

Spezialist:in

37

Engineering
Technologie
Management

Life Sciences

Revolution der Pharmaindustrie
durch Digitaldruck

Energieversorgung

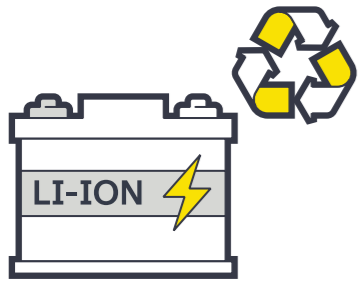
Mit Kernfusion emissionsfrei
Strom generieren

Mobilität

Neue Entwicklungen in der
Getriebebranche

Brunel

Welche Technologien braucht es für eine lebenswerte Zukunft?



Ein Aachener Start-up hat ein umweltfreundliches Verfahren entwickelt, mit dem alle Bestandteile von **Lithium-Ionen-Batterien nachhaltig und vollständig recycelt** werden können – ohne den Einsatz von Chemikalien.



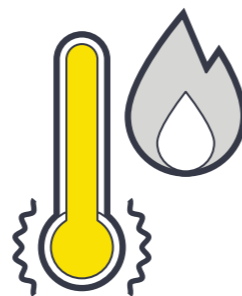
Kleine Stellschrauben mit großer Wirkung: Mit dem **Green Human Resource Management** fördern Unternehmen ein umweltbewusstes Verhalten ihrer Mitarbeitenden.

Ob Elektroantrieb, Strom aus Sonnenenergie oder die Förderung der Kreislaufwirtschaft: Das ehrgeizige Ziel der Energiewende ist eine nachhaltige Gesellschaft ohne fossile Brennstoffe. Doch so verlockend diese Vision auch ist, so anspruchsvoll gestaltet sich die Umsetzung. Deshalb widmet sich die aktuelle Ausgabe diesem Themenfeld und nimmt es genauer unter die Lupe.

Ein Gramm Wasserstoff setzt genug Energie frei, um den Jahresverbrauch eines durchschnittlichen Haushalts zu decken. **Kernfusion hat das Potenzial**, eine saubere und nahezu unbegrenzte Energiequelle zu sein, da sie keine Treibhausgase ausstößt.



Damit die Verschmelzung von zwei sich abstoßenden Atomkernen gelingt, braucht es enorme Temperaturen. Um zu zünden, muss das Innere des Fusionsreaktors auf **mindestens 100 Mio. °C aufgeheizt werden**.



Liebe Leserinnen und Leser,

das Gelingen der Energiewende ist eine der Schlüsselfragen, die uns im Heute beschäftigt und unser Morgen maßgeblich prägen wird. Wichtige Schritte sind bereits eingeleitet, doch eine beachtliche Strecke liegt noch vor uns, um dem internationalen Ziel der Netto-Null-Emissionen näher zu kommen. Als global aufgestelltes Unternehmen tragen wir bei Brunel Verantwortung – für unsere Mitarbeitenden, aber auch für Gesellschaft und Umwelt. In unserer Strategie zur ESG (Environmental, Social and Governance) verpflichten wir uns zum nachhaltigen Handeln, um einen lebenswerten Planeten für kommende Generationen zu bewahren.

Dieser Aufgabe widmen wir uns konkret, indem wir die Realisierung von wegweisenden Projekten in den Bereichen Wind, Solar, Wasserstoff und vielen angrenzenden Sektoren unterstützen. Darüber hinaus haben wir uns 2022 mit dem spezialisierten Rekrutierungspartner Taylor Hopkinson zusammengetan, der marktführende Lösungen für den gesamten Lebenszyklus von Renewables-Vorhaben bietet. Diese Bündelung von Know-how und Erfahrung untermauert unseren Anspruch, bei der weltweiten Energiewende eine Vorreiterrolle einzunehmen. Abseits dieser operativen Wertschöpfung treibt unsere Brunel Foundation weitere Maßnahmen voran: zertifizierte Wiederaufforstungen mit derzeit über 17.000 Bäumen, eine Trash-'n-Trace-Initiative zur Plastikmüllreduzierung, freiwillige Rest-Cent-Spenden vom Gehalt der Bruneller:innen und vieles mehr.

Diese Einbindung der Belegschaft in Umweltschutzaktivitäten folgt dem Prinzip des Green Human Resource Managements. Warum Unternehmen hiervon nicht nur ökologisch, sondern auch wirtschaftlich und sozial profitieren, lesen Sie im Interview ab S. 38. Auch unsere Pro-und-Contra-Debatte dreht sich um eine zentrale Frage sauberer Technologie: Funktioniert die Kernfusion nur in der Theorie oder kann sie unsere Energieerzeugung revolutionieren (S. 20)?

Zudem schauen wir in anderen Zukunftsfeldern über den Tellerrand. So kooperiert Brunel seit April 2023 mit dem Plug and Play Tech Center aus dem Silicon Valley. Es unterstützt Start-ups in ihrer Frühphase und vermittelt Kontakte zu Kunden, um technischen Fortschritt zu fördern. Welche Erkenntnisse unser Innovations-Team auf einer Reise in die USA sammelte und was wir uns von der Partnerschaft in puncto KI-getriebener Prozesse versprechen, lesen Sie ab S. 16. Auch die Medikamentenherstellung wird digitaler: Ab S. 42 erfahren Sie, welche Vorteile personalisierte Medizin für Erkrankte bereithält.

Ich wünsche Ihnen viel Freude bei der Lektüre.

Jilko Andringa
CEO



„Gemeinsam mit unseren Kunden Renewables-Projekte für ein Gelingen der Energiewende umzusetzen, ist eines unserer Fokusthemen. Dieses Engagement geht Hand in Hand mit unserer Environmental-Social-Governance-Strategie.“

Inhalt

Im Fokus 6
Mineralische Rohstoffe – Schlüssel für Fortschritt und Energiewende



24 Stunden 12
Eine Schaltung mit Emotionen



„Das Ziel unserer Messungen ist es, Verschleißerscheinungen im Getriebe durch gezielte Adaptionen auszugleichen.“
Johannes Schömann, Maschinenbauingenieur bei ZF

Kompetenz 16
Mit Start-up-Ideen die Arbeitswelt der Zukunft gestalten



„KI-basierte Tools werden die Arbeitswelt verändern. Das Hauptaugenmerk unserer Kooperation mit Plug and Play liegt auf der Integration dieser neuen Technologien.“
Mark Ratjen, Global Innovation Lead bei Brunel

Im Dialog 20
Pro & Contra: Kernfusion als realistische Zukunftsoption oder vergebene Mühe?

Wissen 24
Erdbeben: Glasfaserkabel zur Früherkennung?

History 26
Pionierin der Kartografie mit tiefgründigen Erkenntnissen



Vision 30
Unfallvermeidung im Weltraum



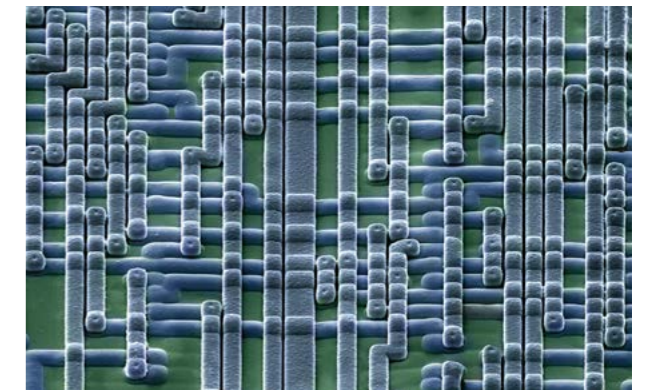
Techniktrends | Ausblick 34
Nachhaltiges Batterie-Recycling | Operationen an jedem Ort der Welt | Digitale Doppelgänger:innen | Keime mit UV-C-Licht eliminieren

Im Dialog 38
Ökologische Transformation durch grünes HR-Management

Forschung 42
Personalisierte Medizin: Die beste Dosis für jeden Menschen



Kompakt 46
Eine Idee, worum es hier geht? | Wer hat's erfunden? Die Waschmaschine



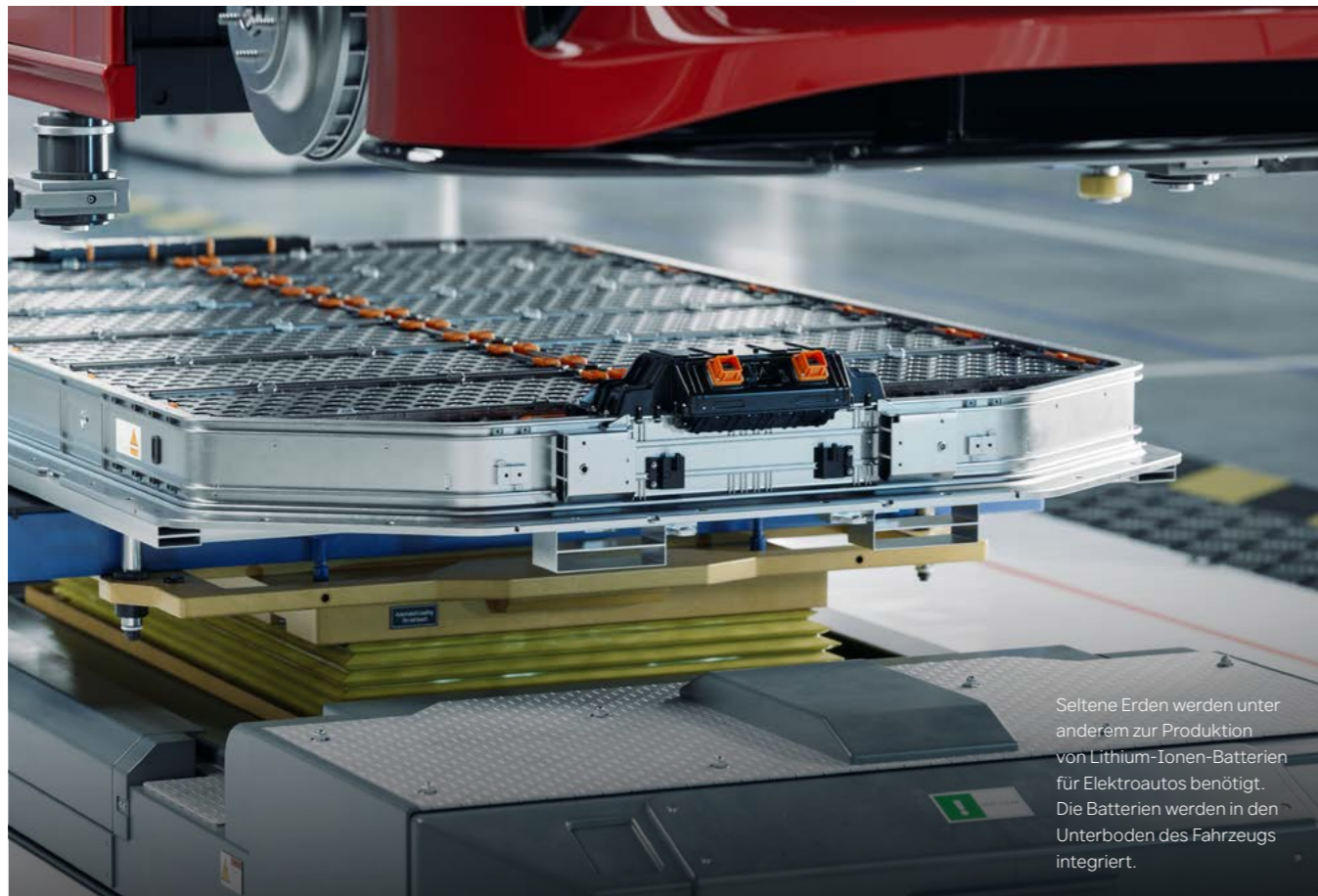
Redaktion 48
Ein Blick hinter die Kulissen

Mineralische Rohstoffe – Schlüssel für Fortschritt und Energiewende

Ohne mineralische Rohstoffe gibt es keine wirtschaftliche Entwicklung, keinen Wohlstand – und auch keinen Ausstieg aus den fossilen Technologien. Vor allem bei Metallen ist Deutschland allerdings in hohem Maß von Importen abhängig. Wie lässt sich der zur Deckung des Bedarfs erforderliche Bergbau nachhaltig gestalten? Und welche Rolle können künftig Recycling und Kreislaufwirtschaft spielen?

Text › Anne-Katrin Wehrmann

Das schwedische Bergbauunternehmen LKAB hat nach eigenen Angaben Mineralressourcen von mehr als 1 Mio. t an Seltenerdoxid entdeckt. Der Fund befindet sich im Kiruna-Gebiet, der größten bekannten Lagerstätte dieser Art in Europa.



Seltene Erden werden unter anderem zur Produktion von Lithium-Ionen-Batterien für Elektroautos benötigt. Die Batterien werden in den Unterboden des Fahrzeugs integriert.

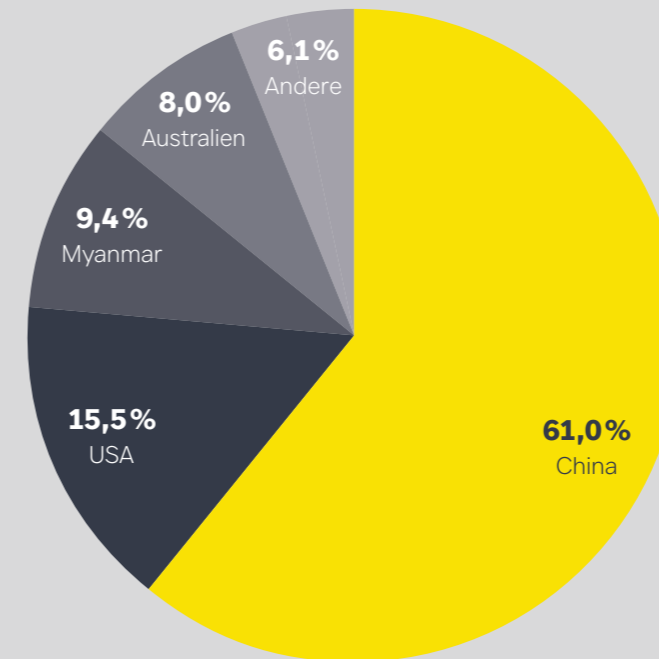
Je schneller die Energiewende gelingen soll und je mehr Länder sich daran beteiligen, desto stärker wächst die Nachfrage nach bestimmten Rohstoffen – selbst dann, wenn sich neue technologische Verfahren mit reduzierten oder veränderten Bedarfen entwickeln. Insbesondere Metalle wie Lithium, Nickel, Kupfer und Seltene Erden stehen dabei im Fokus. Bei Letzteren schätzt die Internationale Energieagentur, dass der globale Bedarf bis 2040 um das Siebenfache steigen könnte. Zum Einsatz kommen die Seltenerdmetalle nicht nur in Hightech-Geräten wie Mobiltelefonen, Computern und Flachbildschirmen, sondern auch in Motoren von Elektrofahrzeugen und in Offshore-Windkraftanlagen. Nicht nur wegen ihrer Hitzebeständigkeit sind sie aus modernen Industrieprodukten

nicht mehr wegzudenken. „Die Seltenen Erden haben spezifische Eigenschaften und lassen sich darum absehbar nicht ersetzen“, sagt Dr. Hildegard Wilken von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). Gerade für die Transformation des Energiesystems seien sie von entscheidender Bedeutung: „Ohne Seltene Erden würden wir nicht vorankommen und blieben erst einmal auf fossile Brennstoffe angewiesen.“ Die Aufbereitung der Erze, aus denen die Metalle gewonnen werden, erfordert spezielles Know-how und findet nur in wenigen Produktionsstätten statt – überwiegend in China, aber auch in Malaysia, Estland und Russland. Von besonderer Relevanz sind dabei die Elemente Neodym und Dysprosium, ohne die sich nach aktuellem Stand

der Technik keine ausreichend starken Permanentmagnete herstellen ließen. Bei der Förderung der Edelmetalle Platin und Palladium, die vor allem für Katalysatoren benötigt werden, besitzen hingegen Südafrika und Russland einen Marktanteil von rund 80%. Kobalt, das nach wie vor in fast jeder Batterie enthalten ist, stammt zu 72% aus der Demokratischen Republik Kongo, wo die Förderung zum Teil im illegalen Kleinbergbau, ohne Umweltauflagen und unter schlechten Arbeitsbedingungen stattfindet. Letzteres gilt im Übrigen auch für andere Metalle an verschiedenen Orten der Welt, zum Beispiel für Teile des Goldabbaus im Amazonas und diverse Seltenerdminen in China. Bergbau ist mit zum Teil erheblichen Umweltauswirkungen verbunden: Das geht vom mancherorts illegalen

China dominiert den Markt

Anteil führender Länder an der weltweiten Minenproduktion*



* Stand: 2021 Quelle: US Geological Survey (Statista)



Porträt Hildegard Wilken

Dr. Hildegard Wilken (60) leitet als Direktorin und Professorin der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) den Fachbereich Geologie der mineralischen Rohstoffe mit den Kernthemen Verfügbarkeit mineralischer Rohstoffe, Bergbau und Nachhaltigkeit sowie Lagerstätten wirtschaftsstrategischer Rohstoffe. Außerdem hat sie die Vize-Leitung der Abteilung Energierohstoffe, mineralische Rohstoffe.

Abbau über einen enormen Flächen- und Wasserverbrauch sowie durch Säuren kontaminierte Gewässer und Böden bis hin zu radioaktiven Reststoffen, wie sie im Fall der Seltenen Erden auftreten.

Bergbau hat Konsequenzen für die Umwelt

„Egal, von welchen Metallen wir sprechen – wir müssen sie unter großem Aufwand extrahieren, und das hat Auswirkungen auf die Umwelt“, macht Dr.-Ing. Luis Tercero Espinoza vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) deutlich. „Was ich wichtig finde: Es gibt

gewisse Auswirkungen vom Bergbau, die unausweichlich sind. Und es gibt andere, die wir durchaus beeinflussen können.“ Als Beispiel nennt er Gold, für das es industrielle Abbauprozesse gibt, die sich mit bestimmten Auflagen gut regulieren lassen. Daneben existiert aber auch die manuelle Förderung, die Einkommen sichert, aber bei der Quecksilber in Flüsse gelangt und Menschen vergiftet. Häufig sei es nicht eine Frage der Technologie, sondern der Kosten, macht Tercero Espinoza deutlich. „Das Problem ist, dass wir als Konsumierende die Dinge möglichst billig einkaufen möchten. Und manche Länder sind bereit, diese Rohstoffe zu niedrigen Preisen auf den Markt zu bringen.“ Es brauche darum nicht nur gute Technologien, sondern auch eine nachhaltige Organisation und

entsprechende Standards, um Bergbau sozial und umweltgerecht zu betreiben. Im Auftrag der zur BGR gehörenden Deutschen Rohstoffagentur (DERA) hat das ISI zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) die Studie „Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2021“ erstellt. Darin untersuchen die Wissenschaftler:innen anhand von drei Szenarien den Bedarf an unterschiedlichen Rohstoffen für insgesamt 33 Zukunftstechnologien, die sie in fünf Cluster einteilen: Mobilität, Luft- und Raumfahrt, Digitalisierung und Industrie 4.0, Energietechnologien und Dekarbonisierung, Kreislauf- und Wasserwirtschaft sowie Strom- und Datennetze. Das Ergebnis: Für elf der untersuchten Metalle könnte der Bedarf im Jahr 2040 zum Teil



Porträt Luis Tercero Espinoza

Dr.-Ing. Luis Tercero Espinoza (44) leitet das Geschäftsfeld Rohstoffe am Competence Center Nachhaltigkeit und Infrastruktursysteme des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) in Karlsruhe. Zu seinen Arbeitsschwerpunkten gehören die Themenfelder Rohstoffversorgungssicherheit, kritische Rohstoffe, Modellierung von Rohstoffkreisläufen und Abschätzung künftiger Rohstoffbedarfe.

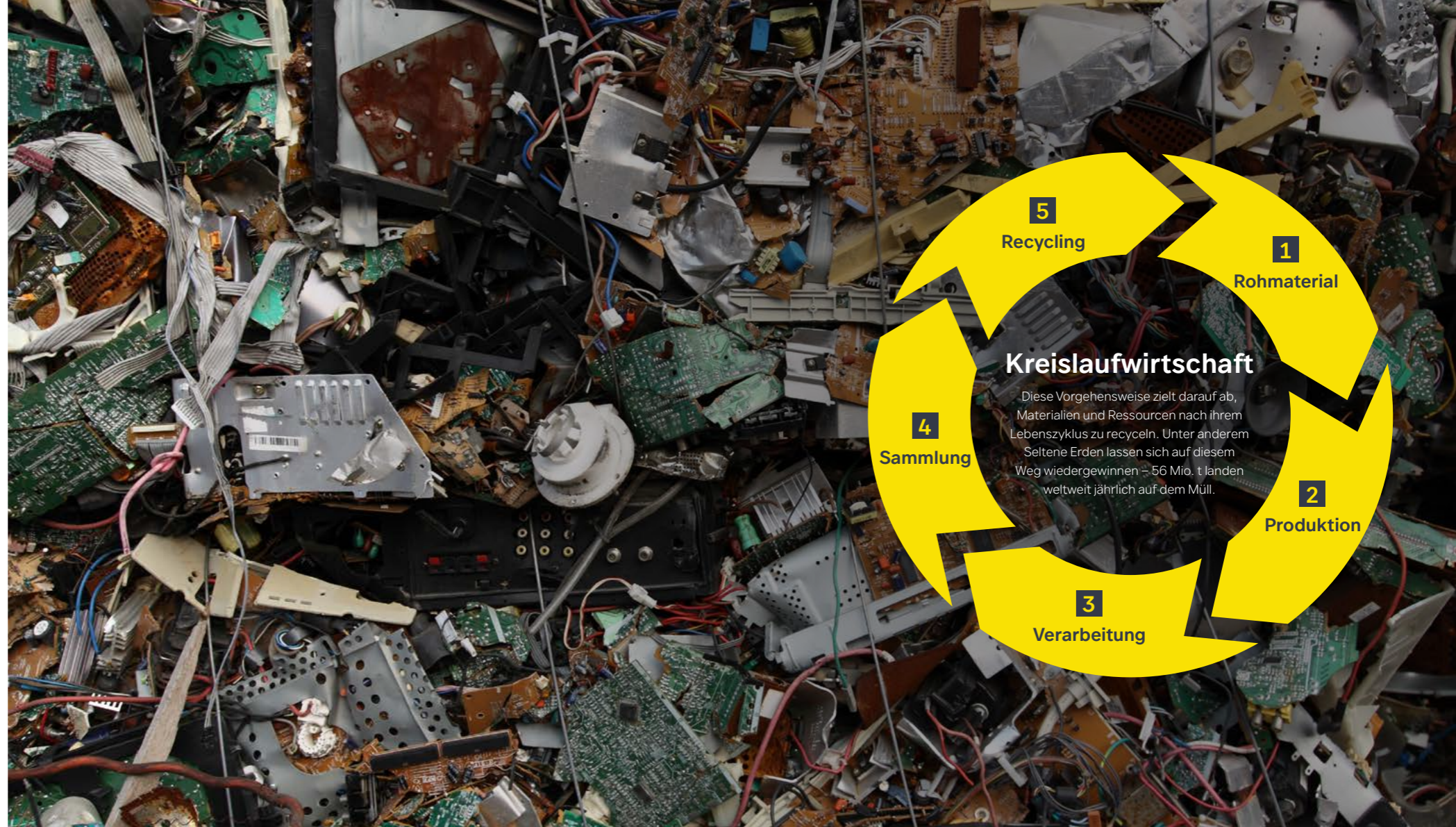
erheblich über der aktuellen Produktion liegen. Allerdings hängt dies entscheidend davon ab, welches Szenario tatsächlich eintritt – ob also die Nationen künftig einen nachhaltigen, mittleren oder fossilen Pfad beschreiten werden. So ist zum Beispiel der Bedarf an Scandium und Lithium im Nachhaltigkeitspfad sehr hoch, weil die beiden Metalle bei der Produktion von grünem Wasserstoff und in der Elektromobilität eine entscheidende Rolle spielen. Im fossilen Pfad dagegen würde die Nachfrage nach diesen Metallen in Zukunft viel geringer ausfallen. Bei anderen Metallen ist es genau umgekehrt. „Welche Rohstoffe besonders relevant sind, hängt immer davon ab, durch welche Brille man schaut“,

erläutert Tercero Espinoza. „Darum sind realistische Einschätzungen, was die künftigen Bedarfe angeht, sehr schwierig.“

Ziel: Abhängigkeiten verringern

Laut DERA-Rohstoffliste 2023 weisen fast die Hälfte der darin untersuchten Bergwerks-, Raffinade- und Handelsprodukte „erhöhte potenzielle Beschaffungsrisiken hinsichtlich des gewichteten Länderrisikos sowie der Angebotskonzentration auf“. Die Politik hat mittlerweile erkannt, dass die Unternehmen angesichts hoch konzentrierter Märkte und angespannter geopolitischer Lagen Unterstützung bei der Sicherung der Rohstoffversorgung benötigen. Die Bundesregierung will darum ihre 2020 beschlossene Rohstoffstrategie in den drei Schwerpunktbereichen Kreislaufwirtschaft, Ressourceneffizienz und Recycling, Diversifizierung der Rohstofflieferketten sowie Sicherstellung eines fairen und nachhaltigen Marktrahmens mit zusätzlichen Maßnahmen ergänzen. Konkret geht es unter anderem darum, Rohstoffprodukte finanziell zu fördern und die Lagerung von Seltenen Erden zu subventionieren. Die EU-Kommission hat zudem kürzlich mit dem Critical Raw Materials Act einen Gesetzesvorschlag zur Sicherung der Versorgung mit kritischen Rohstoffen vorgelegt. Kernpunkte sind eine Stärkung der Kreislaufwirtschaft, Rohstoffpartnerschaften mit verschiedenen Nicht-EU-Ländern sowie eine Erleichterung von Abbauprojekten innerhalb Europas. Dass eine solche Umstellung nicht von heute auf morgen möglich ist, zeigt beispielhaft das jüngst in Schweden entdeckte Vorkommen an Seltenen Erden. „Die dortige Menge ist im Weltmaßstab nicht sehr groß, könnte aber perspektivisch tatsächlich einen Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten“, erläutert BGR-Expertin Hildegard Wilken. „Allerdings bedarf es eines längeren Vorlaufs. Bevor so ein Projekt Ergebnisse erzielt, vergehen mindestens fünf bis zehn Jahre.“ Das größte Problem dabei sei

nicht der Bergbau selbst, sondern die Aufbereitung: „Insbesondere bei den Seltenen Erden ist die Trennung der vielen verschiedenen Minerale ein aufwändiger mehrstufiger Prozess, für den es bestimmte Technologien und entsprechendes Know-how braucht. Und das müssen wir in Europa erst aufbauen.“ Global betrachtet seien im Bergbau und bei der Aufbereitung in den vergangenen Jahren keine grundsätzlich neuen Technologien oder Methoden entwickelt worden, so Wilken, und dies sei auch nicht zu erwarten. „Aber natürlich arbeiten die Unternehmen permanent an Effizienzoptimierungen, vor allem beim Einsparen von Energie und Wasser. Teilweise kommt dabei auch Robotik zum Einsatz.“



Recycling als langfristige Option

Beim Thema Recycling gibt es für die Zukunft große Potenziale, die sich umsetzen ließen – wenn dies politisch und gesellschaftlich gewollt sei, betont Luis Tercero Espinoza. „Entscheidend ist hier die Frage, wie wir unsere Restbestände organisieren, damit sie tatsächlich recycelt werden können“, meint er. „Das hat mit Technologien und mit Entscheidungen von uns zu tun.“ Bei den Seltenerdmetallen zum Beispiel werden aktuell nur drei Prozent der leichten und acht Prozent der schweren Seltenen Erden recycelt. Das liegt auch daran,

dass sie in den unterschiedlichen Anwendungen sehr kleinteilig verbaut sind und ein Recycling oder eine Wiederaufbereitung häufig teurer ist als die Förderung neuer Rohstoffe. Hinzu kommt, dass Metalle etwa aus Windturbinen und E-Autos erst nach vielen Jahren in den Kreislauf zurückkehren, wenn diese das Ende ihrer Lebensdauer erreicht haben. „Auf absehbare Zeit werden die meisten Rohstoffe darum weiterhin aus dem Bergbau kommen“, sagt der Fachmann. „Wir müssen es hinbekommen, das schonend zu machen und entsprechende Standards zu entwickeln. Das ist günstiger, als für die aktuell entstehenden Gesundheitsschäden und die Umweltzerstörung zu bezahlen – die wir

ausblenden, weil sie am anderen Ende der Welt passieren.“ Trotz aller Herausforderungen blickt Hildegard Wilken optimistisch auf die Zukunft der Rohstoffgewinnung. „Rein geologisch betrachtet haben wir keine Knappheiten“, macht sie deutlich. „Entstehende Engpässe sind rein technologischer oder geopolitischer Natur, und dagegen lässt sich etwas tun. Das braucht nur Zeit.“ Ein Hoffnungsschimmer sei aus ihrer Sicht die Kreislaufwirtschaft: „Da müssen wir hin. Das ist ein neuer Ansatz, um aus den bestehenden Abhängigkeiten schneller herauszukommen.“

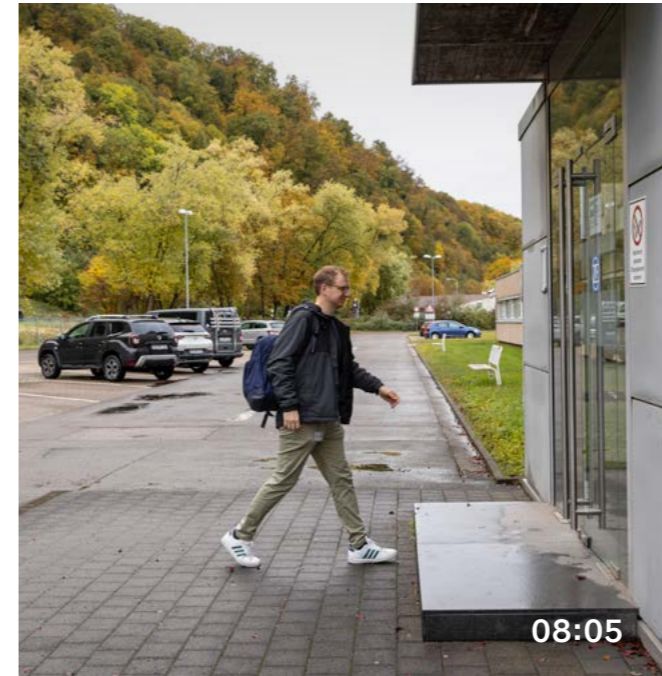
Porträt**Johannes Schömann**

Johannes Schömann (31) studierte Fahrzeugtechnik an der HTW in Saarbrücken. Zudem absolvierte er ein Auslandssemester in Shanghai, China, schrieb dort seine Bachelorarbeit und kombinierte den Aufenthalt mit einem Praktikum beim dortigen ZF-Standort. Anschließend studierte er erneut in Saarbrücken Engineering und Management im Master, mit einer Vertiefung in Fahrzeugtechnik und einem Auslandsaufenthalt in Schweden.

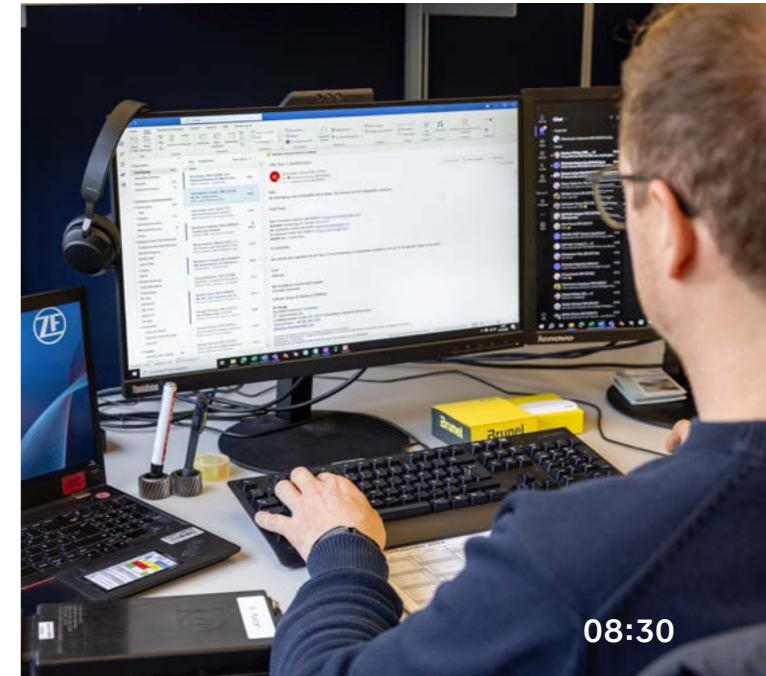
Eine Schaltung mit Emotionen

Automatikgetriebe der Extraklasse sind eine der Leidenschaften von Johannes Schömann. Der Maschinenbau-Ingenieur hat das Glück, seine Passion zum Beruf machen zu können – bei ZF am Standort Saarbrücken. Sein typischer Arbeitstag? „Den gibt's eigentlich nicht.“

Text › Jonathan Fasel



08:05



08:30

Johannes Schömann ist kein Frühaufsteher – zumindest nicht nach deutschen Maßstäben. Um kurz nach 7 Uhr klingelt sein Wecker, bevor er gegen 8 Uhr mit dem Fahrrad ins Büro fährt: „Dann stürze ich mich meistens direkt kopfüber in die Arbeit.“ Sein Arbeitsplatz: Ein Flachbau am Rande von Saarbrücken, etwas unscheinbar in einem Industriegebiet gelegen und passend eingerahmt von einem Autohaus, aber dennoch gut mit dem Fahrrad entlang der Saar zu erreichen. Hier am Außenstandort arbeitet Johannes Schömann mit rund 250 weiteren ZF-Kolleginnen und Kollegen an der Bedatung von Automatikgetrieben für hochmotorisierte Fahrzeuge. In einem Großraumbüro mit viel Tageslicht hat er einen Fensterplatz: „Mein Leben findet hier im Erdgeschoss statt“, sagt Schömann. Im kommenden Jahr sollen sie an den Saarbrücker Hauptstandort umsiedeln.

Heute aber ist Schömann auf der Teststrecke bei Zweibrücken – nicht weit von seiner eigentlichen Arbeitsstelle entfernt. Ein Bauteil verhält sich bei den Toleranzwerten anders als erwartet, das Team will direkt

in der Praxis erproben, messen, nachjustieren und Daten sammeln. Denn Messwerte sind der Rohstoff, mit dem Schömann arbeitet.

Deswegen ist Homeoffice für Schömann keine Option. Das Team, in dem er arbeitet, lotet die optimalen Werte für Belastung und Schaltung von Automatikgetrieben aus. Und zwar von solchen, wie sie bei Audi, Bentley und anderen hochpreisigen Marken eines weiteren deutschen Premium-Autobauers zum Einsatz kommen. „Bei diesen Motoren wirken starke Kräfte und dementsprechende Geschwindigkeiten“, erklärt der 31-Jährige. Das Besondere dieser Getriebe: Sie verfügen über sehr viele Kupplungen, also Übersetzungen zwischen Motor und Fahrwerk. Immer drei der insgesamt fünf Kupplungen sind geschaltet, wodurch ein möglichst hoher Wirkungsgrad des Getriebes und somit ein reibungsloses Fahrgefühl ermöglicht werden.

Auf der Teststrecke werden heute die sogenannte Grundbefüllung und Adaptionen der Kupplung unter die Lupe genommen. Dabei geht es um die Ölmenge und

08:05

Johannes Schömann betritt die Büroräume. Im Homeoffice zu arbeiten, ist für ihn keine Option.

08:30

Im Großraumbüro am Fensterplatz angekommen, liest er zunächst eingegangene E-Mails und priorisiert seine Aufgaben für den Tag.



11:00



12:30



15:15



16:20

den richtigen Druck, der die Lamellen-scheiben beim Schalten bewegt. Schömann und seine sechs Kolleginnen und Kollegen messen, ob das nötige Ölvolu-men vorliegt. „Die Kupplung soll einer-seits möglichst schnell geschaltet wer-den, es darf aber gleichzeitig keinen Schlag geben“, erklärt der Maschinenbauer. „Wir versuchen außerdem, Produktionstoleran-zen und Verschleißerscheinungen über die Lebenszeit per Adaption auszugleichen.“

Stetige Veränderung – und eine bleibende Faszination

Die Herausforderung liegt im Zusammen-spiel von Getriebe und den Tools, mit denen Schömann arbeitet: „Unsere Soft-ware wurde eigentlich für ein anderes Getriebe von Grund auf neu entwickelt, wir müssen sie nun an die – eigentlich ältere – Hardware anpassen“, erklärt der studierte Fahrzeugtechniker. „Das Getriebe ist sehr ähnlich, aber es gibt eben kleine, feine Unterschiede.“ Etwa einzelne Bauteile, die

es in der neueren Getriebeversion nicht gab oder die eine leicht veränderte Belast-barkeit haben. Ein einfaches Beispiel, warum die Arbeit von Schömanns Team so relevant ist: Sie schützt das Getriebe vor einer solchen Überlastung. „Ein Getriebe kann nur bis zu einer gewissen Last beim Eingangsmoment funktionieren“, erklärt er. „Also überwachen wir, wie viel Energie im jeweiligen Gang vorhanden ist und belegen durch Messungen, dass beispielsweise nicht mehr als 600 Nm übersetzt werden dürfen.“ Solche Grenzwerte können dann zur Folge haben, dass Funktionen geän-dert werden müssen.

Auch über die Mittagszeit kann es passie-ren, dass Schömann die Arbeit nicht los-lässt. „Wir haben eine Kantine vor Ort. Mit den Kolleginnen und Kollegen zusam-men essen zu gehen, ist mittlerweile fes-ter Bestandteil“, berichtet er. „Und wenn wir innerhalb der Abteilung mal Lust auf etwas anderes haben, fahren wir manch-mal auch in Richtung Stadt.“ Ob die Mit-tagspause zum Abschalten dient, hängt von den Personen ab, mit denen er diese verbringt: „Mit manchen funktioniert das sehr gut, mit manchen tauscht man sich

eher über Arbeitsthemen aus – was auch nicht schlimm ist“, sagt er und schmunzelt. „Wir schaffen es oft genug, auch über all-tägliche Themen zu reden.“

Im Laufe der vergangenen knapp drei Jahre haben sich Job und Aufgaben von Johannes Schömann weiterentwickelt und verändert. „Vor etwa einem Jahr gab es in meinem Aufgabenbereich einen größeren Umbruch. Derzeit stecken wir tiefer in der Neuentwicklung“, erklärt er. Zuvor lag der Fokus eher auf der Ausrollung in die Serie und der Erprobung – auch mit Kunden zusammen. „Wir waren dafür auf Teststre-cken und Straßen in ganz Europa und dar-über hinaus unterwegs, um die Getriebe unter verschiedenen Bedingungen zu tes-ten – etwa bei Steigungen oder extremen Temperaturen. Es ist aber absehbar, dass wir uns ausgehend von unserer aktuellen Grundlagenentwicklung bei uns im Saar-land wieder mehr in Richtung Ausrollpro-jekte beim Kunden spezialisieren.“ Dann wird das Getriebe für spezifische Fahr-zeugvarianten angepasst und weltweit erprobt.

Darin steckt für Johannes Schömann auch ein Stück Faszination: „Privat fahre ich

einen ganz normalen BMW 3er Kombi aus dem Jahr 2009 – beruflich komme ich jedoch immer wieder mit spannenden Autos in Kontakt“, erklärt er. „Bei unseren Testwagen liegt der Fokus unserer Arbeit auf der Schaltqualität. Wir erhalten Vor-gaben unserer Kunden und definieren die dafür beste Bedatung.“

„Die Schaltung soll Gefühle auslösen“

Viele kennen beispielsweise den Sportmo-dus für kraftvollere Automatikgetriebe; das Team stuft diesen Modus weiter ab, wie etwa bei den RS-Modellen von Audi. Schömann weiter: „Die Schaltung soll so schnell wie möglich sein und Emotio-nen auslösen. Als FahrerIn oder Fahrer möchte ich die Schaltung spüren. Sie soll konsistent sein und mir bei niedrigen Drehzahlen keinen Schlag in den Nacken verpassen.“ Und das natürlich bei allen Gegebenheiten: Die Schaltqualität soll bei Temperaturen von –30 bis +100 °C mög-lichst gleich bleiben. Zu Modellierungs-zwecken helfen Kälteboxen, in denen die

Autos über Nacht eingefroren werden. Die Erprobungsfahrten sind ebenfalls ein wichtiger Baustein, aber gleichzeitig organisatorisch aufwendig. Es gilt, eine möglichst große Bandbreite an Fahrzeu-gen, Motorisierungen und Getriebevari-anten abzudecken. Auch der Zustand der Mechanik und deren Laufleistungen spie-len eine Rolle, um Schwankungen durch Verschleiß und Bauteiltoleranzen mit ein-zukalkulieren. „Und dann müssen wir natürlich klären, wohin wir fahren, Test-strecken buchen, Räumlichkeiten organi-sieren, Teams zusammenstellen und vie-lles mehr.“

Auf dem Nachhauseweg macht er sich manchmal Gedanken über die Zukunft seiner Arbeit. „Lange Zeit war die Pkw-Antriebstechnik eines der Stecken-pferde“, sagt er. „Mit dem Wechsel zur E-Mobilität werden Getriebe in den Hin-tergrund rücken, trotz der Tatsache, dass viele Hybrid-Getriebe gebaut werden.“ Ein gutes Jahrzehnt werde die Sparte wohl noch laufen, bei sinkenden Stückzahlen. Und dann? „Natürlich ist die Transformat-ion schon in vollem Gange.“ Klar ist: Auch für E-Autos wird es Daten brauchen.

11:00

Am späten Vormittag macht sich der gelernte Maschinenbauer auf den Weg zur Teststrecke. Dort nimmt er Messungen vor und überprüft den Druck, der auf das Getriebe wirkt.

12:30

Die Herausforderung befin-det sich im Zusammenspiel von Getriebe und den Tools, mit denen Schömann arbeitet.

15:15

Kurz bevor der 31-Jährige zurück ins Büro fährt, bespricht er telefonisch die Erkenntnisse der Test-fahrten.

16:20

Zurück an seinem Ar-beitsplatz sichtet er die gesammelten Messwerte und Daten, um Grenzwerte zu überprüfen und die Getriebe vor Überlastung zu schützen.

Durch die Zusammenarbeit mit Plug and Play treibt Brunel Innovationen voran und hält Anschluss an die Fortschritte anderer Branchen.



Mit Start-up-Ideen die Arbeitswelt der Zukunft gestalten

Innovationen vorantreiben: Dieses ehrgeizige Ziel verfolgt das Plug and Play Tech Center aus dem Silicon Valley. Es unterstützt einerseits Start-ups in ihrer Frühphase und vermittelt andererseits Kontakte zu Kunden, um Synergieeffekte sowie technischen Fortschritt zu fördern. Von diesem Konzept überzeugt, kooperiert Brunel seit dem 1. April 2023 mit der Firma – vorerst mit einer Laufzeit von einem Jahr.

Text › Nicolas Schiffler

Die Kerntätigkeit der Innovationsfabrik ist unserem Geschäftsmodell bei Brunel ähnlich", sagt Mark Ratjen, Global Innovation Lead und Leitung Digital DACH-CZ. „Während es Start-ups mit renommierten Unternehmen aus dem Technologiebereich zusammenbringt, verbinden wir Spezialistinnen und Spezialisten mit weltweiten Projekten. Denn insbesondere Firmen in diesem Bereich sei es wichtig, am Puls der Zeit zu bleiben, erklärt er. Hier setzt das im Jahr 2006 gegründete Plug and Play Tech Center an: Der selbst ernannte Zukunftsförderer aus den USA sucht, bewertet,

vernetzt und investiert in Start-ups. Auf diese Weise unterstützte das Unternehmen unter anderem heutige Global Player wie Dropbox oder PayPal in ihrer Frühphase und machte deren Erfolg möglich. „Ohne Innovationen von außen können sich Tech-Firmen nicht langfristig am Markt behaupten. Angesichts internationaler Konkurrenz und stetiger Weiterentwicklungen kann Stillstand gerade hier zu Wettbewerbsnachteilen führen“, weiß Mark Ratjen, der seit 2019 unter anderem für Digitalisierungsprojekte bei Brunel DACH-CZ sowie für globale Innovationsthemen verantwortlich ist.



Porträt Mark Ratjen

Mark Ratjen (39) studierte Betriebswirtschaft (Diplom) an der Universität Bremen. Seit November 2011 arbeitet er bei Brunel: Zunächst war er am Standort Bremen im Bereich Marketing tätig, ehe er 2014 mit der Abteilung nach Düsseldorf wechselte. Seit 2019 verantwortet er die digitale Transformation des Unternehmens in der DACH-Region und in Tschechien. Jüngst übernahm er außerdem die Rolle des Global Innovation Lead bei Brunel.

Inzwischen ist Plug and Play an über zwei Dutzend Standorten weltweit vertreten und investiert jährlich in mehrere Hundert Gründerinnen und Gründer aus unterschiedlichsten Geschäftsbereichen. Vergleichbar mit Brunel differenziert das Unternehmen seine Arbeit in verschiedenen Branchen: In Deutschland hat sich das US-Unternehmen auf Start-ups aus dem Handel, Versicherungen, Automotive und der Pharmaindustrie spezialisiert. Mit der Vision, an weltverändernden Innovationen beteiligt zu sein, hat Initiator Saeed Amidi bis jetzt ein Netzwerk aus über 50.000 Start-ups, 500 weltweit führenden Konzernen sowie zahlreichen Universitäten und Regierungsbehörden aufgebaut. Diese Kontakte stehen allen Kunden des Techcenters zur Verfügung. „Auch wir haben seit dem Frühjahr einen Zugang zu diesem sogenannten Playbook von Plug and Play. In dem Verzeichnis können wir nach Keywords, Branchen, Standorten und Firmentypen suchen und lernen so Start-ups sowie Innovationstreiber:innen kennen, die wir durch eigene Recherche vermutlich nicht so schnell gefunden hätten“, erläutert der 39-Jährige.

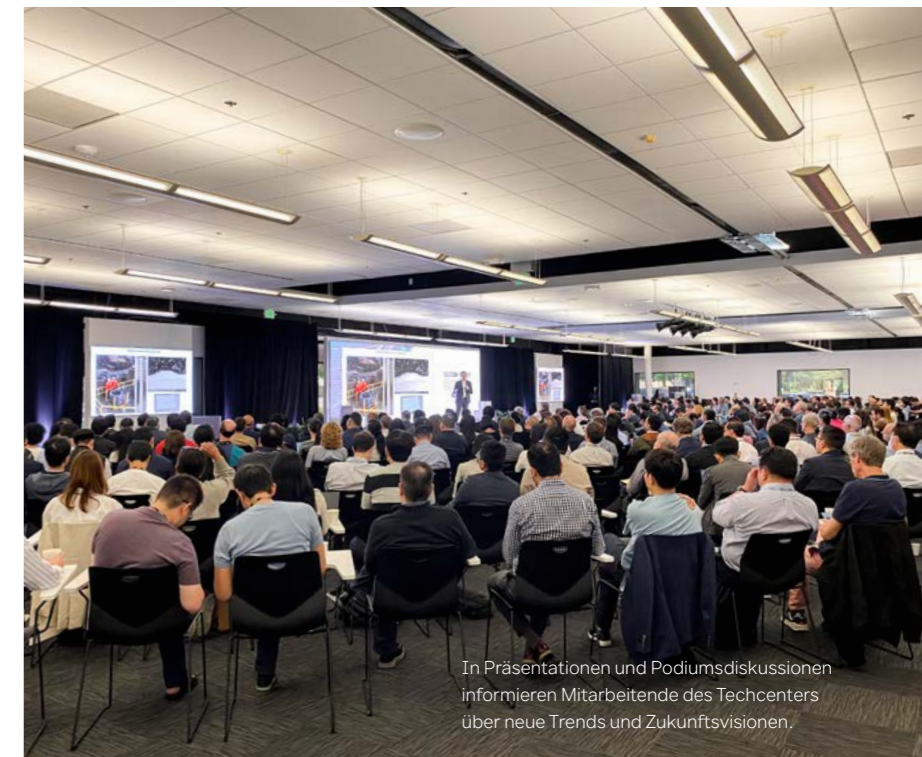
Start-ups stellen ihre Innovationen vor

Das Hauptaugenmerk in der Kooperation mit Plug and Play liegt für Brunel als Ingenieurdienstleister auf der Integration neuer Technologien. Einen ersten Eindruck von den Optionen gewannen Mark Ratjen und der Leiter der globalen Brunel Abteilung für Digitalisierung und Innovation, Alexander van Dijk, bereits im Juni direkt vor Ort. Ebenfalls Teil des Teams ist Mike Duncan. Er unterstützt als strategischer Account Director und Global Innovation Lead. „Unsere Besichtigung des Silicon Valleys war sehr spannend. Das herausragende Thema bei den Messen und Events, die wir besucht haben, war die Künstliche Intelligenz“, sagt Ratjen. „Insbesondere

die AI-Tools werden die Arbeitswelt grundlegend verändern. Entsprechend hilft uns das Plug and Play Tech Center den Anschluss an Neuerungen zu halten und von anderen Branchen zu lernen.“ Interne und externe Abläufe immer besser und effizienter zu gestalten sei grundsätzlich Teil der Unternehmenskultur von Brunel. „So beschäftigen wir uns intensiv damit, Prozesse zu digitalisieren. Insbesondere in den Bereichen der KI-basierten Datenauswertung sehe ich Optimierungspotenzial. Unser Ziel ist es, Projektbearbeitungs- und -durchlaufzeiten zu reduzieren, dabei werden uns passende Gründungsprojekte unterstützen“, erklärt der 39-Jährige. Im regelmäßigen Austausch zwischen Brunels Innovation Manager Rogier Nieuwkamp, der das Projekt federführend betreut, und dem Kontakt bei Plug and Play werden die von beiden Seiten identifizierten Herausforderungen und Entwicklungsmöglichkeiten besprochen. Anschließend wird aus dem umfangreichen Tech-Netzwerk eine Liste adäquater Start-ups erarbeitet: In einer zwei- bis dreistündigen Sitzung stellen Mitarbeitende der US-Innovationsfabrik Unternehmen vor, die auf die geschäftlichen Herausforderungen und technologischen Schwerpunkte von Brunel abgestimmt sind. Dabei treffen die Network-Expertinnen und -Experten aus Kalifornien bereits eine Vorauswahl und sammeln detaillierte Informationen über den Werdegang der Gründer:innen sowie bisherige Referenzen. Aus diesen Vorschlägen wählt das Global-Digital-Team von Brunel bis zu sechs Jungunternehmen mit den am besten passenden Lösungen aus. Plug and Play vereinbart daraufhin gemeinsame „Deaflow Sessions“. Im Rahmen dieser 30- bis 45-minütigen Termine finden die Präsentationen der Start-ups digital oder vor Ort statt. „Anschließend entscheiden wir, ob und mit welchem Gründungsprojekt wir zusammenarbeiten wollen, testen in sogenannten Demo-Sessions das jeweilige Produkt und entscheiden dann,

welche Innovation wir für unsere Organisation übernehmen“, erklärt der Digitalisierungsprofi. Ob in der Werbebranche, bei Übersetzungsdienstleistungen oder im Gesundheitswesen: Künstliche Intelligenz (KI) ist längst im Alltag angekommen. Die Bedeutung des damit zusammenhängenden maschinellen Lernens ist auch in der Arbeitswelt spürbar und wird weiter zunehmen. Wie fortgeschritten diese Entwicklung ist, erläutert Mark Ratjen an einem Anwendungsbeispiel: „Bei Brunel steht das Automated Matching in den Startlöchern. Dabei werden die Lebensläufe der Mitarbeitenden in der Datenbank automatisch mit passenden Stellen verbunden.“ Damit derartige maschinell gesteuerte Abläufe funktionieren können, brauche es eine saubere Datengrundlage – nur so könne die KI auf die relevanten Werte zugreifen.

Am Hightech-Standort an der Westküste in den USA machen sich Firmen und Thinktanks Gedanken, wie sich die Berufswelt zukünftig entwickeln wird. „In zahlreichen Gesprächen im Silicon Valley wurde eines sehr deutlich: Die Verknüpfung von Tools, der Austausch und die Analyse von Daten sowie die Digitalisierung von Prozessen bestimmen die Arbeit von morgen – und eine stringente digitale Vernetzung schafft schon heute Marktvorteile“, sagt Ratjen. Insbesondere bei der Abwicklung von Kundenanfragen oder -verträgen sieht er viel digitales Potenzial, um die Tätigkeiten und Abläufe bei Brunel zu vereinfachen. „Unser Ziel ist, dass Menschen und Technologie sich in Zukunft bestmöglich ergänzen. Auf dem Weg hin zu mehr Digitalisierung müssen Kolleginnen und Kollegen jedoch Stück für Stück mitgenommen werden, um Abläufe noch effizienter zu gestalten.“



In Präsentationen und Podiumsdiskussionen informieren Mitarbeitende des Techcenters über neue Trends und Zukunftsvisionen.

Pro & Contra: Kernfusion als realistische Zukunftsoption oder vergebene Mühe?

Ende 2022 haben Forschende in den USA damit Schlagzeilen gemacht, dass sie erstmals mehr Energie aus einer Kernfusion gewonnen als unmittelbar hineingegeben haben. Aber wie realistisch ist es, dass diese Technologie tatsächlich zu einer verlässlichen Energiequelle für die Menschheit wird? Plasmaphysikerin Prof. Dr. Ursel Fantz und Nuklearexperte Dr. Christoph Pistner diskutieren.

Text › Anne-Katrin Wehrmann

Frau Fantz, Herr Pistner, wie funktioniert Kernfusion?

Ursel Fantz: „In der Kernfusion streben wir eine Verschmelzung von Atomkernen an, um Energie freizusetzen. Die Kunst dabei ist es, die sich eigentlich abstoßenden positiv geladenen Kerne lange genug zusammenzubringen, damit sie fusionieren. Für die Zündung müssen drei Parameter passen. Erstens die Temperatur, die bei der Fusion der Wasserstoff-Isotope Deuterium und Tritium, wie wir sie im internationalen Experimentalreaktor ITER anstreben, mindestens 100 Mio. °C betragen muss. Darüber hinaus muss die Dichte des Brennstoffes, in diesem Fall ein Plasma, groß genug sein. Und schließlich braucht es eine ausreichende Energieeinschlusszeit – das ist die Zeit, bis die über Heizungen in das Plasma gepumpte Wärmeenergie wieder nach außen verloren geht.“

Christoph Pistner: „Bei den erforderlichen Temperaturen ist klar, dass sich dieser Einschluss nicht in materiellen Behältnissen umsetzen lässt, weil das heiße Plasma

bei jedem Wandkontakt sofort abkühlen würde. Es braucht darum andere Ansätze: zum Beispiel die Magneteinschlussfusion, wie sie der Experimentalreaktor ITER umsetzen soll. Dabei schließen magnetische Felder den Brennstoff ein und halten ihn von den Gefäßwänden fern. Eine weitere Möglichkeit ist die Trägheitseinschlussfusion, die bei identischer Temperatur eine geringere Einschlusszeit, dafür aber eine sehr viel höhere Dichte benötigt. Die soll erreicht werden, indem beispielsweise gebündelte Laserstrahlen auf nur wenige Millimeter große Brennstoffkügelchen gelenkt werden.“

Magneteinschluss- oder Laserfusion: Welche der beiden Varianten ist realistischer umsetzbar?

Ursel Fantz: „Bei der magnetischen Fusion gibt es noch technologische Hürden – hauptsächlich in der Materialentwicklung. Aber die physikalischen Eigenschaften sind inzwischen dank langjähriger Forschung gut verstanden. Da sind wir viele Schritte weiter als die Laserfusion, die zu

90 % militärisch gefördert ist und viel mit Einzelexperimenten arbeitet.“

Christoph Pistner: „Dem stimme ich zu. Wir dürfen allerdings nicht vergessen, dass die Kernfusionsforschung schon in den 1950er-Jahren begonnen hat – und jetzt sind wir gerade dabei, die Physik zu verstehen und zu demonstrieren. Der Weg vom physikalischen Prinzip hin zu einem kommerziellen Kraftwerk ist weit, da sind noch sehr viele ingenieurtechnische Fragen zu beantworten.“

Welche Vorteile verspricht die Kernfusion?

Ursel Fantz: „Dass Kernenergie keine CO₂-Emissionen verursacht, ist klar. Was viel diskutiert wird, ist die Radioaktivität, die vom Tritium ausgeht. Der Brennstoff soll im Kraftwerk selbst erzeugt werden und wird sich in gewissem Umfang in den Materialien dort einlagern. Ein großer Vorteil gegenüber der Kernspaltung ist, dass er nicht von außen dorthin transportiert werden muss und dass es für den radioaktiven



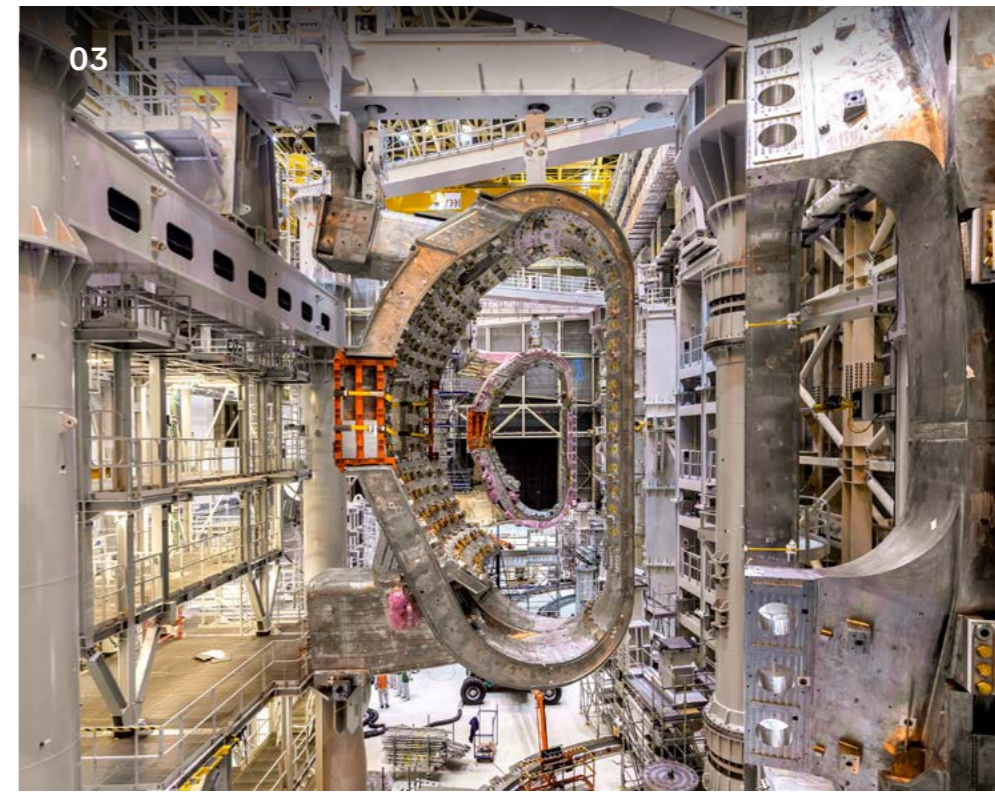
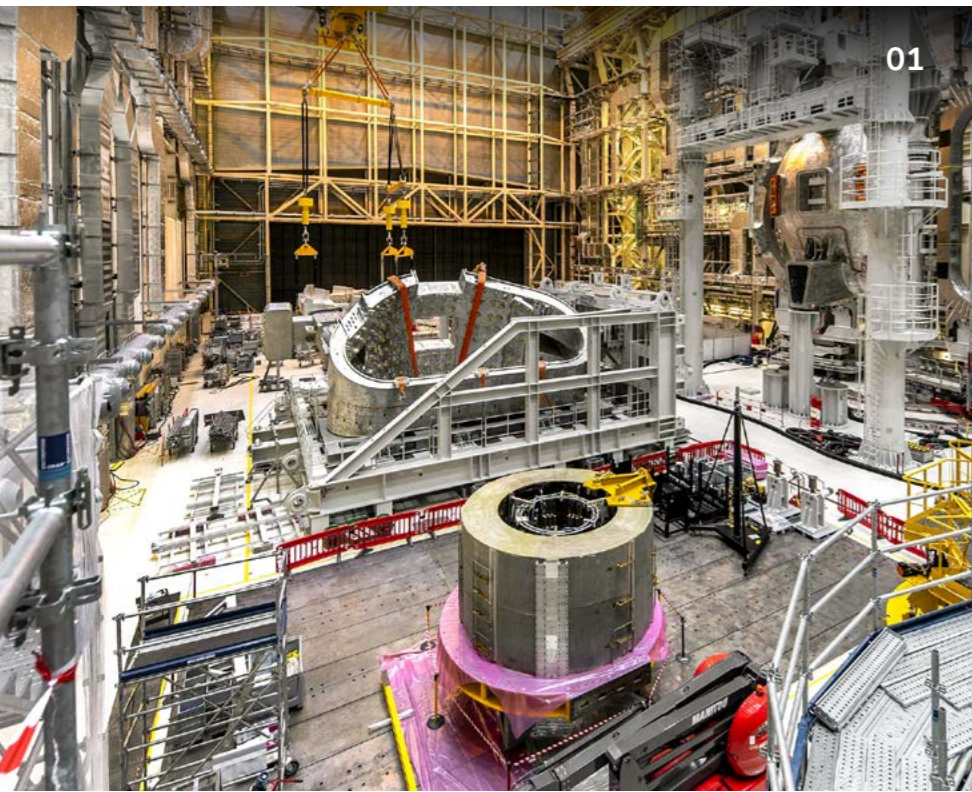
Pro Ursel Fantz

Prof. Dr.-Ing. Ursel Fantz (60) promovierte auf dem Gebiet der Niedertemperaturplasmaphysik und habilitierte 2002 im Fach Experimentalphysik an der Universität Augsburg, wo sie eine Arbeitsgruppe leitet. Seit 2004 arbeitet sie am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, seit 2010 als Leiterin des Bereichs ITER-Technologie und -Diagnostik. Der internationale Experimentalreaktor ITER soll demonstrieren, dass Kernfusion als Energiequelle technologisch umsetzbar ist.



Contra Christoph Pistner

Dr. Christoph Pistner (54) ist promovierter Physiker und arbeitet seit 2005 am Öko-Institut e. V., wo er sich mit Fragen der Reaktorsicherheit beschäftigt. Seit 2019 hat er die Leitung des Bereichs Nukleartechnik und Anlagensicherheit bei dem Umweltforschungsinstitut inne. Darüber hinaus ist er stellvertretender Vorsitzender der Reaktor-Sicherheitskommission des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz.



Abfall später keine Endlagerung braucht, weil wir für die Fusion spezielle niedrigaktivierbare Materialien entwickeln, die sich nach 50 bis 100 Jahren wiederverwerten lassen sollen. Die radioaktiven Transporte würden also im Idealfall wegfallen. Außerdem kann es in der magnetischen Fusion nicht zu einem selbstverstärkenden Prozess kommen, wie es ihn in der Kernspaltung gibt. Wir müssen hauptsächlich viel Energie aufwenden, damit die Fusion gelingt – wenn da ein unvorhergesehenes Ereignis eintritt, ist die Energie weg und der Prozess stoppt.“

Christoph Pistner: „Diese Materialien gibt es allerdings noch nicht. Es ist zwar das erklärte Ziel, sehr langlebige radioaktive Abfälle zu vermeiden. Aber ob das erreichbar ist, wissen wir noch nicht. Ein weiterer Punkt ist die Tritium-Produktion. Abgesehen davon, dass noch offen ist, ob und wie die Herstellung in der Praxis gelingt.“

Wir reden von beträchtlichen Mengen für so ein Kraftwerk, und das stellt enorme Anforderungen sowohl beim Strahlenschutz als auch mit Blick auf Sicherheitsfragen. Würde viel davon freigesetzt, wäre das außerdem ein radiologisches Problem auch für die Umgebung der Anlage. Wir werden also Sicherheitskonzepte brauchen, die vergleichbar sind mit denen für heutige Kernkraftwerke.“

Ist die Vision einer Energieerzeugung aus Kernfusion überhaupt realistisch?

Ursel Fantz: „Ich glaube daran. Wir haben in den vergangenen Jahren große Fortschritte gesehen. Und es ist ja nicht so, dass wir auf die Fertigstellung von ITER warten, um ein Demonstrationskraftwerk zu entwickeln. Tatsache ist, dass parallele Aktivitäten innerhalb des europäischen Forschungskonsortiums EUROfusion stattfinden. Auch in der Industrie haben sich schon Unternehmen zusammengetan.“

Darüber hinaus haben sich zuletzt viele Start-ups in dem Bereich gegründet. Das macht das Ganze deutlich realistischer, als es noch vor ein paar Jahren war.“

Christoph Pistner: „Ein bisschen Wasser möchte ich da jetzt schon in den Wein gießen. Wenn wir uns das ITER-Projekt anschauen: Baubeginn war 2010, damals sollte das erste Plasma 2018 erreicht werden. Das hat man dann um sieben Jahre auf 2025 verschoben, den Beginn des Deuterium-Tritium-Betriebs auf 2035. Und nun gibt es schon wieder neue Probleme und Verzögerungen. Wir sehen einfach, dass diese Projekte aufgrund ihrer extrem komplexen Technologie sehr lange Zeiträume brauchen und immer wieder mit Rückschlägen konfrontiert sind. Heute glauben wir, irgendwann die physikalische Machbarkeit zeigen zu können. Aber ob daraus jemals eine technische Machbarkeit im Sinne eines kommerziellen Kraftwerks

wird, ist nicht klar. Ich sehe jedenfalls nicht, dass es innerhalb der nächsten drei Jahrzehnte einen fertigen Prototyp geben wird.“

Selbst wenn irgendwann Fusionskraftwerke ans Netz gehen sollten, kommen sie für die Energiewende definitiv zu spät. Ist es ratsam, so viel Aufwand zu betreiben?

Ursel Fantz: „Wissen wir denn, was wir langfristig brauchen werden? Wollen wir uns neuen Technologien verschließen?“

Christoph Pistner: „Das ist eine Frage, die wir gesellschaftlich beantworten müssen. Wie viel Geld wollen wir in die Hand nehmen, um solche Entwicklungen möglich zu machen. Es wird manchmal damit geworben, dass die Fusion das Energieproblem der Menschheit lösen wird. Das wird sie nicht. Fusionskraftwerke werden großtechnische Anlagen sein, die viele Milliarden Euro pro Anlage kosten werden

und die für den Grundlastbetrieb ausgelegt sind. Wer wird sich das leisten können? Und werden wir 2050 überhaupt noch Energiesysteme haben, in denen wir in hohem Maße Grundlastkraftwerke brauchen? Oder werden wir da nicht eher in Systemen sein, die sehr stark auf fluktuierenden Energien aufbauen, weil Wind und Photovoltaik einfach die günstigeren Energien sind?“

Ursel Fantz: „Der Energiehunger der Weltbevölkerung wird allerdings nicht nachlassen, das dürfen wir bei solchen Diskussionen nicht aus dem Blick verlieren. Wenn wir den Bedarf auch in Zukunft decken wollen, dürfen wir uns keiner Option verschließen. Das gilt gerade auch für Länder, die keinen direkten Zugriff auf bestimmte Rohstoffe haben.“

Vielen Dank für das Gespräch.

01–03

Die Fusionsanlage ITER wird derzeit in Südfrankreich errichtet. Nach ihrer Fertigstellung wird der Reaktor mit einer Höhe und Breite von je 30 m sowie einem Gewicht von 23.000 t der weltweit größte Tokamak sein. Herzstück der Anlage: eine ringförmige Vakuumkammer. Ab 2035 soll die Maschine das Zehnfache der investierten Leistung produzieren und so den Weg für Kraftwerke ebnen, die Energie nach dem Vorbild der Sonne generieren.

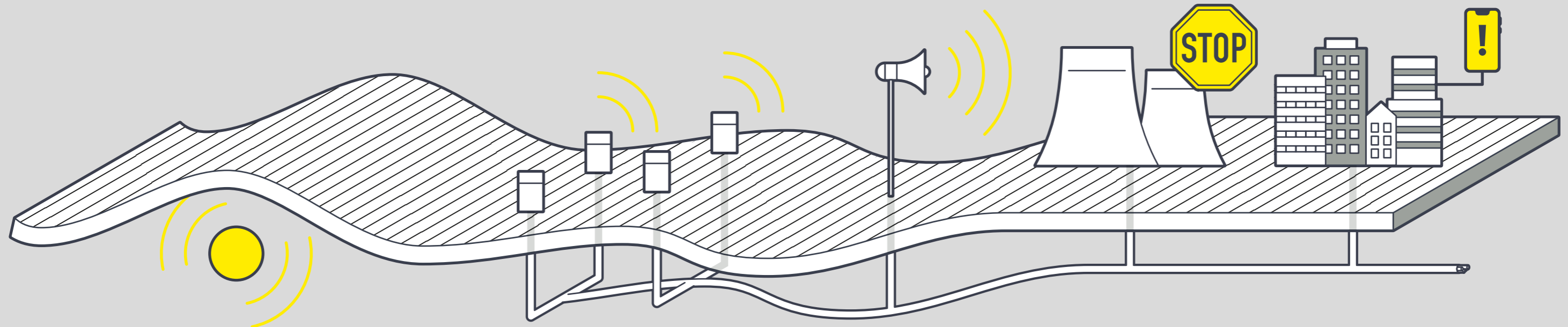
Erdbeben: Glasfaserkabel zur Früherkennung?

Text › Elisabeth Stockinger

Trotz modernster Wissenschaft und Technik lassen sich Erdbeben weder verhindern noch vorhersagen. Frühwarnsysteme können mittels Sensoren die starken Bodenbewegungen messen und die Bevölkerung kurzfristig warnen, wie unten in der Grafik Schritt für Schritt erklärt. Derzeit im Test befindliche Hybridsysteme kombinieren regionale mit dezentral an verschiedenen Orten platzierte Sensoren. Auch die Verknüpfung von seismologischen Daten und Vermessungen der Erdoberfläche könnte die Vorhersage verbessern.

Auf diese Weise ließen sich auch langsame Bewegungen an Plattengrenzen erfassen, die für den massiven Spannungsaufbau vor einem Beben verantwortlich sind. Auch Glasfaserleitungen könnten in Zukunft eine entscheidende Rolle in Zusammenhang mit der Frühwarnung vor Erdbeben spielen: Milliarden von Daten werden über die ungezählten Kilometer der Glasfasernetze rund um den Globus transportiert. Forscher:innen arbeiten zurzeit intensiv daran, sich diese Kommunikationslinien zusätzlich für die Früherkennung zunutze

zu machen, da bei Glasfasern die Datenübertragung per Lichtquellen erfolgt. Bei Erschütterungen verändert sich das Streuungsbild der Lichtsignale und es kommt zu Verformungen der Kabel. In Italien experimentiert das Start-up ISAAC mit auf Dächern montierten Stoßdämpfern, die die Erschütterungen auf Gebäuden abmildern. Und auch die Künstliche Intelligenz leistet bereits jetzt einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung eines Erdbebenfrühwarnsystems, indem Wellenmuster schneller analysiert werden.



1

Wenn die Erde bebt

Am Erdbebenherd entstehen schnelle Dichtewellen (Primärwellen, P-Wellen) und etwas langsamere Scherwellen (Sekundärwellen, S-Wellen). Treffen die S-Wellen die Erdoberfläche, bilden sich Oberflächenwellen, die die wesentliche Ursache der Zerstörungen sind.

2

Frühwarnung per Software

Frühwarnsystemen liegen seismische Sensoren zugrunde, die starke Bodenbewegungen aufzeichnen und mithilfe von Software blitzschnell auswerten. Das riesige Netz aus Glasfasern könnte zur genaueren Erkennung von Erschütterungen beitragen.

3

Sirene aktiviert

Die Sensoren sind an eine elektrische Sirene angeschlossen. Bei schweren Erschütterungen wird diese automatisch aktiviert. Das System funktioniert auch bei einem Stromausfall.

4

Nur wenige Sekunden

Zwischen dem Eintreffen der Primär- und der Sekundärwellen vergehen nur Sekunden, höchstens eine Minute – gerade genug Zeit, damit Strom- und Gasleitungen abgeschaltet, Züge angehalten und gefährliche industrielle Prozesse gestoppt werden können.

5

Alarm per Smartphone

Das erste Frühwarnsystem ging 1991 in Mexiko-Stadt in Betrieb. Die meisten gefährdeten Regionen der Welt verwenden seitdem das gleiche Prinzip. Japan setzt zusätzlich im ganzen Land verteilte Seismografen ein, die bei Erschütterungen Warnungen per Smartphone aussenden.

Pionierin der Kartografie mit tiefgründigen Erkenntnissen

Mit ihrer Leidenschaft für die Kartografie trägt die US-Amerikanerin Marie Tharp zu einer zentralen Erkenntnis über die Erde bei. Als eine der ersten Wissenschaftlerinnen in der Geologie beweist sie die Kontinentaldrift. Sie vervollständigt das Bild vom Meeresboden – unbeeindruckt von denen, die das für unvereinbar mit der gängigen Lehre halten.

Text › Kerstin Radtke

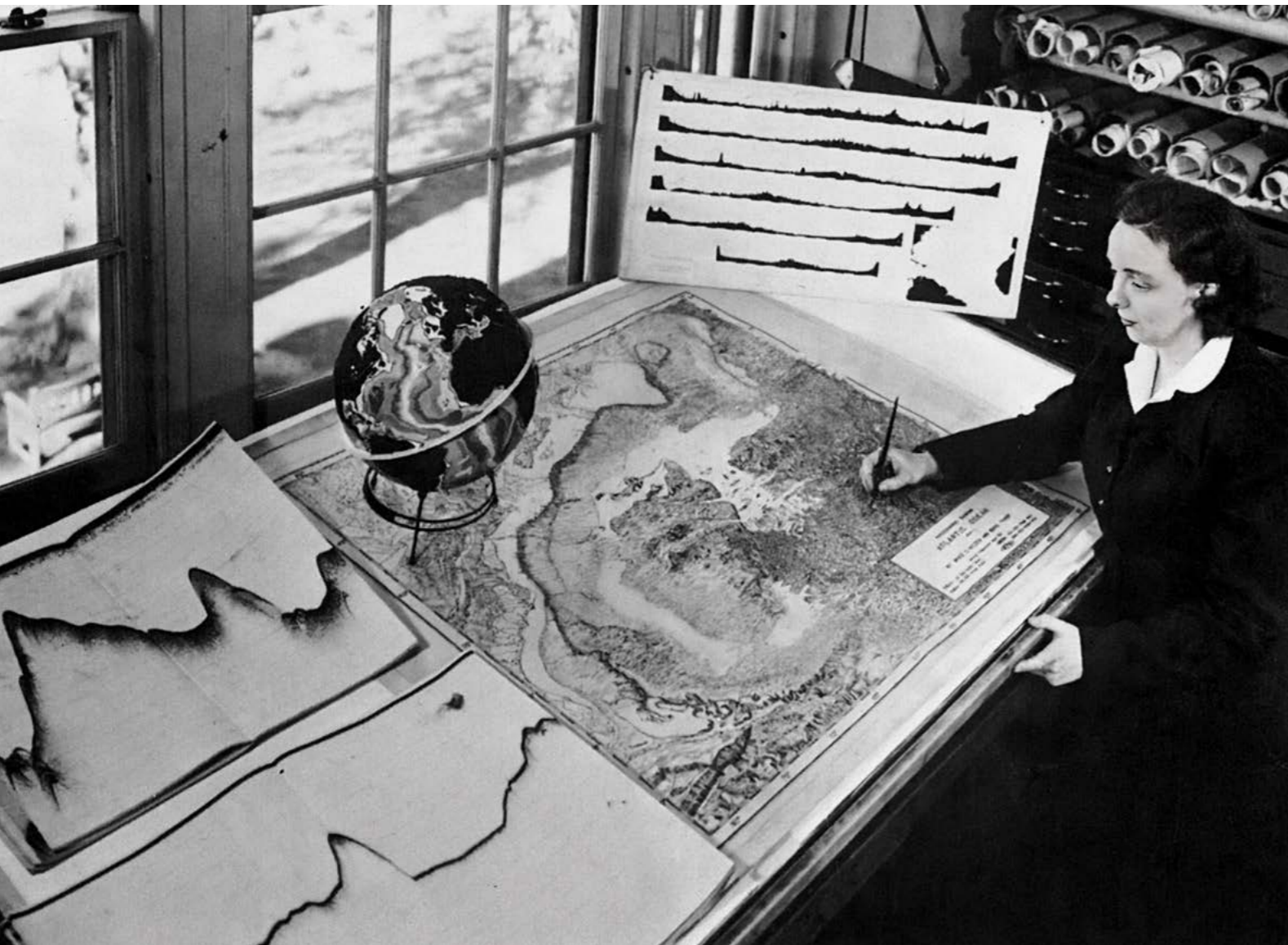
Marie Tharp ordnete ihre Erkenntnisse einst selbstbewusst wie folgt ein: „Ich glaube, unsere Karten haben zu einer Revolution im geologischen Denken beigetragen, die in gewisser Weise mit der kopernikanischen Revolution vergleichbar ist.“ Der Grundstein für ihr wissenschaftliches Interesse wird früh gelegt: Ihr Vater William Edgar Tharp arbeitet als Bodengutachter für das US-Landwirtschaftsministerium. Bereits in jungen Jahren hilft das 1920 geborene wissbegierige Einzelkind dem Vater bei der Arbeit und lernt dabei nicht nur das Kartografieren, sondern sieht auch unterschiedlichste Landschaften. „Ich schätze, das Erstellen von Karten lag mir im Blut“, schrieb sie später. Der väterliche Beruf erfordert zahlreiche Umzüge der Familie. Bis zum High-School-Abschluss 1936 hat Marie knapp

zwei Dutzend Schulen besucht. Ihr Vater rät ihr zu einem Beruf, der Freude bereitet und Geld einbringt. Also macht sie 1943 an der Ohio University den Abschluss in Englisch und Musik sowie vier Nebenfächern, um Lehrerin zu werden – genau wie ihre Mutter Bertha Louise Tharp, die starb, als Marie 15 Jahre alt war. Kurz darauf lenkt der Zweite Weltkrieg ihr Leben in eine andere Bahn: „Ohne Pearl Harbor hätte ich nie die Chance bekommen, Geologie zu studieren.“ 1943 sucht die Erdölindustrie Frauen – weil sich mit Kriegseintritt der USA immer mehr junge Männer zur Front melden, sollen sie deren Platz in der Arbeitswelt einnehmen. Marie Tharp ist eine von zehn Bewerberinnen ihres Jahrgangs und macht 1944 den Master in Erdölgeologie an der University of Michigan. Danach arbeitet sie bei

der Standard Oil & Gas Company in Tulsa, Oklahoma. Ihr Ehrgeiz bleibt ungestillt: 1948 folgt ein Abschluss in Mathematik an der Universität Tulsa. Vier Jahre später bekommt sie eine Stelle als wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lamont Geological Laboratory der Columbia University, dem Lamont-Doherty Earth Observatory at Columbia University. Bald arbeitet Tharp dort ausschließlich mit dem Geologen Bruce C. Heezen zusammen, für den sie Meeresbodenprofile zeichnet. Basis sind von 1946 bis 1952 per Echolot im Nordatlantik gesammelte Daten: Hochfrequenzöne werden zum Meeresboden geschickt, die zeitliche Differenz der so verursachten Echos wird aufgezeichnet. Die endlosen Zahlenreihen sollen von Marie Tharp in möglichst detaillierte und vollständige

Marie Tharp: Mit ihrer Forschung lüftet sie eines der großen Geheimnisse der Erde – und lässt sich auf dem Weg zur Erkenntnis nicht unterkriegen.





Im Herbst 1952 macht die Geologin durch die akribische Analyse von Echolotdaten erstmals die Landschaft der Tiefsee sichtbar. Insgesamt entstanden auf diese Weise sechs Profile des Nordatlantiks.

Profile umgewandelt werden. Gemeinsam mit einer Kollegin überträgt sie die Daten im Maßstab 1:1.000.000 an Laborstehischen auf spezielle Karten. In einem aufwändigen Prozess entstehen so sechs transozeanische Profile des Nordatlantiks. Wo Daten fehlen, interpretiert sie mithilfe ihrer geologischen Kenntnisse und einer laut Fachwelt bis heute frappierenden Intuition. Auf allen Profilen bemerkt sie eine v-förmige Vertiefung, eine Art Riss. Das könnte

der Beweis für die Kontinentalverschiebung sein, bei der sich die Kontinente der Erde relativ zueinander bewegen, als würden sie über den Ozeanboden driften. Diese Theorie gilt damals als wissenschaftliche Ketzerei – wer sie vertritt, kann den Job verlieren. Ihr Kollege Bruce C. Heezen tut Marie Tharps Interpretation anfangs als „Girls Talk“ ab. Wie alle anderen glaubt er an einen größtenteils flachen, strukturlosen Meeresboden. Doch Tharp lässt sich nicht unterkriegen: Acht Monate später

akzeptiert Heezen die Idee endlich und genehmigt die Veröffentlichung der Forschungsergebnisse. Diese trägt seinen Namen sowie den von Maurice Ewing, dem Gründungsdirektor von Lamont – der von Marie Tharp fehlt.

Tharps Karten sind auch heute noch akkurat

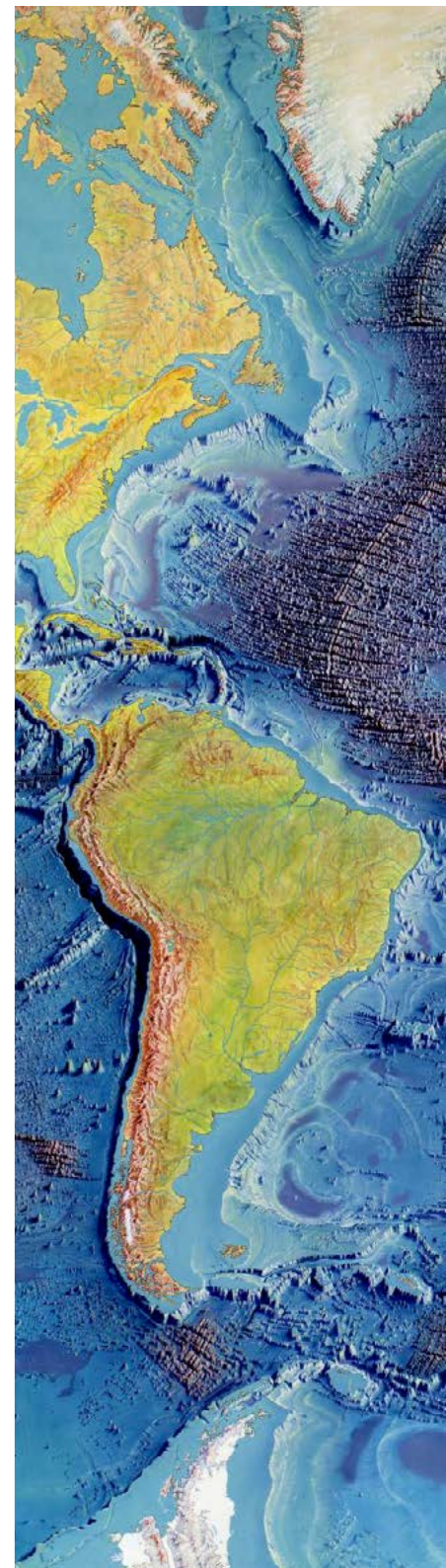
Diese 1957 veröffentlichte Karte lüftet eines der großen Geheimnisse der Erde, zeigt Form, Maßstab und Struktur der bis dahin unerforschten Tiefsee. Der Meeresboden wird als physiografisches Diagramm dargestellt, als würde der Grund ohne Meerwasser aus einem tieffliegenden Flugzeug gesehen. In einem multidisziplinären Ansatz wurden dafür Daten aus verschiedenen Quellen, jedoch immer im gleichen Maßstab genutzt. Der 1951 erfundene Präzisionstiefenrekorder etwa unterscheidet im Gegensatz zum Echolot zwischen glatter und rauer Textur, erfasst Berge, Steilhänge und Sedimentverwehungen unter Wasser. Somit markiert die Karte den Beginn der plattentektonischen Revolution und ändert das Bild vom Meeresboden auch jenseits der Wissenschaft. Erst 1968 darf Marie Tharp selbst ein Forschungsschiff besteigen, um auf Tuchfühlung mit dem Rift Valley zu gehen. Davor war der Aberglaube verbreitet, dass Frauen an Bord Unglück bringen. Sie selbst erklärte einmal: „Ich habe die meiste Zeit meiner Karriere als Wissenschaftlerin im Hintergrund gearbeitet, aber ich hege absolut keine Ressentiments. Ich dachte, ich hätte Glück gehabt, einen so interessanten Job zu haben.“ Dazu passen Schilderungen von Wegbegleiter:innen, die die rothaarige junge Frau als fröhlich, brillant und völlig unterschätzt beschrieben. 1977 gelingt mittels zahlreicher weiterer Daten und Technik ein nächster Meilenstein: die Veröffentlichung der Karte namens World Ocean Floor, eine Kooperation von Marie Tharp, Bruce C. Heezen und dem österreichischen Grafiker und

Landschaftsmaler Heinrich C. Berann. Nur ein einziger Drucker im Land ist fähig, die Größe von knapp 1 × 1,80 m zu drucken. Die Kosten liegen damals bei 40.000 US-\$. Doch Marie Tharp, unzufrieden mit der ersten Version, lässt ein zweites Mal drucken.

Am Lamont-Institut war Marie Tharp knapp 30 Jahre angestellt, doch Anerkennung wurde ihr erst gegen Ende ihres Berufslebens zuteil. Sie erhält mehrere Awards und Ehrungen, etwa 2001 den ersten „Lamont Heritage Award“ für ihr Lebenswerk. Auch nach ihrem Tod im Jahr 2006 mit 86 Jahren erfährt sie Wertschätzung. So inkludiert Google Earth ihre Karte 2009. Ihre frühere Wirkungsstätte ruft 2004 das Marie-Tharp-Stipendium für Frauen und 2019 die Marie-Tharp-Forschungsprofessur ins Leben. Eine Biografie über sie erscheint 2013 und rund um ihren 100. Geburtstag 2020 werden drei ihr gewidmete Kinderbücher veröffentlicht. Zuletzt erhält im März 2023 ein Forschungsschiff der US-Marine ihren Namen.

Die Vision und das Vermächtnis der Wissenschaftspionierin sind bis heute inspirierend. Ihre Karten sind trotz des technischen Fortschritts nach wie vor erstaunlich akkurat und damit weiterhin relevant für heutige Projekte. So nutzt auch das UN-Nachhaltigkeitsprojekt „Seabed 2030“ Marie Tharps Grundlagenforschung, um die Kartierung des gesamten Meeresbodens bis zum Beginn des neuen Jahrzehnts zu realisieren.

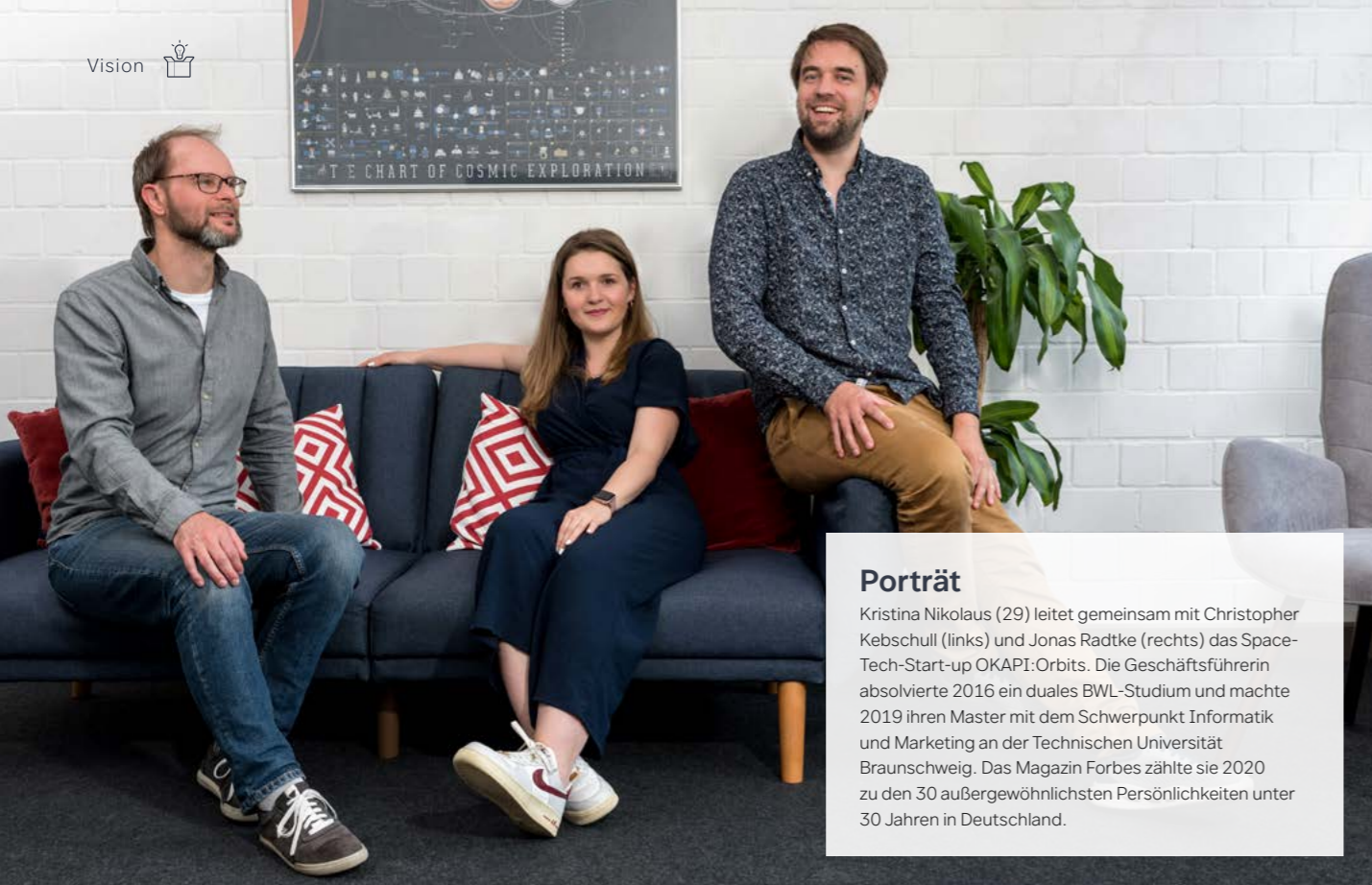
Die erste wissenschaftliche Karte des Atlantischen Ozeans: Erstellt von Bruce C. Heezen und Marie Tharp im Jahr 1977.



Unfallvermeidung im Weltraum

Im All wird es immer voller. Neben einer zunehmenden Zahl von Satelliten, die auf unterschiedlichen Umlaufbahnen kreisen, steigern immer größere Mengen von Weltraumschrott das Risiko von Kollisionen. Das Start-up OKAPI:Orbits hat eine Software entwickelt, die solche Zusammenstöße verhindern soll. Künstliche Intelligenz hilft dabei, automatisierte Ausweichmanöver zu berechnen.

Text › Anne-Katrin Wehrmann



Portrait

Kristina Nikolaus (29) leitet gemeinsam mit Christopher Kebschull (links) und Jonas Radtke (rechts) das Space-Tech-Start-up OKAPI:Orbits. Die Geschäftsführerin absolvierte 2016 ein duales BWL-Studium und machte 2019 ihren Master mit dem Schwerpunkt Informatik und Marketing an der Technischen Universität Braunschweig. Das Magazin Forbes zählte sie 2020 zu den 30 außergewöhnlichsten Persönlichkeiten unter 30 Jahren in Deutschland.

Ob Navigation, Wettervorhersagen, Mobilfunk-Kommunikation oder Internetzugang: Viele Bereiche des modernen Lebens funktionieren nur, weil Satelliten im Weltraum die entsprechenden Signale verarbeiten. Und ihre Anzahl steigt stetig. Wurden bis 2019 nie mehr als 400 neue Objekte pro Jahr gestartet, kreisten Anfang 2023 laut Statista schon fast 7.000 Flugkörper um die Erde – den mit Abstand größten Anteil daran hat die Starlink-Konstellation des amerikanischen Raumfahrtunternehmens SpaceX, das mit seinem Satellitennetzwerk weltweit schnelles Internet anbieten will. Parallel nimmt die Anzahl von Schrottteilen im Orbit kontinuierlich zu. Von ausgedienten Raketenoberstufen über abgeschaltete Satelliten bis hin zu Trümmerteilen, die bei Kollisionen entstanden sind, befinden sich aktuell rund 130 Mio. Überbleibsel in der Erdumlaufbahn. Allein bei einem Zusammenstoß zweier aktiver Satelliten im Jahr 2009 entstanden mehrere Tausend Fragmente. „Solche Kollisionen sind ein großes Problem, weil sie eine Kettenreaktion auslösen könnten“, sagt Kristina Nikolaus, Geschäftsführerin des

in Braunschweig ansässigen Space-Tech-Start-ups OKAPI:Orbits. „Wenn sich zwei Objekte im All treffen, zersplittern sie in viele kleine Stücke. Diese kollidieren untereinander noch einmal, sodass eine Schrottwolke und damit ein exponentieller Anstieg von Trümmerteilen entsteht.“ Unterschiedliche Marktanalysen gehen davon aus, dass im kommenden Jahrzehnt weitere 40.000 bis 70.000 Satelliten in den Orbit entsandt werden. „Damit steigt auch das Risiko von Kollisionen noch einmal erheblich“, macht Nikolaus deutlich. Je nach Einsatzzweck und Umlaufbahn können die Flugkörper klein wie ein Schuhkarton oder groß wie ein Linienbus sein, erläutert sie. „Es kommt regelmäßig vor, dass ein Schrottteil in ein Raumfahrtgerät einschlägt und dann zu unterschiedlich schweren Schäden führt. Wenn der Gegenstand einen Durchmesser von mehr als zehn Zentimetern hat, ist die Wahrscheinlichkeit für einen Totalverlust des Satelliten sehr groß.“ OKAPI:Orbits schützt Satelliten mit einer eigens entwickelten Software vor solchen Kollisionen und trägt so zu einer nachhaltigeren Weltraumfahrt bei. Das Start-up ist

als Ausgründung des Instituts für Raumfahrtssysteme der TU Braunschweig seit 2018 offiziell auf dem Markt. In den Jahren zuvor gab es am Institut zwar schon erste Forschungsarbeiten zu dem Thema, doch es fehlten die finanziellen Mittel, um die Ideen wirtschaftlich umzusetzen. Das Gründungsteam, bestehend aus Christopher Kebschull, Jonas Radtke, Kristina Nikolaus und Sven Müller, fand mithilfe des Schwarzen Bretts der Uni zusammen. „Wir haben als Team identifiziert, dass der Bedarf extrem hoch ist, weil die kommerzielle Raumfahrt enorm wächst“, berichtet Nikolaus. Der Erfolg ließ nicht lange auf sich warten: Gleich im Gründungsjahr kam der erste Auftrag der Europäischen Weltraumorganisation (ESA), den das OKAPI:Orbits-Team noch als Unterauftragnehmer der TU Braunschweig annahm. Kern der Software ist die Analyse von Observationsdaten aus unterschiedlichen Quellen wie Laser-Ranging-Anlagen, Radarstationen und Teleskopen. „Wir sind weltweit die einzige Plattform, die all diese Datensätze kombiniert und dadurch ein holistisches Bild der im Orbit befindlichen

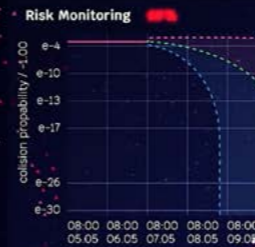
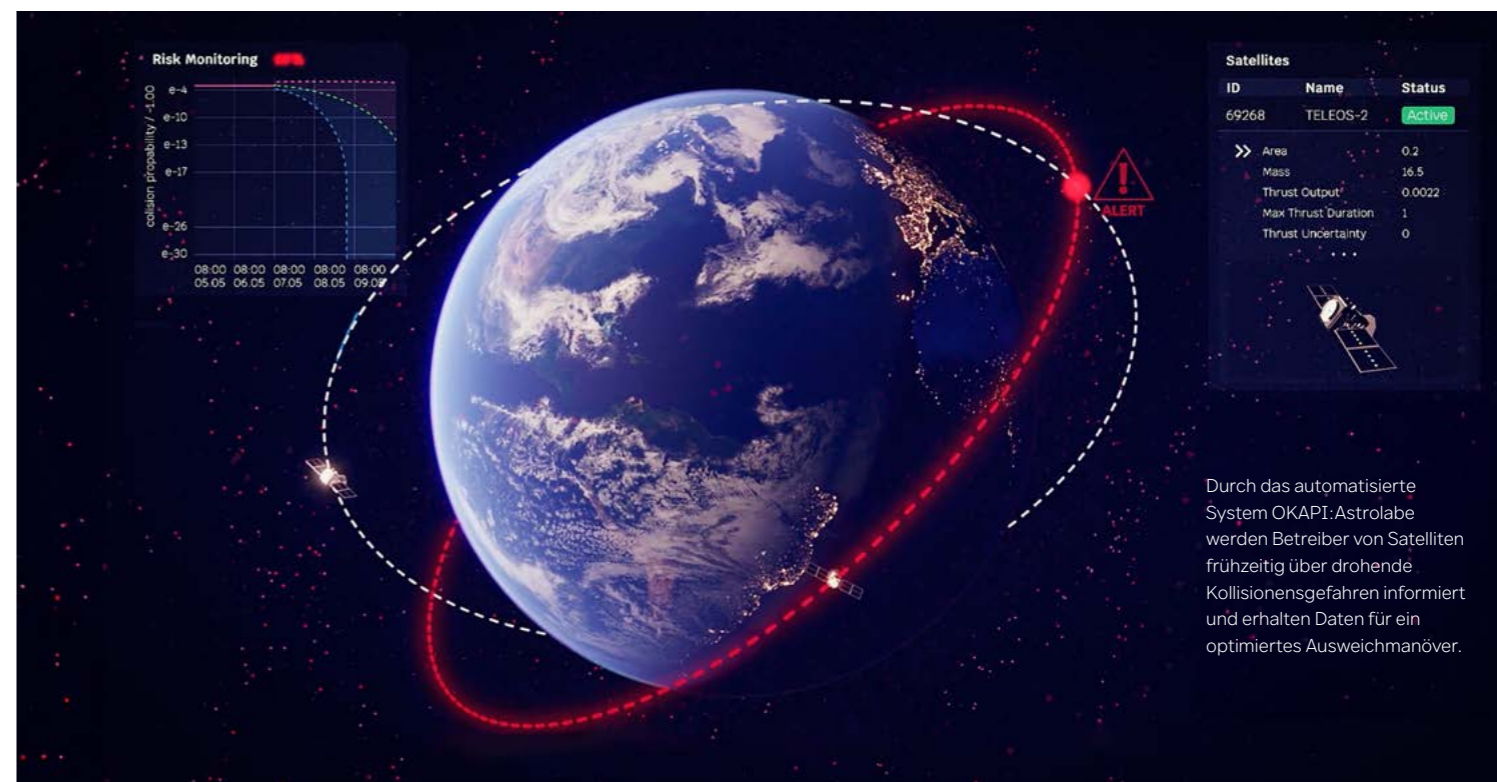
Objekte zeichnen kann“, erläutert die Geschäftsführerin. Die Fusion der Daten sei aufgrund ihrer Unterschiedlichkeit ein technisch komplexes Unterfangen, das durch häufig auftretende Ungenauigkeiten bei Beobachtungen von Weltraumobjekten noch erschwert werde. „Diese Ungenauigkeiten gilt es systematisch zu minimieren, wofür Testreferenzen weiterer Beobachtungsanlagen erforderlich sind.“ Gleichzeitig hilft Machine Learning, die Observationsdaten zusammenzuführen und Abhängigkeiten zwischen Datenpunkten zu identifizieren. Ein neuronales Netz ermöglicht schließlich das Treffen von Vorhersagen über die Entwicklung des Kollisionsrisikos – und eröffnet damit den Betreibern von Satelliten frühzeitige Handlungsoptionen. „Wir können mit unserer Software die Business Cases der Satellitenbetreiber einbeziehen und nicht nur das Risiko für Kollisionen minimieren, sondern auch individuell angepasste und optimierte Manöverstrategien entwickeln“, berichtet Nikolaus. Ein Beispiel: Wenn sich ein Satellit um 15 Uhr über Berlin befinden soll, lassen sich eventuell notwendige Ausweichmanöver so gestalten, dass diese Vorgabe erreicht wird. Dies gelingt, indem das Manöver viel früher als bisher möglich eingeleitet wird, sodass der

Satellit schneller zurück auf seine Zielposition gelangt. Je mehr Satelliten im Weltraum unterwegs sind, umso wichtiger werden solche automatisierten Lösungen. Die Datenplattform sei sehr präzise und komplett unabhängig, betont Nikolaus: „Damit können unsere Kundinnen und Kunden 70% der Betriebskosten im Vergleich zu klassischen Ausweichmanövern einsparen. Gleichzeitig können sie die Manöveranzahl um den Faktor zehn reduzieren, weil sie genauer verstehen, was passiert und ob ein Eingreifen überhaupt erforderlich ist.“

Rasantes Wachstum

Dass die 29-Jährige einmal in der Raumfahrtbranche landen würde, war zu Beginn ihrer beruflichen Laufbahn noch nicht abzusehen. Während ihres dualen BWL-Studiums bei Daimler arbeitete sie unter anderem in Malaysia im Vertrieb, sammelte Erfahrungen im Kundenservice und absolvierte ein Auslandssemester in Sibirien. Für Technik im Allgemeinen und Raumfahrt im Speziellen habe sie sich schon immer interessiert: „Darum finde ich es toll, jetzt bei OKAPI:Orbits zu sein und mich für eine

ressourcenschonende Raumfahrt einzusetzen. Es ist sehr mitreißend, im Alltaglichen mit Satelliten, Raketen und Raumstationen zu tun zu haben.“ Mittlerweile hat das junge Unternehmen laut Kristina Nikolaus einen „soliden Kundenstamm“, der sukzessive größer und internationaler wird. Das zeigt sich auch in der Zahl der Beschäftigten. Gab es Anfang 2022 noch 15 Mitarbeitende, sind es mittlerweile schon 40 – die meisten von ihnen Software-Entwickler:innen und Raumfahrtingenieur:innen. Aktuell beobachtet das Start-up mehr als 150 Satelliten. Wie viele Unfälle durch die Software schon verhindert wurden, lasse sich nicht beziffern, sagt Nikolaus. „Wir sichern alle von uns beobachteten Satelliten kontinuierlich vor einer Kollision, und Fakt ist: Bisher ist es noch zu keiner gekommen.“ Die Plattform sei darauf ausgelegt, auch den in Zukunft zu erwartenden Satellitenverkehr im Weltraum bewältigen zu können. Allerdings brauche es besser früher als später so etwas wie Ampelsysteme und Vorfahrtsregeln, um den Verkehr ordnen zu können. „Unsere Vision ist es, diese Verkehrsregeln dann komplett automatisiert nachzuvollziehen. Und da sind wir auf einem guten Weg“, macht Nikolaus deutlich.



Satellites

ID	Name	Status
69268	TELEOS-2	Active
Area 0.2		
Mass 16.5		
Thrust Output 0.0022		
Max Thrust Duration 1		
Thrust Uncertainty 0		

Durch das automatisierte System OKAPI: Astrolabe werden Betreiber von Satelliten frühzeitig über drohende Kollisionsgefahren informiert und erhalten Daten für ein optimiertes Ausweichmanöver.



Nachhaltiges Batterie-Recycling

Texte › Nicolas Schiffler

Es ist ein ambitioniertes Ziel: Bis 2030 sollen laut Bundesregierung 15 Mio. Elektroautos auf deutschen Straßen fahren. Allerdings belasten die verbauten Lithium-Ionen-Akkus nach Ende ihres Lebenszyklus die Umwelt. Bestehende Recyclingverfahren sind ineffizient oder setzen giftige Gase frei. Hier kommt das Start-up *cylib GmbH* um Mitgründerin Lilian Schwich ins Spiel. Ihr Know-how sammelte die Wissenschaftlerin durch die Leitung der Batterie-Recycling-Gruppe der RWTH Aachen. Gemeinsam mit ihrem Forschungsteam entwickelte sie eine klimaschonende Methode, die eine vollständige sowie nachhaltige Wiederverwendung

aller Batteriekomponenten ermöglicht – und auf ein wasserbasiertes Verfahren zur Rückgewinnung aller Rohstoffe setzt. Die Neuverwertung der seltenen Elemente Lithium und Grafit gelingt durch eine thermische Vorbehandlung. Damit verzichtet das Start-up auf Chemikalien. Zusätzlich bindet der patentierte Prozess CO_2 , reduziert Elektromüll und verringert so den ökologischen Fußabdruck. Das Potenzial des Verfahrens ist enorm und für ein umweltfreundliches Gelingen der elektrischen Mobilität von immenser Bedeutung. Als nächsten Schritt plant das Unternehmen aus Aachen den Aufbau einer Pilotfabrik.



Lilian Schwich
Gründerin und CEO
cylib

Operationen an jedem Ort der Welt

Anfang März 2023 machte sich ein Konvoi von Ärztinnen und Ärzten aus Polen auf den Weg in die Ukraine. Mit im Gepäck: diverse medizinische Hilfsgüter und tragbare Operationssäle. Denn gerade in Krisengebieten fehlt es aufgrund mangelnder Medikamente oder unzureichender Infrastruktur oftmals an optimalen Bedingungen für eine Behandlung. Um dieses Problem zu lösen, entwickelte ein Forschungsteam vom Massachusetts Institute of Technology gemeinsam mit dem Start-up *SurgiBox* einen mobilen Operationssaal – das *SurgiField*-System. Die Idee kam Gründerin Debbie Lin Teodorescu, während sie nach dem schweren

Erdbeben in Haiti vor wenigen Jahren medizinische Hilfe leistete. Die Bedienung des *SurgiField*-Systems ist so einfach wie genial: Chirurginnen und Chirurgen legen die Plastikblase über die verletzte Körperregion, schalten das Gerät ein, stecken ihre Arme in die nach innen gerichteten Öffnungen und beginnen mit der medizinischen Versorgung. Ein batteriebetriebenes Modul filtert und kontrolliert den Luftstrom durch einen HEPA-Filter. Dies sorgt für eine sterile Umgebung im Inneren der Erfindung. Der Clou: Alle Teile passen in einen Rucksack und lassen sich binnen weniger Minuten aufbauen.



Debbie Lin Teodorescu
Gründerin
SurgiBox



Digitale Doppelgänger:innen

Im sogenannten Cyber Valley in Tübingen forscht das Start-up Meshcapade GmbH an menschlichen Avataren im 3D-Format. Was klingt wie aus einem Science-Fiction-Film, ist nicht weniger als eine kleine Revolution und birgt große Potenziale im Bereich der Medizin – unter anderem in der Früherkennung von Nervenstörungen bei Kindern. Der Schlüssel für die realistischen Doppelgänger:innen ist die vom Unternehmen entwickelte Kerntechnologie Skinned Multi-Person Linear Model (SMPL). Diese Technik ermöglicht die Erstellung eines präzisen Abbildes jedes Menschen. Erforscht wurde

diese Modellierung unter anderem von Naureen Mahmood, die gemeinsam mit zwei Arbeitskollegen das Start-up gründete. Die Pakistanerin studierte in Texas Informatik, ehe sie 2013 an das Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme wechselte. Die Computeranimationen verfügen aufgrund einer Vielzahl von Datenquellen über Mimik, Gestik und lebensechte Bewegungen. Wie vielseitig die Erfindung von Meshcapade ist, verdeutlichen die unterschiedlichen Anwendungsgebiete in der Mode-, Gaming- und Filmindustrie. Zurzeit arbeitet das Start-up an realistischeren Designs für Haare, Haut und Bekleidung.



Naureen Mahmood
Gründerin und CEO
Meshcapade



Keime mit UV-C-Licht eliminieren

Text › Nicolas Schiffler

Weiße Flocken rieseln vor dem geöffneten Fenster auf den schneebedeckten Schulhof. Im Klassenraum frieren die Schüler:innen, denn aufgrund der Coronapandemie wird auch im Winter fast durchgehend gelüftet. Diesen Umstand nehmen Maximilian Pfannkuch, Jaro Filip und Dominik Hein von einer Schule in Hanau zum Anlass, ein Gerät zu entwickeln, das die Raumluft mit Licht desinfiziert. Filter mit kurzwelligem ultraviolettem Strahlen, sogenanntem UV-C-Licht, werden bereits seit Jahren eingesetzt, um Krankheitserreger einzudämmen. Das Problem: Die Technik basiert meist auf Quecksilberdampflampen. Bei einem Bruch können Schadstoffe in die Atemluft gelangen. Hier setzen die drei Jungforscher an. „Wir wollten einen Luftfilter bauen, der die Virenlast in Räumen verringert und

gleichzeitig keine umwelt- und gesundheitsschädlichen Stoffe enthält“, erklärt Maximilian Pfannkuch im Namen seiner Mitstreiter. Knapp zwei Jahre tüfteln die Freunde am revolutionAir und konzipieren mehrere Prototypen. Angetrieben von ihrem Innovationsgeist gelingt den Schülern schließlich der Durchbruch: Ein eingebauter Filter saugt Luft in das Innere des Gehäuses. Im Gerät befinden sich bruchstichere Leuchtdioden (LEDs), die eine kurzwellige UV-C-Strahlung erzeugen und so das Erbgut der eingesogenen Viren verändern. „Ist die DNA der kurzwelligen LED-Strahlung ausgesetzt, verschmelzen nebeneinanderliegende Basen der Keime zu einer Mutation. Dadurch entstehen Fehler bei der Reproduktion und der Erreger wird unschädlich“, erläutert der begeisterte Biologietechniker.

Wie komplex das Forschungsprojekt ist, verdeutlichen die verschiedenen Arbeitsschritte wie 3D-Druck, mikrobiologische Untersuchungen oder Programmierungen am Computer. Mit einer App lässt sich der revolutionAir ein- und ausschalten sowie die Farbe der Beleuchtung verändern, um den Gerätestatus anzuzeigen. Durch ihren interdisziplinären Ansatz gewannen Pfannkuch, Filip und Hein 2022 nicht nur bei „Jugend forscht“, sondern zusätzlich ein Treffen mit Bundeskanzler Olaf Scholz. „Ich bekomme noch immer Gänsehaut, wenn ich an die Preisverleihung denke“, erinnert sich der 19-Jährige zurück. Seit Oktober studiert Maximilian Pfannkuch an der Technischen Universität München – ob der revolutionAir danach zur Serienreife weiterentwickelt wird, steht aktuell noch nicht fest.

Ökologische Transformation durch grünes HR-Management

Derzeit ist es noch mehr Theorie als Praxis, aber in den kommenden Jahren wird – und muss – das Green Human Resource Management (GHRM) essenzieller Bestandteil der Arbeitswelt sein. Der Spezialist für Organisationsentwicklung, Dr. Raik Thiele, erläutert, warum Unternehmen vom nachhaltigen Personalmanagement nicht nur wirtschaftlich, sondern auch in ökologischer und sozialer Hinsicht profitieren.

Text › Elisabeth Stockinger

Herr Dr. Thiele, können Sie uns erläutern, was genau das Green Human Resource Management umfasst und inwiefern es einen Unterschied zum bisherigen Human Resource Management darstellt?

Das Green Human Resource Management ist eine Spezifizierung und beinhaltet all die Maßnahmen, die zur Förderung von ökologischen Einstellungen beitragen und die Verhaltensweisen der Mitarbeitenden eines Unternehmens positiv beeinflussen. Es fußt auf dem Drei-Säulen-Modell, der sogenannten Triple Bottom Line: Ökonomie, Ökologie und Soziales. Ein Unternehmen handelt demzufolge nachhaltig, wenn es zwar eigene wirtschaftliche Ziele verfolgt, aber gleichzeitig umweltbezogen und gemeinnützig handelt. Dies dient natürlich auch der Wettbewerbsfähigkeit.

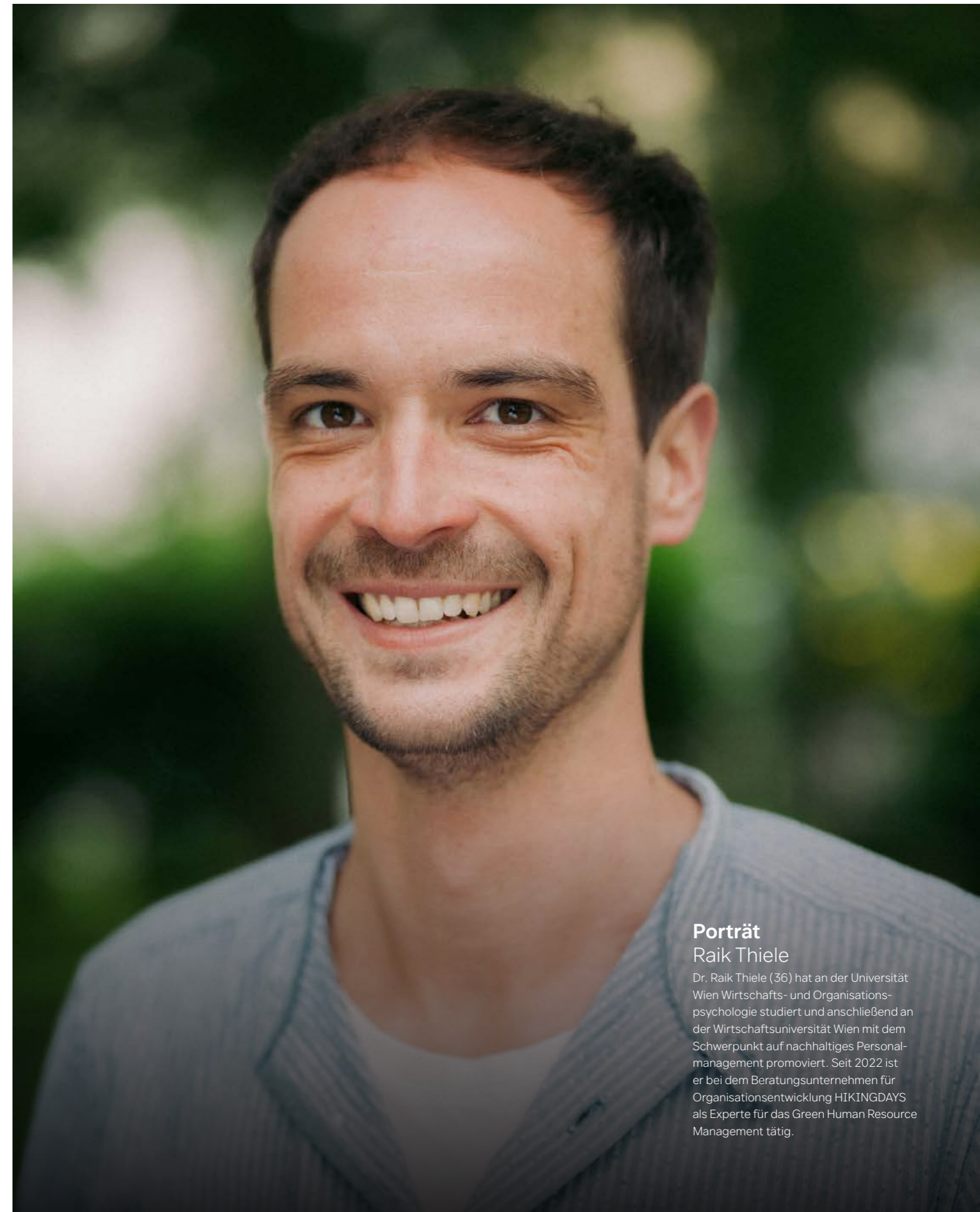
Warum ist es so wichtig, das GHRM in einem Unternehmen erfolgreich zu realisieren?

Die Frage nach dem „Warum?“ müssen wir nicht lange diskutieren: um den Fortbestand unseres Planeten sicherzustellen und somit die Lebensbasis für uns und alle nachfolgenden Generationen. Wenn wir in irgendeiner Form die bereits gesetzten Klimaziele Deutschlands und Europas erreichen wollen, müssen wir handeln, und zwar jetzt! Neben diesem moralischen Aspekt kommt ab 2025 die EU-Verpflichtung für jedes Unternehmen hinzu, regelmäßige Nachweise hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeitsziele zu erstellen. Sie werden daher gezwungen, sich intensiv mit dem Thema zu beschäftigen. Das hat nicht nur Vorteile im Sinne des Klimaschutzes, sondern auch

vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels. Bewerbende setzen sich heute verstärkt mit dem grünen Image von potenziellen Arbeitgebern auseinander.

Was wären die ersten Schritte, die ein Unternehmen bei der Umsetzung gehen sollte, und wie können die Mitarbeitenden eingebunden werden?

Zu Beginn steht die Analyse des Status quo. Arbeitgebende überlegen: Wie haben wir uns bei den Themen Umwelt, Sicherheit und Gesundheit positioniert? Wie sieht es mit der Nachhaltigkeit aus? Je nach Größe des jeweiligen Unternehmens empfehle ich die Gründung einer möglichst diversen Arbeitsgruppe, die sich intensiv mit dem Umweltschutz auseinandersetzt. Wo könnten Veränderungspotenziale liegen und wo



Porträt Raik Thiele

Dr. Raik Thiele (36) hat an der Universität Wien Wirtschafts- und Organisationspsychologie studiert und anschließend an der Wirtschaftsuniversität Wien mit dem Schwerpunkt auf nachhaltiges Personalmanagement promoviert. Seit 2022 ist er bei dem Beratungsunternehmen für Organisationsentwicklung HIKINGDAYS als Experte für das Green Human Resource Management tätig.



Die Teilnahme an Klimademonstrationen während der Arbeitszeit ist nur eine von vielen möglichen GHRM-Maßnahmen.

wollen wir als Unternehmen hin? Klare Zielvereinbarungen, wie beispielsweise die Einführung des papierlosen Büros oder Boni für ressourcenschonendes Verhalten, sind die nächsten Schritte. Dann ist es von großer Bedeutung, alle Mitarbeitenden mitzunehmen – von der Produktionsebene bis in die Führungsebene. Brunel ist in dieser Hinsicht bereits Vorreiter. Transparenz ist ein genauso wichtiges Stichwort! Indem Arbeitgebende beispielsweise die Energiekosten, den Ressourcenverbrauch oder die Müllherzeugung des Betriebes nachvollziehbar machen, gewinnen sie an Glaubwürdigkeit und geben den Mitarbeitenden einen Anreiz, sich einzubringen und an dem Prozess beteiligt sein zu wollen.

Welche erfolgreichen Beispiele für umgesetztes GHRM gibt es bereits?

Wir müssen nur an kleinen Stellschrauben drehen, können aber dennoch eine große

Wirkung erzeugen: Reduzierung von Flugreisen, die Umstellung des Fuhrparks auf E-Autos oder die Bereitstellung von Duschen, sodass eventuell mehr Mitarbeitende mit dem Fahrrad zur Arbeit kommen. Ein Bahncard-Zuschuss, flexible Homeoffice-Möglichkeiten oder die Erlaubnis, während der Arbeitszeit an Klimademonstrationen teilnehmen zu dürfen, könnten ebenfalls die Motivation im Team erhöhen. Leider gibt es aber immer noch viel zu wenige Unternehmen, die sich intensiv mit dem Klimaschutz befassen, und noch weniger, die bereits konkrete Maßnahmen realisiert haben.

Erfolgreiches Wirtschaften und GHRM stehen demnach nicht im Widerspruch zueinander?

Nein, da im Sinne des bereits erwähnten Drei-Säulen-Modells die Nachhaltigkeit eines Unternehmens auch ökonomisch

erfolgreich sein muss. Für einen ökologischen Transformationsprozess sind zunächst finanzielle Mittel erforderlich, die sich langfristig aber rentieren. Ressourcenschonendes Wirtschaften und geringere Umweltkosten sparen Geld. Mitarbeitende, die für eine gute Sache arbeiten, sind motivierter, seltener krank und innovativer. All das kommt dem Unternehmen wirtschaftlich betrachtet zugute.

Stichwort Greenwashing: Was hat es damit auf sich?

Die Absicht eines Unternehmens, echtes GHRM zu betreiben, muss ernst gemeint sein. Wenn die kommunizierten Werte eines Unternehmens nicht im Einklang mit den umgesetzten Maßnahmen sind, schadet das nicht nur dem Klima, sondern auch dem Unternehmen. Wenn etwa ein Bekleidungskonzern mit Nachhaltigkeit wirbt, aber im Endeffekt die gesamte Modelinie

im Ausland unter fragwürdigen ökologischen und sozialen Standards produziert wird, setzt er seinen Ruf aufs Spiel. Das Vertrauen, nicht nur von den Mitarbeitenden, sondern auch von den Kundinnen und Kunden, geht bei Greenwashing verloren.

Würden Sie den Wirtschaftsstandort Deutschland als Vorreiter beim nachhaltigen Personalmanagement betrachten?

Allgemein können wir sagen, dass Europa bereits gut aufgestellt ist. Aus meiner Sicht gibt es in Deutschland aber Nachholbedarf. Zwar ist hier die Bereitschaft für Veränderung zum großen Teil vorhanden, aber die Mühlen mahlen leider noch viel zu

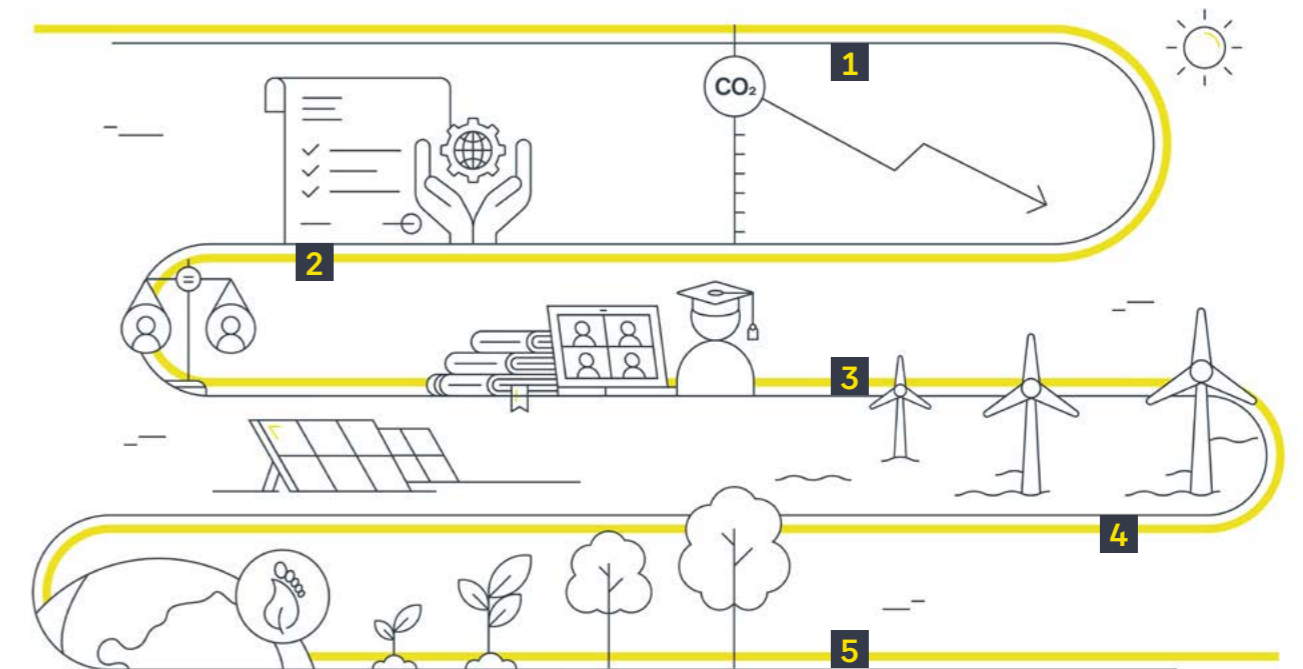
langsam, teilweise ist dies dem bürokratischen Aufwand geschuldet. Verstärkt Aufklärungsarbeit leisten, politische Anreize durch Vorteile schaffen, und auch den Unternehmen mehr Vorgaben machen – das alles erzeugt Druck, aber im positiven Sinn. Wenn wir beispielsweise einmal den Blick nach Skandinavien wagen: Die Norweger:innen sind beim Thema Elektroautos Klassenbeste. Im vergangenen Jahr waren 79,3 Prozent der verkauften Neuwagen Elektrofahrzeuge. Subventionen, billigeres Parken, günstigere Maut- und Fahrtickets sowie die Nutzung von Bus- und Taxispuren sind nur einige der bereits umgesetzten staatlichen Maßnahmen.

Zum Schluss ein Ausblick: Wie wird das Personalmanagement in zehn Jahren aussehen?

Es ist schwierig, eine Prognose abzugeben. Ein großer Punkt ist sicherlich die Künstliche Intelligenz, die verstärkt in das Personalmanagement einziehen wird. Die Arbeit generell wird flexibler werden – weg von starren Strukturen hin zu dynamischen Organisationsabläufen. Wir werden weiterhin mit vielen Herausforderungen konfrontiert sein, die sicherlich viele Risiken, aber eben auch viele Chancen beinhalten.

Vielen Dank für das Gespräch.

Brunels Engagement im Bereich Environmental Social Governance



- 1** Reduktion der CO₂-Emissionen durch diverse Maßnahmen und Projekte.
- 2** Einhaltung von Integritätsstandards sowie regionalen und nationalen Umwelt-, Sozial- und Governance-Gesetzen
- 3** Kontinuierliche Weiterentwicklungen, Schulungen und Fortbildungen
- 4** Unterstützung wegweisender Energiewende-Projekte zusammen mit Taylor Hopkinson | Powered by Brunel
- 5** Projekte zur Wiederaufforstung und zur Reduktion von Plastikmüll in Gewässern sowie freiwillige interne Spendenaktionen



Durch QR-Codes auf den Medikamenten selbst können hilfreiche Tipps und Videos zur Erkrankung oder zur richtigen Einnahme des Arzneimittels abgerufen werden.

Personalisierte Medizin: Die beste Dosis für jeden Menschen

Medikamente können mittlerweile per Digitaldruck in genau der Dosis hergestellt werden, die Erkrankte brauchen. Das Ziel: mehr Effizienz durch weniger Nebenwirkungen, zuverlässigere Einnahme und optimierte Ressourcennutzung. Ein Start-up aus Schwäbisch Gmünd arbeitet daran, diese Technik nun massentauglich zu machen.

Text › Jonathan Fasel

Medikamente sind Männersache: Denn sie sind in der Regel auf männliche Erwachsene ausgerichtet. Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass die Tablettendosierung für mehr als die Hälfte der Menschheit nicht optimal ist. Zudem werden überschüssige Medikamente teils unsachgemäß entsorgt. Sie landen im Abwasser und schädigen dann die Umwelt, weil Kläranlagen sie nicht herausfiltern können. Das sind nur einige der Probleme, die individualisierte Medizin lösen könnte – und Gründe dafür, warum sie derzeit einen Aufwind erlebt. „Dank personalisierter Medikamente würde nur noch die Dosis hergestellt werden, die auch tatsächlich benötigt wird. Dadurch können wir als Gesellschaft massiv Ressourcen einsparen. Auch die Gesamtkosten einer Therapie würden erheblich reduziert“, sagt Prof. Dr. Christian Franken. Er ist Mitbegründer von Digital Health Systems, kurz: DiHeSys. Das Unternehmen hat sich zum Ziel gesetzt, mithilfe von Digitaldruck die Dosierung von Medikamenten zu revolutionieren.

Neben den gesellschaftlichen Einsparungen verbessert sie auch die Lebensqualität der Patientinnen und Patienten. Menschen, die beispielsweise unter Bluthochdruck oder Gefäßerkrankungen leiden, müssen oft viele Tabletten einnehmen. Das macht die tägliche Medikation sehr komplex – und kann dazu führen, dass Erkrankten hierbei Fehler unterlaufen. Viele Betroffene nehmen zudem ihre Medikamente nicht konsequent ein. Diese mangelnde Therapietreue kostet das Gesundheitssystem Deutschlands acht bis zwölf Mrd. € jährlich. Schlimmer noch: Rund 50.000 Todesfälle jedes Jahr sind laut Branchenschätzungen die Folge einer falschen Medikamenteneinnahme. Die Idee der individualisierten Medizin ist nicht neu. In den 1960er-Jahren bekamen Menschen, die unter Typ-1-Diabetes litten, eine Standarddosis Insulin verschrieben. „Heute wäre das undenkbar“, sagt Prof. Franken. Betroffene können über eine Pumpe oder Spritzen die

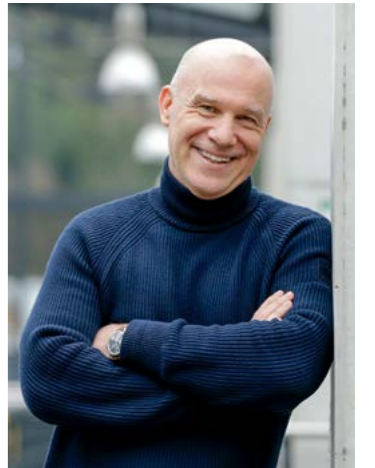
Insulin-Menge individuell regulieren. Auch in der Therapie von Tumorerkrankungen wird bereits häufig mit einer individuellen Dosierung gearbeitet: Diese wird anhand von vielen Parametern wie etwa dem Zustand des Immunsystems genau kalkuliert.

„Tabletten jedoch lassen sich aktuell nicht so fein dosieren. Ärzte können nur die Tabletten oder Kapseln verordnen, die auf dem Markt verfügbar sind. Eben Standarddosierungen, nicht individualisiert oder personalisiert. Krankenkassen zahlen die gesamte Packung, auch wenn nur die Hälfte benötigt wird“, erklärt Prof. Franken. „Außerdem gibt es auch nicht für jede Dosis die entsprechende Pillengröße. Das lohnt sich weder kommerziell noch vom Herstellungsaufwand.“

„Einfache Anwendung für Betroffene“

Bis heute – denn mittlerweile gibt es 2D- und 3D-Drucktechnologien, die solche individuelle Medikamentierung ermöglichen. Derzeit ist DiHeSys das einzige Unternehmen, das es bei der 2D-Technik bis zur Marktreife geschafft hat und beide Druckmethoden anbietet.

Ein 2D-Druck von Arzneimitteln ist vergleichbar mit dem Tintenstrahldruck. Die Wirkstoffe werden in Lösungen gebracht und in einer Kartusche an die Apotheken zum Druck geliefert. Das alles passiert in der Qualität, die notwendig ist, damit die Patientin oder der Patient das Arzneimittel sicher einnehmen kann. In der Apotheke wird schließlich auf Anforderung oder Rezept das Medikament in einer bestimmten Konzentration auf kleine Oblaten gedruckt. Eine sogenannte In-Prozess-Kontrolle im Druckkopf überprüft noch einmal, wie viel Wirkstoff aufgetragen wird. So lässt sich die Medikamentierung genau dosieren. Apotheken können unterschiedliche Wirkstofflösungen bestellen und auch in Kombinationen auf die Oblate drucken. Dabei



Porträt Christian Franken

Prof. Dr. Christian Franken (53) ist einer der drei Gründer von Digital Health Systems (DiHeSys), die das Start-up 2018 ins Leben riefen. Heute hat DiHeSys 35 Mitarbeitende aus 17 Ländern. Franken studierte Pharmazie, arbeitete lange im Krankenhausbereich und war 13 Jahre lang bei DocMorris tätig, unter anderem im Vorstand.

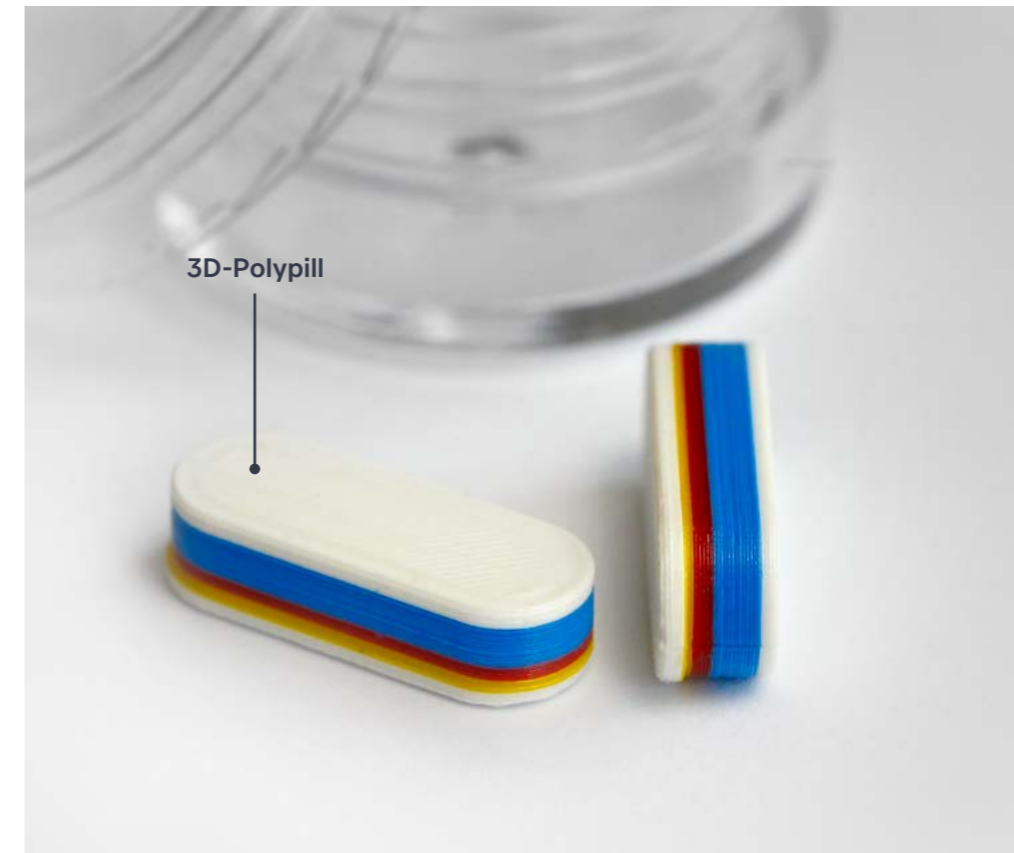
„Wir sind nicht der Gegenentwurf zur Pharmaindustrie – wir entwickeln und veredeln ihre Wirkstoffe weiter, um sie individualisiert einsetzbar zu machen.“

Prof. Franken

Tabletten aus dem 3D-Drucker



So werden die personalisierten Tabletten gedruckt.



Die im 3D-Drucker gefertigten Tabletten bestehen aus übereinanderliegenden Schichten. Die darin befindlichen Wirkstoffe sind voneinander getrennt und vermischen sich vor der Einnahme nicht. Die Druckköpfe können die Inhaltsstoffe in Form einer herkömmlichen Tablette oder eines Zäpfchens ausgeben. Alternativ lassen sich die Medikamente auch auf ein Pflaster applizieren.

kommen auch Aromen wie Minze, Erdbeere oder Kirsche zum Einsatz, um die Einnahme geschmacklich angenehmer zu gestalten. Die oder der Erkrankte holt die Bestellung ganz einfach aus der Apotheke ab. Bei der Einnahme der Oblate ist es von Vorteil, dass sie im Mund haftet – so kann diese nicht versehentlich eingeatmet oder verschluckt werden. „Die Oblate löst sich innerhalb von 20 bis 30 Sekunden auf und der Wirkstoff wird mit dem Speichel vom Körper aufgenommen“, berichtet Prof. Franken. „Da die Anwendung für die Betroffenen sehr einfach ist, haben wir in der Entwicklung mit dem 2D-Druck begonnen.“

Beim 3D-Druck gibt es hingegen eine Fülle von Ansätzen. „Wir nutzen eine Technologie, bei der pharmamonomografierte Polymere statt Lösungen zum Einsatz kommen“, so der Experte. „Diese sind

im Körper abbaubar.“ Der Wirkstoff wird in das entsprechende Polymer eingearbeitet. Anschließend wird alles analog zum 2D-Druck in eine Kartusche gefüllt. „Druckkopf und In-Prozess-Kontrolle unterscheiden sich allerdings. Im Drucker werden die wirkstoffhaltigen Polymere kurz verflüssigt und erhärten dann.“ Mithilfe digital gedruckter Tabletten können jederzeit änderbare, individuell passgenaue Dosen hergestellt werden. Zudem können dabei mehrere Wirkstoffe kombiniert werden. Das ist praktisch für Patientinnen und Patienten, die sonst oft über zehn Medikamente hätten einnehmen müssen. Und so könnte die Zukunft der gedruckten Medikamente aussehen: Ärztliches Fachpersonal verschreibt die jeweilige Dosis der benötigten Wirkstoffe für den Druck in Apotheken. „Wir stellen das System zur Verfügung:

Hardware, Software sowie die Pharmaelemente“, erläutert Prof. Franken. „Der Arzt beobachtet dann, wie die Medikamente anschlagen und passt gegebenenfalls die Dosis an.“ Auch für Kinder und Jugendliche ist individualisierte Medikation sinnvoll. Denn viele Medikamente existieren nicht in kindergerechten Dosen – und die durchs Wachstum bedingten körperlichen Veränderungen der jungen Menschen bringen vergleichsweise schnelle Anpassungen der Dosierungen mit sich.

Entwicklung in der Anfangsphase

Allerdings steht die Entwicklung noch am Anfang. Immer noch wird getestet, bei welchen Wirkstoffen und Medika-

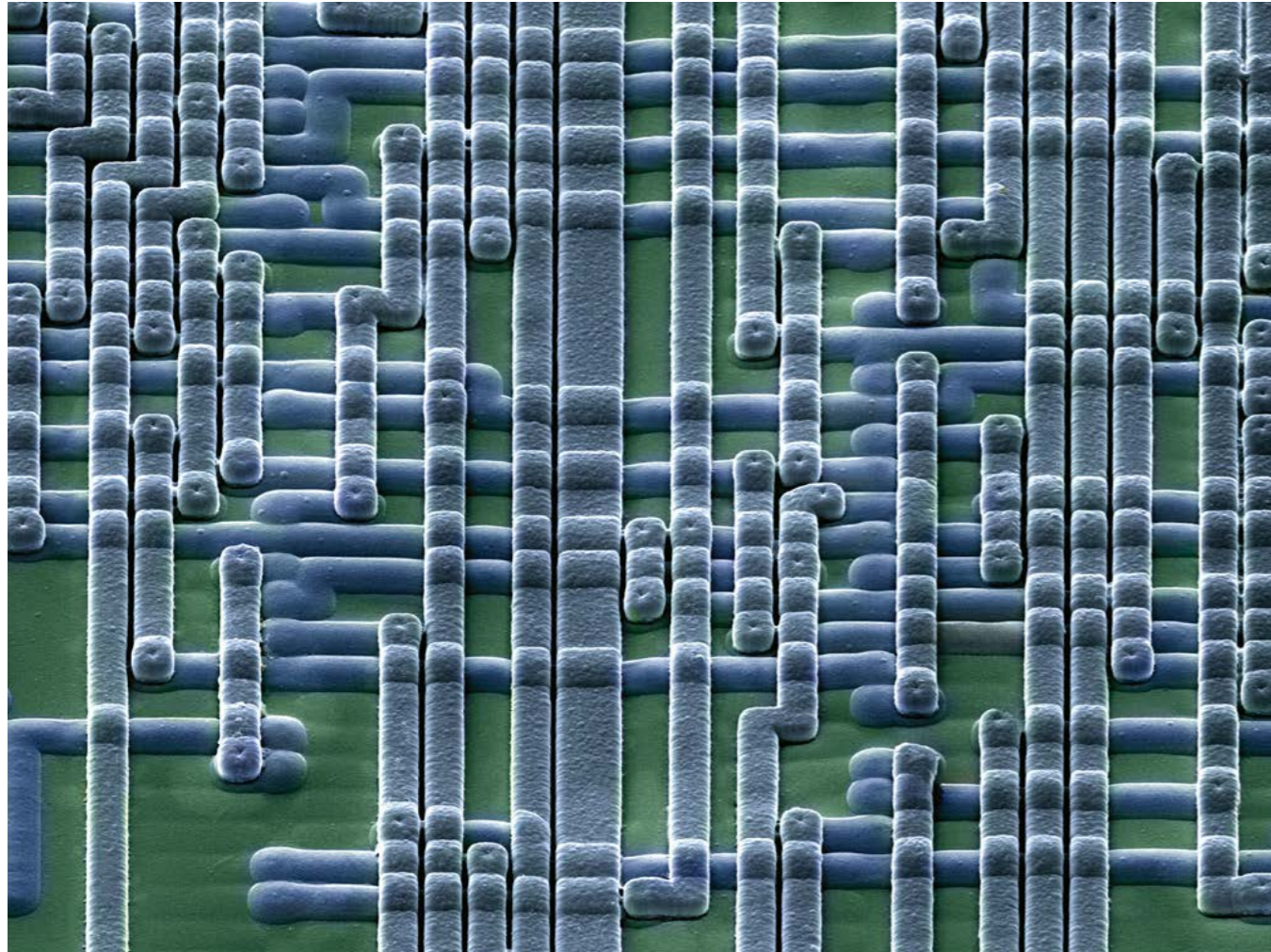
mentenkombinationen welches Verfahren am besten geeignet ist. Zudem werden die Wirkstoffe auf ihre Stabilität, Haltbarkeit und Verdruckbarkeit untersucht. „Derzeit sind knapp 30 Wirkstoffe in der Formulierungsentwicklung“, erklärt Prof. Franken. Wie bei einer konventionellen Formulierungsentwicklung in der Pharmaindustrie muss die Sicherheit der individualisierten Medikamente nach bestimmten Kriterien nachgewiesen werden. „Diese Entwicklung braucht Zeit, da der Rechtsrahmen hier – zu Recht – sehr eng ist“, unterstreicht der Start-up-Gründer. DiHeSys arbeitet dabei einen Wirkstoff nach dem anderen ab und baut so die Anzahl der druck- und kombinierbaren Optionen kontinuierlich aus. Erste Studien mit Menschen fanden in der Uniklinik Heidelberg statt. Hier erfolgte eine Zusammenarbeit mit der inneren

Medizin und der Klinikapotheke. Ein Krebsmedikament wird mit der Universität in Tübingen getestet. „Dieses Medikament hat im Hochdosisbereich so starke Nebenwirkungen, dass viele Betroffene die Behandlung abgebrochen haben“, sagt Prof. Franken. „Die nächstniedrige Dosis, die kommerziell zur Verfügung steht, ist nicht wirksam genug. Durch den Druck konnte die Dosis viel genauer im Verhältnis zu den Nebenwirkungen eingestellt werden.“ Weitere Testungen werden im Umfeld von Bluthochdruck, Organtransplantationen, Tumoren, neurologischen und psychischen Erkrankungen stattfinden. DiHeSys baut derzeit auf Fördergelder sowie weitere Investitionen – und auf Partner aus der Pharmabranche. Auch der Pharmaindustrie sei bewusst: Personalisierte Medizin ist die Zukunft. Um

nicht abgehängt zu werden, sei es besser, schon in dieser frühen Phase mitzuspielen. „Und nicht jedes Medikament muss individualisierbar gemacht werden. Wirkstoffe wie Ibuprofen brauchen das nicht, da die Individualisierung hier medizinisch keinen Sinn ergibt“, so der Fachmann. Die ersten Anwendungen für Apotheken werden voraussichtlich in den nächsten Monaten kommen. 2024 möchte das Unternehmen seine Drucker nicht nur national, sondern auch international vertreiben. Anschließend soll der 3D-Druck zur Marktreife gebracht werden. Prof. Franken rechnet damit, dass in den kommenden fünf Jahren in etwa 4.000 von 18.000 Apotheken in Deutschland Arzneimittel-Drucker stehen werden. Eine Nachricht, über die sich Patientinnen und Patienten freuen dürften.

Eine Idee, worum es hier geht?

Text › Bastian Korte



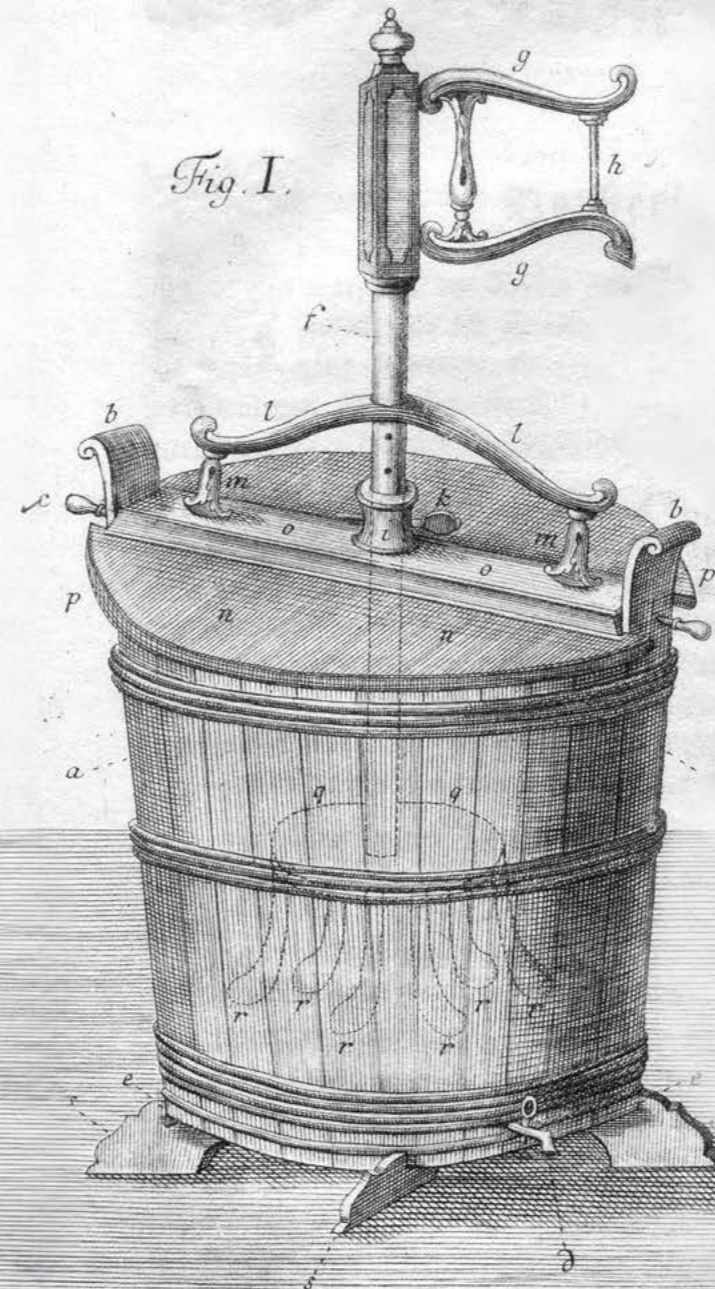
Etwa 90 % der Industrieunternehmen sind darauf angewiesen, denn ohne sie steht die Automobilproduktion still, IT-Anwendungen werden unmöglich und Photovoltaikanlagen müssten ihren Dienst einstellen. Auch aus diesem Grund entstehen in Deutschland zunehmend Werke zur heimischen Produktion, denn die Abhängigkeit von Asien besaß bei Lieferengpässen stets das Potenzial zur Wirtschaftskrise. Na, erraten, worum es geht?

Richtig: Mikrochips. Diese farbige Nahaufnahme eines Rasterelektronenmikroskops (REM) zeigt die Oberfläche eines solchen Halbleiters mit seinen komplexen datenverarbeitenden Schaltkreisen. Das REM funktioniert im Gegensatz zu üblichen Mikroskopen nicht mit Licht zur Vergrößerung von Objekten, sondern nutzt einen Elektronenstrahl. Dieser tastet die Oberfläche des Beobachtungsgegenstands rasterförmig ab. Die somit erzeugten Signale

werden vom REM empfangen und in ein Bild übertragen. Mikrochips bestehen aus Silizium, einem leitungsfähigen Halbleitendmetall, das aus Quarzsand gewonnen und zu hauchdünnen Platten geschmolzen wird, die anschließend geschichtet werden und durch Belichtung, Ätzung und Lackierung eine individuelle Struktur erhalten. Die Chipgröße variiert und kann nur einen mm² bis wenige cm² betragen.

Wer hat's erfunden? Die Waschmaschine

Text › Nicolas Schiffler



Vor 250 Jahren war das Waschen eine anstrengende körperliche Arbeit: Mit einer Bürste, Seife und Asche wurde die Schmutzwäsche in nahen Gewässern gesäubert. Heutzutage übernimmt die Waschmaschine diese Aufgabe – per simplem Knopfdruck.

Der Siegeszug des Haushaltsgerätes lässt sich bis ins 18. Jahrhundert zurückverfolgen: Auf der Suche nach einer Konstruktion zum Herstellen von Papier stieß der Theologe, Biologe und Tüftler Jacob Christian Schäffer 1767 zufällig auf den sogenannten Yorkshire Maiden. Einen primitiven Holzbottich, in dem Textilien geknetet und geschrubbt wurden. Schäffers Innovationsgeist war geweckt: Um eine Weiterentwicklung bemüht, bestand sein erster Prototyp aus einem Korb mit Deckel und einer aufgesetzten Handkurbel, an deren Ende Holzstäbe montiert waren. Er befüllte seine Rührflügelmaschine mit zuvor erhitztem Wasser, gab die Wäsche hinzu und drehte, bis sie sauber war.

Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts erfand Carl Miele, Gründer der bekannten Haushaltsmarke, ein handbetriebenes Gerät mit Rührwerk und einem Drehkreuz, wodurch Kleidung ohne Verbrühungsgefahr auch in heißer Lauge gewendet und gewaschen werden konnte – ein Novum. Wenige Jahre später baute der US-amerikanische Ingenieur Alva John Fisher erstmalig einen Prototyp mit einem integrierten Elektromotor – und erhielt das Patent für eine automatisierte Waschmaschine. Dennoch: Schäffers Pioniergeist gilt bis heute als Meilenstein für die Erfindung des Haushaltsgerätes.

Das Maas giebt der Zoberdeckel, welcher 2 Schuh im Durchschaitte hat.

Ein Blick hinter die Kulissen

13 Artikel, 8 Interviews, 42 Bilder und mehr als 86.500 Zeichen – ein solches Magazin entsteht natürlich nicht mal eben. Es bedarf professioneller Planung und Organisation, eingehender Recherchen sowie spannender Ansprechpersonen mit speziellem Branchen-Know-how. Lernen Sie das Team aus Brunel Mitarbeitenden und langjährigen Partnern kennen, das dieses Magazin produziert hat:

(v. l. n. r.) Nicole Kirleis, Julia Koch und Sarah Weinforth



Brunel GmbH

Projektleitung, Lektorat & Korrektur

Das dreiköpfige Team bestehend aus Sarah Weinforth, Julia Koch und Nicole Kirleis hält die Fäden des Magazins in den Händen: Mit spannenden Insights aus der Branche, orthografischem Perfektionismus, einem Gespür für den richtigen Ton und einer großen Portion guter Laune sorgt Brunel im Projektteam für die redaktionelle Qualitätssicherung. Dabei werden auch gerne neue Maßstäbe gesetzt – unter anderem mit moderneren Layouts und gendergerechter Sprache.

DIALOG Public Relations

Redaktion & Koordination

In Sachen Text, Hartnäckigkeit und Organisation macht den sogenannten Dialogern so schnell niemand etwas vor: Daniel Günther, Bastian Korte und Nicolas Schiffler sind für die redaktionelle Gestaltung verantwortlich. Für jede Ausgabe des Magazins „Spezialist:in“ recherchieren sie die Themen, führen Interviews und schreiben die Beiträge – mit einem Blick für neue Trends, großem Know-how und sprachlicher Finesse.



(v. l. n. r.) Daniel Günther, Nicolas Schiffler und Bastian Korte

Gruppe für Gestaltung GmbH

Editorial Design, Fotografie und Illustration

Die vier von der Gruppe für Gestaltung kümmern sich um alles, was mit dem Erscheinungsbild des Magazins zu tun hat: das Recherchieren und Sichten von Bildmaterial, die Durchführung von Fotoshootings, das Gestalten der Artikellayouts und die Weiterentwicklung des Magazindesigns. Sie sind stets auf der Suche nach Möglichkeiten, das Ergebnis besser zu machen.



(v. l. n. r.) Ole Bergmann, Stephan Kappen, Michel Iffländer und Dustin Schröder



Sie möchten Teil dieses Magazins werden?
Schicken Sie uns Ihren Themenvorschlag an:
spezialist_in.de@brunel.net

Impressum

Redaktionsanschrift

Brunel GmbH | Redaktion Spezialist:in
Franz-Rennefeld-Weg 4
40472 Düsseldorf
spezialist.in@brunel.net
T +49 211 695 600-43

Herausgeber und Erscheinungsweise

Brunel GmbH | 1 Ausgabe pro Jahr,
Auflage 6.950 Stück

Verantwortlicher Redakteur (v. i. S. d. P.)

Jilko Andringa, CEO, Brunel International
N. V., Brunel GmbH

Redaktion

DIALOG Public Relations, Bremen

Gestaltung

GfG | Gruppe für Gestaltung GmbH,
Bremen

Lektorat

Textgärtnerei®, Bremen

Druck

Druckerei Girzig+Gottschalk GmbH,
Bremen

Fotografie (Copyrights)

Gruppe für Gestaltung GmbH / Michel Iffländer (Cover, S. 4 links unten, S. 9 links, S. 12–15, S. 48 unten), Gruppe für Gestaltung GmbH / Anika Falke (S. 2, S. 24–25), Gregor Servais (S. 3), Brunel GmbH (S. 4 rechts, S. 16–19, S. 41, S. 48 oben, S. 49), E.D. Torial / Alamy Stock Foto (S. 4 links oben, S. 6–7), Lamont-Doherty Earth Observatory and the estate of Marie Tharp (S. 5 links oben, S. 27), GettyImages / janiecbros (S. 5 links unten, S. 30–31), Getty Images / seb_ra (S. 5 rechts oben, S. 42), Science Photo Library / Dr. Christopher B. Jackson / IKELOS GmbH (S. 5 rechts

unten, S. 46), iStock / SweetBunFactory (S. 8), Hildegard Wilken (S. 9 rechts), Luis Tercero Espinoza (S. 10 links), iStock / makenoodle (S. 10–11), IPP (S. 21 oben), Öko-Institut e.V. (S. 21 unten), ITER Organization (S. 22–23), GRANGER, Historical Picture Archive / Alamy Stock Foto (S. 28), Library of Congress, Geography and Map Division (S. 29), Irina Dimitrova (S. 32), OKAPI:Orbits GmbH (S. 33), AUDI AG (S. 34 oben), cylib (S. 34 unten), SurgiBox Inc. (S. 35), Meshcapade (S. 36), Jugend forscht (S. 37), Alex Gotter (S. 39), BJ Flavio Massari / Alamy Stock Foto (S. 40), Ute Huber (S. 43–45), DIALOG Public Relations (S. 48 Mitte)



Mehr als 2.800 Spezialistinnen und Spezialisten im Engineering und in der IT allein in der DACH-CZ-Region



Globales, leistungsstarkes Netzwerk aus qualifizierten Fachkräften an über 120 Standorten in 40 Ländern



Wir sind der Schlüssel zu wegweisenden Projekten und ein wichtiger Treiber für innovative technologische Entwicklungen

Brunel

**Connecting Specialists
to Pioneering Projects**

Brunel



DIALOGPOST
Ein Service der Deutschen Post

ALLEMAGNE Port payé

Brunel GmbH | Franz-Rennefeld-Weg 4 | 40472 Düsseldorf

Brunel GmbH
Franz-Rennefeld-Weg 4
40472 Düsseldorf

T +49 211 695 600-43
brunel.net
spezialist_in.de@brunel.net

6068_03.2024

