die Lobau ist Teil des Auengebiets der Donau und rund 22 Quadratkilometer groß. 1719 existierten erstmals konkrete Planungen für einen Donau-Oder-Kanal, eine projektierte künstliche Wasserstraße von der Lobau bis an die Oder bei Cosel in Oberschlesien. Der Baubeginn erfolgte erst in der NS-Zeit; abgeschlossen wurde das Projekt allerdings nie. An der Abzweigung von der Donau wurde ein Ölhafen angelegt, dem nach dem Zweiten Weltkrieg eine Raffinerie folgte. Der Kanaltorso teilt seither die Lobau in die Obere und die Untere Lobau und ist seit 1919 Eigentum der Republik Österreich.

CONRAD

Alle Teile des Erfolgs

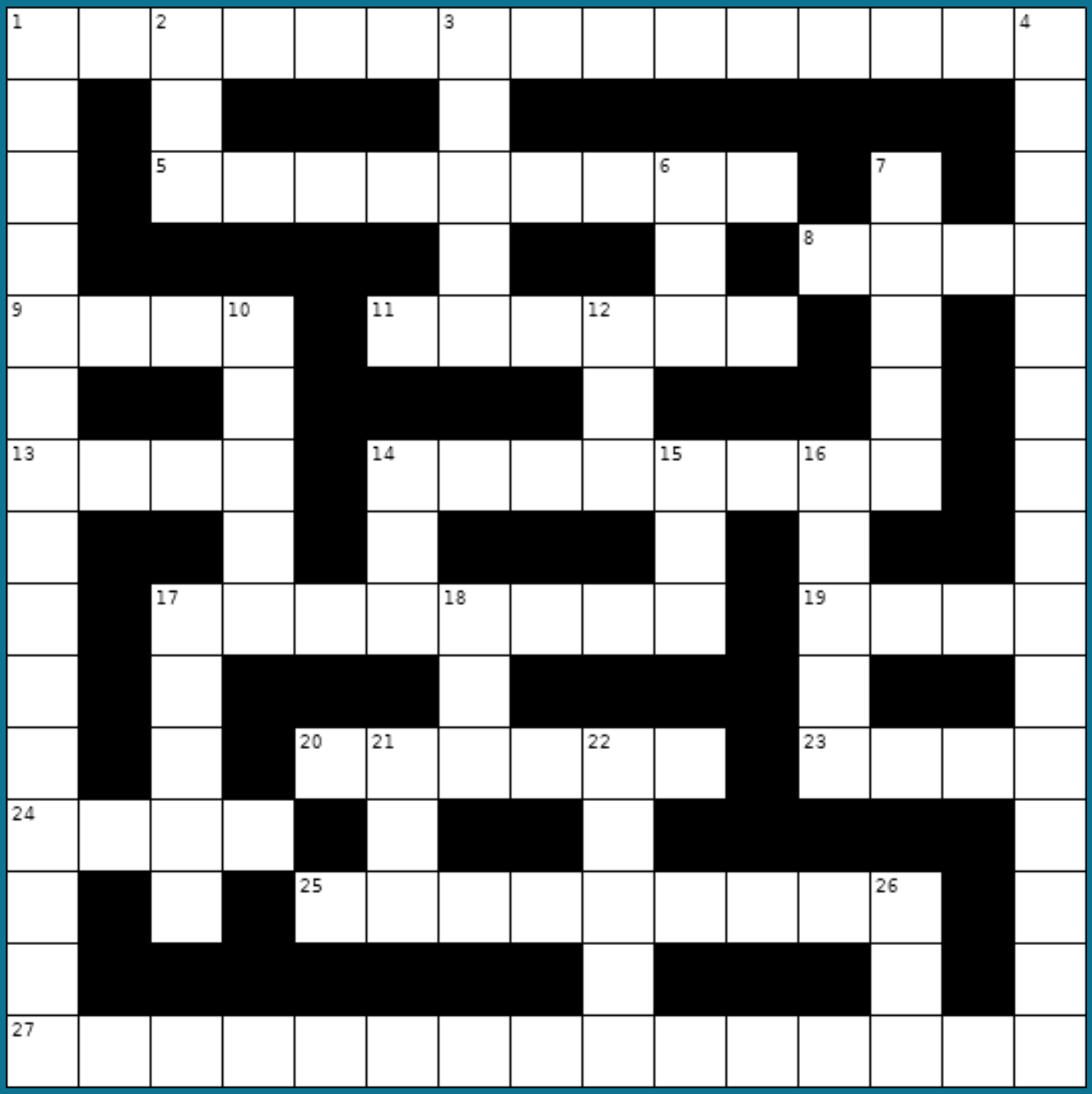
Egal ob 3D-Drucker, Werkzeug oder hochwertige Messinstrumente - Mit über 1,5 Millionen Produkten, kundenzentrierten Lösungen und Services bietet Conrad alle Teile des Erfolgs für Ihr Projekt in Ausbildung, Lehre und Forschung.

- **Conrad Kundenkarte**
  Mit unserer kostenlosen Kundenkarte erhöhen Sie mit jedem Einkauf Ihren persönlichen Jahresbonus.
- **Conrad Unlimited**
  365 Tage lang versandkostenfrei bestellen.
  Und das ganz ohne Mindestbestllwert!
- **Conrad Newsletter**
  Bleiben Sie immer up-to-date und profitieren Sie von unserem 10€-Willkommensbonus!

Alle Informationen und aktuelle Angebote finden Sie auf **conrad.at**

Text: Felix Pisecker
Illustration: Mattias „Ritarn“ Lindström

KREUZ UND QUER



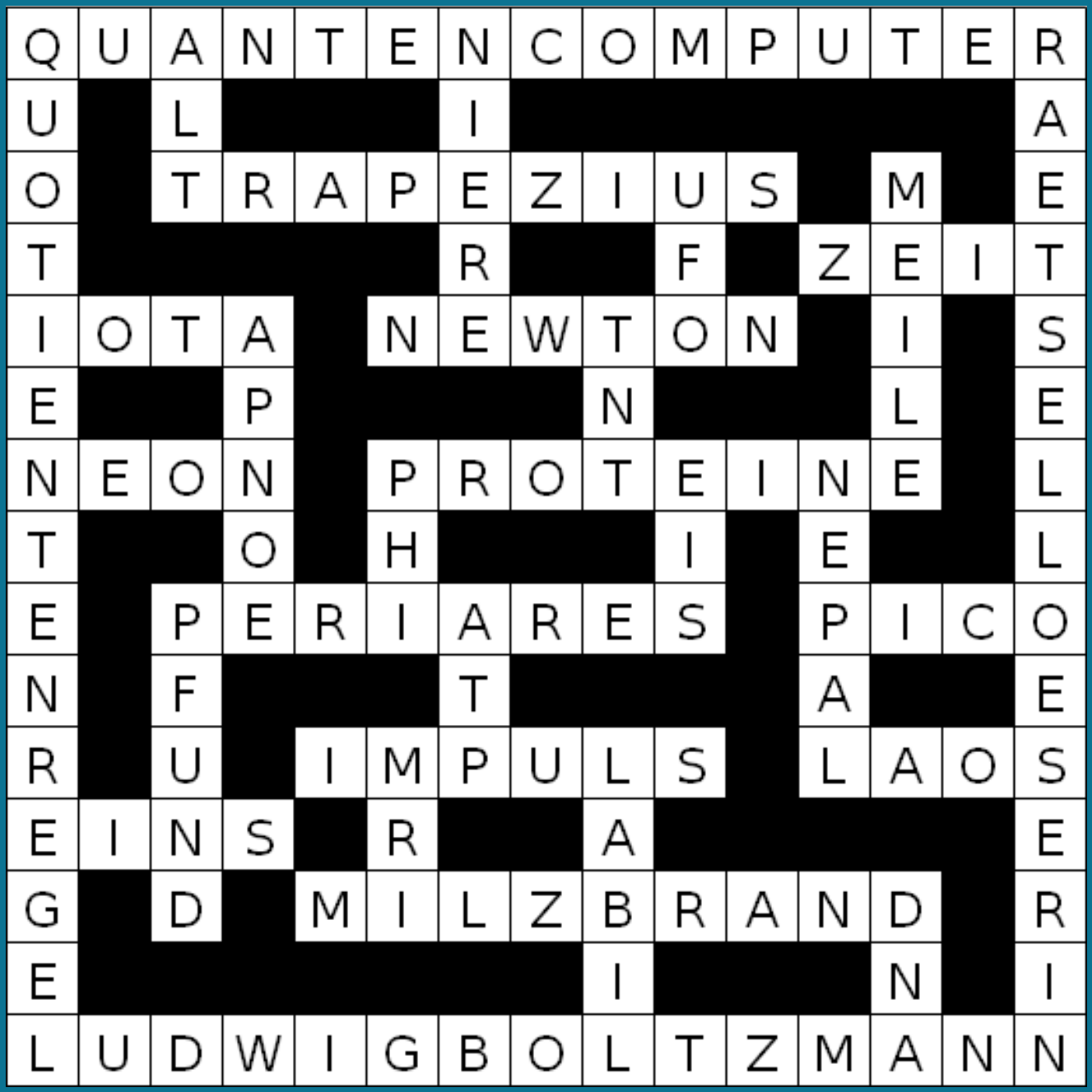
HORIZONTAL

1 Könnte in wenigen Jahren jede Verschlüsselung knacken
5 Mit diesem Muskel zuckt, wer keine Antwort hat
8 Was ein Tag misst
9 Griechisches i oder etwas Kleines
11 Entdecker der Schwerkraft
13 Ein Edelgas
14 Wichtige Nahrungsbestandteile für Muskelaufbau
17 Der niedrigste Punkt im Marsorbit
19 Kleiner als nano, größer als femto
20 Masse mal Geschwindigkeit
23 Südostasiatisches Binnenland
24 e^(2πi)
25 Anthrax
27 Österreichischer Physiker und Begründer der Thermodynamik

VERTIKAL

1 Ist beim Integrieren eines Bruchs zu befolgen
2 Tiefe Frauenstimme
3 Interesse des Nephrologen
4 Sie, momentan
6 Ist es ein Vogel, ist es ein Flugzeug?
7 1,6 Kilometer, in einem primitiven Einheitensystem
10 „Nicht atmen“; was ein Taucher ohne Flasche macht
12 Sprengstoff
14 Griechischer Anfangsbuchstabe der Physik
15 Dieses Mineral entsteht, wenn Dihydrogenmonoxid erstarrt
16 Hier befindet sich der höchste Punkt der Erde
17 454 Gramm, in einem primitiven Einheitensystem
18 Treibstoff für die Zellen; wird aus Adenosindiphosphat gewonnen
21 Bildgebende Diagnostik, benötigt flüssiges Helium
22 Prekäres Gleichgewicht
26 Englisch für Desoxyribonukleinsäure

LÖSUNG:


QUANTENCOMPUTER
U L I A
OTRAPEZIUS M E
T R F ZEIT
IOTA NEWTON I S
E P N L E
NEON PROTEIN L
T O H I E L
EPERIARESPICO
N F T A E
R U IMPULS LAOS
EINS R A E
G D MILZBRAND R
E I N
LUDWIGBOLTZMANN

SIEMENS

LEIDENSCHAFT FÜR MOBILITÄT

Zusammen vernetzte **Mobilität gestalten**

Die drei Megatrends Klimawandel, Bevölkerungswachstum und Digitalisierung verlangen nach nachhaltigen, zuverlässigen und sicheren Transportlösungen für Schiene und Straße. Wir sind überzeugt davon, dass wir dank der Digitalisierung diese Trends meistern werden. Wir ermöglichen Mobilitätsbetreibern weltweit, Züge und Infrastruktur intelligent zu machen, das Fahrgasterlebnis zu verbessern und Verfügbarkeit zu garantieren. Interessiert, die Zukunft mitzugestalten?
Kontaktieren Sie uns:
michael.hoettinger@siemens.com

WIENER STADTWERKE

Viele Jobs für eine Herausforderung: Die Klimawende

Die Wiener Stadtwerke-Gruppe hält Wien am Laufen und macht die Stadt klimafit. Dafür braucht es engagierte Menschen mit vielfältigen Fähigkeiten.
Gemeinsam schaffen wir die Klimawende!

Über 300 freie Stellen: Jetzt bewerben!

WIENER LINIEN | WIEN ENERGIE | WIENER NETZE | WIENER LOKALBAHNEN | WIPARK | WIEN IT
BESTATTUNG WIEN | FRIEDHÖFE WIEN | UPSTREAM MOBILITY | IMMOH | GWSG

WIENER STADTWERKE GRUPPE