



## Warten auf die Spende

**MEDIZINTECHNIK:** Der Mangel an Organspenden setzt die Forschung unter Druck. Noch gelingt es nicht, ganze Organe im Labor zu züchten.

## Segelboot der Superlative



35 000 Stunden Planung und 45 000 Stunden Bau stecken in dem Segelboot. Foto: Ricardo Pinto | Team Malizia

**OCEAN RACE:** Der Hamburger Segler Boris Herrmann und sein Team Malizia erreichten beim diesjährigen Ocean Race Platz drei. Hermanns Einrumpf-Segelboot Malizia Seaexplorer trug zum Erfolg bei. Bei seiner Entwicklung wurden innovative Wege beschritten – so bei der ausgeklügelten Bugform als auch beim geschlossenen Cockpit. Und einen Weltrekord für Einrumpfboote erzielte die Malizia ebenfalls.

8

## ZITAT

„In ihrem Feldzug gegen die Ukraine hat die russische Armee teilweise die gleichen Fehler gemacht wie die Rote Armee im Zweiten Weltkrieg.“

Roman Töppel,  
Historiker, sieht in der Verherrlichung der sowjetischen Kriegsführung einen Grund für die aktuellen russischen Verluste in der Ukraine.

26

VON BETTINA RECKTER

Eike Büdenbender hatte Glück. Ihre Nierenerkrankung hatte sich zugespielt, eine Organtransplantation war unumgänglich – doch es stand kein Spenderorgan zur Verfügung. Da entschied sich ihr Ehemann zu dem entscheidenden Schritt. Frank-Walter Steinmeier, damals Vorsitzender der SPD-Bundestagsfraktion, rettete mit seiner Niere das Leben seiner Frau.

Das war 2010. Heute, 13 Jahre später, sind die Wartelisten auf eine Organspende immer noch lang. Viel zu lang. Rund 8500 Menschen benötigen allein in Deutsch-

land dringend eine Transplantation. Die meisten hoffen wie Büdenbender auf eine Niere. Doch im vergangenen Jahr wurden nach Angaben der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) nur 3372 Organe in Deutschland transplantiert, wobei jedes sechste Organ aus einer Lebendorganspende wie bei Steinmeier stammte.

Weil Spenden ausbleiben, arbeiten Forschende mit Hochdruck an Verfahren wie Stammzelltechnologien, Bioprinting und Tissue-Engineering, um Organersatz quasi im Reagenzglas zu züchten. So entsteht zurzeit an der Uni Stuttgart der kleinste Bio-3D-Drucker der Welt, der verletzte Organe direkt im Körper reparieren soll.

Ein internationales Forschungsteam an den Leibniz Forschungslaboren für Biotechnologie und künstliche Organe (Lebao) der Medizinischen Hochschule Hannover wiederum entwickelt eine Therapie, bei der beschädigtes Gewebe mit Hilfe von biotechnologisch hergestellten Herzmuskelzellen repariert werden soll.

Und an der TU Graz produzieren österreichische Forschende biokompatible Mikrofasern schneller und kostengünstiger als bisher, um die Produktion von Eigenhaut und Organen deutlich zu beschleunigen. Doch Niere, Herz und Lunge aus der Retorte wirklich zum Leben zu erwecken, das gelingt der Forschung noch nicht.

20

## KI-Flüsterin gesucht

**KARRIERE:** Während generative KI wie ChatGPT und Co. Mitarbeitende etlicher Branchen um ihre Jobs fürchten lässt, entstehen gleichzeitig auch vollkommen neue Berufe. Einer davon ist der Prompt Engineer. Es sind Fachkräfte gefragt, die der KI durch geschickte Eingaben die besten Ergebnisse entlocken. Doch wie funktioniert das?

28

**INHALT**



Foto: Matilda Jordanova/Duda

**Turbinen im Rhein 6**

Strömungsturbinen gewinnen Strom, ohne den Flusslauf zu verändern und Schiffen in die Quere zu kommen. Es braucht aber zahlreiche Genehmigungen für jeden Standort.

**China kann mehr als nur Akkus 12**

Anders als beim ersten Versuch vor einigen Jahren überzeugen Autobauer aus China – auch, weil sie klar auf ihre technologischen und produktionstechnischen Stärken setzen.

**Chinarisiken begrenzen 18**

Viele deutsche Unternehmen arbeiten an einer Exit-Strategie für den Fall eines direkten Konflikts mit der Volksrepublik. Wie könnte die aussehen?

**FOKUS:  
Künstliche Organe 20**



Foto: Foto: Karin Kaiser / MHH

Technologien zum Gewebezüchten werden mit Hochdruck entwickelt. Noch aber kann man Niere, Herz und Lunge nicht transplantationsreif herstellen.

**Gehirne von  
Technikern digitalisieren 23**

Das Start-up Findiq will das Wissen von Fachkräften per Knopfdruck verfügbar machen.

**Kultauto entstand in der Scheune 27**

Vor 75 Jahren begründete Porsche mit dem ersten 356 seinen Mythos als Sportwagenmarke.

**Studierende gegen  
Arzneimittelengpass 32**

An der Hochschule Niederrhein wollen Studierende mit ihrer eigens entworfenen Anlage die Abhängigkeit von außereuropäischer Pharmaproduktion eindämmen.

**Aus dem VDI 39**

„Jugend forscht“: Die Bundessiegerinnen in der Kategorie „Originelle Arbeit“ sprechen über ihre Motivation und ihre Arbeit.

**Technik Boulevard 40**

„Made in Germany“ kostet viel Geld – auch bei Bohrern, Zangen & Schraubendrehern. Doch sind die Teile ihren Preis wert?



# Von Neugier getrieben

**PORTRÄT:** Wissenschaft kann unsere Demokratie schützen.  
Davon ist Patrick Cramer, der neue Präsident der Max-Planck-Gesellschaft, überzeugt.

von Bettina Reckter

**F**orschung bringt Innovationen und Technologien hervor. Doch Wissenschaft gibt auch Halt und Orientierung in einer komplexen Welt. Und sie liefert Fakten und ermöglicht evidenzbasierte Entscheidungen. Sie entlarvt Fiktion und fördert Urteilsfähigkeit – die gefährdet sei durch Informationsblasen, Deepfakes und Verschwörungsmythen. „Kurzum: Wissenschaft schützt Demokratie“, sagte Patrick Cramer in Göttingen bei seiner Antrittsrede als neuer Präsident der Max-Planck-Gesellschaft (MPG).

Das ruft Erinnerungen an die Herausforderungen wach, vor denen die Gesellschaft in Zeiten der Corona-Pandemie stand. Wissen und Aufklärung waren damals ebenso wichtig wie die Entwicklung von Medikamenten und Impfstoffen ge-

gen das gefährliche Virus. Der promovierte Biochemiker hat maßgeblich zu all dem beigebracht.

So konnte Cramer die dreidimensionale Struktur eines der größten Enzyms im Zellkern, der RNA-Polymerase, aufklären und jenen Kopiervorgang entschlüsseln, der lebenden Zellen als Bauanleitung für die Produktion von Proteinen dient. Kurz nach Ausbruch der Pandemie machte er mit seiner Gruppe sichtbar, wie Coronaviren ihr Erbgut kopieren. Und es gelang dem Team zu zeigen, wie die Medikamente Remdesivir und Molnupiravir bei einer Coronainfektion in diesen Kopierprozess eingreifen.

„Wer frei denkt, andere begeistert und Neuland betritt, kann transformative Forschungsergebnisse erzielen – und die Welt verändern“, sagt Patrick Cramer, neuer Präsident der Max-Planck-Gesellschaft. Foto: Christoph Mukherjee / Max-Planck-Gesellschaft

Dass Cramer auch Wissenschaftsmanagement kann, hat er längst bewiesen. Erfahrungen sammelte er als Vorsitzender des Rats des EMBL. Von 2001 bis 2014 hatte er eine Professur für Bioche-

mie an der LMU München inne. In dieser Zeit war er unter anderem als Direktor des Genzentrums München, als Dekan der Fakultät für Chemie und Pharmazie und als Baubeauftragter für das Forschungszentrum für Molekulare Biosysteme tätig.

**Nun steht der 54-Jährige an der Spitze einer der Säulen in der deutschen Forschungslandschaft.** Cramer freut sich, nach München zurückzukehren „und meine Erfahrungen aus verschiedenen Wissenschaftssystemen zur Förderung der Spaltenforschung in Deutschland einzusetzen“. Zuvor hat er fast alle Max-Planck-Einrichtungen besucht, um mit eigenen Augen zu sehen, woran die deutsche Forschungselite derzeit arbeitet.

„Diese Reise hat meinen Blick auf die Welt verändert“, sagt er. Die MPG mit ihren derzeit 85 Instituten und Einrichtungen sieht sich selbst als internationales Aushängeschild. Knapp 24 000 Mitarbeitende (Stichtag: 31.12.2021) betreiben Grundlagenforschung in den Natur-, Bio-, Geistes- und Sozialwissenschaften. Sie alle seien getrieben von Neugier. „Wir sind Findende – mehr als Suchende“, meint Cramer.

Und die Statistik gibt ihm Recht. Als Beweis, dass sie Deutschlands erfolgreichste Forschungsorganisation ist, halten die 30 Nobelpreisträgerinnen und Nobelpreisträger her, die die MPG in ihrer 75-jährigen Geschichte hervorgebracht hat. Damit steht sie auf Augenhöhe mit den weltweit angesehensten Forschungsinstitutionen.

**Und was hat sich Cramer vorgenommen**, damit die MPG auch in Zukunft zu den Top-Adressen in der Wissenschaft gehört? „Menschen gewinnen“, sagt er. Forschungspersönlichkeiten, die Originalität, Führungskompetenz und Teamgeist mitbrächten, wolle man vertrauensvoll unterstützen, damit sie mutige Forschungsprojekte verfolgen und bahnbrechende Ergebnisse erzielen können.

„So bereiten wir uns vor – auf eine unbekannte Zukunft.“ Und er wolle die internationale Strategie weiterentwickeln, lege Wert auf Menschenrechte, Wissenschaftsfreiheit und Forschungsintegrität. „Aber bei allen internationalen Begegnungen achten wir auf Augenhöhe und vermeiden den eurozentrischen Blick.“

**Patrick Cramer**

- ist seit 23.06.2023 Präsident der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und seit 2014 Direktor am Max-Planck-Institut für Biophysikalische Chemie in Göttingen,
- war Leiter der Abteilung Biochemie an der LMU München sowie Direktor des Genzentrums München,
- arbeitete am Europäischen Laboratorium für Molekulare Biologie (EMBL) und an der Stanford University, USA.

**DRUCKWELLE**  
Podcast Additive Fertigung  
 INGENIEUR.de

**Additive Fertigung:  
Glas drucken,  
ohne zu sintern**

■ [www.ingenieur.de/podcast](http://www.ingenieur.de/podcast)





# Nauru drängt auf Manganabbau

**ROHSTOFFE:** Ein winziger Inselstaat im Pazifik treibt die Förderung von Manganknollen vom Meeresgrund voran. Bis zum 9. Juli mussten die UN Regeln für den Tiefseebergbau beschließen.

VON HOLGER KROKER

**E**s geschieht selten, dass ein winziges Land den Lauf der Geschichte mitbestimmen kann. Nauru versucht das gerade. Die Zwölftausend-Einwohner-Nation im Pazifik will den Tiefseebergbau in internationalen Gewässern eröffnen und hat die zuständige UN-Behörde in Zugzwang gebracht. Am 9. Juli läuft die Frist ab, Regeln für den Tiefseebergbau zu beschließen. „Nauru als Entwicklungsland ebnet den Weg für andere Entwicklungsländer“, erklärte kürzlich Naurus UN-Botschafterin Margo Deiye.

Es geht um Manganknollen miten im Pazifik, in der Clarion-Clipper-Zone, einem 1,7 Mio. km<sup>2</sup> großen Gebiet zwischen Mexiko und Hawaii. Schätzungen zufolge sollen dort 30 Mrd. t Manganknollen auf dem Meeresboden liegen. Sie sind reich an Mangan, aber auch an Nickel, Kobalt oder Kupfer, dazu noch diverse Anteile anderer Metalle, die für die Dekarbonisierung der Weltwirtschaft begehrt sind. Die Internationale Energieagentur (IEA) hatte 2021 prognostiziert: Bis 2040 könnte die Nachfrage nach Kupfer um mehr als 40 % steigen, die nach Kobalt und Nickel um bis zu 70 %.

**Das Gebiet liegt größtenteils in internationalen Gewässern.** Für den Tiefseeboden dort ist die 1994 gegründete Internationale Meeresbodenbehörde (ISA) in Kingston, Jamaika, zuständig. „Die ISA soll sicherstellen, dass der Meeresboden außerhalb der nationalen Gerichtsbarkeit gemeinsam zum Wohle aller verwaltet wird“, erklärt Michael Lodge, Leiter der UN-Behörde. Sie soll zudem die Erforschung des Tiefseebodens fördern und die wissenschaftlichen Grundlagen für einen umweltschonenden Abbau legen. Beschllossen werden die Richtlinien nach einem komplexen Verfahren letztendlich von der Versammlung der Mitgliedsstaaten. Derzeit sind es 168 – inklusive EU.

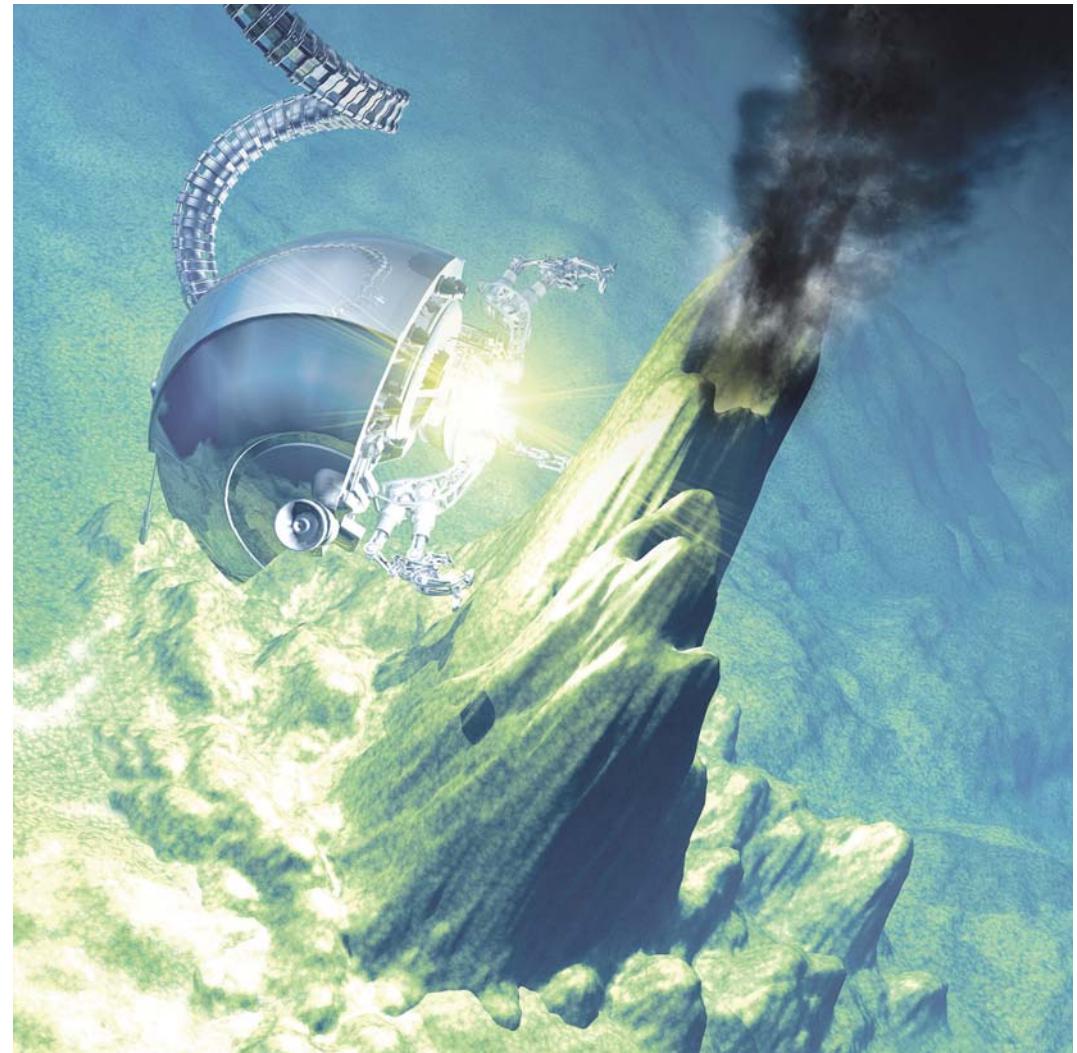
Diese Versammlung setzte Nauru am 9. Juli 2021 unter Druck, als es eine besondere Bestimmung des internationalen Seerechts aktiviert – die sogenannte Zwei-Jahres-Regel: „Wird offiziell angekündigt, dass ein Abbauantrag gestellt werden soll, müssen die Regularien innerhalb von zwei Jahren fertiggestellt werden“, erläutert Carsten Rühlemann

von der Bundesanstalt für die Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) in Hannover. Für Deutschland ist er Mitglied der Rechts- und Fachkommission der UN-Behörde, die einen solchen Abbauantrag entgegennehmen und bewerten müsste. „Diese Regel sollte verhindern, dass einzelne Staaten den Abbau hinauszögern.“

**Doch nun hat Nauru mit ihr einen schwelenden Konflikt aufflammen lassen.** Für die Befürworter des Abbaus sind Manganknollen „Batterien in Steinform“ – der Weg, um die globale Wirtschaft klimaneutral aufzustellen. Gegner sehen darin den Auslöser einer Umweltkatastrophe: Der Abbau könnte ein Artensterben mit nicht absehbaren Folgen auslösen – sowohl für Lebewesen, die in den Schlammweiten des Tiefseebodens auf die Knollen als Lebensraum angewiesen sind, als auch für entferntere Tiefseeökosysteme, die durch das beim Abbau aufgewirbelte Sediment beeinträchtigt oder zerstört werden könnten.

Die BGR hatte vor zwei Jahren mit einem belgischen Unternehmen und mehreren Forschungsinstituten einen Abbauversuch durchgeführt: „Es war ein kleiner Versuch, bei dem sich das Gros des aufgewirbelten Sediments etwa ein bis zwei Kilometer über das Testgebiet hinaus schnell wieder ablagerte. Allerdings wurden die ganz feinen Partikel, die etwa acht Prozent des Plumes ausmachten, weiter weg transportiert“, erläutert BGR-Meeresbiologin Annemiek Vink. Als Plumes bezeichnet man die schmalen Säulen an der Erdoberfläche, an denen Ströme heißen Materials aus dem tiefen Erdmantel aufsteigen. Was mit ihnen passiere, sei nach derzeitigem Forschungsstand unbekannt.

Einen Abbauantrag müsste Nauru in seiner Rolle als Sponsorstaat stellen – sprich, als der Staat, der die Verantwortung übernimmt. Den Abbau selbst wollen das kanadische Unternehmen The Metals Company (TMC) und dessen nauruische Tochterfirma durchführen. Zur Vorbereitung des Antrags hatte TMC jetzt selbst den Abbau getestet. „Wir sind die ersten, die eine voll integrierte Produktion durchgeführt haben, und es hat perfekt funktioniert. Unser Kollektor ist mehr als 80 Kilometer auf dem Meeresboden durch alle Geländeformen gefahren“, so TMC-Chef Gerard Barron zum Test.



**Aus schmalen Säulen** am Meeresgrund steigt heißes Material aus dem tiefen Erdmantel auf. Dort lagern sich Manganknollen ab.

Foto: mauritius images / Science Photo Library

Der grobe Ablauf: An dem hausgroßen Kollektor – einem Roboter, der etwas von einem überdimensionalen Bulldozer hat – stoßen Wasserdüsen horizontale Wasserstrahlen aus. Die wirbeln den Tiefseeschlamm auf und heben die Knollen an, die sich dann ein Sammelpkopf greift. Über eine Steigleitung werden sie auf ein Tiefseebohrschiff gepumpt, dort von Sedimentresten gereinigt und eingelagert. Was noch an Schlamm an den Knollen geklebt hat, wurde bei dem Test in 1200 m Wassertiefe ins Meer geleitet. Gerard Barron: „Wir haben rund 3000 t Knollen auf unser Produktionsschiff gepumpt und an Land gebracht.“

Barron hofft, dass die Abbaubestimmungen bis Jahresende stehen. Denn zum Stichtag der Zwei-Jahres-Regel, dem 9. Juli 2023, tun sie das nicht. BGR-Frau Vink erklärt: „Derzeit fehlen noch wichtige Umweltstandards und Grenz- und Schwellenwerte.“ Doch die Verhandlungen seien sehr aktiv, sagt ISA-Chef Lodge: „Nach 30 Jahren Forschung befinden wir uns jetzt in der Phase, in der wir den Rechtsrahmen fertigstellen. Die Diskussionen kommen meiner Meinung nach sehr gut voran, und die Mitglieder haben sich darauf geeinigt, ihre Arbeit fortzusetzen, um vielleicht noch in diesem Jahr, aber so bald wie möglich, eine Einigung zu erzielen.“

**Kritiker bemängeln: Für Entscheidungen sei es viel zu früh.** Fragen zur Nachhaltigkeit etwa seien einfach nicht zu beantworten, erklärt Antje Boetius, Direktorin des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI). Foto: Karen Hissmann JAGO-Team GEOMAR Kiel (CC-BY 4.0)

winzigen Teil der Tiefsee erforscht.“ Zwar hat die ISA in Zusammenarbeit mit Wissenschaftlern Schutzzonen eingerichtet, in denen es keinen Abbau geben darf. Doch derzeit sind es wohl noch zu wenige und sie wären mit Blick auf potenzielle Abaugebiete nicht optimal verteilt.

Überhaupt sind die Kritiker unzufrieden mit der Internationalen Meeresbodenbehörde. Franziska Brantner, Parlamentarische Staatssekretärin von den Grünen im Wirtschafts- und Klimaschutzministerium, fürchtet, dass die Behörde den Tiefseebergbau eher vorantreibe, als Risiken und Nutzen sorgfältig abzuwägen: „Unserem Eindruck nach hat der Chef dieser Behörde durchaus versucht, die Willensbildung der Mitgliedstaaten in die Richtung zu beeinflussen, dass der Abbau von Rohstoffen in der Tiefsee jetzt auch beginnen kann.“ ISA-Generalsekretär Michael Lodge weist das vehement zurück. Er betont zudem: „Alle Richtlinien und Maßnahmen der Behörde spiegeln den Willen der Mitgliedstaaten wider.“

**Derweil läuft die Positionierung beider Lager.** Befürworter sind neben Nauru u.a. die pazifischen Inselstaaten Tonga, Kiribati und die Cook-Inseln. Sie erhoffen sich einen Aufschwung für ihre Wirtschaft. Zu den Gegnern zählen Staaten derselben Region, etwa Palau, Fidschi, Samoa oder Vanuatu, aber auch Deutschland und Frankreich. Sie fürchten Risiken für Meeresökosysteme und Ernährungssicherheit und fordern ein Moratorium. Doch in nationalen Gewässern können Fakten geschaffen werden – etwa bei den Cook-Inseln: Dort liegen rund 12 Mrd. t Manganknollen. Anfang 2022 vergab das Land Explorationslizenzen: Firmen sollen prüfen, ob in den nächsten fünf Jahren der nachhaltige Bergbau möglich wäre.



**Warnt vor den Umweltgefahren,** die ein unkontrollierter Rohstoffabbau am Meeresgrund für die Tiefseeökosysteme bedeuten könnte:

Antje Boetius, Direktorin des Alfred-Wegener-Instituts, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI).



## 43 Mrd. € für den Aufbau der Chipindustrie in der EU

**ELEKTRONIK:** Der Chipmangel sorgt in vielen Betrieben für Kopfschmerzen. Deswegen sollen Milliarden für deren Herstellung in der EU mobilisiert werden, unter anderem, um unabhängiger vom Chipgiganten China zu werden.

Das EU-Parlament hat daher wie erwartet am Dienstag dieser Woche (11. Juli 2023) den EU Chips Act genehmigt. Eine vergleichbare Regelung gibt es schon in den USA. Durch diese EU-Regelung sollen bis zu 43 Mrd. € für die Halbleiterbranche in der EU mobilisiert werden. Nur rund 10 Mrd. € davon allerdings sollen aus dem EU-Portefeuille und den Haushalten der EU-Mitgliedstaaten kommen. Den Rest soll die Privatwirtschaft beisteuern.

Zum Vergleich: Allein die deutsche Bundesregierung will 10 Mrd. € an Förderung für die Ansiedlung einer Intel-Fab in Mecklenburg-Vorpommern bereitstellen. Mit dem Gesetz will die EU dennoch unter anderem die Produktion von Mikrochips in der EU fördern und so unabhängiger werden.

**EU Chips Act wird in Deutschland begrüßt:** Die CSU-Europaabgeordnete Angelika Niebler bezeichnete das Vorhaben als wichtigen Grundstein für die europäische Halbleiter-

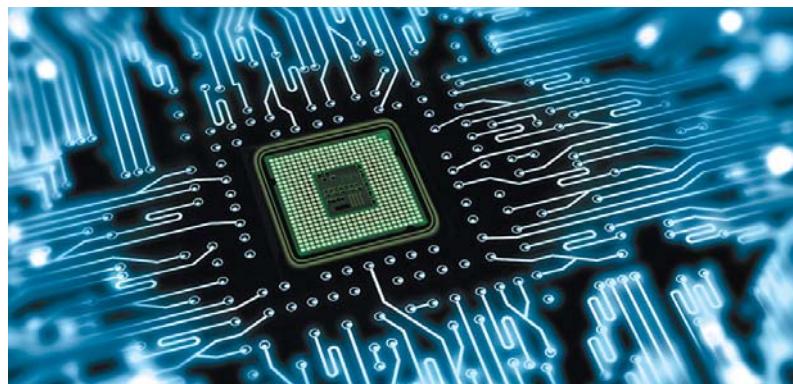


Foto: PantherMedia / ctsb/tb

**Halbleiter:** Da die EU abhängig ist von wenigen Herstellern, vor allem aus China, will sie den Aufbau eigener Fertigung mit dem EU Chips Act fördern.

industrie. Ihre Grünen-Amtskollegin Henrike Hahn betonte: „Neben Megaprojekten werden jetzt auch Start-ups und kleine und mittlere Unternehmen einfacher gefördert und gezielt unterstützt.“ Die EU-Staaten müssen der Einigung noch formell zustimmen. Das gilt aber als Formsache.

Sachsens Wirtschaftsminister Martin Dulig (SPD) begrüßte die Abstimmung. „Der Chips Act stärkt Sachsen als größten Halbleiterstandort in der Europäischen Union.“ Im Freistaat sei ein komplettes Halbleiter-Ökosystem aktiv, das neben großen Herstellern wie Bosch, Infineon und Globalfoundries auch

ein sehr großes Portfolio von Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen aufweise.

Eine schnelle Eindämmung der chinesischen bzw. asiatischen Vormacht ist aber nicht in Sicht. „Unabhängig von Initiativen der US-Regierung und der EU wird die Asien-Pazifik-Region zentral für die Halbleiterindustrie bleiben“, meint Michael Larner, Industrial & Manufacturing Markets Research Director beim Marktforschungsinstitut ABI research. Denn auch China, Taiwan, Japan und Südkorea würden den Bau neuer Fabs mit entsprechenden Programmen anreizen. swe/mit Material von dpa

## Geschäftsklima für Selbstständige weist abwärts

**WIRTSCHAFT:** Keine gute Nachricht für Selbstständige: Das Geschäftsklima für sie hat sich im vergangenen Monat verschlechtert. Das ergibt eine aktuelle Befragung des Wirtschaftsforschungsinstituts Ifo. „Es ist eine Art Dominoeffekt“, sagt Ifo-Expertin Katrin Demmelhuber. „Da vielen Großunternehmen Aufträge fehlen, vergeben sie auch weniger Aufträge an die Selbstständigen.“

Die Sorgen um die weitere Geschäftsentwicklung nahmen laut Ifo in den vergangenen Monaten deutlich zu. Auch mit ihren laufenden Geschäften waren die Selbstständigen demnach unzufrieden. „In der Gesamtwirtschaft zeigten die Indikatoren ebenfalls nach unten, allerdings gilt hier die Geschäftslage insgesamt noch als günstig“, heißt es aus dem Ifo.

Bei den Dienstleistern geben die Erwartungen spürbar nach. Auch die aktuelle Lage beurteilten sie weniger gut. Der Umsatz ging zurück und die Auftragsbestände schrumpften weiter. Unternehmensnahe Dienstleister wie IT- oder Unternehmensberatungen spürten die fehlenden Aufträge aus der Industrie. „Auch viele Privathaushalte halten sich aufgrund der weiterhin hohen Inflation mit Aufträgen zurück“, ergänzt Demmelhuber. Im Einzelhandel hat sich das Geschäftsklima auch stark eingetrübt.

Laut Institut der deutschen Wirtschaft (IW) waren 2021 in rund jedem vierten Unternehmen in Deutschland freie Mitarbeitende, Soloselbstständige oder Angehörige von Fremdfirmen im Rahmen von Dienst- bzw. Werkverträgen tätig. „Die Unternehmen setzen auf freie Mitarbeiter sowie Werkvertragsbeschäftigte aus Fremdfirmen, weil ihr zusätzlicher Personalbedarf zeitlich begrenzt ist, sie diesen mit Fremdpersonal schnell befriedigen können und zudem Zugang zu speziellem Know-how erhalten, das ansonsten in der Belegschaft nicht vorhanden ist“, so das IW noch im April dieses Jahres. ws

## Illegaler Handel mit hochgefährlichen Chemikalien

**CHEMIE:** Wer mit gefährlichen Chemikalien und Pflanzenschutzmitteln über Ländergrenzen hinweg handeln will, muss sich an das Rotterdamer Übereinkommen halten. Es gibt Einfuhrbestimmungen für 54 Substanzen, darunter Quecksilberverbindungen und fünf verschiedene Arten von Asbest.

Nun haben Forschende aus der Schweiz und aus China den weltweiten Handel mit den für Mensch und Umwelt hochgiftigen Verbindungen untersucht - mit einem höchst ernüchternden Ergebnis: Fast die Hälfte des Gesamtvolumens geht illegal über die Grenzen.

**Dabei ist die Verbringung** der gefährlichen Substanzen nicht einmal verboten. Die 165 Vertragsstaaten

dürfen sie aber nur dann untereinander handeln, wenn das Importland der Einfuhr ausdrücklich zu stimmt. Das soll vor allem Entwicklungsländer vor der unkontrollierten Einfuhr der hochgefährlichen Chemikalien schützen. Denn diesen fehlt oft die nötige Infrastruktur, um die Substanzen sicher zu verarbeiten und zu entsorgen.

Insgesamt wurden zwischen 2004 und 2019 weltweit rund 64,5 Mio. t dieser Chemikalien gehandelt - 27,5 Mio. t davon illegal. Sprich: Sie wurden in Länder transportiert, die einen Import ausdrücklich ablehnen. Trotzdem sei das nicht unbedingt illegal, so die Forscher, da die USA selbst das Rotterdamer Übereinkommen gar nicht ratifiziert haben.

„Dieser weit verbreitete illegale Handel ist höchst besorgniserregend. Er untergräbt die weltweiten Bemühungen, uns und unsere Um-

welt vor gefährlichen Chemikalien zu schützen, sagt Zhanyun Wang, Forscher an der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa) in Dübendorf, der die Studie initiiert hat.

**Es könnte nur die Spitze des Eisbergs sein,** denn das Team habe Schmuggel und Schwarzmarkthandel mit den giftigen Substanzen von der Analyse explizit ausgeschlossen. Und noch eine Ausnahme ist zu berücksichtigen: So exportierten die USA rund 4 Mio. t Chemikalien in Länder, die die Einfuhr ablehnen. Trotzdem sei das nicht unbedingt illegal, so die Forscher, da die USA selbst das Rotterdamer Übereinkommen gar nicht ratifiziert haben. Für sie gelten andere Regeln. ber

Noch mehr VDI nachrichten jetzt mit Vn+



Im digitalen Angebot von VDI nachrichten erhalten Sie zusätzliche Informationen und multimediale Beiträge zu den bewährten Artikeln der Print- und E-Paper-Ausgabe. In dieser Woche zählen dazu:

**Stromnetze: Belgischer Betreiber Elia plant Knoten für ein Super-Energiennetz mitten in der Nordsee.** Der Übertragungsnetzbetreiber Elia plant 45 km vor der Küste im Ärmelkanal eine Megaplattform. Dort soll der Strom großer Offshore-Windparks gebündelt und europaweit verteilt werden.

**Dienst nach Vorschrift** hat einen schlechten Ruf. Doch als Quiet Quitting ist es zum Trend geworden. Karriereberaterin Anja Robert von der RWTH Aachen verteidigt das Prinzip: Tatsächlich steigere es die Produktivität.

**In der Schlacht bei Kursk** trafen 1943 rund 12 000 Panzer aufeinander. Der Historiker Roman Töppel erklärt, wie sich die neuen deutschen Panzertypen schlugen und welche Lehren die Konstrukteure zogen.

vdi-nachrichten.com/vn-plus-artikel/



## Kunststoffe CO<sub>2</sub>-neutral 3D-drucken – also mit gutem Gefühl

**ADDITIVE FERTIGUNG:** Jeder Unternehmer, für den das Thema „Nachhaltigkeit“ mehr als ein Feigenblatt ist, fühlt das: Bauchschmerzen, wenn der 25. Fehldruck in der Tonne landet. Und dabei geht es nicht nur um Geld. Es geht um die Lawine von Plastikmüll, die immer schneller um den Erdball rollt. Soll heißen: Augen auf, jetzt!

Für klare Sicht möchte Eos sorgen. Der Druckergigant aus Krailing

bei München hat das - nach eigenen Angaben - erste CO<sub>2</sub>-neutrale Polymer auf den Markt gebracht. Dabei handelt es sich um einen Werkstoff, der aus der Rizinusbohne gewonnen wird: PA 1101.

Ein guter Ansatz - aber weit entfernt davon, klimaneutral zu sein: Die Rohstoffe müssen schließlich um den Globus transportiert werden. Die Antwort von Eos: Investitionen in Klimaschutzprojekte.

Und wie ist es im Metalldruck mit der Nachhaltigkeit bestellt? Hier werden schließlich viele Rohstoffe unter hohem Energieeinsatz verarbeitet ... Die Antwort von Eos: eine Softwarelösung, die den Bedarf an Stützstrukturen deutlich reduziert.

Wie das funktioniert? Und was das Unternehmen ansonsten tut im Hinblick auf Nachhaltigkeit? Dieser gesponserte Podcast gibt Antwort:

■ <https://druckwelle.podigee.io/>



## DIALOG

## Hinweise auf die Risiken fehlen

Karriere Spezial „Verteidigungsindustrie“  
(Nr. 14/23)

**E**Mindestens seit Heraklit (550–480 v. Chr.) wird die Frage diskutiert, ob der Krieg oder der Frieden der Vater aller Dinge ist. In den Beiträgen des Karriere Spezials werden die neuesten Innovationen der Rüstungsindustrie als schöne neue Welt der Hightech-Ingenieurkunst dargestellt, ohne die bei allen Medikamenten erforderlichen Hinweise auf Risiken und Nebenwirkungen. Exemplarisch für diese seien nur genannt: Verlängerung des Krieges und damit mehr Opfer bei dem befreundeten und dem feindlichen Land; Umweltverschmutzung und -zerstörung; Hinauszögern von Friedensverhandlungen, die am Ende eines jeden Krieges stehen; Geld ausgeben, das an anderer Stelle dringend benötigt wird; extremer Lobbyismus. Ich – Jahrgang 1938 – habe das Ende des Zweiten Weltkriegs bewusst erlebt und zwei völlig unterschiedliche Taktiken beobachtet: Frankreich hat sich schnell ergeben und ist deswegen nur wenig zerstört worden; Deutschland hat „bis zur letzten Patrone“ gekämpft und dafür mit der völligen Zerstörung bezahlt.

Reiner Saul, Leonberg-Warmbronn

## Beim Klärschlamm ist der Gesetzgeber gefordert

Grüne Wüste – In Israel werden Äcker mit Abwässern und Klärschlamm versorgt (Nr. 11/23)

**E**eine ergänzende Frage würde mich interessieren: Was ist mit den Spuren von Medikamenten im Abwasser, ebenso von Klein- und Mikroplastik im Klärschlamm? Bei uns in Deutschland zählen Medikamentenreste und Arzneimittelrückstände zu den kritischen Spurenstoffen im Abwasser von Kläranlagen. Im Ablauf der konventionellen Kläranlagen (ohne vierte Reinigungsstufe) werden in der Regel über 100 Arzneimittel gefunden. Beispiele sind Röntgenkontrastmittel, Antibabypille, Diclofenac, Ibuprofen, Metoprolol, Zytostatika usw. So viel ich weiß, gibt es noch keine Grenzwerte für Medikamentenreste im Abwasser. Bei den meisten Kläranlagen fehlt eine vierte Reinigungs-

stufe. Diese wird nicht ergänzt, weil man nicht weiß, wie sie auszulegen ist, da die gesetzlichen Vorgaben fehlen. Hier müsste der Gesetzgeber aktiv werden.

Gerhard Artinger, Bargteheide

## Aussage für die Ewigkeit

„Die Luftwaffe ist sehr gut weggekommen“ – Der Historiker Stephan Lehstaedt über Kriegsverbrechen der Wehrmacht (Nr. 8/23)

**E**Zu dieser leidvollen Thematik zitiere ich den Divisionspfarrer Dr. Rudolf Gschöpf der 45. Infanteriedivision, dessen Buch „Mein Weg mit der 45. Infanterie-Division“ 1955 erschienen war: „Will man den Krieg als solches bekämpfen – und dazu ist und war niemand leidenschaftlicher bereit als jeder, der die Grauen des Krieges wirklich miterleben mußte –, dann darf man nicht beim Soldaten beginnen, sondern bei den Drahtziehern jener hohen Politik, die in letzter Linie Kriege verursachen und auslösen.“

Eckhard Kranz

**„Ein zukunftsfähiges Konzept für digitale Kompetenz sollte so weit wie möglich unabhängig von der Software einzelner Firmen sein.“**

**E**Dieter Dey warnt davor, dass IT-Unternehmen zu starken Einfluss auf die Schülerinnen und Schüler gewinnen

## Arbeitsbeschaffung für Unternehmen

Schule in Schieflage – Die Digitalisierung ermöglicht eine neue Lernkultur (Nr. 10/23)

**E**Mir fehlt die Beschreibung eines ganzheitlichen Konzepts für die Abschaffung von Ursachen der offensichtlichen Schwächen. Der zweite Artikel gibt einen Einblick in die Situation an den Schulen. Es wird eine involvierte Firma nach der anderen zitiert. Der Artikel ist ein Beispiel für die langfristige Geld- und Arbeitsbeschaffung interessierter Fir-

## KONTAKT

- Leider können wir von den Zusendungen nur einen kleinen Teil veröffentlichen. Oft müssen wir kürzen, damit möglichst viele Leser zu Wort kommen.
- Redaktion VDI nachrichten, Postfach 101054, 40001 Düsseldorf,

**E**leserbriefe@vdi-nachrichten.com

Nutzen Sie auch unsere Social-Media-Kanäle:

**X**xing.com/pages/vdinachrichten-com

**F**facebook.com/VDInachrichten

**T**twitter.com/vdinachrichten

**L**linkedin.com/company/vdi-nachrichten

men; ohne das Basisproblem, eine inhaltliche digitale Kompetenz der Schüler, zu lösen. Die positive Darstellung eines iPads, welches mit weit verbreiteten Rechner- und Softwaresystemen bewusst nicht kompatibel konzipiert ist, zeigt die Sackgasse der aktuellen umsatzorientierten digitalen schulischen Bildung auf. Ein zukunftsfähiges Konzept für digitale Kompetenz sollte so weit wie möglich unabhängig von der Soft- und Hardware einzelner Firmen sein.

Dieter Dey

## Smartphones mit Update-Garantie

eID ersetzt die Versichertenkarte – Bei der Einführung der Gesundheits-ID sind noch Sicherheitsanforderungen umzusetzen (Nr. 10/23)

**E**Sie berichten über den zukünftigen Einsatz von Smartphones im Gesundheitswesen. Hier sollte auch auf das Thema Nachhaltigkeit eingegangen werden. Ich kann schon seit Jahren nicht mehr auf meine elektronische Patientenakte zugreifen, da mein Samsung S7 (2016 auf den Markt gekommen) als veraltet gilt. Wenn man sich, um diese Funktion nutzen zu können, alle vier bis fünf Jahre ein neues Smartphone kaufen muss, ist dies alles andere als nachhaltig. Hier muss die Forderung lauten, dass in Europa nur noch Smartphones mit der Garantie auf Updates für mindestens zehn Jahre verkauft werden dürfen.

Edmund Dörrhöfer

## News-Alert VDI nachrichten digital – ein Muss für alle Ingenieur\*innen!



JETZT  
KOSTENFREI  
ANMELDEN!  
!

Seien Sie immer auf dem neuesten Stand, sichern Sie sich jetzt die wichtigsten Infos aus der Welt der Technik: Der News-Alert VDI nachrichten digital liefert Ihnen zuverlässig im wöchentlichen Überblick alles, was Sie wissen müssen.

- Die wichtigsten VDI nachrichten-Beiträge immer dienstags
- Schnell, direkt und kostenfrei per E-Mail
- Für Abonnent\*innen und Mitglieder voller Zugriff auf alle Vn+-Artikel

Einfach QR-Code scannen und registrieren!



Für VDI-Mitglieder: [vdi.de/vnplus](http://vdi.de/vnplus)

Für Abonnent\*innen: [vdi-nachrichten.com/plus](http://vdi-nachrichten.com/plus)

# VDI nachrichten

TECHNIK IN SZENE GESETZT.



# Ein Schwarm Turbinen im Rhein

**WASSERKRAFT:** Strömungsturbinen gewinnen Strom, ohne den Flusslauf zu verändern und Schiffen in die Quere zu kommen. Jeder Standort braucht aber eine Potenzialanalyse und zahlreiche Genehmigungen.

von MATILDA JORDANOVA-DUDA

**E**in Hotelschiff gleitet vorbei. „Um 12 Uhr sind sie bei der Loreley, um 15 Uhr kommen sie zurück.“ Norbert Burkart kennt die Fahrpläne praktisch auswendig. Schließlich guckt er oft genug auf den Rhein. Ob aber umgekehrt die Schiffspassagiere, bei Kaiserwetter auf dem Weg zum berühmten Felsen, den gelben „Torpedo“ bemerken, der wenige Meter abseits der Fahrrinne im Wasser dümpelt? Wenn nicht, entgeht ihnen ein Blick auf eine neue Form der Kleinwasserkraft: eine Strömungsturbine.

Der gelbe „Torpedo“ in einem Seitenarm bei St. Goar, Kilometerstein 560, gewinnt Strom aus der kinetischen Energie des Flusses, ohne ein künstlich erzeugtes Gefälle. Seit Oktober 2022 ist die Strom-Boje namens Powerfluxx nach jahrelangen Tests im Regelbetrieb, so Norbert Burkart, Mitgründer und Geschäftsführer der Betreibergesellschaft MittelrheinStrom 560.

Hinter der Turbine wirbelt die Strömung in kleinen Wellen. Ein Schwan lässt sich davon nicht beirren, auch eine Entenfamilie macht einen Ausflug im ruhigen Gewässer, das für Schiffe und Motorboote gesperrt ist. Sieben Markierungen zeugen, wo Verankerungen für weitere Powerfluxe bereitstehen. Das Ganze erinnert an einen Vogelschwarm auf dem Flug in den Süden. Kein Zufall: „Wir haben sie in einer V-Formation angeordnet, um die seitlichen Verwirbelungen optimal auszunutzen“, erklärt Burkart.

**Geplant sind 16 Kleinstkraftwerke – und sie sind sogar fix und fertig genehmigt.** Und das heißt: Hochwasserschutz, Weltkulturerbe-Status, Uferbereiche unter Naturschutz, Durchgängigkeit für Wanderfische und der absolute Vorrang der internationalen Schifffahrt werden nicht beeinträchtigt. Zusammen würde der ganze Schwarm zwar nur soviel Strom produzieren wie ein einzelnes 3-MW-Windrad, dafür täte er es aber einigermaßen beständig und berechenbar. Für Weltkulturerbe-Regionen wie die Wachau und den Mittelrhein mit ihren malerischen Kirchen, Klöstern



**Die erste Turbine**

tummelt sich bereits in einem Seitenarm des Rheins bei St. Goar. Auch die Markierungen für den künftigen Bojenpark sind bereits im Wasser zu erkennen.

Foto: Matilda Jordanova-Duda

und Burgen sind solche Strömungsturbinen oft die einzige Chance, erneuerbare Energie zu gewinnen. Windräder wie auch Staudämme, Wehre und Fischtreppen sind hier undenkbar.

Zwischen Bingen und Bonn fließt der Rhein am schnellsten: optimal für eine Turbine, bei der 10 % mehr Tempo nach Herstellerangaben den Ertrag um ein Drittel erhöhen. Burkart holt weit aus, um die Entstehung des Strombojen-Parks zu schildern. Die Idee geht zurück auf die Kornmühlen, die einst auf dem Wasser schwammen. Ein fest installiertes Wasserrad wurde von der Kraft der freien Strömung angetrieben. Solche Mühlen waren am Rhein bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts im Betrieb, sagt Burkart, der aus Faszination für die alte Technik sogar einen Müllerkurs mitgemacht hat. Die Rekonstruktion einer historischen Schiffsmühle bei Mainz war für den Betriebswirt der Anlass, sich 2011 nach dem aktuellen

Stand der Wasserkraftnutzung umzusehen und eine Erfahrung aus Österreich zu entdecken.

Die Firma Aqua Libre hatte 2006 ihren Prototyp einer Strömungsturbine in der Wachau auf dem Grund der Donau verankert. Mittlerweile gibt es bereits die dritte, verbesserte Variante in verschiedenen Größen für unterschiedliche Flüsse und Bäche. An einem Schwimmkörper sind ein zweiflügeliger, langsam drehender Rotor und ein drehzahlvariabler Generator befestigt. Ein Rechen aus Stahlseilen mit Kunststoffummantelung schützt einerseits die Komponenten vor Treibgut und andererseits Fische und Wassersportler vor dem Rotor. Die größte Strom-Boje liefert nach Angaben des Herstellers je nach Standort bis zu 300 MWh im Jahr. Damit kann sie bis zu 100 Haushalte versorgen. Eine Mindesttiefe von 2 m bis 3 m und eine durchschnittliche Strömungsgeschwindigkeit von mindestens 2 m/s sind für den Betrieb erforderlich.

**An einer langen Kette hängend richtet die Boje** sich selbstständig in der stärksten Strömung ein und taucht bei Hochwasser ab, um sich gegen das Treibgut zu schützen. Laut Aqua Libre habe sie sogar das Donau-Jahrhunderthochwasser von 2013 erfolgreich gemeistert und dabei noch Strom produziert während konventionelle Wasserkraftwerke abgeschaltet wurden. In den letzten Jahren ist jedoch eher Niedrigwasser das Problem. Als im letzten Sommer der Rhein fast trocken gefallen war, habe seine Boje trotzdem noch geliefert – natürlich bei verminderter Leistung, erzählt Burkart. Sie sitze dann auf Kufen: Das schütze sie vor dem durchschießenden Geröll.

Der Geschäftsführer von MittelrheinStrom tingelt viel durch die Region, um Politikern und Energiegenossenschaften das Projekt vorzustellen. Die Frage nach den Fischen ist eine, die immer kommt. Ein Gutachten mit Video-monitoring wies nach, dass der Rotor mit seiner geringen Umdrehungszahl keine Fische schreddere. Sie spürten wohl die Vibratoren und mieden die Turbine, meint Burkart. Monatlang habe nur ein einziger Fisch in die Kamera geguckt.



Als Aqua Libre sich 2017 zur internationalen Vermarktung der Turbine entschloss, waren die 21 Kommanditisten von MittelrheinStrom die ersten, die die Hand hoben. „Alles Leute aus der Region, die ein Interesse an erneuerbaren Energien haben und bereit sind, das Risiko zu tragen“, sagt Burkart. Weil keine Bank ein derart neuartiges Projekt finanzieren wollte, legten sie selbst knapp 1 Mio. € zusammen. Und weil sich kein fertiges Arbeits- und Wartungsschiff für ihre Zwecke fand, bauten sie sich selbst eines in der Schlosserei eines der Geschäftsführer.

Der blau-grüne Katamaran „Current Worker“ ist so kompakt, dass er im Seitenarm auf engem Raum lavieren kann. Mit ihm wurden die Bohrverankerungen im Boden gemacht, zum Einsatz kommt er auch bei Wartungsarbeiten. Das Spezialschiff fährt über die Boje und hebt die gut 9 t schwere Maschine mit Kränen zwischen den Rümpfen heraus.

**Der Hersteller steuert die Turbine fern** und die Erfahrungen der Rheinländer fließen in ihre Optimierung mit ein. Alles andere erledigen die Mitglieder der Betreibergesellschaft selbst: Sie lesen regelmäßig die Werte ab, mähen das Gras am Ufer und machen die kleineren Instandhaltungsarbeiten. „Bisher mussten wir einzig das Grünzeug abmachen, das sich um die Streben wickelt“, erzählt Burkart. „Inzwischen sind wir so darauf getrimmt, dass wir es in maximal zwei Stunden schaffen.“

Um den Strom aus Wasserkraft ins öffentliche Netz einspeisen zu können, hat die Kommanditgesellschaft auch eine Übergabestation am Jachthafen gebaut und 2 km Kabel und Glasfaser für die schnelle Datenkommunikation zwischen dem Bojenpark, dem Steuerstand am Ufer und der Station verlegt. „Wer einspeisen will, hat Aufwand ohne Ende!“, schimpft Burkart auf das EEG, das zwar die Vergütung, nicht aber den Netzzugang für erneuerbare Energien regelt. Man hatte aber keine andere Wahl, weil drumherum nur Wohnbebauung sei. Mit einem Industriebetrieb in der Nähe als Direktabnehmer wäre das anders.

Bei dem einen Standort muss es nicht bleiben: In einem gemeinsamen Forschungsprojekt mit der Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) Saar sucht MittelrheinStrom nach weiteren Stellen, wo die Strömung stark und die Bodenbeschaffenheit passend ist. Interessenten für neue Bojenparks gebe es. „Unser Schiff will schließlich auch beschäftigt werden.“ Dann bekommt Burkart plötzlich eine Mitteilung von Aqua Libre aufs Handy: Ein Ast oder Ähnliches hat sich in den Streben verfangen und verhindert die Stromausbeute. „Das heißt, wir müssen bald wieder mit dem Katamaran rausrücken.“

„Die Technologie der Strömungsturbine gibt es schon seit etlichen Jahren, aber die Projekte kommen bisher nicht in Gang“, bedauert Stephan Theobald, Wasserbau-Ingenieur an der Uni Kassel. Ihre Leistung sei zwar durch die Gesetze der Physik begrenzt. Dennoch könne man derzeit auf keine einzige erneuerbare Kilowattstunde verzichten, man brauche Ökostrom aus allen Quellen. Die dezentralen Mini-Kraftwerke würden die Netze stabilisieren und Insellösungen ermöglichen. Die Idee, Strom aus dem Strom zu gewinnen, reizt deswegen immer wieder Start-ups, die die Physik austricksen wollen.

In der Strömungsrinne des Wasserlabors der TH Köln in Deutz liegen an einer Seite jede Menge Steine. Ein großer Haufen, der allmählich abflacht. In dieser Rinne, die den Rhein und seine Böschungen nachahmt, testete das TH-Spin-off RheinSharing seine selbst entwickelte Strömungsturbine. Die Studierenden ließen zwei Wochen lang verschiedene geformte Modelle am steilen Ufer, am flachen Strand und näher zur Mitte ins Wasser. Mal tauchten sie ovale Modelle hin ein, mal viereckige mit abgerundeten Kanten oder Jojos mit einer Wespentaille und unterschiedlich großen Öffnungen. Den Effekt der Form auf die Stromausbeute untersuchte Fahrzeugtechniker Marcel Heilich in seiner Masterarbeit.



**Norbert Burkart**, Chef von MittelrheinStrom 560, liest Werte an der Übergabestation ab. Wegen der Hochwassergefahr ist sie hochgelegt. Foto: M. Jordanova-Duda



**Felix Roder (li.) und Marcel Heilich**, die Gründer des Spin-offs RheinSharing, mit ihrem Prototyp im Wasserlabor der TH Köln. Die spätere Turbine wird etwa dreimal größer. Foto: Matilda Jordanova-Duda



**Strömungsrinne im Kölner Wasserlabor:** Hier untersucht Gründer Marcel Heilich, wie die Form der Turbine die Geschwindigkeit der durchrauschenden Strömung beeinflusst. Foto: RheinSharing

Herausgekommen ist eine Art umgekippte Vase mit Sockel. In der Engstelle sitzt das Laufrad. Die Durchlassverringerung beschleunigt das durchrauschende Wasser zusätzlich, sagt Heilich: „Mit dieser zweifach gekrümmten Düsenform schaffen wir es, die Geschwindigkeit der Strömung nahezu zu verdoppeln! Die Geschwindigkeit ist der Faktor, der hoch 3 in die Leistung reingeht.“

Während also die Powerfluxx wie ein gestrandeter Hai im Fluss dümpelt, hat der RheinSharing-Prototyp nichts Fischförmiges. Diese Turbine für die Ballungsräume soll eines Tages dicht am Ufer liegen: Da ist die Strömung in der Regel langsamer. Aufschüttungen, Unebenheiten im Boden und vorbeifahrende Schiffe bilden Strudel. „Mit unserer Form gelingt es uns auch, die Turbulenzen nahezu auszumerzen: Das Strömungsverhalten wird deutlich laminarer“, verspricht RheinSharing.

**Der Prototyp aus Glasfaser ist zehnmal so groß wie die Mini-Modelle in der Strömungsrinne.** Er wartet nun im Labor der Hochschule auf seinen Einsatz im richtigen Gewässer, daneben sein Stahlkäfig, mit dem er am Forschungsschiff der Uni Köln befestigt werden soll. Bis zu einem halben Jahr will RheinSharing an der „Rheinstation“ in Marienburg testen, wie sich die Turbine bei unterschiedlichen Rheinpegeln und mit unterschiedlichen Rotorblättern verhält. Langzeittests sollen zeigen, was an Wartungsarbeiten anfällt.

„Bei Vollauslastung werden wir mit dem Prototypen 4,3 kW Leistung abgreifen: Das reicht, um sechs bis acht E-Bikes pro Stunde zu laden“, sagen Heilich und sein Mitgründer Felix Roder. Warum RheinSharing die Stromausbeute in E-Bikes-Ladungen misst, erklärt sich aus der Geschichte des Start-ups. Entstanden ist es aus dem Lehrforschungsmodul „Smart Mobility Challenge“, bei dem die Fahrzeugtechniker und die Architekten der TH Köln gemeinsam an der Zukunft der Mobilität forschen.

Die zwei Fahrzeugtechniker und vier angehenden Architektinnen und Architekten im Gründungsteam hatten eine Mobilitätsstation für den Kölner Rheinauhafen entworfen. In der hippen Gegend mit den markanten Kranbauten sollte ein Pavillon aus nachhaltigen Materialien Ladestationen für E-Fahrzeuge beherbergen, gespeist aus einer Turbine direkt drunter. Der Entwurf fand zwar kein Interesse bei den lokalen Behörden, wohl aber beim Sponsor der „Smart Mobility Challenge“: Ford. Der Kölner Autohersteller unterzeichnete 2021 eine Kooperationsvereinbarung mit dem Team. Das Start-up führte bereits eine Machbarkeitsstudie am Werksgelände in Köln-Niehl durch, das direkt am Rhein liegt, und zeigte, wie E-Bikes und E-Autos der Mitarbeitenden und Besucher mit Wasserkraft tanken können.

**Je kürzer die Wege zwischen Erzeugung und Verbrauch, desto besser**, so der Gedanke dahinter. „Ins Netz speisen wollen wir nicht, weil man dafür praktisch kein Geld bekommt“, sagt Roder, „und Strom kilometerweit zu leiten, bringt nur Verluste.“ Mit unterschiedlich großen Ausführungen möchte das Start-up ein Portfolio aufbauen, in dem sich für möglichst viele Kunden und Einsatzorte das Passende findet. Kleinere Turbinen könnten an Flößen oder Schiffen montiert, größere Ausführungen unter Wasser an Dalben, also an in den Untergrund eingerammten Pfählen festgemacht werden. Kommunen, Hotels, Wassersportvereine, Schiffsanlegestellen wie auch Hausbootbesitzer könnten so ihren eigenen Strom produzieren beziehungsweise müssten bei einem Blackout nicht im Dunkeln sitzen.

„Wir wurden schon mehrmals von privaten und gewerblichen Interessierten angefragt. Preise können wir noch nicht nennen, aber der Kauf soll sich in weniger als zehn Jahren für den Kunden amortisieren. Jeder Standort ist anders, deshalb machen wir eine Potenzialanalyse vor Ort“, schildern Roder und Heilich die Geschäftsidee. Denkbar seien auch Leasing oder Stromverkauf. Die TH-Ausgründung finanziert sich gegenwärtig über regionale Förderprogramme und sucht Partner für die künftige Serienproduktion.



## KOMMENTAR

## Igel vor Robotern schützen!

Igel zählen zu den ältesten Säugetieren auf dieser Erde. Es gibt sie seit stolzen 60 Mio. Jahren. Offenbar sind sie anpassungsfähig und hart im Nehmen...

Doch jetzt kommen sie an ihre Grenzen: Schon in mehreren deutschen Bundesländern stehen die kleinen Stachelritter auf der „Roten Liste der gefährdeten Arten“. Schuld daran: der Mensch. Er raubt den putzigen Räubern jede Existenzgrundlage: Der Einsatz von Insektiziden nimmt den Igeln das Futter, der Klimawandel nimmt ihnen das Wasser, der Ordnungswahn in Parks und Gärten nimmt ihnen die Behausung.



**Stefan Asche,**  
**Redakteur**, fordert ein nächtliches Fahrverbot für Rasenmähroboter.

Foto: Frank Vinken

Wenn die kurzbeinigen Tiere dann verzweifelt die Flucht antreten, verheddern sie sich in Maschendrahtzäunen oder kommen auf den Straßen unter die Räder. Das alles ist schlimm...

Am schlimmsten aber sind Rasenmähroboter – jedenfalls dann, wenn sie bei Dunkelheit losgelassen werden. Dann schredern sie die nachtaktiven Igel – auch wenn die Hersteller etwas anderes behaupten.

Hintergrund: Igel flüchten nicht. Sie rollen sich bei Gefahr ein und bleiben an Ort und Stelle liegen. Genug Zeit also für den Roboter, wieder und wieder gegen das Tier zu scheppern – bis die blutigen Fetzen fliegen.

Klingt nach Horror? Das ist es! Der Autor dieses Kommentars hat es selbst mehrfach sehen müssen. Zuletzt fand er einen Igel, bei dem ein Viertel des Kopfes fehlte – mit freier Sicht auf das Gehirn. Und das Tier lebte noch! Solche Qualen mag man sich nicht ausmalen. Ein Tierarzt hat sie beendet.

Was denken sich die Betreiber der Roboter dabei? Offenbar gar nichts! Wahrscheinlich ist ihnen der Anblick ihres „Robbies“ bei Tage ein Dorn im Auge. Dann sei ihnen gesagt: Ein rasierklingenscharfes Messer im selben Organ ist deutlich schlimmer!

Oder stört sie vielleicht das surrende Geräusch des Roboters? Dann sollen sie sich doch ihre Ohren abschneiden! (Das macht ihr ach so praktisches Helferlein schließlich auch bei den Igeln...)

Ehrenamtliche Igelretter melden landauf, landab Rekordwerte bei den Patientenzugängen. Viele haben gar einen Aufnahmestopp verhängen müssen. Und die Dunkelziffer der verletzten Tiere ist riesig. Denn Igel sterben stumm. Wenn zwei Beine fehlen, schleppen sie sich noch unter Hecken, um dort elendig zu verrecken.

■ sasche@vdi-nachrichten.com

# Innovationen unter(m) Segel



**SEGELBOOTE:** Beim „Ocean Race“ haben der Hamburger Segler Boris Herrmann und sein Team Malizia gezeigt, welche Leistungsfähigkeit in einem innovativen Design für Einrumpf-Segelboote steckt.



VON WOLFGANG HEUMER

**S**ein 1973 treten die besten Seglerteams der Welt alle vier (seit 2006 alle drei) Jahre zum Rennen um den Globus gegeneinander an. In den ersten, von einer britischen Brauerei gesponserten Races gingen Boote unterschiedlicher Größe und Vermessung an den Start; der Sieg wurde nach berechneter Zeit vergeben. Für die aktuelle Ausgabe, die im Januar in Alicante startete, folgten fünf teilnehmende Schiffe dem Open-60-Regelwerk der Einrumpf-Klassenvereinigung Imoca (International Monohull Open Class Association). In erster Linie sind dort nur Maximalwerte geregelt:

- Die Rumpflänge darf 18,28 m (60 Fuß) und die Länge über alles 20,12 m nicht überschreiten.
- Der Mast muss ein Serienbau aus Carbon sein und darf nicht höher als 29 m über der Wasserlinie aufragen.
- Der Kiel muss an einer standardisierten Finne aus Edelstahl hängen und darf maximal 4,50 m tief ins Wasser eintauchen.
- Am Rumpf sind unter Wasser höchstens fünf Anbauten (zwei Ruderblätter, ein Kiel, zwei Foils) erlaubt.

In dem Rennboot stecken 35 000 Stunden Planung und 45 000 Stunden Bau. Unter den fünf Booten des diesjährigen Ocean Race gilt Boris Herrmanns Malizia Seaexplorer als die innovativste Entwicklung. Auffallend ist das lange Vorschiff mit dem runden Löffelbug, das erst knapp 3,5 m hinter der

Bugspitze das Wasser berührt und so die Wasserlinienlänge auf 14,90 m verkürzt. Selbst wenn das Boot nicht auf seinen Foils (Tragflächen) zu „fliegen“ beginnt, verrinert dieses Design den bremsenden Wasserwiderstand. Zugleich ist das Vorschiff der Malizia vergleichsweise breit und flach – das Boot soll Wellen einfach „platt fahren“, anstatt sich in ihnen festzurennen.

**Auf dem Atlantik setzte die Malizia Seaexplorer zum Höhenflug an:  
641,13 sm  
(Seemeilen) legte das Schiff innerhalb von 24 h zurück.**

Das zweite besondere Merkmal der Malizia Seaexplorer ist der geschlossene Aufbau. Während der Vendée Globe hatte sich Boris Herrmann auf dem Vorgängermodell buchstäblich dem Kampf mit den Elementen gestellt. Bei Wind und Wellen rauschte das Wasser über das Deck bis ins offene Cockpit. Abgesehen von den ständigen Duschen kostete dies den damals allein segelnden Skipper jede Menge Zeit und Kraft – schon allein für das ständige An- und Ausziehen der notwendigen Sicherheitskleidung.

Für sein neues Schiff entschied sich Herrmann deshalb für ein geschlossenes Cockpit – seine vier Mitsegler und er konnten das gesamte Schiff von dort aus bedienen. Sämtliche Schoten, Fallen, Reff- und Trimmleinen – Gesamtlänge 3,5 km – wurden unter Deck in der „Kommandozentrale“ zusammengeführt. Dort stehen vier große Harken-Air-300-Winschen, die per zentraler Handkurbel – im Jargon Kaffeemühle (Coffeegrinder) genannt – für 53 verschiedene „Leinen“ genutzt werden können. Damit die jeweils Wachhabenden das Geschehen um sie herum bestens verfolgen können, ist der Aufbau mit zahlreichen Fenstern sowie zwei gläsernen Kuppeln für den Rundumblick über Deck und See ausgestattet.

**Der Clou des geschlossenen Cockpits ist seine Form.** Falls ein Boot wie die Malizia kentert, muss es sich von allein wieder aufrichten können. Klassischerweise sorgt das Gewicht der „Bleibombe“ am unteren Ende des Kiels für das aufrichtende Moment mit dem Nachteil, dass das gesamte Fahrzeug entsprechend schwer wird. Boris Herrmann konnte das Kielgewicht mit 2,2 t durch einen Trick vergleichsweise klein halten: Er verstärkte die Auftriebskraft des geschlossenen Aufbaus durch seine Form – das Deckshaus wird zum Dach hin größer und würde so im Ernstfall das Wiederaufrichten des Bootes verstärken.

Wie die anderen teilnehmenden Boote wurde auch das Schiff des Hamburgers einem 90°-Krängungstest unterzogen. Der über fast



**35 000 Stunden Planung und  
45 000 Stunden Bau** stecken in dem Rennboot Malizia Seaexplorer, das beim diesjährigen Ocean Race als die innovativste Entwicklung gilt.

Foto: Ricardo Pinto / Team Malizia

60 000 km währende Kampf mit den Elementen stellt höchste Anforderungen an das für den Bootsbau eingesetzte Material und die Gesamtkonstruktion. Der Serienmast bereitete dem Team gleich zu Beginn Sorgen: Wie bei einigen der anderen Schiffen auch bekam er unterhalb des Kopfbeschlags einen Riss, sodass die Crew während der laufenden Fahrt aufenttern und den Riss mitten auf dem Atlantik reparieren musste.

Der Rumpf war deutlich stabiler. Boris Herrmann hatte ganz klassisch in engem Abstand Spanten, Stringer und Schotten verbauen lassen, die der Leichtbaustruktur aus Carbon zusätzliche Festigkeit verliehen. Um sicher zu gehen und eventuelle Schäden rechtzeitig erkennen zu können, wurden im gesamten Rumpf Dutzende Dehnungssensoren verbaut, die Materialverformungen registrierten und bei bestimmten Grenzwerten Alarm gaben.

**Das Boot führte 1200 l Ballastwasser mit**, das je nach Trimmbedarf in drei in mehrere Sektionen unterteilten Tanks hin und her gepumpt werden konnte. Insgesamt zählte die Malizia mit einem Gesamtgewicht von 9,9 t zu den eher schweren Booten im Ocean Race.

Im Vergleich zu den wirkenden Kräften ist das Schiff aber ein Leichtgewicht: Der Mast lastet bei

vollen Segeln mit bis zu 52 t Druck auf dem Deck, die oberen Lager der Foils mussten 26 t Druck auffangen.

Die Foils – also die gewölbten Tragflügel unter der Oberfläche des Wassers – waren gleich zu Beginn das größte Sorgenkind: Aufgrund von Delaminierungen waren sie bereits auf der ersten Etappe so schwer beschädigt worden, dass das Team von den Kanarischen Inseln nach Kapstadt nur sehr langsam segeln konnte. Dort wurden eilends herbeigeschaffte Foils eines anderen Bootes eingebaut – sie zeigten nach kurzer Zeit zwar auch Risse, hielten dann aber allen weiteren Belastungen stand.

Mit dem Bau der Decksform beauftragte das Team Malizia die Firma Schütz in Selters im Westerwald. Dass sich Teamchefin Holly Cova an die Composite-Spezialisten wandte, lag sicherlich nicht nur daran, dass das Unternehmen auf Carbonfaserkomponenten für die Luftfahrtindustrie spezialisiert ist. Vielmehr war Unternehmensgründer Udo Schütz selbst erfolgreicher Hochseesegler (1993 gewann er mit seiner Jacht Container den Admiral's Cup) und einer der Pioniere für den Einsatz von Carbon im Segelsport.

Die Carbon-Spezialisten aus dem Westerwald setzten die Pläne des französischen Designteams zunächst in eine Form aus gefrästen Styroporblöcken um, die sie mit Epoxidharz und Glasfasergewebe vakuumdicht beschichteten. Nachdem die Rohform mit Epoxidharzpasta versehen und danach in die finale Geometrie gebracht worden war, wurde das Modell mit Carbonfasergelegen belegt und im darauf folgenden Vakuuminfusionsverfahren mit Harz getränkt.

**Hierfür mussten die Prozessingenieure** eine spezifische Infusionsstrategie entwickeln, um eine gleichmäßige Verteilung des Harzes und eine vollständige Tränkung der Fasern zu erreichen. Etwa vierthalb Stunden dauert dieser Prozess, dann musste die etwa 8 mm starke Carbondecke in einer eigens in der Halle aufgestellten Temperkammer aushärten. Anschließend wurden zur Erhöhung der Festigkeit Längsversteifungen (Stringer) auflaminiert und auf der Rückseite eine Stahlverstärkung angebracht.

Welche Bedeutung die Struktur von Rumpf und Deck für den Erfolg der Malizia hat, lässt sich an einem besonderen Umstand ablesen: Das Team Malizia hat zwar ein Video mit

einer detaillierten Führung durch das Boot ins Internet gestellt, aber die Einblicke in Details der inneren Struktur wurden optisch verschleiert – sie könnten den Wettbewerbern Hinweise auf das Erfolgsrezept des innovativen Schiffes liefern.

Die Schütz-Experten gehen davon aus, dass ihr Beitrag zum Erfolg Herrmanns beim Ocean Race Konsequenzen für sie haben kann – im positiven Sinne. Sie richten sich darauf ein, neue Foils für die Malizia zu bauen. Um die stark gebogenen „Flügel“ fertigen zu können, schaffte Schütz einen größeren gasdicht verschließbaren Druckbehälter (Autoklav) an. Der kann mit 10 m Länge und 4,5 m Durchmesser einen ganzen aus Carbonfaser-Prepregs laminierten Foil aufnehmen kann. Prepregs steht für „preimpregnated fibers“ – textile Faserhalzeuge, die mit speziellen Reaktionsharzen vorimprägniert werden, aus denen die Bauteile gefertigt werden.

**Eine besondere Rolle hatte der „eiserne Steuermann“** in dem Rennen. Auf 99 % der gesamten Strecke hielt ein ausgeklügelter Autopilot die Malizia auf Kurs. Dessen Rechner verarbeitete die mithilfe von 300 Sensoren gesammelten Daten zum Beispiel über Wind und Wellen, die eigene Geschwindigkeit sowie Wetterprognosen und zahllose weitere Informationen zu einem Idealkurs, den die Mechanik der Steuerung schneller und präziser umsetzen konnte als jeder Mensch.

Bei aller Technik – die herausragende Leistung des Teams Malizia war letztlich ein Verdienst des großen seglerischen Könnens von Rosalinde Kuiper, Will Harris, Nicolas Lunven, Antoine Auriol und Boris Herrmann. Ausgerechnet an Herrmanns 42. Geburtstag stellten sie es besonders unter Beweis. Angetrieben von seitlichem Wind mit 23 kn bis 25 kn setzte die Malizia bei flachen Wellen mitten auf dem Atlantik zum Höhenflug an: 641,13 sm (Seemeilen) legte das Schiff in 24 h zurück. Das entspricht einem Durchschnittstempo von 26,7 kn (49,4 km/h) – so schnell ist noch nie ein Einrumpfboot gesegelt.

Nach dem Rennen ist vor dem Rennen: Beispielsweise geht es im November beim Transat Jacques Vabre wieder über den Atlantik. Im November 2024 startet dann die Vendée Globe. Dort wird Boris Herrmann rund 80 Tage lang auf sich allein gestellt sein – und der Technik seines Bootes vertrauen müssen.



**Beim 90°-Krängungstest** musste die Malizia unter Beweis stellen, dass sich das Boot im Falle des Kenterns von alleine wieder aufrichten kann. Foto: Team Malizia

# Notruf von der Hafenkante

von WOLFGANG HEUMER

**SCHIFFBAU:** Während sich die Schiffbauer an der Küste Sorgen um ihre Zukunft machen, sind ihre Zulieferer im Binnenland mit einer positiven Bilanz auch für die nächsten Jahre optimistisch. Der deutsche Schiffbau teilt sich offenbar in zwei Welten. Während der Verband Schiffbau und Meerestechnik (VSM) insbesondere für die Werften an der Küste mehr staatliche Unterstützung fordert, lehnen sich die im VDMA organisierten Zulieferer aus dem Binnenland entspannt zurück. Nachdem die Werften in den vergangenen Jahrzehnten fast den kompletten Markt für große Frachtschiffe an die Konkurrenz in China und Südkorea abgeben mussten, ist während der Coronakrise auch noch der Bau von Kreuzfahrtschiffen weggebrochen. Die Zulieferer von Motoren, Bordelektronik und anderem Zubehör, die überwiegend im Binnenland ansässig sind, blieben von den Krisen dagegen verschont – sie produzieren für alle Schiffstypen; 75 % ihrer Aufträge kommen aus dem Ausland.

**Der Einbruch erwischte die Werften im vergangenen Jahr.** Nachdem der Gesamtumsatz der Werften von 2020 auf 2021 noch um 2 Mrd. € auf 7 Mrd. € gewachsen war, rutschte er 2022 um 1,4 Mrd. € ab. Die Zahl der Beschäftigten sank zwischen Ende 2021 und Ende 2022 von 19 332 auf 16 583 Personen. Auslöser war vor allem der Zusammenbruch der zur malaysischen Genting-Gruppe zählenden MV-Werften in Mecklenburg-Vorpommern, die eigentlich für die eigene Konzernmutter die derzeit größten Kreuzfahrtschiffe der Welt bauen sollten.

Die maritime Sparte des Maschinen- und Anlagenbaus hat dagegen ein erfolgreiches Jahr hinter sich. Nach Angaben der Arbeitsgruppe Marine Equipment and Systems im VDMA stieg der Umsatz der rund 400 Betriebe 2022 um 3,4 % auf 10,7 Mrd. €. Mit einem Plus von 1,6 % wuchs die Zahl der Beschäftigten etwas langsamer auf rund 64 000. Auch der Auftragseingang entwickelte sich mit +7,8 % etwas zurückhaltender als im Vorjahr (+14,3 %).

**In seinem Rückblick auf 2022 hatte auch der VSM zunächst die Chancen der maritimen Industrie an der Nord- und Ostseeküste herausgestellt.** Insbesondere bei der Entwicklung der Offshore-Industrie und bei der Dekarbonisierung der Weltschiffahrt sei ihr Know-how gefragt. Nach „Jahrzehnten der weitgehend ungehinderter Wettbewerbsverzerrung“ könne „mit dem Rückenwind hoher Bedarfe in Europa eine nachhaltige Trendwende eingeleitet werden“, das werde aber nur gelingen, „wenn Deutschland bereit ist neue Wege zu gehen“, heißt es in der Zusammenfassung von Bilanz und Ausblick 2022. „Es fehlt der politische Mut und Wille, neue Pfade zu betreten“, sagte VSM-Präsident Harald Fassmer bei der Präsentation des Zahlenwerks.

**Wie dramatisch die Situation der deutschen Schiffbauer ist**, zeigt sich auch an der Zahl der Neubauaufträge. Die Werften in den 27 EU-Ländern registrierten insgesamt 193 Bestellungen. Die Werften in Südkorea bekamen dagegen 253 Order, die Schiffbauer in China zogen sogar 632 Aufträge an Land. Für ihre deutschen Mitbewerber blieben lediglich neun Bestellungen übrig – zehn weniger als im Vorjahr. Die 39 Schiffbaubetriebe an Nord- und Ostsee können sich offenbar überhaupt noch über Wasser halten, weil sie vom Bestand an Bestellungen zehren. In ihren Orderbüchern befanden sich zum Jahreswechsel noch 46 Neubauaufträge (2021: 54).



# Zeit für eine Revolution

**AUTOMATISIERUNG:** Hat Software das Zeug, die Automatisierung und auch die Robotik zu revolutionieren? Einblick in unterschiedliche Standpunkte bot der Runde Tisch der CEOs auf der Automatica 2023.

VON KATHLEEN SPILOK

Der Himmel über München ist wolkenverhangen, umso besser aber ist die Stimmung unter den 40 000 Besuchern in den Messehallen der diesjährigen Automatica. Hier treffen sich die Zukunftswelten, greifende, steckende Knickarmroboter in jeder Größe sind zu sehen. Beeindruckende Zahlen des VDMA machten kurz vor Messestart die Runde: In der Automatisierungsbranche soll es dieses Jahr erneut ein Umsatzwachstum von 13 % geben, wovon andere Industriezweige nur träumen können.

Um den Round-Table zum Thema „Software – eine Revolution für Automation und Robotik?“ drängen sich die Zuhörer, denn klar ist: Hier kommen völlig neue Überlegungen zur Sprache, die Auswirkungen auf zukünftige Entwicklungen haben könnten. Auf dem Podium drei Personen, deren Hintergrund unterschiedlicher kaum sein könnte: Wendy Tan White ist Geschäftsführerin der 2021 gegründeten Alphabet-Tochter Intrinsic. Ihr Unternehmen hat kürzlich die Entwicklung der Programmierplattform „Flowstate“ bekannt gegeben – eine webbasierte Anwendung, mit der Roboterprozesse aus einzelnen vorprogrammierten Bausteinen zusammengesetzt werden können.

Rainer Brehm ist CEO des Siemens-Geschäftsbereichs Fabrikautomation und seit 24 Jahren im Konzern tätig. Intrinsic und Siemens Factory Automation verkündeten kürzlich ihre Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Robotik und Factory Automation. Beide wollen gemeinsam neue Methoden erarbeiten, um Lücken zwischen Robotik, Automatisierungstechnik und IT-Entwicklung zu schließen.

Sami Haddadin ist Direktor der Munich School of Robotics and Machine Intelligence an der Technischen Universität München (TUM) und hat den Lehrstuhl für Robotik und Systemintelligenz inne. Zudem ist er einer der Gründer der Robotikfirma Franka Emika GmbH. Ken Fouhy, Chefredakteur von VDI nachrichten, moderiert die Runde.

**Alle auf dem Podium teilen dieselbe Vision:** Die Programmierung intelligenter Robotiklösungen soll einfacher und flexibler werden. Haddadins Idealvorstellung: Roboter sollen den Menschen als Helfer zur Seite stehen. Er will mit seiner Forschung die Robotik so gestalten, dass jeder Zugang zu der Technologie bekommt.

Durchaus komplex sei ein intelligenter Prozess, den er und sein Team vor kurzem entwickelt haben. Dabei kam es darauf an, Vorhersagen in Echtzeit dazu zu treffen, welche Aktion der Mensch ausführen möchte. Zu antizipieren, was ein Mensch gerade vorhat, ohne mit



**Kann man in Zukunft Dinge automatisieren,** die nicht vorgedacht sind? Darüber diskutierten auf der Automatica 2023 Robotikexperte Sami Haddadin (v.r.) von der TU München, Wendy Tan White, Geschäftsführerin von Intrinsic, und Rainer Brehm, CEO im Siemens-Geschäftsbereich Fabrikautomation, unter der Moderation von Ken Fouhy, Chefredakteur von VDI nachrichten. Foto: Kathleen Spilok

dem Roboter zu kollidieren, sei eine schwierige Aufgabe.

Mit Blick auf die Entwicklung vom Handy zum Smartphone innerhalb der vergangenen zwölf Jahre stellt sich die Frage: Wird die Robotik einen ähnlichen Weg nehmen, wird es einen vergleichbaren Entwicklungsschub in der Robotik geben? Tan White erinnert daran, dass weltweit 4 Mrd. Smartphones genutzt werden. „Wir haben 3,5 Mio. Roboter heutzutage in der Industrie, was nicht wirklich viel ist.“ 2030 sollen es 10 Mio. Roboter sein. Aber: „Die Fähigkeit, neue Lösungen für den Robotereinsatz zu entwickeln, wird den gesamten Markt auf eine höhere Stufe heben“, meint Tan White. Von der reinen Industrieanwendung würden Roboter ihren Weg über die kleinen und mittleren Unternehmen zum Konsumenten finden. „Die Zeit für die Robotik ist gekommen“, so die Software-Expertin.

Für Rainer Brehm ist es die Benutzerfreundlichkeit der Smartphones, die zu deren immenser Verbreitung geführt hat. Er sieht ähnliche Fortschritte in der Robotik, wenn man es schafft, die Anwendung so einfach wie möglich zu machen. Limitierend sei nicht, wie viele Roboter gebaut werden. Begrenzt jedoch sei die Anzahl derer, die einen Roboter programmieren können. „Bei Siemens nutzen wir beispielsweise Simatic TIA, eine Automatisierungslösung, die wöchentlich 200 000 Nutzer hat. Aber wir müssen alles noch weiter vereinfachen“, unterstreicht Brehm. Helfen können dabei beispielsweise KI, Simulationen oder digitale Zwillinge. Wichtig sei zudem, Menschen für die Arbeit in diesem Bereich zu begeistern. „Insbesondere IT-Fachleute für die OT-Welt zu gewinnen, also für Jobs in verarbeitenden, industriellen Umgebungen“, betont Brehm.

Der Wissenschaftler Haddadin hat hierzu eine eigene Sichtweise. Er geht davon aus, dass eine zunehmende Zahl von Robotern auf der ganzen Welt zum Einsatz kommt, nicht nur in der Industrie. Ein Roboter, der mit Apps programmiert wer-

„**Wir haben  
3,5  
Millionen  
Roboter heut-  
zutage in der  
Industrie, was  
nicht wirklich  
viel ist.**“

Wendy Tan White,  
Geschäftsführerin  
von Intrinsic

den kann, wäre ein echter Durchbruch. Dabei sei generell die Funktion, die ein Roboter erfüllt, wichtig: Hilft er im Gesundheitswesen, in industriellen Anwendungen, unterstützt er bei der Mobilität? Und danach käme die Frage, wie er mit Menschen interagieren kann.

**Ein weiterer Diskussionspunkt:** Bei Smartphones haben sich im Wesentlichen zwei Betriebssysteme durchgesetzt – Android und iOS. Wie viele Plattformen wird es für Robotikanwendungen geben? „Ich sehe es als unsere Aufgabe, Schnittstellen zu anderen Ökosystemen zu schaffen. Was wir brauchen, sind bessere Möglichkeiten, dass Plattformen zusammenarbeiten können“, sagt Tan White. Ein Beispiel dafür sei Open Robotics (ROS), also offene Software- und Hardware-Plattformen für die Robotik, wo vorhandenes Wissen genutzt und ergänzt werden kann. „Wir können sehr viel von der Open-Source-Community lernen. Diese Idee in ein kommerzielles, industrielles Umfeld zu bringen, ist ein Ziel.“ Für Haddadin als Wissenschaftler ist es selbstverständlich, Wissen zu teilen. Genau das sei auch der Ansatz von ROS.

Brehm sieht in der Standardisierung eine Möglichkeit des Daten-Teilens. Industriestandards sind äußerst wichtig für die Industrie und für die Roboterwelt. Auch für die Sicherheit sei es essenziell, auf Standardisierungen bauen zu können. „Standardschnittstellen für den Datenaustausch, wie OPC-UA, haben eine wachsende Bedeutung“, führt Brehm an. Daten verlören nicht an Wert, wenn sie benutzt würden. „Daten zugänglich zu machen, das müssen wir vorantreiben“, betont auch er. Und Tan White ergänzt: „Das ist einer der Gründe, warum wir mit Siemens zusammenarbeiten. Das Unternehmen versteht sich sehr gut auf Standardisierungen.“

Normalerweise steht ein Roboter aber nicht singulär im Raum, gibt Brehm zu bedenken. Er ist integriert in eine Maschine oder steht in einer

Produktionslinie. Das Ganze wird von einem PLC (Programmable Logic Controller) gesteuert. Viele Aufgaben, die sich ständig wiederholen, sind heute schon automatisiert. „In Zukunft möchten wir Dinge automatisieren, die nicht vorgedacht sind. Das wäre die Automatisierung des Unvorhersehbaren. Dafür brauchen wir KI“, führt er aus.

Wendy Tan White hat Erfahrung damit, denn einen ihrer Durchbrüche erzielte Intrinsic mithilfe von KI. „Ein großes Thema heute und überhaupt: Echtzeit-Krafrückkopplung und Visualisierung“, erläutert sie. Gemeint ist: Sehen, Fühlen und Greifen zur gleichen Zeit. Außerdem bräuchte es eine darunterliegende Struktur aus einem Set von Fähigkeiten mit Wahrnehmung, Berechnungen, Daten, die dies unterstützen. Dann hätte man generalisierte Prozesse. „Das sind Dinge, die die Industrie verändern werden“, so Tan White. Brehm ergänzt: „Das Thema Sicherheit in Kombination mit KI ist alles andere als einfach.“ Hier könnte man von der Automobilindustrie lernen. Denn: Ein autonomes Fahrzeug muss sicher sein, wenn viele Steuerungen von der KI übernommen werden. „Wir haben das Problem noch nicht gelöst, aber wir sind auf einem guten Weg“, versichert Brehm.

**Dass es bereits eine Menge Zusamenarbeit** zwischen Arbeitern und Robotern ohne Sicherheitszäune gibt, darauf weist Sami Haddadin hin. „Wie bekommen wir Zertifizierung, funktionale Sicherheit und KI unter einen Hut?“ fragt er. Die Frage, die ihn und seine Wissenschaftler seit zehn Jahren umtreibt, ist: Wie kommt man dahin, die Interaktion zwischen Robotern und Menschen so zu gestalten, dass sie nicht nur in der Industrie, sondern auch in einer potenziellen Service-Roboter-Umgebung wirklich sicher sind? „Nicht nur, dass Roboter und Mensch sich gegenseitig beäugen, sondern dass beide zusammen ein Team bilden.“ Das ist ein Forschungsthema, an dem Haddadin arbeitet.



# Diversität bei den Antrieben

**DRITEV 2023:** Rein batterieelektrisch? Hybrid? Brennstoffzelle? Wasserstoffantrieb? Auf dem VDI-Kongress Dritev herrschte letzte Woche Einigkeit: Der Mix macht.

von Peter Kellerhoff

Elektrifizierung, Emissionsreduzierung, Euro 7 und die stete Verbesserung der Energieeffizienz – das stellt die Antriebseinheit sowohl im Automobil- als auch im Nutzfahrzeugbau vor zahlreiche Herausforderungen. Und nicht nur sie, sondern die Unternehmen der Branche mit, die sich mitten im Transformationsprozess hin zu einer klimaneutralen Mobilität befindet. Doch der Weg dorthin ist nicht immer klar vorgezeichnet.

**Wasserstoff und Lkw-Fernverkehr – das passt:** Gerade im schweren Fern- und Lastverkehr über große Entfernung geht für Christian Groppe, Direktor Entwicklung E-Achsen, Achsen und Getriebe bei der Daimler Truck AG in Stuttgart, derzeit kein Weg am Wasserstoff vorbei. Er verdeutlichte dem Publikum der Dritev letzte Woche gleich die Bedeutung der schweren Trucks: „Alles, was Sie zu Hause haben – jeder Kühlschrank, jede Wurst, jedes Kleidungsstück und jede Lampe – war mindestens einmal auf einem Laster und wurde von A nach B transportiert.“

Pro Jahr werden laut Groppe weltweit neun Billionen Tonnen-Meilen ( $9 \times 10^{12}$ ) per Lkw zurückgelegt. Und er veranschaulichte das weiter: „Das ist ein 28-Tonner, der die Strecke von der Erde zur Sonne 3400-mal zurücklegt – pro Jahr.“ Das sei rein batterieelektrisch nicht darstellbar. Zumindest nicht in allen Bereichen.

Dem stimmte Christopher Schramm, Vice President Products, Marketing & Strategy bei Symbio, zu. Symbio ist ein französisches Joint Venture von Michelin und dem Zulieferer Faurecia. Das Gemeinschaftsunternehmen entwickelt Wasserstofflösungen für leichte und schwere Nutzfahrzeuge. Laut Schramm gibt es weltweit schon jetzt viele H<sub>2</sub>-Ladestationen, seit 2017 habe sich die Zahl auf fast rund 1000 H<sub>2</sub>-Ladestellen nahezu verdreifacht (Europa: 254). Und spätestens 2030 sei Wasserstoff auch preislich konkurrenzfähig zu Diesel: „Die Preise für Diesel werden steigen, die von Wasserstoff weiter fallen.“

Zudem kündigte Schramm an, mit Innoplate, einem franco-deutschen Joint Venture von Symbio und Schaeffler (50:50), Anfang 2024 sogenannte Bipolarplatten (BBP) zu produzieren. BBP sind Schlüsselkomponenten für Brennstoffzellensysteme. 2030 soll Innoplate bereits rund 50 Mio. davon herstellen können.

**Euro 7 braucht schnelle Entscheidungen und realistische Rahmenbedingungen:** Der Europäische Verband der Automobilzulieferer (Clepa) befürwortete die Euro-7-Abgasnorm auf der Dritev als Schlüsselvorschrift für zukünftige Luftqualitätsstandards. Allerdings mahnte Benjamin



Rund 600 Teilnehmerinnen und Teilnehmer fanden sich zum VDI-Kongress Dritev 2023 in Baden-Baden ein, um sich über neueste Entwicklungen bei Antriebs- und Getriebetechniken zu informieren. Foto: Peter Kellerhoff

Krieger, Generalsekretär der Clepa, zur Eile bei der Umsetzung, denn „eine zügige Verabschiebung der Verordnung innerhalb der laufenden Legislaturperiode ist von entscheidender Bedeutung, um der Industrie Vorhersehbarkeit zu bieten und die frühzeitige Einführung neuer Anforderungen zu ermöglichen.“

Zu den Schlüsselfaktoren gehören laut Krieger die spezifischen technischen Parameter für Fahrzeugtests, die sicherstellen müssen, dass die Tests unter wirklich realistischen Fahrbedingungen durchgeführt werden, und der Ausschluss von „einseitigem Fahren“. Als unrealistisch sieht Krieger Tests, die mit kaltem Motor beim Anfahren am Berg durchgeführt werden.

**Beim Thermomanagement der E-Fahrzeuge** ist laut Jörg Aurich von der Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr (IAV) noch reichlich Entwicklungspotenzial vorhanden. Einer Studie von Infas und DLR zufolge verlassen an jedem Tag 85 % der Deutschen mindestens einmal am Tag ihr Haus oder ihre Wohnung. In 60 % dieser Fälle wird ein Fahrzeug benutzt, in der Mehrzahl für 45 min/Tag. Zwei Drittel dieser Fahrten seien kürzer als 10 km. Der Großteil der Kühlleistung aller Fahrzeugkomponenten fällt aber bei den ersten 10 min einer Fahrt an, danach fällt der Kühlbedarf auf ein niedrigeres Level. Entscheidend sei daher laut Aurich, dass in der Startphase der Kühlungsbedarf heruntergeschraubt werde, um daraus resultierende Verbrauchsvorteile bzw. Reichweitengewinne realisieren zu können.

**Auch beim Laden – insbesondere beim Schnellladen – ist der Kühlungsbedarf des E-Fahrzeugs sehr hoch,** was große und leider auch teure Herausforderungen darstellt. Dabei spielt auch das derzeit verwendete Kältemittel R1234yf mit sei-

nen limitierenden Eigenschaften gerade bei niedrigeren Temperaturen eine Rolle. Aurich plädiert daher für das umweltfreundliche Kältemittel R744 (VW). Für kleinere Fahrzeuge und Fahrzeuge mit einer mittleren elektrischen Reichweite könnte auch Propan (R290) infrage.

„Eine Punktlandung“, sagte Alessio Paone, Manager Elektrifizierte Antriebstechnik – Mechanik, bei ZF Friedrichshafen, zum Beitrag von IAV-Manager Aurich. Auch er favorisiert dieselben bei den Kältemittel anstelle von R1234yf. Im Falle von R744 seien zwar der hohe Betriebsdruck des Kältemittels, der niedrige kritische Punkt, die Trockeneisbildung bei Unterschreitung des Trippelpunkts und der sehr hohe Stillstandsdruck eine Herausforderung. Demgegenüber sprächen die guten thermodynamischen Eigenschaften für den Einsatz in automobilen Klimaanlagen. Zudem ist das Kältemittel R744 nicht brennbar, nicht toxisch, farblos und besitzt ein geringes Treibhauspotenzial. Und noch etwas spreche für R744: Bei Servicearbeiten, Neubefüllungen oder Außerbetriebnahmen von Kälteanlagen mit CO<sub>2</sub> dürfe das Kältemittel in die Umwelt gelangen. Eine aufwendige Rückgewinnung des Kältemittels sei nicht notwendig. Doch auch Propan sei eine sehr gute Alternative.

„Technisch gesehen spricht nichts gegen den Einsatz im Fahrzeug“, so Paone. „Die Herausforderungen sind in den Griff zu bekommen.“ Und er stellte auf der Dritev ein neues Thermomanagementsystem (TherMaS) vor: Durch die Leitungen von TherMaS fließt Propan, das mit drei Kühlkreisläufen die temperaturkritischen Elemente des Elektroantriebs effizienter kühlt als bisher und daher laut ZF mehr Power und Reichweite ermögliche. Da Propan bei -20 °C in der Wärmepumpe eine Effizienz von 2,5 hat, werde die Reichweite erhöht. Auch bei Hitze ziehe sich das aus – bei 500 km Fahrt seien das rund 50 km mehr an Reichweite.

**Von Wayne Gretzky lernen:** Die Dritev ist eigenen Angaben zufolge eine der weltweit größten Automobilkongresse zum Thema Antriebs- und Getriebetechnologien. Auf ihr ging es viel um die Transformation der Unternehmen.

Ein Erfolgsgeheimnis auf dem Weg zu einer erfolgreichen Transformation in die Mobilität der Zukunft verriet Julian Fieres, Vice President Transformation, Strategy, Sustainability & Digital im Bereich Electrified Powertrain Technology bei ZF, den anwesenden Expertinnen und Experten in Form eines Zitats von Wayne Gretzky. Angekommen auf sein Erfolgsgeheimnis und seine überragende Torquote, antwortete die Eishockey-Legende: „Ich gehe dorthin, wo der Puck sein wird – nicht dorthin, wo er war.“



Der Lkw mit Wasserstoffantrieb ist deutlich leiser als ein Dieselmotor – aber nicht leistungsärmer. Foto: Peter Kellerhoff



# China kann mehr als Akkus

**E-MOBILITÄT:** Anders als beim ersten Versuch vor einigen Jahren können die Automarken aus China jetzt durchaus überzeugen – auch, weil sie klar auf ihre technologischen und produktionstechnischen Stärken setzen.

VON PETER WEISSENBERG

Vor ein paar Tagen stand einmal mehr eine Innovation made in China vor der Tür: der neue BYD Dolphin. Nach diesem Elektrofahrzeug dreht sich der Nachbar eher nicht um. Der eher introvertiert designete Kompakte soll ja auch ein Verunftsauto sein. Aber eigentlich ist die kalte Schulter unberechtigt. Denn der BYD hat innere Werte, von denen alle Konkurrenten derzeit nur träumen können. Und die zahlen sich aus.

Allen voran die Blade-Batterie: Ihre Lithium-Eisen-Phosphat-Akkus stellt BYD selbst her – und das bereits seit Jahren. Die Batterie hat eine Lebensdauer von mehr als 5000 Lade- und Entladezyklen, wesentlich besser als Lithium-Ionen-Akkus. Zudem beinhaltet sie keine teuren und giftigen Schwermetalle wie Nickel, Cadmium und Kobalt. Anders als bei den Wettbewerbern kann diese Batterie sogar von einem Nagel durchschlagen werden, ohne Feuer zu fangen. Aufwendige Kühlung kann entfallen, sodass der Bauraum um fast die Hälfte reduziert werden kann.

All das führt letztlich mit dazu, dass der Dolphin mit einem Einstiegspreis von knapp 31 000 € (ohne Subvention) fast 10 000 € billiger als die meisten europäischen Konkurrenten ist. Und übrigens: Der Wagen ist zudem noch mit hochwertigeren Materialien verarbeitet und durchaus souverän im Fahrverhalten.

**Solche Beispiele werfen ein Schlaglicht auf viele Fahrzeuge made in China** – und sie sind auch ein Grund für die Unruhe und Unsicherheit, die viele europäische Ingenieure und Ingenieurinnen oder Produktionsteams erfasst hat. Da schwankt die Diskussion häufig zwischen zwei Extremen. Meinung eins: „Die meist unbekannten Marken nutzen gerade nur Vorteile der Massenproduktion in China, werden aber gegen etablierte Hersteller auf Dauer kaum gefährlich.“ Und Meinung zwei: „Der Vorteil der Chinesen bei Elektroantrieben, Batterietechnik, integrierter Produktion und Software ist schier uneinholbar.“

Die Wahrheit, sie liegt auch diesmal dazwischen. Das zeigt der oben genannte Dolphin exemplarisch: Das Mutterunternehmen, als Batteriehersteller gegründet, weist tatsächlich einen Technologievorsprung auf. Volkswagen etwa hofft auf den Einsatz der Lithium-Eisen-Phosphat-Technik (LFP) ab 2025, bis dahin ist der Preisvorteil von BYD kaum aufzuholen.

Allerdings zeigen Hersteller wie BYD oder Nio auch, woran es bei der Attacke auf den Weltmarkt hapert: Da die Chinesen im eigenen Markt ein völlig anderes digitales Ökosystem haben, können deren Fahrzeuge zwar von Haus aus prima mit WeChat oder Alipay kommunizieren; bei westlichen Standards wie Android Auto oder Apple Carplay sowie den dort üblichen Apps ha-



ben viele Anbieter aber so ihre Schwierigkeiten. Einen mehr als 80 000 € teuren Nio ET7 etwa kann der Kunde trotz Over-the-air-Updates nicht mit Android Auto verbinden.

Das liegt auch daran, dass gerade Premiummarken aus China gern ihr eigenes digitales Ökosystem aufbauen wollen. Der Nutzer soll sich lieber bei Nio mit dem putzigen und kugelförmig das Armaturenbrett beherrschenden digitalen Compagnon Nomi unterhalten.

Der antwortet mit Kleinmädchenstimme, schließt bei drohendem Regen selbsttätig das Glasdach, knipst – animiert auf dem Display – zwinkernd ein Selfie oder schlägt eine Pause vor Alexa, Siri oder „Hey Google“ soll der Käufer so vergessen. Ob das in Europa und den USA auch ankommt?

Zumal nicht alle Chinesen mit günstigen Preisen so wie MG oder BYD auf den kostenbewussten Massenmarkt abzielen. In einen Zeekr, Hippi oder Wey einzusteigen, kann durchaus teurer sein als in vergleichbare Tesla-Modelle – zumal die Amerikaner gerade mit aggressiven Preissenkungen den Markt vor sich hertreiben. Ein Tesla Model 3 etwa ist mit rund 45 560 € nur unwesentlich teurer als der elektrische Opel Astra – und 14 000 € billiger als der Nio ET5.

Das Selbstbewusstsein nimmt der Newcomer aus China auch daher, weil er von Tesla eines gelernt hat: die eigene Infrastruktur mitzudenken. Nio baut daher gerade auch in Europa eine Kette von Batteriewechselstationen auf. An denen lassen sich in 5 min 100 kWh „nachtanken“. Selbst die schnellste Ladetechnik sieht dagegen wie ein Geduldsspiel aus. Die Chinesen haben in Ungarn zudem auch gleich die Fabrik errichtet, um diese Power-Swapping-Stationen auf dem alten Kontinent rasant voranzutreiben.

**Anderorts setzen die Wettbewerber eher auf klassische Stärken:** So hat MG beispielsweise eine flächendeckende Händlerpräsenz aufgebaut – und zeigt in den sehr preiswerten Fahrzeugen durchweg eine Qualität bei Materialien und Verarbeitung, die nicht von ungefähr an Marken wie Audi erinnert. Schließlich ist die MG-Mutter Saic seit Jahrzehnten in China ein Joint-Venture-Partner von Volkswagen. Gelernt ist gelernt.



**Ohne Nickel, Kobalt oder Cadmium** – die Blade-Batterie von BYD ist besonders sicher. Foto: BYD

## Reichweiten-Weltmeister:

Mit dem 140 kWh großen Akku von Catl fährt der Zeekr 001 bis zu 1032 km nach chinesischer CLTC-Norm. Foto: Zeekr

Es zeigt sich allerdings, dass dieser Lernprozess keine Einbahnstraße ist. So setzen fast alle europäischen und US-amerikanischen Hersteller auf die Kompetenz der asiatischen Batterieproduzenten – nicht zuletzt auch wegen deren exzellenter Zugriffs auf kostbare Ressourcen und ausgebildete Fachkräfte, wie eine Studie der Unternehmensberatung McKinsey belegt. Und dass Anbieter wie Zeekr bereits Feststoffbatterien in ihre Topmodelle einführen, dürfte Europas Konkurrenten neidisch machen. Die forschen noch daran. Batteriegigant Catl wird zudem ebenso wie BYD schon bald Natrium-Ionen-Zellen produzieren. Im Vergleich zu LFP-Zellen ermöglichen die noch günstigere Preise bei höherer Dauerhaltbarkeit und besserer Kälteresistenz.

**Lithium-Eisen-Phosphat-Akkus haben eine Lebensdauer von mehr als 5000 Lade- und Entladezyklen**

**Zulieferer weltweit verdienen am Erfolg chinesischer Elektromobile:** Bei den China-Marken ist unter dem Blech allerdings auch einiges von europäischen, japanischen und US-Ingenieuren erdacht: Fahrwerke, Sensoren, Sitze, die Produktionstechnik und vieles mehr kommen von Magna, ZF, Continental & Co. – und mit dem Erfolg der neuen Marken zu großen Teilen auch deren Bilanzen zugute. Und etwa bei Ladezeiten liegt kein chinesischer Hersteller derzeit auf dem Leistungsniveau von Hyundai oder Porsche. Auch deswegen wohl, weil im Heimatmarkt für derartige Ladegeschwindigkeiten aus regulatorischen Gründen keine Nachfrage besteht.

Anderswo beginnen die traditionellen Hersteller in Europa und den USA zudem mehr und mehr technologisch an Boden zu gewinnen. Ein Beispiel liefert hier Stellantis mit seinen modularen Plattformen, die gerade in den Einstiegssegmenten noch den Vorteil großer Verbrenneranteile nutzen. Das hilft, die Preise auch für E-Modelle in der Kompaktklasse zu drücken. Volkswagen kontrahiert mit der MEB-Eco-Plattform, auf der ab 2025 Kleinwagen unter 25 000 € angeboten werden sollen – von unterschiedlichen Konzernmarken.

**Aber die Wolfsburger investieren auch massiv in neue Technik.** Neben der Feststoffbatterie zum Beispiel auch in Trockenbeschichtung von Batteriezellen: Die hat das Potenzial, rund 30 % Energie, 15 % Fabrikfläche „und damit Hunderte Millionen Euro Fertigungskosten pro Jahr“ zu sparen, wie Frank Blome, CEO der VW-Tochter PowerCo SE, betont.

Bis es so weit ist, wird aber Chinas Industrie noch einige Attacken mit Alleinstellung auf die etablierten Anbieter fahren können. So gibt es elektrische Kombis derzeit etwa nur von MG und Nio, und BYD hat mit dem Seagull gerade erst in China einen Kleinwagen vorgestellt, der auch in Europa wohl schon bald für weniger als 20 000 € zu haben sein wird – Jahre, bevor Fiat oder Skoda kontern können.



# Brillen für erweiterte Realitäten

**DIGITALISIERUNG:** Augmented-Reality-Brillen (AR) sollen das Arbeiten einfacher machen und in der Unterhaltung neue Welten erschließen. Bisherige AR-Brillen sind allerdings eher Nischenprodukte. Wird die Vision Pro von Apple nun alles verändern?

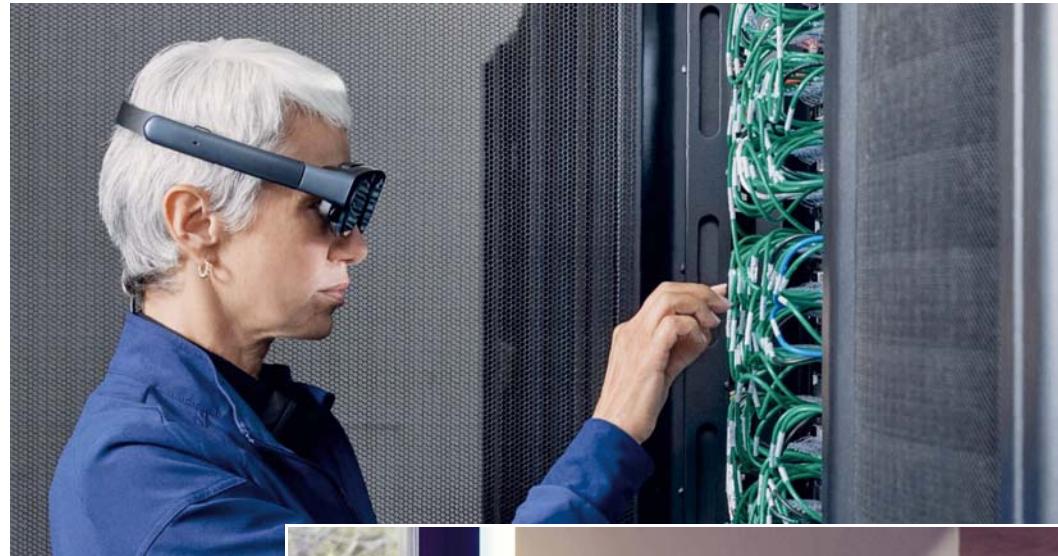
VON JÖRN SCHUMACHER

**A**ls Anfang Juni Apple-Chef Tim Cook in seiner Präsentation über die Neuerungen aus seinem Haus sprach, warteten IT-Experten und Fans eigentlich hauptsächlich auf drei bestimmte Worte. Nach all den Informationen über neue iPhone-Gadgets und Emoji-Verbesserungen fiel dann endlich dieser Satz, den bereits Cooks Vorgänger Steve Jobs kultierte: „One More Thing.“ Und dieses neue „Ding“ ist ein Gerät, das eher ungewöhnlich für Apple ist, aber eine neue Techniksparte begründen soll. Oder zumindest eine bereits bestehende Technik rund um erneuern soll: Augmented Reality (AR).

Die Technik verhilft bereits jetzt mittels Kameras, Mikrofonen und Displays der Realität ein wenig auf die Sprünge – indem sie sie „erweitert“. Während Virtual Reality (VR) den Nutzer über einen Datenhelm komplett in eine digitale Welt entführt, soll bei einer Augmented-Reality-Brille der Kontakt zur Umgebung erhalten bleiben.

**Google-Brille floppte – kann Apple es besser?** Schon vor zehn Jahren versuchte Tech-Gigant Google erstmals einen Schritt in diese Richtung. Doch bei den Anwendern kam die Google Glass nicht an, nach nur anderthalb Jahren wurde das Projekt eingestellt. Viele sahen in der Akku-Laufzeit von nur zwei Stunden den Grund dafür. Danach war es lange still um AR-Brillen. Erst seit wenigen Jahren rollen mehrere Hersteller das Feld neu auf. Und auf einmal prescht Apple nun mit seiner Vision Pro vor. Nun lautet die Frage: Produziert Apple da gerade den nächsten AR-Flop oder nimmt die Tech-Firma – (teilweise) mit Kultstatus – uns nun endlich alle mit in die bunte Welt der erweiterten Realität?

Zusammengefasst: Die Apple Vision Pro für 3499 \$ packt erstaunlich hochwertige Technik auf engstem Raum zusammen und setzt sie – laut ersten Testern äußerst angenehm tragbar – dem Nutzer auf den Kopf. Zwei Micro-Oled-Displays mit einer Auflösung von über 4K pro Auge (23 Mio. Pixel) sollen die virtuelle Welt fast so real erscheinen lassen wie die Realität. Man sehe freilich trotzdem immer noch Pixel, sagen erste Tester, aber man müsse nun schon genau hinsehen. Zwölf Kameras erfassen die Welt drumherum und können 3D-Fotos und -Videos aufnehmen. Mehrere Monitore sowie eine Tastatur können eingeblendet werden. Das Büro der Zukunft kann so groß gemacht werden, wie man es will, und: überall hin mitgenommen werden. Bedient wird alles nur durch Fingergesten. Kameras der Vision Pro scannen die



**Hilfreich:** AR-Brillen kommen immer häufiger in Unternehmen zum Einsatz. Foto: Magic Leap



**Augmented-Reality-Brille Vision Pro:** Apple verspricht „magische neue Erlebnisse bei der Arbeit und zu Hause“. Foto: Apple

**„One More Thing“: Die Brille ist eher ungewöhnlich für Apple und markiert den Einstieg des Konzerns in die Sparte Augmented Reality**

Augenbewegungen des Brillenträgers, ein Abbild wird über ein Display außen wiedergegeben. Durch diese virtuelle Transparenz hat das Gegenüber den Eindruck, dem Träger oder der Trägerin der Brille in die Augen schauen zu können.

**Erstaunliche Möglichkeiten, aber nicht neu:** Daniel Eckertz, Gruppenleiter Augmented und Virtual Reality am Fraunhofer-Institut für Entwurfstechnik Mechatronik (IEM), erforscht seit acht Jahren den Status quo und die Möglichkeiten von VR und AR. Vor allem in der Produktentwicklung wird AR eingesetzt. Die Forscher arbeiten mit Firmen wie Miele, dem Automobilzulieferer Hella oder dem Landmaschinenhersteller Claas zusammen.

„Wenn sich das alles so bewährheit, was Apple da behauptet, sind das Produkt und die Möglichkeiten dahinter schon sehr erstaunlich“, sagt der Ingenieurinformatiker über die Vision Pro. Der Begriff des „Spatial Computing“ sei allerdings keine Erfindung von Apple, den gebe es bereits seit 20 Jahren. Doch in dieser Qualität habe es das bisher so noch nicht gegeben, sagt Eckertz.

**Ein Durchbruch für die AR-Brille?** Ein Produkt, das man mit dem Apple-Headset noch am ehesten vergleichen könne, sei die Meta Quest Pro, denn auch die setze auf eine geschlossene (VR-)Brille, die dem Träger durch äußere Kameras die Um-

gebung auf den Bildschirm projiziere. Was allerdings die Qualität, die Funktionalität und das Design betreffe, setze Apple hier neue Maßstäbe. Für Eckertz könnte die Vision Pro durchaus einen Durchbruch in Sachen AR darstellen.

Denn auch wenn etwa die HoloLense 2 (3849 €) von Microsoft bislang die vielleicht beste AR-Brille darstelle, so sei diese immerhin vier Jahre alt. Ihre durchsichtigen Gläser bieten im Gegensatz zur Vision Pro den Vorteil, dass die digitalen Einblendungen direkt auf die Realität gelegt werden, zudem bietet auch sie ein Hand-Tracking dank vier Kameras für sichtbares Licht und zwei Infrarot-Kameras an.

Eckertz nennt die Magic Leap 2 als weiteres vergleichbares Produkt. In dem Gerät scannen Sensoren permanent die Umgebung, 3D-Objekte können als Hologramme Teil der echten Umgebung werden. Die Bedienung erfolgt über Controller oder Hand-Tracking. Die Recheneinheit und der Akku befinden sich in einem externen Gerät, das über ein Kabel verbunden ist. Sowohl preislich (3700 €) als auch in der Akku-Laufzeit (3,5 Stunden) liegt die Brille in einem ähnlichen Bereich.

**Im professionellen und hochpreisigen VR-Bereich** muss immer auch der finnische Hersteller Varjo erwähnt werden: Die Varjo Aero etwa liegt mit einer Auflösung von 2880 Pixel x 2720 Pixel pro Auge

und einem RGB-Farbraum, der angeblich zu 99 % der Realität abdeckt, ganz vorn. Sie bietet ein horizontales Sichtfeld von 115° und ein exzellentes Eye-Tracking. Der Preis von 1990 € ist dabei durchaus zivil. Für die Industrie bietet Varjo zudem die XR-3 (6495 €) an.

**Der digitale Blick über die Schulter:** Die Frage, wo AR gewinnbringend eingesetzt wird, kann Michael Nürnberg leicht beantworten. Der Leiter des deutschen Zweigs der französischen Firma AMA XpertEye listet Anwendungsfälle auf, bei denen ein Mitarbeiter im Handumdrehen mittels AR-Brille mit einem Experten verbunden wird, der ihm dank der neuen Technik quasi digital „über die Schulter“ blickt und Hilfe gibt, fast so als stünde er direkt daneben. Das funktioniert bei der Wartung einer Maschine, im Operationssaal oder bei der Notfallunterstützung.

**Die XR-Brille von Apple** könne nicht nur dazu beitragen, diese Technik bekannter zu machen, sondern auch, mehr Möglichkeiten zu eröffnen, sagt Nürnberg. „Die Datenbrille ist das einzige Instrument, das Informationen senden und empfangen kann, während der Anwender die Hände frei hat.“ Die Vision Pro scheine ein technisch gut durchdachtes High-End-Gerät für Mixed Reality zu sein. Nürnberg ist sich sicher: „Apple hat mit der Vision Pro viele Schritte nach vorne gemacht.“ Allerdings seien noch Fragen offen, etwa die nach speziellen Anforderungen in bestimmten Arbeitsumgebungen.

Eine Datenbrille, die AMA bisher unterstützt, ist etwa die Moziware Cimo, ein Monokular-Headset, das über zwei HDR-Kameras, Bluetooth und WiFi verfügt und per Sprachsteuerung bedient wird. Auch die Vuzix M400 werde häufig bei Kunden eingesetzt, sagt Nürnberg. Eine Kamera kann 4K-Videos und 12,8-Megapixel-Fotos aufnehmen. Das Monokular-Headset ist extra für den Einsatz in rauer Umgebung ausgelegt. Der Preis: 1699 €.

**Neue Meta-Brille kommt:** Mark Zuckerberg, der mit seiner Meta Quest den Markt mit günstigeren VR-Brillen seit einigen Jahren aufmischte, hat ebenfalls ein neues Gerät in den Startlöchern: Ab Herbst soll es die Meta Quest 3 für 570 € geben. Sie verfügt über einen hochwertigen „Pass through“ in Farbe, der durch zwei 4-Megapixel-Kameras und einen Tiefensensor zustande kommt. Diese Wiedergabe der Realität auf dem Display hat eine zehnmal höhere Auflösung als noch die Meta Quest 2.



# Smart Metering: Roll-out kommt

**INTELLIGENTE MESSSYSTEME**, Smart Metering, waren in der Energiewirtschaft in Deutschland lange Zeit eine Wunschvorstellung. Nun geht es voran. Hemmnisse wurden abgebaut und ein neues Gesetz erlassen.

von Manfred Schulze

**D**er flächendeckende Roll-out von so genannten intelligenten Messsystemen kann nun auch in Deutschland beginnen. Es ist allerdings fast zehn Jahre her, dass Smart Metering als Teil der Energiewende als Ziel ausgegeben und eine große Erwartungshaltung geweckt wurde.

Dass es ohne Digitalisierung in der heutigen Welt nicht mehr funktioniert, ist eigentlich Basiswissen. Doch während moderne Fabriken, die Finanzsysteme oder auch Dienstleistungen das längst umsetzen und nun über KI-Systeme diskutieren, ging es in der Energiewirtschaft vor allem bei den Verbindungen zu den Endkunden nicht voran. Der Einbau von digitalen Zählern und so genannten Gateways, die Verbrauchsdaten in Echtzeit zum Lieferanten und Preissignale zum Kunden liefern könnten, fand zwar in Deutschland längst statt. Doch hierzulande lesen die meisten Kunden noch immer einmal jährlich ihren Zählerstand mit der Taschenlampe im Keller ab und füllen das Rücksendekärtchen aus.

**Nun jedoch gibt es das Gesetz zum Neustart der Energiewende**, das alles noch im Laufe dieses Jahres ändern soll. Es korrigiert einige der offenbar zu hoch angesetzten Hürden, die bislang vom Bundesamt für Sicherheit in der Informatstechnik (BSI) als unverzichtbar für den Schutz der kritischen Infrastrukturen angesehen wurden. So wird unter anderem die Regelung verschärft, dass die entsprechenden Geräte auf der gesamten Lieferkette nur über zertifizierte Wege bis zum Einbau beim Kunden transportiert werden dürfen. Oder dass mindestens drei Hersteller vom BSI die Zertifizierung für ein Gerät oder auch nur für eine technische Neuerung erlangen müssen, bevor das Gerät verbaut werden darf. Die Folge der – nicht ganz unbegründeten – Vorsicht: Bislang gibt es nach Schätzungen des Branchenverbands in ganz Deutschland nur vier Geräteanbieter. Gut 400 000 solcher Smart-Meter-Systeme sind tatsächlich verbaut, also weniger als 1 % der Verbrauchsstellen kann aktiv in die Steuerung der Netze eingebunden werden.

Laut Christoph Scholten, zuständiger Referatsleiter im Bundeswirtschaftsministerium, sind die neuen Regelungen eine Entbürokratisierung und wichtig, um „sofort“ mit den Vorbereitungen zu einem flächendeckenden Roll-out zu beginnen. Bis 2031 sollen rund 18 Mio. Gateways ihre Daten übermitteln. Bereits 2025 sollen alle Stromanbieter verpflichtet sein, flexible Stromtarife anzubie-



Foto: mauritius images / Anuf Betrich

ten, die den Mangel oder Überschuss im Netz für Verbraucher als Preissignal sichtbar machen. Zudem sollen dann – das ist bereits in der geplanten Novelle des § 14a des Energiewirtschaftsgesetzes vorgesehen – auch die Netzbetreiber selbst steuernd eingreifen können. Sofern die Erzeugung den Bedarf in einzelnen Netzgebieten kurzzeitig nicht mehr decken kann, werden dann leistungssstarke Verbraucher wie Wärmepumpen oder Wallboxen so gesteuert, dass das Netz nicht kollabiert. Es gehe um die Kappung von kurzzeitigen Verbrauchsspitzen, aber nicht um eine Abschaltung, allenfalls um eine zeitlich begrenzte Drosselung, setzt Scholten hinzu – wohl um den politischen Sprengstoff dieser Aussage wissend.

**Die Branche der Netzgesellschaften und Energielieferanten** begrüßt das Gesetz, das einen Ausbaukorridor festlegt und auch wichtige Hemmnisse ausräumt. Bedenken gibt es allerdings bei der Kostenverteilung. Diese sieht die neue Regelung nur noch im geringen Maße beim Verbraucher, der mit 20 € für einen einfachen Hausanschluss nur einen Bruchteil der Kosten

**Moderner Stromzähler** mit digitaler Technik, ein sogenanntes Smart Meter: Sie sind mit den Gateways Grundbestandteile intelligenter Messsysteme. Deren Roll-out soll nun in Deutschland schnell geschehen. Der Plan: Bis 2031 übermitteln rund 18 Mio. Gateways ihre Daten.

trägt. Dass der Rest von reichlich 100 € über die Netzentgelte ebenfalls direkt auf die Stromkunden umgelegt werden sollte, galt bei den Netzbetreibern als ausgemacht – allerdings scheint sich hier die Bundesnetzagentur anders entschieden zu haben. Und ebenfalls noch nicht ganz sicher ist, wie es gelingt, die bislang überschaubare Fertigung in den Stückzahlbereich von mehreren Millionen pro Jahr zu hieven und anschließend auch noch beim Kunden zu montieren.

**Doch nach den Jahren des Abwartens geht es nun nicht mehr anders:** „Wir dürfen in Deutschland auch nicht den EU-Aktionsplan aus den Augen verlieren. Dieser fordert insbesondere mehr Tempo bei der Umsetzung der Digitalisierung“, sagt Frank Borchert vom Forum Netztechnik/Netzbetrieb beim VDE. Doch auch wenn jetzt alle bereit seien, die verfügbare Technik einzubauen, so müsse doch „die Regulierung darauf achten, dass die Netzbetreiber nicht auf ihren Kosten sitzen bleiben“, so Borchert.

Dass die Smart Meter bei einem Übergang von fossilen zu erneuerbaren Energiequellen unerlässlich sind, bestätigt die Stromwirtschaft praktisch unisono. Thomas Rütting von Stromnetz Berlin beschreibt, dass die Netzbetreiber vor allem im Niederspannungsbereich bislang aufgrund fehlender Echtzeitdaten die Netze „relativ blind“ belasten müssten, was entsprechend hohe Reserven in den Leitungen verlange. Das werde sich bereits damit ändern, wenn auch nur ein wesentlicher Teil der Stromkunden Daten übermittelt.

„Wir werden aber auch weiter unsere Netze dem mit der Elektrifizierung von Wärme und Verkehr stark ansteigenden Stromverbrauch anpassen und ausbauen müssen“, meint Joachim Kabs vom Bayernwerk und zugleich Vorstandsvorsitzender bei VDE FFN. Dies gelinge am effizientesten, wenn neben dem dafür benötigten Kupfer auch Köpfchen eingesetzt werde. Die netzdienliche Steuerung könne proaktiv kritischen Situationen entgegenwirken und werde dem Stromkunden auch entsprechend vergütet. Das würde zugleich für alle den Vorteil haben, dass die Netzentgelte für einen sonst erforderlichen Ausbau zur Abdeckung von Lastspitzen nicht steigen werden.



Rechts ein digitaler elektrischer Stromzähler in einem Schaltschrank, links noch ein älteres Modell, ein analoger Ferrariszähler. Foto: dpa Picture-Alliance / CHROMORANGE / Michael Bihlmayer

Bis  
**2031**  
sollen rund  
**18**  
Mio. Gateways  
ihre Daten über-  
mitteln.



# Zu viele Tote durch Umweltrisiken

**GESUNDHEIT:** Um Menschen zu schützen, muss die Politik sich stärker für Klima- und Naturschutz einsetzen. Dann ließen sich viele Krankheiten und Todesfälle vermeiden, so aktuelle Expertengutachten.

von Christiane Schulzki-Hadouti

Etwas 15 % aller Todesfälle in Europa sollen auf Umweltrisiken zurückzuführen sein. So gingen im Jahr 2020 laut der Europäischen Umweltagentur (EEA) allein 28 900 Todesfälle auf das Konto von Feinstaub. Aber auch die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen, Chemikalien wie per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) sowie Hitze gefährden die Gesundheit.

Vergangene Woche hat nun der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) sein Sondergutachten „Umwelt und Gesundheit konsequent zusammendenken“ übergeben. Darin empfiehlt er der Bundesregierung, den Umweltschutz auf allen politischen Ebenen stärker zu berücksichtigen, weil dies „ein entscheidender Beitrag für die Gesundheit der Bevölkerung“ sei. Dafür sei es wichtig, auch die Gesundheit von Ökosystemen, Tieren und Pflanzen zu erhalten.

„Manche dieser Probleme kennen wir seit vielen Jahren, die Politik sollte sie nun konsequent angehen“, sagt Claudia Hornberg, Vorsitzende des Umweltrats. „So muss der Einsatz von Antibiotika in der Tierhaltung stärker begrenzt werden, um das Risiko von Resistenz zu mindern.“ Auch sollte sich die Chemikalienregulierung möglichst auf sichere Chemikalien fokussieren.

Während die Belastung etwa mit polychlorierten Biphenylen (PCB)

und Schwermetallen aufgrund gesetzlicher Vorschriften abnimmt, tauchen stetig neue Schadstoffe auf. Zum Beispiel PFAS, die sich mit der Zeit problematisch ansammeln können. Der Umweltrat unterstützt deshalb den Vorschlag, diese Stoffgruppe zu regulieren, um unnötige Anwendungen einzuschränken.

Um die Luftqualität zu verbessern, solle die Politik gezielte Maßnahmen im Verkehrsbereich treffen, fordert der SRU. Also den Fuß- und Radverkehr sowie den öffentlichen Nahverkehr fördern und den motorisierten Verkehr in Städten reduzieren und verlangsamen. Zusätzlich sollten die europäischen Grenzwerte für Feinstaub stärker an die aktuellen Empfehlungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) angepasst werden.

In Deutschland gehen laut Robert-Koch-Institut (RKI) 74 % der Todesfälle auf nicht übertragbare Krankheiten zurück. Dazu zählen insbesondere Herz-Kreislauf-Erkrankungen, die eng mit Verhalten und Lebensbedingungen zusammenhängen, also auch mit verschiedenen Einflüssen der natürlichen und gebauten Umwelt.

Die drei großen Umweltkrisen, nämlich die Klimakrise, das Artenaussterben und die Umweltverschmutzung, gefährdeten die Gesundheit – etwa durch Schadstoffe in Luft und Lebensmitteln sowie durch Mikroplastik und Chemikalien, erklärte Bundesumweltministerin Steffi Lemke (Grüne). Der Klimawandel führt zur Zunahme von

Extremwetterereignissen wie Hitzewellen, die eine Gefahr für Leben und Gesundheit sein können. Hohe Temperaturen können verschiedene Krankheiten wie Hitzeerschöpfung, Hitzekrämpfe oder Hitzschlag verursachen; oder sie verschlimmern Atemwegs-, Herz-Kreislauf- und Nierenerkrankungen. So starben im Sommer 2022 in Deutschland schätzungsweise 4500 Menschen allein aufgrund von Hitze.

Die Gesundheitsministerkonferenz hat beschlossen, dass bis zum Jahr 2025 flächendeckend Hitzeaktionspläne von Kommunen und Ländern entwickelt werden sollen. Dabei sollen regionale Besonderheiten berücksichtigt werden.

**Aber auch soziale Aspekte betont das Gutachten:** Menschen in sozial benachteiligten Stadtvierteln sind oft überdurchschnittlich starken Belastungen durch Lärm und Luftverschmutzung ausgesetzt – vor allem verursacht durch den Verkehr. Für Kleinkinder, Ältere und Menschen mit Vorerkrankungen ist das ein Problem. In vielen sozial benachteiligten Vierteln gibt es zu wenige Grünflächen und Gewässer. Hier sieht das Gutachten die Politik in der Verantwortung, gesunde und sozial gerechte Umweltbedingungen für alle Menschen zu schaffen.

„Wir benötigen mehr Natur in den Städten, auch um die Wirkungen des Klimawandels abzufedern“, sagt der Umweltrechtler Wolfgang Köck, der am Gutachten mitgewirkt hat. Die Kommunen sollten vor al-



Foto: panthermedia.net / Ralph Bräumer

lem sozial benachteiligte Quartiere gezielt entlasten. Für Schaffung, Erhalt und Pflege von Parks, Grünanlagen und städtische Gewässer sollten Mittel bereitgestellt werden – etwa im Rahmen einer neuen Gemeinschaftsaufgabe „Klimaschutz und Klimaanpassung“ für die Kommunen, Länder und Bund verstärkt zusammenarbeiten müssten. Bundesumweltministerin Lemke hält die passgenauen Analysen und Empfehlungen des SRU denn auch für eine wertvolle Unterstützung.

**Wenige Tage zuvor hatte bereits** der Wissenschaftliche Beirat Globale Umweltveränderungen (WBGU) in seiner Studie „Gesund leben auf einer gesunden Erde“ ebenfalls den Blick auf die globalen Herausforderungen gerichtet. Auch er empfiehlt der Bundesregierung, gesundheitliche Belange in allen Ressorts und auf allen politischen Ebenen zu verankern. Gesundheit verlange eine „zielgerichtete Ernährungs-, Verkehrs- und Stadtplanungspolitik“. SRU und WBGU hatten sich unabhängig voneinander entschieden, die gekoppelte Umwelt- und Gesundheitskrise in ihren aktuellen Gutachten zu behandeln.

## VDI-Karriereführer 2023

The brochure cover features a photograph of two engineers wearing hard hats and safety vests, looking at a tablet computer. In the background, there is a wind turbine. The title 'VDI-Karriereführer' is at the top left, followed by 'Green compass for Engineers'. At the bottom right is a red circular button with white text that reads 'JETZT KOSTENFREI DOWNLOADEN!' with an exclamation mark.

## Nehmen Sie Ihre Zukunft in die Hand.

Für Ingenieurinnen und Ingenieure zum Berufsstart  
einfach unverzichtbar. Jetzt kostenfrei als PDF  
downloaden – und sich von den zahlreichen spannenden  
Zukunftschenken begeistern lassen:

- ▶ Insider-Tipps zum Berufseinstieg aus dem VDI-Netzwerk
- ▶ Top-Ingenieurarbeitgeber\*innen mit Ansprechpartner\*innen
- ▶ Einblicke in Ingenieurjobs der Zukunft
- ▶ Gehaltsüberblick für den ersten Job

WWW.VDI-VERLAG.DE/  
KARRIEREFUEHRER



# Zirkuläres Bauen erhält Aufwind

**BAU:** Im kreislauffähigen Bauen steckt laut Architekt Jörg Finkbeiner noch sehr viel Potenzial. Dies hat auch die Politik erkannt will das Baurecht anpassen.

VON LEONHARD FROMM

**VDI NACHRICHTEN:** Herr Finkbeiner, was ist beim zirkulären Bauen aktuell für Sie die größte Herausforderung?

**FINKBEINER:** Das ist ganz klar der Rechtsrahmen. Beim kreislauffähigen Bauen sind etwa Förderrichtlinien betroffen, das Bau- und Ausschreibungsrecht oder Gewährleistungspflichten. Das hat auch die Politik erkannt, die sich diesem Themenkomplex ja nun zuwendet.

#### Und worum geht es dabei?

Vereinfacht gesagt, tangieren 10 % des Ordnungsrechts, die beim Bauen beachtet werden müssen, das Baurecht. Die anderen 90 %, das dürften 3000 Maßgaben sein, sind DIN-Normen und allgemeinere Gesetze. Um die hohen und komplexen Standards zu vereinfachen, ist dabei die Überlegung, sich auf diese 10 % des Baurechts zu fokussieren, die noch zwingend eingehalten werden müssten. Ein fachkundiger Auftraggeber kann dann in Abstimmung mit den Planenden auf das Einhalten bestimmter Normen verzichten.

**Der rot-grüne Koalitionsvertrag in Hamburg hat 2015 festgelegt, dass das Baurecht in Richtung Nachhaltigkeit verändert wird, 2020 wurde dann die Holzbaustrategie für Hamburg beschlossen. In Berlin beschloss der rot-grüne Senat vor sieben Jahren, rechtsverbindlich Recycling-Beton bei Gleichwertigkeit vorzuschreiben. Funktioniert so etwas denn auch in den übrigen Bundesländern?**

Ja und Nein. Die Stadtstaaten Hamburg und Berlin mit ihren rot-grünen Regierungen haben jeweils gezeigt, dass man Spielräume hat, wenn man diese konsequent nutzt. So können andere Bundesländer profitieren. Hinzu kommt, dass unser Büro seit mehr als zehn Jahren zirkulär plant und baut, ohne dass wir das explizit kommuniziert haben. Das ist eher Teil unserer „Planungs-DNA“, die bis vor ein paar Jahren fast niemanden interessiert hat. Das hat sich erst verändert, als Materialien zunehmend nicht mehr verfügbar waren oder sich deren Preise um 30 % und mehr verteuert haben. Weitere Treiber waren gesetzliche Rahmenbedingungen, die sich zunehmend verschärfen. Im Bund etwa die 2021 eingeführte CO<sub>2</sub>-Steuer oder europaweit die EU-Taxonomie, die die Finanzströme in Richtung Dekarbonisierung umlenkt und damit Sekundärbaustoffe, die weitestgehend CO<sub>2</sub>-neutral sind und zudem die Nachfrage nach knappen Primärrohstoffen verringern, interessanter machen. Damit kommt die Ökologie in der Ökonomie an.

#### Wer sind Ihre Kunden?

Das sind unter anderem gewerbl

iche Investoren und Projektentwickler, denen klar ist, dass ihre Gebäude nur werterhaltend oder -steigernd sind, wenn sie nachhaltig bauen. Das strahlt auch auf deren Mitarbeiter- oder Mietergewinnung und Kundenbindung aus. Das sind öffentliche Hände, die innovativ vorgehen und politische Zeichen setzen wollen. Das hat auch viel mit Standortkommunikation und -marketing zu tun. Und schließlich sind es die strategischen Investoren, die die Dynamik der EU-Taxonomie verstanden haben und sich an der Rendite orientieren.

#### Und über welches Auftragsvolumen sprechen wie hier?

Üblicherweise bauen wir im Volumen von 5 Mio. € bis knapp 40 Mio. € und Flächen von 3000 m<sup>2</sup> bis 17 000 m<sup>2</sup>. Da gibt es keine kundenpezifische Typologie, sondern eher eine konstruktionsspezifische. Im Kern geht es immer primär um Holzbau, der zunehmend mit möglichst vielen Sekundärmaterialien ergänzt wird, aber auch um andere nachwachsende oder recyclinggerechte Naturbaustoffe wie Stroh und Lehm. Im Schnitt betreuen wir 25 bis 30 Projekte parallel mit Durchlaufzeiten von drei bis fünf Jahren. Das sind aktuell Gewerbeobjekte in Berlin, kommunale Bauprojekte etwa in Regensburg, ein Gründerzentrum in Bremerhaven und zwei Wohnhochhäuser aus Holz und Stroh in Wolfsburg.

#### Wie gelingt es, gebrauchte Materialien zu verbauen?

Bauschuttrecycler Feess im schwäbischen Kirchheim bereitet beispielsweise mineralische Wertstoffe wie Beton, Ziegel oder Steine zu Zuschlagstoffen auf, die er statt Kies oder Sand aus der Natur dem Frischbeton zugibt. Ein Start-up, das ich kenne, produziert aktuell Fliesen aus Bauschutt, weil die Demontage von Fliesen extrem aufwendig und schwierig ist. Bei Fenstern, Türen, Trennwänden, abgehängten Decken etc. arbeiten wir mit der Onlineplattform Concular zusammen. Deren Leute inspizieren Gebäude, die demontiert werden sollen, erfassen deren Bestand und stellen ihn mit Adresse und Liefertermin online.

#### Und dann?

Müssen sich in der Nähe Interessen finden, die möglichst zum angegebenen Zeitpunkt und ohne Zwischenlager, um Wege und Aufwand zu sparen, diese Komponenten benötigen. Der Vermittler erhält eine Provision und das Überlassen ist kostenlos, weil der Vorbesitzer damit Entsorgungskosten spart. Der Empfänger muss einzige Demontage und Transport bezahlen.

Die Firma Lindner, die Hohlräumböden herstellt, hat jüngst selbst 5000 m<sup>2</sup> Doppelböden demontiert und wird uns diesen für



Foto: Partner und Partner Architekten

#### Zirkuläres und ressourcenpositives

Hochhaus für gesundes Wohnen aus Holz – ohne Mehrkosten, für eine flexible Um- und Weiternutzung, besteht primär aus nachwachsenden Rohstoffen. Holz neu denken steht dabei im Zentrum der Entwicklung.

eren Etagen in kompakter Bauweise umfassen wird, um den Marschuntergrund möglichst natürlich zu erhalten, hoffen wir auf 30 % Gebrauchtmaterial, bezogen auf das Volumen. Da wir erst im Herbst mit dem Bauen beginnen, ist es ganz schwierig, hier konkrete Zahlen zu nennen. Denn letztlich sind vom Recht bis zum Handel noch alle Prozesse am Anlaufen. So wissen wir noch nicht, was dann konkret an benötigten Baustoffen gebraucht in der Nähe verfügbar ist.

#### Was muss also aus Ihrer Sicht geschehen, damit sich diese Situation ändert?

Durch Interviews wie dieses müssen noch mehr Immobilienbesitzer den Impuls bekommen, ihren Objektbestand bei Concular oder Mandaster zu inventarisieren und mit Terminen zu hinterlegen, wann künftige Sanierungen oder Rückbauten geplant sind, damit sich Interessenten für das frei werdende Material melden können. Bei unseren Holzhochhäusern in Wolfsburg ist das zentrale Thema deren Demontierbarkeit in hoffentlich erst ferner Zukunft, damit Balken und Wände dann möglichst 1:1 wieder verwendbar sind.

#### Gibt es weitere Hebel?

Innerhalb der Architektenchaft befasst sich die Stabsgruppe „gesellschaftliche Fragen“ mit der Eigendynamik von Richtlinien, die sich fast verselbstständigt hat und damit CO<sub>2</sub>-reduziertes Bauen torpediert. Nur ein Beispiel: Der Schallschutz der Fenster ist mittlerweile so gut, dass man von draußen kaum mehr etwas hört. Nun hört man die Nachbarn im Haus deutlicher und verstärkt Decken und Wände. Ziel aber ist, dass die Architekten wieder die Oberhand über die Details gewinnen.

#### Jörg Finkbeiner



Foto: Partner und Partner Architekten

- Der Architekt hat Schreiner gelernt und an der TU Berlin studiert. 2006 gründet er mit Klaus Günter dort „Partner und Partner Architekten“. Aktuell beschäftigt das Büro gut 40 Mitarbeiter.
- Seit 2011 ist der gebürtige Freudenstädter Cradle-to-Cradle-Consultant und gehört zu den Pionieren zirkulären Bauens.
- Der 52-Jährige war Lehrbeauftragter an der TU Berlin und bis 2017 an der Hochschule Detmold Dozent für „nachhaltiges Konstruieren“.



# Dunkle Ahnung

**ASTRONOMIE:** Der ESA-Satellit Euclid soll das Unmessbare vermessen, die Dunkle Materie. Und er soll herausfinden, warum sich das Universum immer schneller ausdehnt. Porträt einer Mission, die den ganz großen Fragen nachgeht.

von Iestyn Hartbrich

Forschungssatelliten sollen in den meisten Fällen ihre Forschungsgegenstände direkt beobachten und vermessen. Die Sonne, Exoplaneten und die Eismonde des Planeten Jupiter zum Beispiel. Der ESA-Satellit Euclid, gestartet am 1. Juli, ist eine Ausnahme. Er soll sechs Jahre lang Informationen über etwas sammeln, das sich nicht vermessen und nicht beobachten lässt, dessen Existenz sich vielleicht nicht einmal beweisen lässt. Euclid ist der Dunklen Materie und der Dunklen Energie auf der Spur. 1,5 Mrd. € gibt die ESA dafür aus.

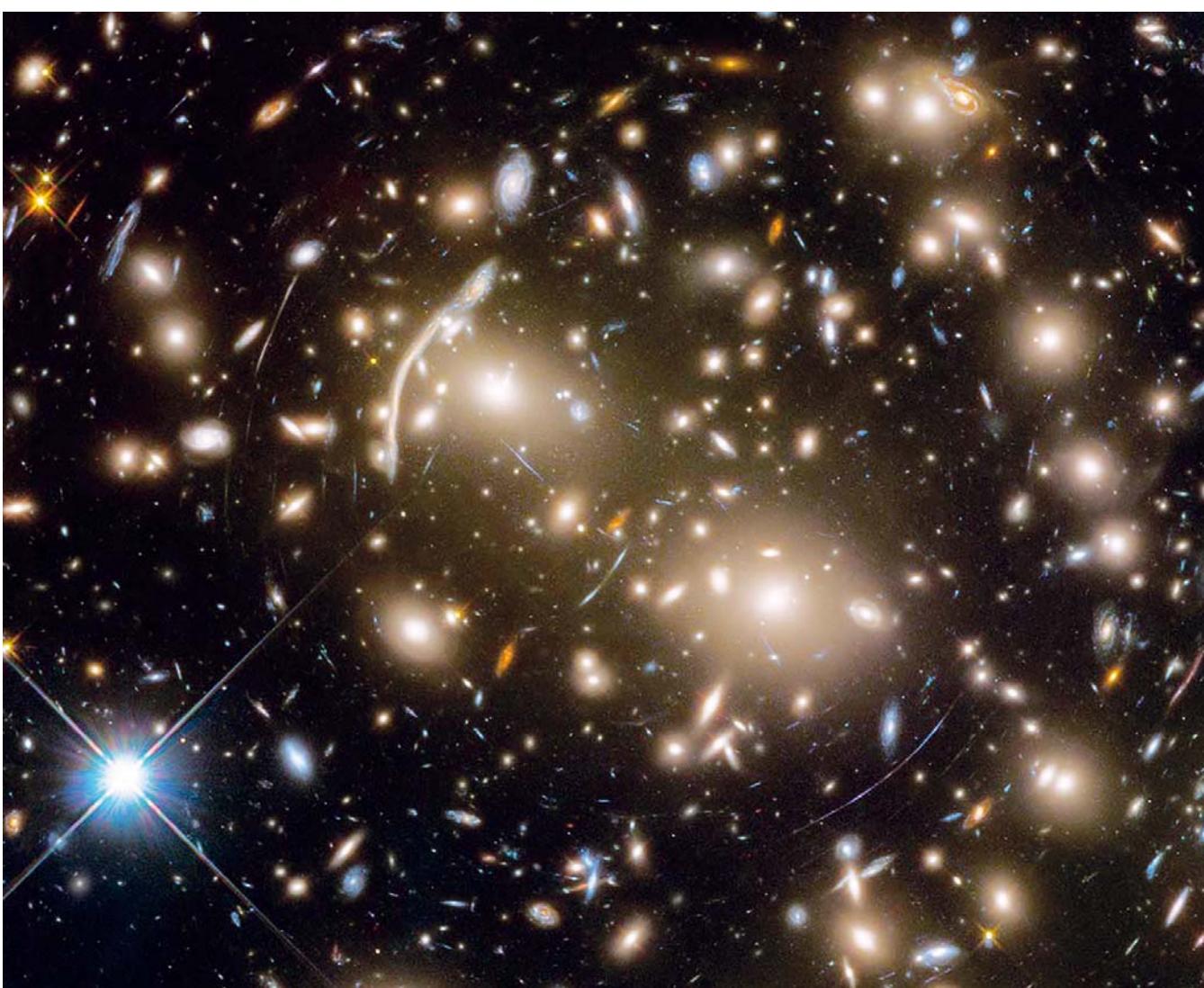
Schon seit Jahrzehnten ist in der Astronomie die Annahme verbreitet – wenn es auch keinen Konsens gibt –, dass es neben der sichtbaren Materie der Galaxien, der Staub- und Gaswolken, der Sterne und Planeten noch etwas anderes geben muss. Und zwar viel davon. „Wir können nur etwa 5 % der Energiedichte des Universums messen und beobachten. Die anderen 95 % bleiben im Dunkeln. Wir wissen gar nicht, was alle Bestandteile des Universums sind“, sagt Alessandra Roy, die Euclid-Projektleiterin am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Euclid soll die großen Unbekannten finden, die – mangels Wissens – Platzhalternamen tragen: Dunkle Materie und Dunkle Energie.

Anfangen hat es mit der Beobachtung, dass sich die äußeren Regionen von Galaxien viel schneller um das Zentrum drehen als es die bis dato nicht angezweifelten Theorien über Gravitation vorhergesagt hatten. Der Schluss: Etwas, eine große Ansammlung an Teilchen, muss für zusätzliche Gravitation sorgen, sonst erklären sich die Bewegungsmuster in den Galaxien nicht. Und ganz offenbar ist diese Materie unsichtbar, für Teleskope und alle anderen Instrumente, die Menschen ersonnen haben: Dunkle Materie geht mit elektromagnetischer Strahlung keine Wechselwirkung ein.

**Auch Euclid kann die Dunkle Materie nicht direkt messen – aber kartieren.** Die Sonde muss dafür einen Umweg nehmen und Galaxien beobachten. Euclid nutzt den sogenannten Gravitationslinseneffekt, der beschreibt, wie Licht durch Gravitation abgelenkt wird. Wie bei einer Linse. Die Methode ist statistisch: Weisen viele Galaxien im Sichtfeld eine ähnliche Verzerrung auf, lässt das darauf schließen, dass ihr Licht auf dem Weg in unser Sonnensystem von denselben Objekten abgelenkt wurde.

Auf diese Weise soll eine Karte entstehen, auf der für ein Drittel des Himmels verzeichnet ist, wo sich Dunkle Materie befindet und wie sie angeordnet ist. Vor Euclid hat sich an diese Aufgabe niemand heran gewagt.

**Noch etwas rätselhafter wird es beim zweiten Phänomen, das Euclid ergründen soll:** der Dunklen Energie. Dabei handelt es sich um einen Sammelbegriff für sämtliche Theorien, die erklären, warum das Universum auseinanderfliegt.



## Gravitationslinseneffekt:

In dieser Aufnahme des Hubble-Teleskops sind lange Bögen blauen Lichts zu sehen. Es handelt sich um verzerrte Abbilder ferner Galaxien, deren Licht durch Gravitations-einflüsse abgelenkt wird. Dieser Effekt wird unter anderem der Dunklen Materie zugeschrieben.

fernung der Supernova bestimmen. Aber die Supernovae, die am weitesten entfernt und am ältesten sind, sind weniger hell als erwartet – und damit weiter weg. Die bisherigen Messergebnisse passen einfach nicht zu einer konstanten Expansionsrate.

**Euclid kommt die Aufgabe zu, zehn Milliarden Jahre in der Zeit zurückzublicken** – oder ins Rote verschoben – und weitere Indizien für die beschleunigte Expansion des Universums zu sammeln. Die Sonde nutzt dabei eine Art kosmische Standarddistanz: die Baryonische Akustische Oszillation (baryon acoustic oscillations, BAO). Mit Baryonen ist jene Fraktion der Materie gemeint, die nicht „dunkel“ ist, also Atome und Moleküle, wie sie auch auf der Erde auftauchen. Zu Beginn des Universums war überall heiße Ursuppe, oder Plasma. Die Materie wurde lokal durch Gravitation zusammengezogen, der daraus resultierende erhöhte Photonendruck schob sie aber gleich wieder auseinander. Aus diesem Wechsel aus Anziehung und Abstoßung entstanden Schallwellen, die sich durch die Ursuppe fortpflanzten und die Materie vor sich her drückten.

Nach etwa 380 000 Jahren war die Ursuppe so weit abgekühlt, dass Atome entstehen konnten und der Strahlungsdruck nicht mehr ausreichte, die Schallwellen voranzutreiben. Jetzt wurde die akustische Oszillation gewissermaßen in der Zeit eingefroren – als lauter Kugeln, deren Radius exakt der Distanz entsprach, die die Schallwellen in 380 000 Jahren zurückgelegt hatten. Überall auf der Oberfläche dieser Kugeln und in den Zentren war die Dichte groß und die Materie konzentriert. Hier entstanden Sterne bevorzugt.

Das bedeutet, dass es eine Art Standardabstand zwischen den Galaxien gibt, der durch die BAO festgelegt ist. Heute – in einem bereits stark ausgedehnten Universum – ist dieser Abstand bekannt: 150 Megaparsec oder 490 Mio. Lichtjahre.

Euclid wird also paarweise die Entferungen zwischen annähernd 50 Mio. Galaxien messen und diese Information mit den Rotverschiebungen kombinieren. Das angestrebte Ergebnis: Der Standardabstand zwischen den Galaxien wird zu jedem Zeitpunkt in den letzten zehn Milliarden Jahren bekannt sein. Und damit wäre ein Maß für die beschleunigte Expansion des Universums gefunden.



Der Euclid-Satellit in der Nutzlastverkleidung der SpaceX-Rakete. Foto: SpaceX



# Chinarisiken begrenzen

von André Weikard

**E**s hat nicht mehr geklappt. Die Ampelkoalition, viel zu sehr damit beschäftigt, ihr umstrittenes Heizungsgesetz durchzukämpfen, konnte sich vor der parlamentarischen Sommerpause nicht mehr auf eine Chinastrategie verständigen. Dabei drängt auch dieses Thema.

Erst vergangene Woche eskalierte der schwelende Konflikt zwischen USA, EU und China erneut. Die Volksrepublik gab bekannt, den Export von Gallium und Germanium künftig zu kontrollieren. Beide Metalle sind unerlässlich für die Herstellung von vielen Halbleitern sowie Radar-technik. Beide werden überwiegend in China gewonnen. Bei der Gallium-Förderung kontrolliert China rund 95 % der weltweiten Produktion, bei Germanium zwei Drittel.

Der Vorgang verdeutlicht: Die Rohstoffabhängigkeit von China ist nicht länger eine diffuse Bedrohung für die westliche Industrie. China setzt seine Dominanz in diesem Sektor vielmehr längst als politisches Druckmittel ein. Ein Handelskrieg ist bereits im Gange.

**Deutsche Konzernlenker spielen seit Monaten intensiv mögliche Chinaszenarien durch**, weiß Bernhard Langefeld, Senior Partner bei der Unternehmensberatung Roland Berger. „Jedes Unternehmen, das in China aktiv ist, hat die entsprechenden Notfallpläne in der Schublade. Viele hatten die Übung schon einmal durchexerziert, weil sie sich mit den Folgen der Coronapandemie auseinandersetzen mussten. Eine geopolitisch motivierte Entkopplung wäre allerdings noch tiefgreifender – und langwieriger.“ Bei einem Bruch der Geschäftsbeziehungen mit China wäre nicht nur die Lieferung von Vorprodukten und Rohstoffen betroffen, möglicherweise die eigene Fertigung, sondern auch ein riesiger Absatzmarkt ginge den deutschen Exporteuren verloren.

Dabei haben sich die Schlagworte, mit denen Lösungsansätze umschrieben werden, zuletzt gewandelt. War zunächst noch unter dem Eindruck der Covid-Pandemie von Nearshoring die Rede, also der Rückverlagerung von Produktion in die EU, rückte bald das sogenannte Friendshoring in den Fokus. Gemeint ist hiermit die Verlagerung in verlässlichere Partnerländer in Südostasien wie Vietnam oder Indonesien.

Die Ursache ist klar: Sich quasi präventiv aus dem chinesischen oder gar dem asiatischen Markt zurückzuziehen, ist für viele Unternehmen



Foto: imago images/Future Image/F. Kern

## Mit der Metropole Hongkong kontrolliert China einen wichtigen Finanz- und Umschlagsplatz für Rohstoffe.

keine Option. Insbesondere hiesige Schlüsselindustrien wie die Chemie- und Automotive-Branche erwirtschaften in China große Teile ihrer Umsätze. Experten des Analysehauses Bernstein schätzen, dass z.B. Volkswagen 2021 68 % seiner Gewinne in der Volksrepublik erzielte. Bei BMW und Mercedes-Benz machte der Chinaanteil im selben Zeitraum immerhin rund die Hälfte des Nettoergebnisses aus.

Langefeld warnt allerdings davor, die Wirksamkeit der Produktionsverlagerung in Nachbarländer Chinas zu überschätzen: „Wer glaubt, in Vietnam oder Thailand sei seine Produktion krisensi-

cher aufgestellt, springt womöglich zu kurz. Ein Drittel des weltweiten Handels verläuft durch wenige Schiffahrtsstraßen in Asien und wäre durch die wachsende chinesische Marine leicht zu blockieren.“ Es müsse also nicht nur das Risiko von Investitionen in China selbst bedacht werden, sondern auch von Engagements in der gesamten Region. Taiwan als mögliches Ziel chinesischer Expansionspläne und bedeutender Halbleiterproduzent steht in solchen Erwägungen an erster Stelle.

**Die Risikospezialisten von Roland Berger empfehlen den Unternehmen daher**, ihre Chinaeinheiten so weit als möglich eigenständig aufzustellen. „Das Schlagwort dazu lautet: In China for China. Es geht also darum, China als eigenständigen Markt aufzubauen und zu bearbeiten. Das heißt im Zweifel mit eigenen Produkten, Produktionsstandorten und Systemen.“

Als konkrete Maßnahmen zählt ein von Langefeld mitverfasstes Strategiepapier „The New China Story“ auf: „Zeichnungen und Arbeitspläne“ seien „aktualisiert und digital zu pflegen“ und „Werkzeuge und Zertifizierungen auf mehrere Standorte zu verteilen“. Außerdem solle „lokales Know-how erfasst, dokumentiert und zentralisiert zugänglich sein“. So könne der Schaden begrenzt werden, wenn das Geschäft tatsächlich einmal in den Sog geopolitischer Auseinandersetzungen gerät.

Auch das Management mit chinesischen Staatsangehörigen zu besetzen, könne von Vorteil sein. Wie in der Coronakrise könnten auch im Konfliktfall Reiseerschwernisse für Ausländer die Folge sein. Eine einheimische Unternehmensführung würde davon nicht in Mitleidenschaft gezogen und genießt zudem mutmaßlich mehr Vertrauen im Umgang mit den örtlichen Behörden als ein europäisches Management.



**Auf Abstand:** Kanzler Scholz, hier beim Treffen mit Chinas Ministerpräsident Li Qiang in Berlin, ist darauf bedacht, deutsche Wirtschaftsinteressen in China nicht zu beschädigen. Foto: imago images/Future Image/F. Kern



## AUSSENHANDEL:

Viele deutsche Unternehmen arbeiten an einer Exit-Strategie für den Fall eines direkten Konflikts mit China. Wie könnte die aussehen?



dig abhängig von ihrem taiwanesischen Auftragsfertiger Foxconn, sind dabei, einen Teil der Fertigung nach Indien zu verlagern. Wichtige Komponenten wie Smartphone-Chips entwickelt das Unternehmen seit einigen Jahren wieder selbst.

Auch im Bezug auf die Sicherheit von Lieferketten und die Rohstoffversorgung verfolgen nur die wenigsten Unternehmen eine echte Abkopplung (Decoupling) vom wichtigen Handelspartner China. Stattdessen würden die Lieferketten aber gewissenhafter durchleuchtet, um etwaige Risiken überhaupt erst identifizieren zu können, skizziert Langefeld. „Das ist gar nicht so leicht. Selbst wenn der Zulieferer beispielsweise eines Schaltschranks aus Deutschland kommt, können viele der verbauten Komponenten oder auch enthaltenen Rohstoffe aus China stammen. Um das alles transparent zu machen, müssen die entsprechenden Daten erst einmal beschafft werden.“

**Die geplante Chinastrategie der Bundesregierung könnte die Unternehmen dazu zwingen,** solche Daten vorzuhalten. Auch Chinastresstests sind denkbar, in denen größere Konzerne nachweisen müssen, dass ihr Chinageschäft kein existenzielles Risiko für das Unternehmen darstellt.

EU-Chefdiplomat Josep Borrell hat den Rahmen dafür auf europäische Ebene bereits gegeben. In einem informellen Schreiben an die Mitgliedstaaten forderte er jüngst einen „klaren“ Ansatz gegenüber China, das „eine neue Weltordnung“ aufbauen wolle. Die Europäische Union müsse auf Szenarien vorbereitet sein, in denen die Spannungen deutlich zunehmen, so Borrells Appell weiter.

Deutschland gilt in Brüssel als Bremser für einen Konfrontationskurs mit dem wichtigen Handelspartner. Zwar hat die Bundesregierung die bislang üblichen Garantien für deutsche Investitionen in China deutlich reduziert. Die Bundesrepublik haftet heute für Investitionen von 5 Mrd. € weniger als noch beim Regierungswechsel vor zwei Jahren. Den Appetit deutscher Unternehmen auf Geschäfte mit China hat das aber nicht gemindert. 2022 lag das Volumen deutscher Direktinvestitionen bei 11,5 Mrd. € und damit so hoch wie nie zuvor.

„Wir sehen in den Unternehmen auch ganz klar die Tendenz, größere Teile der Wertschöpfung wieder selbst zu leisten, statt maximal an Zulieferer outzusourcen“, ergänzt Roland-Berger-Berater Tim Femmer. Apple sei ein gutes Beispiel für diese Philosophie. Die US-Amerikaner, hochgra-

## Ohne China stockt die Energiewende

Anteil chinesischer Rohstoffe an der Produktion von Schlüsseltechniken in der EU

Schlüsseltechnik	Anteil
Elektromotoren	65
Windturbinen	54
Photovoltaiktechnologien	53
Robotik	52
Digitaltechnologien	41
Drohnen	39
3D-Druck	35
Lithium-Ionen-Batterien	32
Brennstoffzellen und Wasserstofftechnologien	17

Quelle: Europäische Kommission (2020) / Ifo Institut / VDI nachrichten 14-2023

## Statt Abkopplung: Investitionen in China auf Rekordhoch

Jahr	Deutsche Direktinvestitionen in China in Mrd. Euro
2018	3,9
2019	3,4
2020	2,1
2021	10,0
2022	11,5

Quelle: IW / VDI nachrichten 14-2023

UNSER PARTNER: **VDI**

TERMINE | 2. HALBJAHR 2023:

- 01.09. Dortmund, Kongresszentrum Westfalenhallen
- 06.09. Berlin, Estrel Hotel BAU
- 20.09. Hannover, Congress Centrum
- 29.09. Darmstadt, darmstadtium
- 12.10. Nürnberg, Meistersingerhalle
- 26.10. Köln, Maritim BAU
- 07.11. Stuttgart, Liederhalle
- 16.11. München, MOC Veranstaltungszentrum

**Wir machen Ingenieurkarrieren.**

Der VDI nachrichten Recruiting Tag, Deutschlands führende Karrieremesse für Ingenieur\*innen und IT-Ingenieur\*innen. Für alle berufserfahrenen, wechselwilligen Fach- und Führungskräfte, Professionals und Young Professionals ein Muss. Knüpfen Sie Kontakte zu renommierten Unternehmen und sprechen Sie mit Entscheidenden aus den Fachabteilungen. Zahlreiche Serviceangebote wie Karriereberatung und -vorträge unterstützen Sie bei Ihrem Wechselwunsch.

Jetzt anmelden und kostenfrei teilnehmen: [www.ingenieur.de/recruitingtag](http://www.ingenieur.de/recruitingtag)

Mehr Informationen?  
Anja Gerhardt, Telefon: +49 211 6188-170  
Ana Mihaleva, Telefon: +49 211 6188-374  
Franziska Opitz, Telefon: +49 211 6188-377  
recruiting@vdi-nachrichten.com

**VDI nachrichten**  
recruiting tag



# Ersatzorgan aus Drucker und Petrischale

**MEDIZINTECHNIK:** Technologien zum Gewebezüchten werden mit Hochdruck entwickelt. Noch aber kann man Niere, Herz und Lunge nicht transplantationsreif herstellen.

VON BETTINA RECKTER

Wie bringt man im Labor gezüchtete Herzzellen zum Schlagen, damit sie später Blut durch die Adern pumpen können? Was regt Leberzellen an, Enzyme für den Stoffwechsel freizusetzen? Wann beginnt Pankreasgewebe, Insulin zu produzieren? Antworten auf diese und ähnliche Fragen hoffen Bioingenieure und Medizinerinnen schon bald liefern zu können. Sie züchten aus Stammzellen im Reagenzglas patienteneigenes Gewebe, formen darauf mit Methoden des Tissue-Engineering ein transplantierbares Organ und tüfteln parallel dazu an Verfahren, um erkrankte Zellen direkt im Körper per Bioprinting zu ersetzen.

Der Vorteil liegt auf der Hand: Das Überleben vieler Todkranker wäre nicht mehr nur von Organspenden abhängig. Denn die Spendebereitschaft unter den Deutschen ist erschreckend gering. Sie war schon mal höher. Doch seit dem Skandal

über den illegalen Organhandel, in den zahlreiche deutsche Universitätskliniken verwickelt waren, sind die Zahlen für Organspenden dramatisch eingebrochen.

Laut Deutscher Stiftung Organtransplantation (DSO) wurden im Jahr 2022 in Deutschland 869 Organspendern nach deren Tod 2662 Organe entnommen und transplantiert. Zu wenig für die 8496 schwerkranken Dialysepatienten, Diabetikerinnen oder Herzkranken, die auf eine intakte Niere, eine Bauchspeicheldrüse oder ein Herz warten.

**Eine der häufigsten Todesursachen** in der westlichen Welt ist die Herzinsuffizienz. Allein in Deutschland leiden rund 4 Mio. Menschen an dieser chronischen Herzschwäche, bei der meist ein Herzinfarkt den Herzmuskel irreparabel geschädigt hat. Für diese Patienten entwickelt ein Team an den Leibniz Forschungslaborenen für Biotechnologie und künstliche Organe (Lebau) der Medizinischen Hochschule Hannover jetzt eine neue Therapie, bei der aus in-

duzierten pluripotenten Stammzellen (iPS-Zellen), die aus Körperzellen „zurückprogrammiert“ wurden, neue Herzmuskelzellen entstehen sollen.

Diese Zellen dann so ins Herz zu bringen, dass sie gut anwachsen, ist eine Herausforderung. Sie einfach ins Herz zu spritzen, wäre keine gute Lösung. Zu viele Zellen sterben dabei ab. Nun sollen die Zellen vor der Injektion im Bioreaktor zunächst zu kugelförmigen Zellaggregaten heranwachsen. „Wir können je nach Bedarf verschiedene große Aggregate züchten, die aber dennoch klein genug sind, um sie mit einer Injektion in die gewünschte Herzregion verabreichen zu können“, sagt Zellbiologe Robert Zweigerdt. Dass solche Zellklumpen im Herzgewebe anwachsen und die Organfunktion verbessern, konnte Lebau-Leiter Ulrich Martin bereits im Tiermodell zeigen.

Nun sollen die Strategien für den Menschen verfeinert werden. Denn die neuen Zellen „dürfen im Herzen weder Herz-Rhythmusstörungen auslösen, noch dürfen sie zu Tumoren entarten“, erklärt Zweigerdt. Aufsichtsbehörden wie das Paul-Ehrlich-Institut begleiten das von der EU geförderte Projekt HEAL.

**Ebenfalls mit Stammzellen arbeitet Ludovic Vallier** am Berlin Institute of Health in der Charité (BIH). Der Experte züchtet Miniorgane als Ersatzgewebe bei Leberversagen. Normalerweise kann sich die Leber bis zu einem gewissen Grad selbst erneuern. „Wenn bei einer Operation die halbe Leber entfernt wurde, hat sie sich nach wenigen Wochen wieder vollständig regeneriert“, erklärt Vallier. Allerdings nicht, wenn die Leber chronisch geschädigt ist, etwa bei Diabetes, Krebs oder einer Hepatitis-Infektion. Weil dann nur noch eine Organtransplantation hilft, arbeitet Vallier an künstlichem Organersatz.

Aus iPS-Zellen entwickelt er mit einem Cocktail aus Wachstumsfaktoren und Eiweißen winzige Or-



**Aus umprogrammierten Körperzellen** im Bioreaktor Zellaggregate züchten und den Patienten dann ins Herz spritzen, das wollen Robert Zweigerdt (li.) und Ulrich Martin von den Lebau-Forschungslaborenen in Hannover. Foto: Karin Kaiser / MHH

ganoide, die aus Leberzellen, Gallengängen und Blutgefäßen bestehen. Bei kranken Mäusen wuchsen diese Organoide gut an und übernahmen die Funktion des geschädigten Organs. Nun möchte Vallier den nächsten Schritt wagen: die Transplantation in kranke Menschen. Sein Ziel: Keine individuellen Organe züchten, sondern aus einer allgemeinen Stammzelllinie Organoide für verschiedene Erkrankte herstellen.

**An einer künstlichen Bauchspeichel-drüse forscht ein Team** des Uniklinikums und der Universität Ulm. Es



In 3D-gedruckten Kammern mit personalisierter Form soll körpereigenes Gewebe gezüchtet werden, das zum Beispiel die Form der zu schließenden Wunde annimmt.

ben. Dafür entwickeln die Potsdamer Isolationskammern, die unter die Haut gepflanzt und der individuellen Geometrie der Wunde angepasst werden.

In die mit Kollagen ausgekleidete Kammer aus Teflon wird eine Arterie bzw. eine Vene hineingelegt; dann wird die Kammer implantiert. Körpereigene Zellen sollen ins Kollagen einwandern und Gefäße einwachsen. Es wäre ein kleiner Eingriff, für den eine örtliche Betäubung ausreicht.

Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen und der „BG Klinik Ludwigshafen – Klinik für Plastische- und Rekonstruktive Chirurgie der Universität Heidelberg“, arbeitet das IAP-Team daran, die Kammern individuell an die Form des Weichteildefekts anzupassen. Das soll per 3D-Druck gelingen, der das bisherige Fräsen der Kammern ersetzen soll. Weil sich Teflon allerdings nicht drucken lässt, verwenden die Fraunhofer-Fachleute Photoharze. Erste Ergebnisse seien vielversprechend, heißt es beim IAP.

Die Mediziner an der BG Klinik Ludwigshafen untersuchen, ob das nachwachsende Gewebe die Isolationskammern auch vollständig ausfüllt. Eine Art Puzzleteil soll die komplexe Wunde vollständig verschließen. „Zusätzlich wird die biomechanische Qualität des gezüchteten Gewebes genau untersucht“, erklärt Florian Falkner, Assistenzarzt für Plastische und Rekonstruktive Chirurgie an der BG Klinik Ludwigshafen. Bis diese Entwicklung allerdings reif für die klinische Anwendung ist, wird es noch ein paar Jahre dauern, meinen die Fachleute.

Eine neue Technologie, Materie in 3D zu drucken, haben Forschende des Planck-Instituts für medizinische Forschung und der Uni Heidelberg entwickelt. Sie nutzen Klänge bzw. Schallwellen, um Druckfelder zu erzeugen. In diesen können Zellen zu bestimmten Formen zusam-

mengesetzt werden. Das könnte den Weg für eine neuartige Technik der 3D-Zellkultur ebnen. „Mit zielgerichtetem und geformten Ultraschall konnten wir kleinste Partikel in einem einzigen Schritt zu einem dreidimensionalen Objekt zusammenfügen“, sagt Kai Melde, Postdoc in der Forschungsgruppe. Das könnte fürs Bioprinting sehr nützlich sein.

Dass Schallwellen auf Materie Kräfte ausüben, ist bekannt. Mit hochfrequentem Ultraschall könnten so auch biologische Zellen manipuliert werden. In früheren Studien war bereits gezeigt worden, wie Ultraschall mithilfe von akustischen Hologrammen – das sind 3D-gedruckte Platten, die ein bestimmtes Schallfeld kodieren sollen – erzeugt werden kann. Diese Schallfelder können dazu verwendet werden, um Materialien zu zweidimensionalen Mustern zusammenzusetzen.

**Nun ging das Team einen Schritt weiter.** In den Schallfeldern haben die Forschenden im Wasser schwimmende Zellen eingefangen und dreidimensional geformt. Die Methode funktioniere mit einer Vielzahl von Materialien, darunter Hydrogelperlen und eben auch mit biologischen Zellen. Die Forschenden glauben, dass ihre Technologie für die Bildung von Zellkulturen und Geweben in 3D einen großen Fortschritt bedeutet. Der Vorteil des Ultraschalls besteht darin, dass er schonend für Zellen ist und tief in das Gewebe eindringen kann. So kann die neue Methode verwendet werden, um Zellen ohne Schaden auch aus der Ferne zu manipulieren.

Wann sich einmal ganze Organe züchten oder drucken lassen, ist derzeit trotz aller Fortschritte in der Forschung nicht absehbar. Bis es soweit ist, könnten implantierbare Unterstützungssysteme für Herz und Niere das geschwächte Organ entlasten und eine Transplantation zumindest hinauszögern. Auch das würde den Bedarf an Spenderorganen deutlich verringern.

züchtete aus Stammzellen erstmals sowohl exokrine als auch endokrine Organoide. Dabei sind die endokrinen Zellen für die Produktion von Insulin und Glukagon verantwortlich, die exokrinen Zellen für die Sekretion von Verdauungssäften.

Bisher habe es keinerlei verlässliche Methoden gegeben, um beide Zelltypen simultan aus den gleichen Vorläuferzellen hervorzubringen, betont Alexander Kleger, Direktor des Instituts für Molekulare Onkologie und Stammzellbiologie am Universitätsklinikum Ulm, der die Studie geleitet hat. Allerdings geht es dem

Team noch nicht um eine Transplantation, vielmehr soll die künstliche Bauchspeicheldrüse ihren Dienst zunächst in der Forschung tun.

**Einen anderen Weg der Gewebezüchtung** gehen Forschende am Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam. Sie wollen, dass bei Weichteilverletzungen das fehlende Gewebe direkt im Patientenkörper nachwächst. Liegen bei verletzten Knochen, Gefäße oder Sehnen frei, könnte ihnen so eine Transplantation von Haut und durchblutetem Gewebe erspart blei-



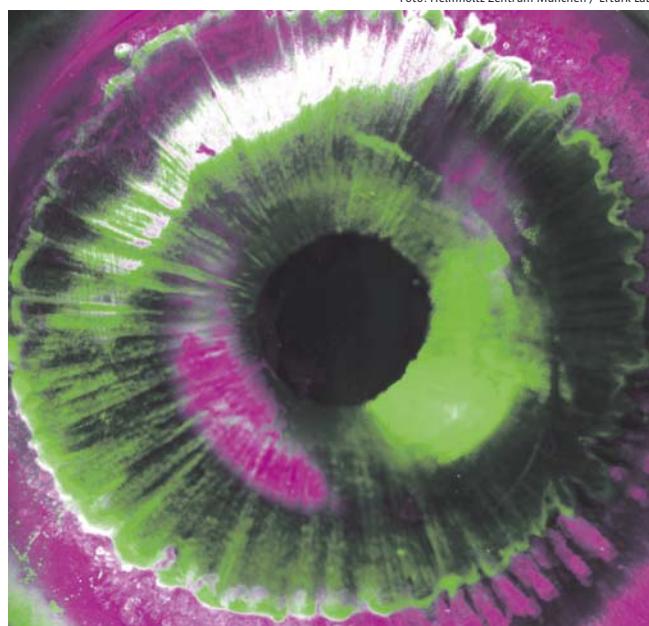
# Organstrukturen detailliert sichtbar gemacht

**BILDGEBUNG:** Damit menschliche Organe zum Beispiel per 3D-Druck nachgebildet werden können, muss zunächst deren komplexer Aufbau dargestellt werden.

VON BETTINA RECKTER

Wer Organe in der Petrischale nachbilden möchte, muss wissen, wie die Struktur des Gewebes genau aussieht. Doch Technologien, die dies auf zellulärer Ebene abbilden können, fehlten lange. Bis es einem Team des Helmholtz Zentrums München, der LMU München und der TU München gelang, intakte menschliche Organe durchsichtig zu machen.

**Das Problem:** Aufgrund des hohen Collagenanteils ist die Struktur menschlicher Organe besonders steif. Die Forschenden brauchten deshalb eine völlig neue Chemikalie zum Aufreinigen des Gewebes. Das sei mit einem Detergents namens Chaps gelungen, sagt Shan Zhao,



**Blick ins menschliche Auge:** Die zellulären Strukturen des Sehorgans werden durch eine Schlüsseltechnologie sichtbar, die ein Team am Helmholtz Zentrum München entwickelt hat.

## Biokompatible Mikrofasern effizient hergestellt

**TISSUE ENGINEERING:** Um Haut und Organe per Tissue Engineering zu züchten, braucht man biokompatible Mikrofasern, an die sich die benötigten Zellen anlagern. Bislang war die Faserherstellung wenig effektiv. Nun aber kann ein Team um Carole Planchette vom Institut für Strömungslehre und Wärmeübertragung der TU Graz gleich mehrere Meter dieser Mikrofaser innerhalb von Sekunden herstellen, wo gängige Methoden in gleicher Zeit nur wenige Zentimeter schaffen.

**Wie funktioniert das Ganze?** Die Grazer vereinen einen regelmäßigen Tröpfchenstrom, in dem sich die Zellen befinden, mit einem Flüssigkeitsstrahl aus Alginäsäurelösung. Die aus Braunalgen gewonnene Alginäsäure bildet in Verbindung mit Kalziumkationen ein elastisches Hydrogel, das dafür sorgt, dass die eingelagerten Tröpfchen miteinander verschmelzen. Zum Aushärten des Stroms aus Alginat wird daher ein zweiter Strahl mit Kalziumkationen darauf geschossen. So entsteht eine Faser, die bis zu 5 m pro Sekunde wachsen kann.

Nun hoffen die Forschenden, demnächst eine hautähnliche Faser aus menschlichen Zellen herstellen zu können. Gelingt dann noch der Einbau von Zellen in die Mikrofaser, könnte mit dem Verfahren in kurzer Zeit personalisierte Haut für Brandopfer aus deren eigenen, unversehrten Hautzellen für eine Transplantation produziert werden.

**Einen anderen Weg beschreiten Kollegen der TU Wien.** Sie wollen im Reagenzglas kultivierte Zellen in Form bringen. Per laserbasierter 3D-Druck-Technik konstruieren sie

ein Mikrogerüst mit weniger als einem Drittel Millimeter Durchmesser, das Tausende von Zellen in kürzester Zeit aufnimmt. So ist von Anfang an eine hohe Zeldichte vorhanden, die Form und die mechanischen Eigenschaften der Struktur lassen sich aber trotzdem flexibel anpassen.

Das Team um Olivier Guillaume vom Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie der TU Wien erzeugt die filigranen Gerüste per Zwei-Photonen-Polymerisation. Deren Design sorgt für eine schnelle Bildung von Zellansammlungen im Inneren. Gleichzeitig werden die Zellen vor mechanischer Beschädigung geschützt.

Die zellgefüllten Gerüste seien leicht zu handhaben und können in kurzer Zeit zu großen Gewebekonstrukten mit hoher Zeldichte verwachsen, sagen die Forscher. Das Team hat dafür Stammzellen verwendet, die Knorpel- oder Knochengewebe produzieren. Ließen sich die mit körpereigenen Zellen besiedelten Mikrogerüste injizieren, wären sie in der Chirurgie minimal-invasiv einsetzbar.

ber



**Mikrogerüste** mit weniger als einem Drittelf Millimeter Durchmesser erzeugt ein Team der TU Wien per Zwei-Photonen-Polymerisation. Foto: TU Wien

Doktorandin am Helmholtz Zentrum München und Erstautorin der Studie. Damit erzeugte ihr Team kleine Löcher im Gewebe, durch die wiederum andere Lösungen tiefer eindringen und diese in transparente Strukturen umwandeln konnten.

Die nächste Herausforderung war die Bildgebung der Organe. Dafür entwickelten die Münchner gemeinsam mit dem Unternehmen Miltenyi Biotec ein neues Laser-Scanning-Mikroskop mit einer besonders großen Aufnahmekapazität. Aufnahmen von vollständigen Organen bis zur Größe einer Niere gelingen damit. Anschließend wurden Deep-Learning-Algorithmen erzeugt, um die Abermillionen von Zellen in 3D analysieren zu können.

Ihrer Technologie gaben die Forschenden die Bezeichnung SHANEL (Small-micelle-mediated Human orgAN Efficient clearing and

Labeling). „Damit können wir sehr schnell viel besser verstehen, wie sich Organe wie unser Gehirn entwickeln und wie sie im gesunden und erkrankten Zustand funktionieren“, erklärt Ali Ertürk, Direktor des Instituts für Tissue Engineering und Regenerative Medizin am Helmholtz Zentrum München.

**Ein weiterer Vorteil:** Zelluläre dreidimensionale Karten von menschlichen Organen könnten künftig als Vorlage für künstliche Organe aus dem 3D-Druck dienen. Ertürk und sein Team haben sich deshalb die Kartierung von Bauchspeicheldrüse, Herz und Niere vorgenommen. „Mit dem detaillierten Wissen über die Zellstruktur menschlicher Organe kommen wir der künstlichen Herstellung funktionsfähiger Organe on demand einen wichtigen Schritt näher“, ist Ertürk überzeugt.

## Der kleinste Biodrucker der Welt

**BIOPRINTING:** Es wäre ein medizinischer Durchbruch, wenn man Organschäden einfach mit einem Endoskop reparieren könnte. Funktionieren soll das per laserbasiertem Druck von Gewebe an der Spitze einer haarfeinen optischen Faser. „Dafür entwickeln wir den kleinsten Bio-3D-Drucker der Welt, der direkt im Körper arbeitet“, erklärt Andrea Toulouse, Sprecherin des Projekts EndoPrint3D, an dem drei Institute der Universität Stuttgart mit Förderung der Carl-Zeiss-Stiftung forschen. Ziel ist es, Korrekturen am Gehörknöchelchen vorzunehmen oder Löcher in der Herzwand zu reparieren, ohne umliegendes Gewebe zu beschädigen.

**Der Druckkopf soll auf eine Glasfaser von ca. 100 µm Durchmesser passen und beweglich sein.**

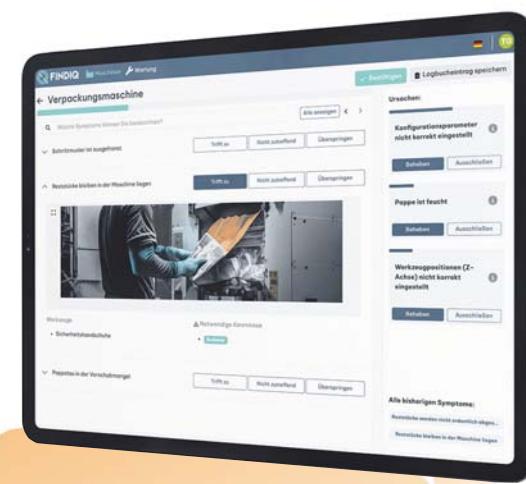
griff am menschlichen Körper. Nun will das ingenieurwissenschaftliche Team aus Stuttgart diesen Druckkopf so miniaturisieren, dass er auf die Spitze einer optischen Faser von ein paar 100 µm Durchmesser passt und dabei auch noch beweglich ist. Dieselbe Faser soll in der anderen Richtung ein Bild aus dem Körper übertragen, um den Druckprozess überwachen zu können. In zwei Mikropipetten wird die benötigte Biotinte mikrofluidisch angeliefert, überschüssige Tinte wird abgesaugt.

**Doch wie hält die Biotinte dem Laserstrahl stand?** „Die Lichtimpulse des Lasers sind zwar kurzzeitig sehr stark, aber nur im Fokus und zeitlich gemittelt auch eher schwach“, sagt die Ingenieurin. Die Herausforderung sei eher, dass die Laserpulse überhaupt absorbiert werden, um die Biotinte zu verfestigen. Dazu benötigt man sogenannte Fotoinitiatoren, die aber giftig sind. „Wir wollen eine Biotinte herstellen, die ungiftig für den Körper ist, aber trotzdem die Laserpulse absorbieren kann“, so Toulouse. Und dann sollen auch noch die mikromechanischen Eigenschaften stimmen. Diese aber könnten auch ein Stück weit über die Mikrostruktur vorgeben werden. Die Volumina, die sich so drucken lassen, sind trotzdem äußerst gering. „Wir wollen deshalb im Prinzip nur die extrazelluläre Matrix drucken, auf der sich dann bestimmte Zellen des Körpers ansiedeln sollen“, erklärt die Forscherin. Die Idee ist also nicht, ein ganzes Ersatzteil herzustellen, sondern den Körper anzuregen, sich selbst zu reparieren – zum Beispiel bei Muskelfaserrissen und Knorpelschäden.“



# Gehirne von Technikern digitalisieren

**WARTUNG:** Tausende Fachkräfte im Industrieservice freuen sich auf ihren Ruhestand. Das heißt aber auch: Know-how geht verloren. Das Start-up Findiq will ihr Wissen per Knopfdruck verfügbar machen.



**Was der alte Meister** aus Erfahrung wusste, wird mit Findiq strukturiert dargestellt. Jeder Geselle hat darauf Zugriff. Foto: Findiq

von PATRICK SCHROEDER



**S**tress in der Produktionshalle eines Herstellers von PVC-Rohren. Der Extruder spielt verrückt. Im Kunststoff schwirren schwarze Partikel. Der Maschinenbediener, ein Quereinsteiger, erst seit drei Wochen aktiv, steht vor einem Rätsel. Sein Vorgänger als Hilfe: nicht mehr erreichbar, seit drei Monaten in Rente. Und mit ihm 30 Jahre Anlagenerfahrung. In seiner Verzweiflung ruft der Techniker deshalb die Servicehotline des Herstellers an. Es folgt eine Versuch- und Irrtum-Odyssee. Schließlich, nach sechs Stunden Anlagenaustritt und einem Verlust von mehreren zehntausend Euro, ist die Ursache gefunden: eine Störung im Erhitzungsprozess.



**Das Gründertrio** Tommy Giesbrecht, Sina Kämmerling und Patrick Deutschmann (v.l.) tritt dem Fachkräftemangel entgegen. Foto: Findiq

„Gerade im Mittelstand sind lange Stillstandzeiten inzwischen an der Tagesordnung. Während die Komplexität der Maschinen und Anlagen in den letzten Jahren stetig gestiegen ist, nimmt die Expertise zur Bewältigung der Vielschichtigkeit immer weiter ab“, sagt Sina Kämmerling, Geschäftsführerin des Start-ups Findiq aus Herford. Ein Problem, das sich verschärft. Denn der Ausstieg der Baby-Boomer-Generation steht bevor. Und Nachwuchs sei nur schwer zu finden. „Zahlreiche Industriebranchen steuern auf eine signifikante Wissenslücke zu, die sich schon heute in Instabilität und steigenden Kosten im Maschinenbetrieb niederschlägt. Wir haben es uns deshalb zur Aufgabe gemacht, dieser Wissenslücke durch Digitalisierung entgegenzuwirken.“

**Die Idee des Start-ups:** Die Erfahrung langjähriger Mitarbeiter in einem digitalen Wissenspool speichern. Und ein Assistenzsystem für Smartphone und Tablet aufsetzen, welches das Know-how in strukturierter Form ausgibt – ohne dass junge Techniker erst in einer Datenbank suchen müssen. „Wir integrieren erstmalig Wissensmanagement und Assistenzsystem in einer Servicelösung“, so Kämmerling. „Wir ersetzen damit quasi den Experten durch ein Wissenssystem.“

Das sieht im Alltag folgendermaßen aus: Der unerfahrene Maschinenbediener steht vor der Extruder-Linie. Er ruft aber nicht direkt die Servicehotline des Herstellers an. Stattdessen zückt er sein Tablet und startet die App von Findiq. Das Assistenzsystem lotst ihn durch ein Frage-Spiel mit simplen Ja-Nein-Antworten zum Verhalten der Maschine. So wie es sein erfahrener Kollege am Telefon tun würde. Nach wenigen Minuten gibt das System dann die wahrscheinlichste Fehlerursache aus, etwa eine zu hohe Temperatur im Einzugsbereich.

„In der Regel benötigt ein Anwender der App nur sechs Klicks, um die Fehlerursache zu finden“, sagt Kämmerling. Die Vorteile liegen auf der Hand: Der Techniker hat Know-how von Jahrzehnten immer in der Hosentasche. Er kann Maschinen- und Prozessfehler selbst diagnostizieren und den Servicetechniker des Herstellers mit Vorabinformatio-

nen vorbereiten. Somit reduziert der Betrieb seine Stillstandskosten. Der Maschinenlieferant erhöht die Produktivität seiner Servicetechniker.

Doch wie kommt das Wissen in die App? Die ersten Transformationen waren eine Herausforderung, erinnert sich Kämmerling: „Viele Techniker, die Jahrzehntelang dabei sind, arbeiten intuitiv und aus dem Bauch heraus. Und können oft nicht genau formulieren, wie sie auf eine Lösung kommen.“ Aufgabe des Start-ups sei es deshalb, diesen Mitarbeitern eine strukturierte Form zu geben, mit der sie ihr Wissen dokumentieren können. Hier kommt etwas Simples ins Spiel: Excel. In der Tabellenkalkulationssoftware sammeln die Angestellten ihr Wissen – unterteilt in Symptome, etwa schwarze Partikel, und Ursachen, etwa Hitze im Einzugsbereich. So können sie übersichtlich aufschreiben, was an Maschinen und Anlagen in der Vergangenheit alles schiefgelaufen ist. „Besonders Kunden, deren personelle Ressourcen knapp sind, schätzen diesen Pragmatismus, diese aufwandsarme Digitalisierung von Wissen.“ Doch das Aufschreiben sei nur der erste Schritt. Der Zweite: Findiq überspielt die Excel-Tabellen in eine Cloud-Software. Somit steht das Know-how dem Assistenzsystem zur Verfügung. Sofort und ohne Zeitverzug. „Durch unser Vorgehen ist es möglich, das Wissen für einen Maschinentyp in sechs bis acht Stunden zu digitalisieren.“ Keine Selbstverständlichkeit. Alternativen mit Fehlerbäumen beispielsweise seien oft so aufwendig, dass Mitarbeiter noch während der Transformation in den Ruhestand gehen. Und die Kosten? Das Start-up berechnet für die Assistenz-App monatlich 500 € pro Maschinentyp bei unbegrenzter Nutzeranzahl.

## Der Startschuss für Findiq fiel

**2022.** Sina Kämmerling und ihre Mitgründer Patrick Deutschmann und Tommy Giesbrecht sahen eine Marktluke. „Das Thema Wissensmanagement erfuhr vor 20 Jahren schon einmal große Aufmerksamkeit, geriet dann aber aus dem Fokus“, sagt Kämmerling. „Jetzt, da die Industrie vor signifikanten demografischen Herausforderungen steht und sich auf eine dauerhafte Fluktuation einstellen muss, wird die Nutzbarmachung von Wissen existenziell relevant.“

**Das sehen auch Investoren so.** Nach einem Jahr der Eigenfinanzierung hat sich das Start-up 2023 1 Mio. € Venture Capital gesichert. Zu den Geldgebern zählt der Hightech-Gründerfonds (HTGF) aus Bonn. „Wir waren von Anfang an vom Team und seiner umfassenden Vision überzeugt“, sagt Martin Möllmann, Senior Investment Manager beim HTGF. „Das Start-up bringt eine großartige Kombination aus Industriearfahrung, technischem Know-how und absolutem Ehrgeiz mit, um den Markt für Maschinenservice zu revolutionieren.“

## Findiq GmbH

- **Gründung:** 2022
- **Hauptsitz:** Vlotho
- **Branche:** Software
- **Mitarbeiter:** 5
- **Vertrieb:** weltweit
- **Umsatz:** k.A.



## PARKETTNOTIZEN

## Handelsstreit mit China weitet sich aus

Immerhin: Sie reden wieder miteinander. Vier Tage war Janet Yellen in China. Die US-Finanzministerin wollte die Handelsbeziehungen der beiden Staaten diskutieren. Das Ergebnis fiel vage aus. Trotz allem waren die Konsultationen bitter nötig, nachdem der Handelskonflikt zwischen den beiden Staaten rasant eskaliert war.

**Die USA hatten den Export bestimmter Hochleistungsschips nach China eingeschränkt.** Als Begründung wurde die nationale Sicherheit ins Feld geführt. Die USA befürchten, China könnte die Halbleiter in Waffensysteme einbauen. China sprach von einer „Technologieblockade“ und schränkte daraufhin die Lieferung der Seltenen Erden Gallium und Germanium ein. Von August an werden spezielle Lizenzen benötigt, um die Metalle, die unter anderem für Solarpaneele und in der Chipproduktion verwendet werden, zu exportieren.

**Man fühlt sich bei diesem Streit an die ersten Monate unter Donald Trump erinnert.** Unter dem Motto „America First“ hatte der damalige US-Präsident die Welt – auch China – mit Strafzöllen überzogen.



**Stefan Wolff**  
arbeitet als  
Finanzjournalist  
u. a. für das ARD-  
Börsenstudio.  
Foto: privat

Es drohte ein weltweiter Handelskrieg. Inzwischen sind viele Zollschranken bereits wieder entfernt worden, beispielsweise die Handelshemmisse für Aluminium und Stahl aus Großbritannien und der EU. Auch sind Strafzölle auf Motorräder der Marke „Harley-Davidson“ entfallen. Andere Zölle bestehen weiter, unter anderem auf viele chinesischen Waren.

**Wie damals Trump, so betonte US-Finanzministerin Janet Yellen,** dass man trotz der Unterschiede zu China an einem wirtschaftlichen Miteinander interessiert sei. Allerdings schmecken dem Westen zwei Dinge nicht: Zum einen stößt die Bekundung territorialer Ansprüche Chinas unangenehm auf. Außerdem will man eine zu hohe Technologiekompetenz Chinas verhindern.

Im Gegenzug weiß Peking genau, wo es dem Westen wehtut. Die Exportbeschränkungen für Gallium und Germanium treffen einen wunden Punkt. China ist der weltweit größte Produzent dieser Rohstoffe. Der Umbau der Wirtschaft zu Nachhaltigkeit ist ohne sie nicht zu machen. Auch das Versprechen der Demokratischen Republik Kongo, für China in die Bresche springen zu wollen, kann nicht wirklich beruhigen.

**Außerdem torpedieren die Exportbeschränkungen das Streben des Westens nach mehr Autarkie.** Ausgerechnet der Zankapfel Taiwan ist Dreh- und Angelpunkt der Halbleiterherstellung, was ein Grund dafür ist, dass weltweit Fabriken entstehen. Doch was nützt das schönste Chipwerk in Magdeburg, wenn die Rohstoffe fehlen?

Längst steht die Befürchtung im Raum, dass China seine Beschränkungen auf weitere Rohstoffe ausweitet. Wenn Seltene Erden deutlich teurer oder knapp werden, hat das unmittelbare Folgen für den Chipmarkt, für die Solarwirtschaft und für die Autoindustrie auch in Deutschland (s. auch S. 18 „Chinarisiken begrenzen“).

Chinas Weg zum Technologieriesen wird ein Handelskonflikt nicht bremsen. Die Volksrepublik ist längst nicht mehr die verlängerte Werkbank der Welt und in vielen Bereichen sogar führend.

## Die Rezession dauert an

**KONJUNKTUR:** Eine hartnäckige Inflation, ein schwaches Ifo-Geschäftsklima und rückläufige Auftragsbestände in der Industrie legen nahe: Der konjunkturelle Abschwung wird anhalten.

von Dieter W. Heumann

**N**och zu Jahresbeginn herrschte überwiegend Zuversicht, die deutsche Wirtschaft werde im zweiten Quartal 2023 wieder Fahrt aufnehmen. Doch nach einem Rückgang der Wirtschaftsleistung im vierten Quartal 2022 und im ersten Quartal 2023 rutschte die Wirtschaft in eine technische Rezession.

Die Stimmung in der Wirtschaft zur Jahresmitte gab der Ifo-Geschäftsklimaindex für Juni wider, der einem Paukenschlag glich: Er sank überraschend kräftig, nachdem er bereits im Vormonat gefallen war. Sowohl im Verarbeitenden Gewerbe als auch im Dienstleistungssektor, im Handel und im Bau- gewerbe gab der Index deutlich nach. Besonders bedenklich ist der Rückgang der weiteren Geschäftserwartungen in allen Bereichen, da dies die Hoffnungen auf eine wirtschaftliche Erholung in der zweiten Jahreshälfte enttäuschen dürfte.

Ifo-Präsident Clemens Fuest nennt als Grund für den Stimmungseinbruch die Maßnahmen der EZB zur Bekämpfung der Inflation: Die Zinserhöhungen seien zwar notwendig, doch sie bremsten die Wirtschaft. Die Notenbank ist bestrebt, ihr Inflationsziel von 2 % möglichst schnell zu erreichen. Im Juni lag die Geldentwertung nach ersten Schätzungen des Statistischen Bundesamts bei 6,4 % nach 6,1 % im Mai und einem Spitzenwert von 8,7 % zu Jahresbeginn. Es rächt sich, dass die EZB die Inflation zunächst als „vorübergehend“ eingestuft hat und sie erst seit Juli 2022 bekämpft – seither aber mit acht, teils ungewöhnlich hohen Zins schritten.

Derzeit liegt der EZB-Zins bei 4 % und EZB-Präsidentin Christine Lagarde stellt für Juli den nächsten Zins schritt in Aussicht. Als besonders hartnäckig erweist sich die für die EZB relevante Inflationskernrate, die als guter Indikator für den zugehörigen Inflationstrend gilt. Sie ist im Juni laut Statistischem Bundesamt voraussichtlich auf 5,8 % gestiegen, nach 5,3 % im Vor monat.

**Kräftig unter der Inflation leidet der konjunkturell wichtige private Konsum.** Die erheblichen Preissteigerungen schmälern die Kaufkraft der privaten Haushalte. Laut Statistischem Bundesamt brach der private Verbrauch im ersten Quartal um 1,2 % gegenüber dem Vorquar tal ein. Nach Erhebungen der Gesellschaft für Konsumforschung



**Die Zinswende** setzt der Bauindustrie besonders zu. Projekte werden abrupt gestoppt, Aufträge laufen aus. Experten erwarten Firmenpleiten.

(GfK) weist die Verbraucherstim mung auch aktuell auf eine stärkere Verunsicherung der Konsumenten hin. Das Ifo Institut rechnet für 2023 insgesamt mit einem Rückgang des privaten Verbrauchs um 1,7 %. Erst 2024 wird wieder ein Anstieg – um 2,2 % – erwartet.

**Für die stark vom internationalen Handel abhängige Industrie ist die Inflation ein besonderes Problem,** zumal viele Unternehmen die gestiegenen Kosten nicht weitergeben können. Auch wird die Investitions tätigkeit beeinträchtigt. Derzeit arbeiten die Unternehmen laut Ifo noch ihre Auftragsbestände ab, doch würden keine neuen in ausreichendem Maße nachkommen. So ist die Industrie schwach ins zweite Quartal 2023 gestartet.

Stark zugenommen hat laut Wirtschaftsauskunftei Creditreform die Zahl der Firmen pleiten. Sie ist im ersten Halbjahr 2023 um 16,2 % angestiegen. Aufgrund der Zinssituation sei bei einer zunehmenden Anzahl von Unter nehmen die Schuldentlastungsfähigkeit nicht mehr gegeben. Die Beratungs gesellschaft Roland Berger sieht eine erhöhte Insolvenzgefahr bei den Automobilzulieferern, im stationären Einzelhandel und in der Bau branche.

Neben kräftig gestiegenen Preisen für Baumaterial zwingen die anhal tend steigenden Zinsen den Immobilienmarkt in die Knie. Zwar hält die Bundesregierung daran fest, dass jährlich 400 000 Wohnungen gebaut werden sollen. Doch der Hauptverband der Deutschen Bau industrie rechnet für 2023 mit maximal 250 000 fertiggestellten Wohnungen, nach 295 300 im Vorjahr. Zugleich bleibt die Nachfrage nach Wohnraum hoch – vor allem wegen der hohen Zuwanderung – was sich in anhaltend steigenden Mieten zeigt. Eine Umfrage des Instituts der deutschen Wirtschaft (IW) und des Immobilien spitzenverbands ZIA zeigt eine erneut eingetürzte Stim mung im Wohnungsbau. Der Preis rutsch am Wohnungsmarkt sei nach Einschätzung der Immobilienfir men nicht zu Ende.

**Die Entwicklung in wichtigen Wirtschaftsbereichen lässt kaum Hoffnungen aufkommen,** dass die deutsche Wirtschaft das Jahr 2023 insgesamt mit einem höheren Bruttoinlandsprodukt (BIP) abschließen wird. Überwiegend wird mit einem abnehmenden BIP gerechnet: Das DIW geht von einem Minus von 0,2 % aus. Die Bundesbank, das Kie ler Institut für Weltwirtschaft (IfW) sowie das RWI in Essen erwarten einen Rückgang um 0,3 % und das Ifo Institut sieht eine Schrumpfung des BIP um 0,4 %.

Erst für 2024 wächst der Optimismus: Die Institute rechnen mit einem Wirtschaftswachstum von bis zu 1,8 %. Doch dafür muss es gelingen, die Inflation zurückzudrängen, Zinsstabilität zu erreichen und die Weltwirtschaft auf einen stabilen Wachstumskurs zu bringen.



# Finanzierung in Pull-Situationen

**MITTELSTANDSFINANZIERUNG:** Was tun, wenn die Kundenschaft überraschend Schlange steht und die teuere Fertigung schnell aufgebaut werden muss?

VON BARBARA WILLMS

**A**ls Phillip Utsch und Johannes Henrich Schleifenbaum 2018 in Aachen das Unternehmen HPL Technologies (HPL) gründeten, konnten sie nur erahnen, dass vier Jahre später eine große Nachfragewelle auf sie zurollen würde. Einerseits genau die Situation, von der jede Unternehmerin und jeder Unternehmer träumt – andererseits eine Herausforderung. Um die Produktion ausweiten und neue Vertriebswege gehen zu können, brauchte HPL schnell Kapital. Das kam von der S-UBG Gruppe (S-UBG), einer in Aachen ansässigen Beteiligungsgesellschaft, die wie auch die zu einem US-amerikanischen Investor gehörende ITT Ventures LLC bei HPL einstieg.

Utsch und Schleifenbaum hatten eine Technologie entwickelt, mit der sich die Emission von Bremsfeinstaub bei Pkw und Nutzfahrzeugen um bis zu 97 % reduzieren lässt, das Wecodur-Verfahren: Bremsscheiben werden ein- oder mehrfach hartstoffbeschichtet, die Materialschichten werden mittels Laser Cladding aufgebaut. Dabei entstehen im Vergleich zu anderen Herstellungsverfahren bis zu 85 % weniger CO<sub>2</sub>. Phillip Utsch nennt weitere Vorteile: „Durch die hohe Abriebfestigkeit entsteht der größte Teil der Emissionen erst gar nicht, muss also auch nicht nachträglich gefiltert oder abgesaugt werden.“

Es ließen sich noch mehr Pluspunkte finden, zum Beispiel das Leichtbaupotenzial und die verringerte Mindestdicke der Bremsscheiben. All das war von Anfang so. Doch der große Erfolg des Verfahrens begann erst mit der Vorlage für die Abgasnorm Euro 7 durch die Europäische Kommission Ende 2022. Trotz des umgangssprachlichen Titels „Abgasnorm“ geht es nicht nur um Schadstoffe, die aus dem Auspuff kommen, sondern auch um weitere Emissionen. Geplanter Start: Juli 2025 für neue Pkw, zwei Jahre später für Lkw. „Die Umsetzungszeit ist für automobile Standardentwicklungszyklen extrem kurz. Mit unserer Technologie können wir der Industrie eine Lösung anbieten, die sie schnell in den Produktionsprozess einführen kann“, sagt Utsch, der die Vorgeschichte der geplanten Abgasnorm Euro 7 seit Langem beobachtet hat.

**Die zu erwartende Umsetzung der EU-Richtlinie sorgte bei HPL für eine „Pull-Situation“, in der die Nachfrage nach einem Produkt plötzlich rasant steigt. Vor allem, wenn das Produkt gerade erst die Marktreife erlangt hat oder bisher nur in kleiner Auflage produziert wurde, bedeutet das für den Entwickler oder Hersteller, dass so schnell wie möglich Produktion und Distribution ausgeweitet werden müssen.**

„In Pull-Situationen sind Unternehmen geradezu ‚gezwungen‘, die



Foto: HPL Technologies

## Bremsscheiben

werden von HPL Technologies werden hartstoffbeschichtet. Mit einer Private-Equity-Finanzierung reagierte das Unternehmen auf die gestiegene Nachfrage.

Nachfrage zu befriedigen. Wer am Markt bestehen will, muss liefern. Das sprunghafte Wachstum können viele nicht durch den eigenen Cashflow stemmen“, berichtet Ansgar Schleicher, Vorstand der S-UBG. Eine Private-Equity-Finanzierung sei in diesem Fall oft die einzige Wahl für einen Mittelständler. Denn Banken könnten das erhöhte Risiko meist nicht tragen oder stellen erst dann Fremdkapital bereit, wenn zuvor die Eigenkapitalposition des Unternehmens durch eine Private-Equity-Finanzierung gestärkt wurde.

Schleicher betont die Vorteile einer Beteiligung: „Insbesondere, wenn ein Unternehmen aufgrund erhöhter Nachfrage schnell durchstarten muss, ist darauf zu achten, die Branchenentwicklung richtig einzuschätzen.“ Hinzu kommt: Anders als bei einem Darlehen gibt es keine fixen Tilgungen und Zinszahlungen. So kann erwirtschaftete Liquidität im Unternehmen verfügbar bleiben. Der Investor profitiert seinerseits von Ausschüttungen und bei einem späteren Verkauf der Anteile von deren Wertzuwachs.

Je nach Produkt oder Dienstleistung, Kapitalbedarf und Eigenkapi-

tal gibt es viele Finanzierungsmöglichkeiten in einer Pull-Situation. Nicht immer zielen die Entwickler auf den internationalen oder globalen Markt. Im Extremfall eines günstig zu produzierenden und vertreibenden speziellen Nischenprodukts kann auch ein Crowdfunding im Bekanntenkreis ausreichen.

**Nicht jeder Nachfragehype ist absehbar.** Administrative Änderungen kommen vielleicht nicht gänzlich überraschend, aber zu einem unerwarteten Zeitpunkt oder in einem unerwarteten Ausmaß – mit den entsprechenden Folgen. Ansgar Schleicher nennt ein Beispiel: „Die Novelle des Gebäudeenergiegesetzes, das sogenannte Heizungsgesetz, führt derzeit zu einem Pull bei Wärmepumpen.“

Manchmal entsteht ein Nachfragehype aber auch ganz spontan: zum Beispiel, wenn ein Influencer auf einem Onlineportal oder ein Kandidat in einer TV-Sendung von einem Produkt schwärmt. Dann kann es passieren, dass am nächsten Tag „alle“ genau dieses Auto, diese Regenjacke aus einem bestimmten Material oder dieses Haargel kaufen möchten.

**„In Pull-Situationen sind Unternehmen ‚gezwungen‘, die Nachfrage zu befriedigen.“**

Ansgar Schleicher,  
Vorstand S-UBG

**INGENIEUR.de**  
TECHNIK - KARRIERE - NEWS



**INGENIEUR-EINKOMMEN  
2005-2022:**

- Arbeitsmarkt
- Gehaltsentwicklung
- Gehaltsanalysen
- Einflussfaktoren
- Auswertung IT-Gehälter

INGENIEUR.de  
TECHNIK - KARRIERE - NEWS

Das haben  
Ingenieur\*innen  
wirklich verdient:  
Ingenieureinkommen  
2005–2022

Umfassende Studie mit Analysen zu Arbeitsmarkt,  
Gehaltsentwicklung und Einflussfaktoren.  
Mit detaillierten Auswertungen und einer übersichtlichen  
Aufbereitung der tatsächlichen Gehaltsstrukturen  
von Ingenieur\*innen und IT-Ingenieur\*innen.

**Download-PDF:**

210 Seiten | ISBN 978-3-18-990138-2 | 149 EUR

[WWW.INGENIEUR.DE/GEHALTSSTUDIE](http://WWW.INGENIEUR.DE/GEHALTSSTUDIE)



# „Die Verlierer schrieben die Geschichte“

**GESCHICHTE:** Der Historiker Roman Töppel erklärt, wie die größte Panzerschlacht des Zweiten Weltkriegs zustande kam und wie Legenden darüber die heutige russische Kriegsführung beeinflussen.

VON PETER STEINMÜLLER

**VDI NACHRICHTEN:** Herr Töppel, warum sollte sich jemand noch 80 Jahre später mit der Schlacht bei Kursk beschäftigen?

**TÖPPEL:** Vor allen Dingen, weil es die größte Schlacht des Zweiten Weltkriegs, möglicherweise die größte der Geschichte gewesen ist. Das wissen viele Menschen aber gar nicht. Denn der Kriegsschauplatz im Osten wird bis heute in seiner Bedeutung unterschätzt, weil die Geschichtsschreibung in der Bundesrepublik und im angloamerikanischen Raum sich in der Nachkriegszeit auf die Feldzüge konzentriert hat, an denen die Westalliierten beteiligt waren, etwa in Frankreich, Italien und in Nordafrika.

Das hing natürlich stark mit dem Kalten Krieg zusammen. Weitgehend unbekannt geblieben ist auch, dass die Wehrmacht an der Ostfront ihre größten Verluste erlitten hat. Ebenfalls wissen die wenigsten Deutschen, welche enormen Opfer die Sowjetunion bringen musste. Im Westen wird immer noch unterschätzt, wie sehr der sogenannte Große Vaterländische Krieg im Bewusstsein der meisten Russen lebendig ist, fast jede Familie hat mehrere Söhne und oftmals den Vater verloren.

**Wie war denn im Westen die Rezeption der Schlacht?**

Unter Historikerinnen und Historikern heißt es gerne ein bisschen flapsig: Der Sieger schreibt die Geschichte. Das gilt nicht für die westliche Sicht auf die Ostfront. Denn hier

haben die Verlierer die Geschichte geschrieben. Das Bild der US-Amerikaner vom Krieg im Osten ist fast durchweg von der deutschen Generalität geprägt worden. Die USA haben sich bereits kurz nach Kriegsende von hohen Offizieren der Wehrmacht und sogar der Waffen-SS Studien darüber erarbeiten lassen, wie sich die Rote Armee schlagen lässt, falls der Kalte Krieg in einen heißen umschlägt.

Der Tenor der Ausarbeitungen lautete durchgängig: Die Wehrmacht hat hervorragend gekämpft, war der Roten Armee weit überlegen und „der Russe“ ein bisschen primitiv. Da wurden teilweise die NS-Propagandaparolen übernommen. Natürlich hatte in diesen Papieren nur Hitler Fehlentscheidungen getroffen, nie die Herren Generäle selbst. Und mit den Verbrechen des Vernichtungskriegs hatten sie auch nichts zu tun. Mit der Argumentation, sie beherrschten das Handwerkszeug für den Sieg über die Rote Armee, wollten sich die deutschen Offiziere bei den Amerikanern unentbehrliech machen. Diese sind prompt auf diese Legendenbildung hereingefallen und sehen die Wehrmacht zum großen Teil noch heute wesentlich unkritischer als deutsche Historiker.

**Zeigte sich dieser Wehrmachtseinfluss auch in der Operationsplanung der Nato?**

Ja, zumindest bis zum Ende der 1950er-Jahre. Die Thesen der Wehrmachtsgeneräle wurden an den US-Militärakademien gelehrt, die Studien zu Tausenden an die Studenten verteilt und in Fachzeitschriften veröffentlicht.

Im Mittelpunkt standen die Grundsätze deutscher Operationsplanung, wonach man bewegliche Stöße führen muss, und dass Gegenangriffe ein hervorragendes Mittel sind, um gegen einen überlegenen Feind siegreich zu bleiben. Denn aufgrund ihrer Mentalität seien die Russen zwar zähe Gegner in der Verteidigung, aber im Angriff relativ einfach zu schlagen. Das sollte im Gefecht der verbündeten Waffen geschehen, also durch den Angriff mit Panzern, die von Luftangriffen, Artillerieschlägen, Infante-



rie und Pionieren unterstützt werden. Als die USA auf Atomwaffen zur Abwehr eines sowjetischen Angriffs in Mitteleuropa setzten, wurden die Lehren der Wehrmachtselite unwichtig.

**Wie war denn die Rezeption der Panzerschlacht bei Kursk im Machtbereich der Sowjetunion?**

Ich bin in der DDR geboren, da kannte jedes Kind diese Schlacht. Ihre Geschichte wurde uns über die Medien und in der Schule eingetrichtert. Denn laut der sowjetischen Geschichtsschreibung wurde

Wie sich die neuen Panzertypen „Panther“ und „Tiger“ bei Kursk schlügen, erfahren Sie auf Vn+:

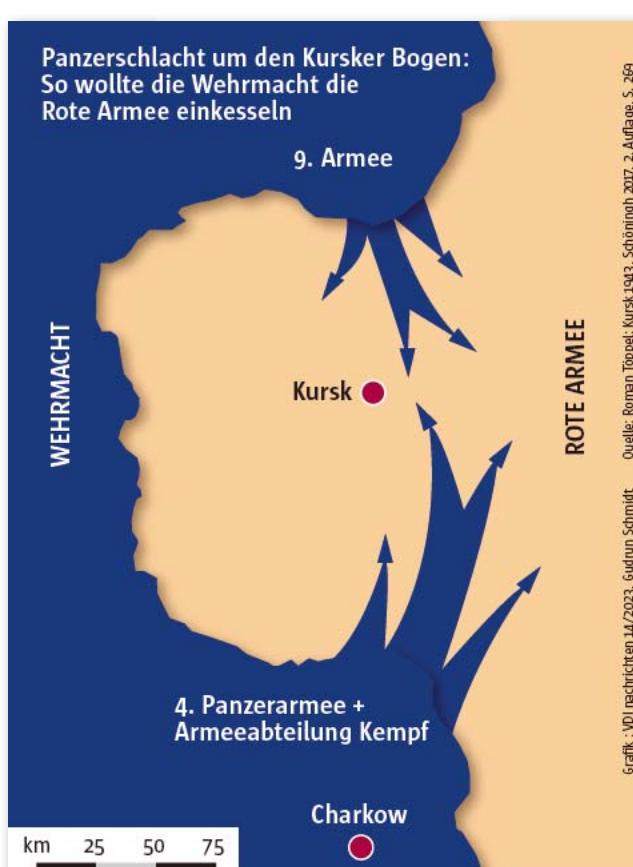


der Zweite Weltkrieg in drei Entscheidungsschlachten entschieden, die alle von der Roten Armee geschlagen wurden: Vor Moskau wurde die Wehrmacht das erste Mal zum Halten gebracht, bei Stalingrad erlitt sie eine vernichtende Niederlage und die Schlacht im Kursker Bogen hat ihr endgültig das Genick gebrochen. Dabei wurden die deutschen Verluste weit übertrieben und die enormen sowjetischen Opfer verschwiegen. Die Rote Armee hatte demnach die Schlacht nicht nur wegen ihrer Masse gewonnen, sondern auch wegen ihrer Qualität. Das war jedoch völliger Unsinn.

Aber die Kursker Schlacht sollte eben die Überlegenheit der sozialistischen Gesellschaftsordnung demonstrieren. Bei uns in der DDR hieß es ja immer: „Von der Sowjetunion lernen heißt siegen lernen!“ Jedoch taugt es gerade nicht zum Vorbild, mit den fünf- bis siebenfachen Verlusten gegenüber denen des Gegners zu siegen. Erst nach dem Zusammenbruch des Ostblocks bekamen Historiker Zugang zu den sowjetischen Archiven. Die dort dokumentierten Verlustzahlen waren wirklich atemberaubend. Sie waren so riesig, dass diese Zahlen in Putins Russland wieder unterdrückt werden. Es erinnert schon an die Zeiten unter Josef Stalin, wie heute die sowjetische Kriegsführung wieder verherrlicht wird.

**Registrieren Sie zum 80. Jahrestag ein gestiegenes Interesse an der Panzerschlacht bei Kursk?**

Durch den russischen Krieg gegen die Ukraine ist das Interesse natürlich enorm gestiegen. Teilweise finden die Kämpfe in der Nähe des Kursker Bogens statt. In ihrem Feldzug gegen die Ukraine hat die russische Armee teilweise die gleichen Fehler gemacht wie die Rote Armee im Zweiten Weltkrieg. Da wurden



Mit Panzerangriffen aus dem Norden und Süden wollten die deutschen Generäle die sowjetischen Kräfte im Kursker Bogen abschneiden. Grafik: Gudrun Schmidt / VDI nachrichten.

## Roman Töppel



- ist freiberuflicher, promovierter Historiker und Autor des Standardwerks „Kursk 1943“ (Schöningh, 2. Auflage 2017).
- studierte an der TU Dresden Geschichte und Politikwissenschaft.
- war beteiligt an der kritischen Edition von Hitlers „Mein Kampf“ des Instituts für Zeitgeschichte in München.



**Sowjetische Infanteristen**  
mit Panzerbüchse bereiten sich im Kursker Bogen auf die Abwehr deutscher Panzer vor. Die Opferbereitschaft der Rotarmisten in dieser Schlacht wird in Russland bis heute verherrlicht.

Foto: imago/United Archives

Panzerverbände zusammengeschossen, weil sie ohne ausreichende Infanterieunterstützung gegen gut ausgebauten und mit Panzerabwehrwaffen ausgestattete ukrainische Stellungen eingesetzt werden. Ich vermute, dass die Mythen des Großen Vaterländischen Krieges zu den russischen Verlusten in der Ukraine beitragen. Weil die Fehler des Zweiten Weltkriegs nie aufgearbeitet wurden, sind möglicherweise die russischen Offiziere der Überzeugung, sie würden alles richtig machen, wenn sie die Taktiken der Roten Armee wieder hervorholen.

#### Bei Kursk trafen insgesamt 12 000 Panzer aufeinander. Wie kam es zu dieser in der Geschichte einmaligen Konzentration?

Beide Seiten haben das Aufeinandertreffen im Sommer 1943 als Entscheidungsschlacht angesehen. Die Wehrmachtführung wusste bereits, dass sie selbst mit einem Sieg bei Kursk den Krieg im Osten nicht für sich entscheiden könnte.

Die sowjetische Niederlage sollte aber ermöglichen, deutsche Einheiten an die Westfront zu verlegen, wo eine alliierte Landung erwartet wurde.

#### Die Panzerschlacht bei Kursk

- Wegen der Form des Frontverlaufs zu Beginn der deutschen Offensive wird das Ereignis auch als Schlacht am Kursker Bogen bezeichnet. Sie dauerte vom 5. bis 16. Juli. Sie endete, als die Rote Armee im Norden eine Gegenoffensive begonnen hatte.
- Ziel des Operation Zitadelle genannten deutschen Zangenangriffs aus Norden und Süden war es, die Rote Armee so vernichtend zu schlagen, dass Wehrmachtseinheiten zur Abwehr einer angloamerikanischen Invasion in Europa abgezogen werden konnten.
- Das Kräfteverhältnis sah laut Roman Töppel so aus: 900 000 Wehrmachtssoldaten mit 3500 Panzern standen 2,6 Mio. Rotarmisten mit 8000 Panzern gegenüber. 1,2 Mio. Rotarmisten wurden getötet oder verwundet, auf deutscher Seite waren es 200 000 Soldaten.

de. Adolf Hitlers Hoffnung war, Briten und Amerikanern eine so vernichtende Niederlage beizubringen, dass sich die öffentliche Meinung in diesen Ländern gegen die Fortsetzung des Krieges wenden würde. Danach sollte die Wehrmacht mit ihrer vollen Stärke die Sowjetunion niederringen. Die alliierten Kriegspläne sahen wiederum vor, dass die Rote Armee noch 1943 die Ukraine befreien und bis nach Polen vordringen sollte. 1944 sollte der Krieg zu Ende sein. Dieser Zeitplan setzte eine vernichtende deutsche Niederlage bei Kursk voraus.

#### Waren die 3400 deutschen Panzer so was wie ein letztes Hurra der deutschen Rüstungsindustrie?

Was fast immer übersehen wird: Panzer hatte das Deutsche Reich eigentlich genug. Adolf Hitler setzte immer auf die technische Überlegenheit der Wehrmacht. Er hielt Panzer für die kriegsentscheidende Waffe. Das waren sie aber nicht. Es mangelte der Wehrmacht an Kampfflugzeugen und an Infanterie. Sie hatte bereits 1941 zu Beginn des Russlandfeldzugs hohe Verluste erlitten, die sie nie mehr ausgleichen konnte. Deshalb wurden bei Kursk verschiedene neue Panzertypen nach vorne geworfen, die diesen Infanteriemangel ausgleichen sollten. Das konnte aber nicht gelingen.

Den offiziellen Zahlen zufolge hat Rüstungsminister Albert Speer den Ausstoß bis 1944 deutlich nach oben getrieben. Das Hauptproblem der deutschen Rüstungsindustrie war der Mangel an Ersatzteilen und Fachkräften. Klüger wäre es gewesen, die Stückzahlen der Panzer zu reduzieren und die gewonnenen Kapazitäten für Ersatzteile und Instandhaltung einzusetzen. Aber dann hätten Speers Statistiken nicht so glänzend ausgesehen.

#### Hatte die Wehrmacht überhaupt eine Chance, die Schlacht bei Kursk zu gewinnen?

Nein, sie hätte höchstens erreicht, dass der Krieg ein paar Monate länger dauert. Selbst wenn die deutschen Verbände die sowjetischen Verbände hätten einkesseln können, wäre es ihnen wohl nicht gelungen, deren Ausbruch zu verhindern.

Denn dazu waren die Wehrmachtsverbände zahlenmäßig viel zu schwach. Aber selbst bei einem vollständigen Sieg wäre der Wehrmacht keine entscheidende Schwächung der Roten Armee gelungen.

# Das Kultauto entstand in der Scheune

**AUTOMOBIL:** Vor 75 Jahren begründete Porsche mit dem ersten 356 seinen Mythos als Sportwagenmarke.

VON PETER WEISSENBERG

**E**r kommt nicht aus Zuffenhausen. Er hat keinen Heckmotor. Und für die Beamten der Zulassungsstelle Kärnten ist er nicht einmal ein Porsche: Was Ferry Porsche da vor 75 Jahren aus einer besseren Scheune im Örtchen Gmünd zur offiziellen Abnahme heranschnurren lässt, findet seinen behördlichen Eintrag als „Typ 356 VW Sportwagen“. Und dennoch lässt sich der Ursprung eines Mythos eigentlich nicht treffender beschreiben.

Denn der Porsche Nummer 1 ist so eng verwandt mit dem Käfer wie Ferry mit dem VW-Schöpfer Ferdinand Porsche – eine klassische Vater-Sohn-Beziehung eben. Ob Achsen, Lenkung, Räder oder Bremsen: alles original Volkswagen. Das gilt im Prinzip sogar für den 1,1-Liter-Motor. Neu konstruierte Zylinderköpfe haben den ersten Porsche allerdings um fast 50 % getunt. Na ja ... etwas weniger spektakulär ausgedrückt: auf 26 kW.

In der Beschränkung zeigt sich eben der Meister.

Erste Beschränkung: In Stuttgart sind die Porsche-Produktionsstätten noch von den Besatzungsmächten beschlagnahmt. Also kommt nur Manufakturarbeit in Gmünd infrage. Zweite Beschränkung: Alle Materialien sind Mangelware. Auch darum die enge Anlehnung an den Käfer. Anders als diesen kleidet Ferry Porsche den ersten 356 allerdings in eine Aluhaut über einem Gitterrohr-Rahmen, ab Nummer 2 kommt ein weniger aufwendiger Kastenrahmen aus Stahl zum Einsatz.

Nach heutigen Maßstäben sind Beschleunigung und Geschwindigkeit zwar bescheiden. Aber das täuscht – gewaltig. In Nummer 1 lässt sich zwar das unsynchronisierte Vierganggetriebe auch mit den feingliedrigsten Kuppel-Künsten trotz Zwischengas und Doppeltritt nur mit unschönem Knirschen in Gang halten.

ten. Aber der Mittelmotor direkt hinter den Stühlchen für die zwei Passagiere schiebt willig an.

**Es ist ja eben eigentlich ein Prototyp.** Was direkt nach Nummer 1 aus der Sportwagenschmiede rollt, das zeigt denn auch bereits die DNA von Porsche: geradezu besessene Feinarbeit der Ingenieure an jedem Detail, das Streben nach kontinuierlicher Verbesserung. Die Kunden lieben das. Auch darum wird der 356 fast 20 Jahre gebaut – selbst noch, als längst der Nachfolger 911 Erfolge feiert.

Der wirtschaftliche Erfolg kommt erst mit der Rückkehr nach Deutschland. Nach 44 Coupés und acht Cabriolets Made in Austria kann Porsche wieder zurück nach Stuttgart ziehen, zunächst ins Zuffenhäuser Karosseriewerk Reutter. Dort übernehmen Presswerkzeuge die Klopfarbeit der Handwerker. Und unter dem Stahlblech beginnt die wahre Revolution. In einem 1600er Coupé Mitte der 1950er-Jahre etwa ist der Boxermotor wie bei allen 356, außer dem ersten, längst ins Heck gewandert und leistet dort aufmüpfige 44 kW; in einem 850-kg-Sportwagen allein schon Garant für Fahrspaß. Alle vier Gänge sind synchronisiert, wenn auch immer noch mit deutlichem Spiel.

Genau dieses Sportwagengefühl ist es, was den Aerodynamiker zum Kultauto macht. Und das ziemlich schnell auch in den USA. Da ist die Fangemeinde auch heute noch mindestens ebenso enthusiastisch wie rund um Stuttgart. Das liegt nicht zuletzt an Briggs Cunningham. Der kauft nämlich schon Anfang der 1950er seinen ersten 356. Für sein Fahrzeug von nicht einmal 4 m Länge dürfte er wohl anfänglich im Land der Straßenkreuzer belächelt worden sein. Doch der Privatfahrer feiert auf der Rennstrecke Seriensiege und macht den 356 zum Geheimtipp. Eine Magie, die sich gerade jenseits des Atlantiks bis heute ungebrochen auch auf den 911 überträgt.



**Die Nummer 1** des Porsche 356 blieb erhalten und ist heute im Besitz des Porsche Museums. Acht Cabriolets wurden in Österreich gefertigt. Foto: H. J. Bendel/Swiss Car Register



## KOMMENTAR

## KI-Potenzial nicht für schnellen Gewinn opfern

Generative KI, allen voran der Chatbot ChatGPT, sorgt aktuell für Aufregung. Bis zu 300 Mio. Vollzeitstellen weltweit könnten durch KI überflüssig werden, so eine Einschätzung von Forschenden der Investmentbank Goldman Sachs aus dem Frühjahr. Ein Grund für Unternehmen in



**Elke von Rekowski,** freie Redakteurin, meint: Firmenlenkende sollten die durch KI erreichten Freiräume dafür nutzen, ihr Unternehmen zukunftsfähig aufzustellen. Foto: privat

Deutschland, sich über ein gewaltiges Einsparungspotenzial zu freuen? Mitnichten!

Bis zu einem Viertel der derzeit anfallenden Arbeitsaufgaben könnte laut der Studie durch generative KI ersetzt werden. ChatGPT-Erfinder OpenAI zeichnet ein düsteres Bild für viele Arbeitskräfte und sieht ganze Berufsgruppen bedroht.

Gleichzeitig gibt es den eindeutigen Trend in die andere Richtung: In vielen Unternehmen werden gerade KI-Experten händlerisch gesucht, neue Berufsbilder wie der „Prompt Engineer“ entstehen. Doch woher diese Fachleute nehmen? Der Mangel an Fachkräften mit technischer Ausbildung ist groß und spitzt sich von Jahr zu Jahr zu.

Zwar kann generative KI auch dabei helfen, dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken, indem sie menschliche Arbeit ersetzt. Sogar ganze Arbeitsplätze lassen sich dank KI abbauen. Firmenlenkende sollten diesem Impuls aber nicht blind folgen, sondern sich zunächst fragen: Welche Chancen eröffnen sich für mein Unternehmen? Denn in jedem Fall ist die Zeit gekommen, sich mit den Möglichkeiten von generativer KI auseinanderzusetzen. Es ist jedoch wichtig, eine einseitige Sichtweise zu vermeiden und KI vor allem als disruptives Werkzeug zu begreifen, das neue Möglichkeiten eröffnet. Denn was vor allem wegfällt oder dank KI deutlich schneller erledigt werden kann, sind Routineaufgaben, auch in komplexeren Arbeitsfeldern. Das birgt die Chance, das frei gewordene Potenzial dafür zu nutzen, lange verschobene Umstrukturierungen und Innovationen anzustoßen, die Unternehmen und Institutionen endlich den notwendigen Schub zu verpassen, um langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben. Die Devise lautet: Frei werdende Räume nutzen, Verantwortung übertragen und zukunftsfähig umstrukturieren, statt entlassen und Jobs einzusparen. Denn das wäre zu kurz gedacht.

■ redaktion@vdi-nachrichten.com

# Wie KI neue Berufe entstehen lässt

VON CHRISTOPH SACKMANN

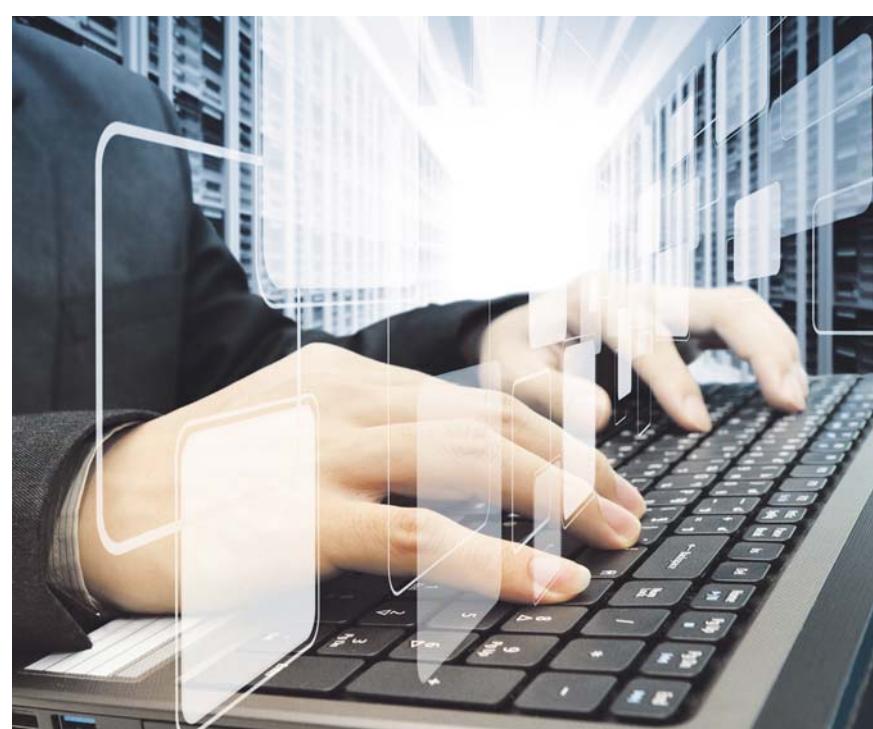
**A**lbert Phelps sitzt in einem Büro in Leytonstone im östlichen Teil Londons und chattet mit ChatGPT. Rund 50 Anfragen stellt der studierte Historiker täglich an die KI. Seine Aufgabe ist es, für Kunden der Unternehmensberatung Accenture die besten Texte mithilfe des Chatbots zu generieren. „Ich bin wie ein KI-Flüsterer“, sagt er gegenüber Bloomberg in Anlehnung an den Pferdefilm mit Robert Redford. „Prompt Engineer“ lautet seine genaue Arbeitsbezeichnung. Es ist ein neues Berufsfeld, das erst jüngst durch den Aufstieg von KI in die Öffentlichkeit geschaffen wurde – und es ist mehr Kunst als Technik.

Denn zwar kann jeder einfach von einer KI Texte oder Bilder generieren lassen, aber es ist eine Kunst, genau den besten Text oder das schönste Bild zu erhalten. Was am Ende von der Maschine geschaffen wird, hängt stark davon ab, was vorher vom Nutzer hineingegeben wird. „Zeichne eine Blume im Stil von van Gogh“ rekreiert nicht dessen berühmtes Sonnenblumen-Gemälde. Es ist ein simples Beispiel. Je komplexer die Texte oder Bilder sein sollen, desto exakter müssen auch die Eingaben sein.

**KI-Bändiger ohne technischen Hintergrund:** Diese perfekten Eingaben zu finden, ist der Job eines Prompt Engineers. Auch wenn die Jobbezeichnung anderes vermuten lässt, besitzen Menschen, die diese Tätigkeit ausüben, oft keinen technischen Hintergrund. Meist sind es Historiker, Linguisten oder andere Geisteswissenschaftler, die sich hier tummeln. „Es geht um Wortspiele, darum, die Essenz von etwas in eine begrenzte Anzahl Wörter zu verpacken“, sagt Phelps gegenüber Bloomberg.

Prompt Engineers werden nicht nur von Beratungen wie Accenture gesucht, die damit ihren Kunden einen neuen Service bieten. Auch die Entwickler von künstlichen Intelligenzen selbst haben ein Interesse an den talentierten Wortkünstlern. Sie sollen die Maschinen mit perfekten Eingaben auf die besten Ausgaben trainieren, damit weniger talentierte Nutzer mit vageren Eingaben am Ende trotzdem gute Texte und Bilder geliefert bekommen. Und die Arbeit ist gut bezahlt. Anthropic, ein von Google finanziertes Start-up im Silicon Valley, zahlt Prompt Engineers bis zu 335 000 \$, umgerechnet rund 310 000 €, pro Jahr. Andere Firmen sind nicht so großzügig, doch Gehälter im sechsstelligen Bereich sind die Regel, nicht die Ausnahme.

**Eine Frage des KI-Trainings:** „Einen richtig guten Prompt für einen Chat-



**„KI-Bändiger“:** Prompt Engineers sollen Chatbots die besten Ergebnisse entlocken. Foto:panthermedia.net/ Buchachon Petthanya



**KARRIERE:** Künstliche Intelligenz (KI) wie ChatGPT könnte zukünftig Millionen Arbeitsplätze obsolet machen. Gleichzeitig entstehen ganz neue Jobs. In den USA können „Prompt Engineers“ mehr als 300 000 \$ jährlich verdienen.

Foto: dpa picture alliance / AP Photo/Hans Deryk



**Der Super Bowl**  
diente dem Start-up  
Scale AI zur Be-  
schreibung, was ei-  
nen guten Prompt  
ausmacht.

spuckte der Chatbot ab sofort die  
richtige Antwort aus.

**Marktplätze für KI-Prompts schie-  
ßen aus dem Boden:** Festangestellte  
Prompt Engineers sind aber nur  
eine Art, den Job auszuüben. Gera-  
de im Bereich Bild-KI haben sich  
Online-Marktplätze gebildet, auf  
denen freiberufliche Künstler die  
besten Prompts für die schönsten  
Bilder zum Verkauf anbieten. Sie  
muten wie eine Art Getty Images für  
KI-generierte Bilder an.

bot zu schreiben, wird ein extrem

gefragter Skill werden“, sagt auch

Sam Altman, der bei OpenAI den

Bot ChatGPT mitentwickelt hat.

Die Arbeit kann mühsam sein,

wie mit einem Kind zu reden. Ryan

Goodside, der für das Start-up Scale

AI arbeitet, erklärte das im Dezem-

ber in einem Twitter-Thread. Er

fragte einen Chatbot, welches Team

den Super Bowl im Geburtsjahr von

Justin Bieber gewann.

Die richtige Antwort wären die Dallas Cowboys gewesen, die 1994

triumphierten, als der Popstar ge-  
boren wurde. Der Bot nannte aller-  
dings fälschlicherweise die Green

Bay Packers. Also ging Goodside in

mehreren Fragen die Schritte durch,

die den Bot schließlich zu der richti-  
gen Antwort führten: In welchem

Jahr wurde Justin Bieber geboren?

1994. Wer gewann den Super Bowl

1994? Die Dallas Cowboys. Wer ge-  
wann also den Super Bowl in Bie-  
bers Geburtsjahr? Nach drei Fragen

Abbildungen von Cartoon-Hun-  
den stehen hier neben schweben-  
den Fast-Food-Burgern und AI-ge-  
nerierten Supermodels vor einem  
saftig grünen Waldhintergrund. Auf

Marktplätzen wie Promptbase wer-  
den die dahintersteckenden Einga-  
ben für 4 \$ bis 5 \$ pro Stück verkauft,  
für mehrere im Paket gibt es Men-  
genrabatt. Komplizierte Prompts für  
eine textbasierte KI gehen auch für  
bis zu 10 \$ über die virtuelle Laden-  
theke. High-End-Plattformen ver-  
langen bis zu 40 \$ pro Prompt. Gab  
es im vergangenen Sommer nur ei-  
ne Plattform für solche Prompts,  
sind es mittlerweile mindestens  
zwölf seriöse Anbieter – Tendenz  
steigend.

**Urheberrecht in Zeiten von KI:** Da-  
hinter stecken oft keine großen Fir-  
men. „Ich habe 2021 unzählige  
Stunden damit verbracht, die Ideen  
in meinem Kopf mit KIs in Bilder zu  
verwandeln“, sagt etwa Miroslav

## Lukrativ

In den USA können Prompt  
Engineers bereits mehr als  
**300 000 €**  
Jahresgehalt erhalten

Kostic, der die Plattform Neutron-  
field gegründet hat, gegenüber der  
Webseite TechCrunch. Der US-  
Amerikaner selbst hat keinen Tech-  
Hintergrund, er wollte einfach nur  
schöne, dystopische Bilder, doch  
scheiterte an der Umsetzung. Heute  
sieht er seinen Nutzern dabei zu,  
wie sie die perfekten Prompts kreie-  
ren.

Kostic prüft jede Einsendung  
noch selbst, um sicherzugehen,  
dass die Regeln seines Marktplatzes  
eingehalten werden. So sind zum  
Beispiel Abbildungen realer Per-  
sonen verboten, ebenso zu gewalttäti-  
ge Darstellungen. Einige wie  
PromptSea speichern die verkauf-  
ten Prompts in einer Blockchain, so-  
dass sich immer zurückverfolgen  
lässt, wer einen Prompt als Erster er-  
schaffen hat.

Bisher sind die Prompt-Markt-  
plätze klein und Gründer wie Kostic  
können die Einsendungen von  
Hand überprüfen. Doch je mehr sie  
wachsen, desto problematischer  
wird es.

Die Plattformen müssen dann et-  
wa unerlaubte Deepfakes und Ko-  
pien erkennen und ausmisten.  
Sonst könnten böse Nutzer sie mit  
Nacktbildern von Prominenten flut-  
ten oder einfach die besten Prompts  
kopieren und für einen geringeren  
Preis neu anbieten – und so den ori-  
ginalen Prompt Engineer ausste-  
chen. „So wie sich die KIs weiterent-  
wickeln, müssen auch wir das tun“,  
sagt Kostic.

## ARBEITSRECHT IM BLICK

### Nicht jede Klausel gilt

Wenn Unternehmen die Dienste von Personal-  
vermittlungen – sogenannten Headhuntern –  
nutzen, zahlen sie Provisionen. Angesichts dieser  
Kosten ist es umso ärgerlicher für Arbeitgeber,  
wenn der oder die neue Angestellte nach wenigen  
Monaten kündigt. Um sich abzusichern, hatte  
ein Arbeitgeber eine Klausel in seine Arbeits-  
verträge aufgenommen, die Beschäftigte zur  
Rückzahlung der Provisionskosten verpflichtet,  
wenn das Arbeitsverhältnis während der Probe-  
zeit aus Gründen endet, die der oder die Beschäf-  
tigte zu vertreten hatte. Dieser Fall trat 2021 ein,  
als ein von einem Head-  
hunter angeworbener  
Service-Techniker zum  
Ende seiner Probezeit aus  
dem Unternehmen aus-  
schied.

**Claudia Knuth** ist  
Partnerin und Fach-  
anwältin für  
Arbeitsrecht bei  
LUTZ | ABEL. Foto: LUTZ | ABEL

**Das Bundesarbeitsge-  
richt (BAG) in Erfurt ent-  
schied jedoch, dass die  
Klausel unwirksam ist.**

(BAG Urt. v. 20. Juni 2023,  
Az.: I AZR 265/22). Sie benachteiligt laut BAG Ar-  
beitnehmerinnen und Arbeitnehmer unange-  
messen, „wenn diese in zulässiger Weise das Ar-  
beitsverhältnis beenden wollen“. Der Beschäftigte  
werde in seinem durch das Grundgesetz ga-  
rantierten Recht auf freie Wahl des Arbeitsplatzes  
beeinträchtigt, ohne dass dies durch begründete  
Interessen des Arbeitgebers gerechtfertigt wäre.

**Diese Klausel war also ungültig, aber es gibt  
Möglichkeiten**, wie sich Arbeitgeber in der Ver-  
tragsgestaltung gegen eventuelle Kosten wegen  
vorzeitige Beendigung des Arbeitsverhältnis-  
ses absichern können. Beispielsweise kann eine  
Vertragsstrafe für den Fall festgelegt werden, dass  
ein neuer Beschäftigter oder eine neue Beschäf-  
tigte das Arbeitsverhältnis gar nicht antritt oder  
es kündigt und während der Kündigungsfrist die  
Arbeit verweigert. Soweit die Höhe der Vertrags-  
strafe angemessen ist, sind derartige Klauseln zu-  
lässig. Und auch, wenn der Arbeitgeber den Um-  
zug eines oder einer neuen Angestellten finan-  
ziert hat, können die Kosten hierfür bei einer vor-  
zeitigen Kündigung zurückfordert werden.

**Es können auch positive Anreize für den Ver-  
tragsschluss und die Betriebstreue** gesetzt werden. Viele Unternehmen zahlen neuen Mitarbei-  
terinnen und Mitarbeitern einen Sign-on-Bonus  
für den Abschluss des Arbeitsvertrags. Es kann  
auch bereits von Anfang an vertraglich festgehal-  
ten werden, dass mit Bestehen der Probezeit das  
Gehalt erhöht wird.

Fähige Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter kön-  
nen außerdem durch Weiterbildungsangebote  
gefördert werden. Werden die Kosten vom Ar-  
beitgeber übernommen, kann dieser sich mittels  
Rückzahlungsklauseln wirksam für den Fall absi-  
chern, dass eine Mitarbeiterin oder ein Mitarbei-  
ter direkt nach einer teuren Fortbildung das Un-  
ternehmen verlässt. In der Vereinbarung wird ge-  
regelt, dass bei einer Kündigung kurz nach der  
Fortbildung die Kosten vom Arbeitnehmenden  
erstattet werden müssen. Wirksam ist eine solche  
Rückzahlungsklausel dann, wenn die Bindung  
an den Arbeitgeber und die Dauer der Fortbil-  
dung in einem entsprechendem Verhältnis zuein-  
ander stehen. Auch muss sich die Rückzah-  
lungsverpflichtung mit der Zeit verringern, damit  
der Beschäftigte nicht unangemessen benachtei-  
ligt wird. Das röhrt daher, dass der Arbeitgeber  
bei einer Kündigung zu einem späten Zeitpunkt  
innerhalb des Bindungszeitraums bereits von  
den neu erlernten Fähigkeiten profitiert hat.



**Orhan Tangcil**, Ingenieur und TV-Koch, entkorkte vor dem Podcast-Gespräch eine Flasche Rotwein. Es wurde angestossen und kurz genippt. Foto: Claudia Burger

## Unterhaltsamer Blick zurück auf 70 Folgen „Prototyp“

**PODCAST:** Es ist ein extrem buntes Thema, das immer wieder für Überraschungen sorgt. Wer das bezweifelt, sollte sich den Podcast „Prototyp“ von ingenieur.de und VDI nachrichten anhören. Es müssen ja nicht gleich alle 70 Folgen sein, die wir in den vergangenen Jahren aufgenommen haben. Wie wäre es etwa mit dem ersten Karrieregespräch, in dem Gunther Olesch, ehemaliger Personalvorstand beim Elektronikspezialisten Phoenix Contact, aus dem Nähkästchen erzählte. Bei einem Vorstellungsgespräch fragte er einen Bewerber: „Was ist Ihre Vision?“ Antwort: „Auf Ihrem Stuhl zu sitzen!“

Wer so „cool“ klingen möchte wie James Bond, dem sei Folge sieben ans Herz gelegt, in der die Sprechtrainerin Katharina Padleschat Tipps gab, wie Inhalte bei Adressaten Gehör finden.

Wie man seine Leidenschaft zu einem lukrativen Geschäft macht, erzählte Orhan Tangcil, Ingenieur, Mediengestalter und TV-Koch: Man nehme eine Prise Neugierde („Wie funktioniert eigentlich Podcasten?“) und vermenge sie mit seinem Hobby, in diesem Fall das Kochen.

Keynote-Speaker Anne M. Schüller antwortete auf die Frage, wie Unternehmen den kulturellen Wandel erfolgreich umsetzen können – bzw. was dem Vorhaben im Wege steht: „Klassische Changeprozesse sind mühsam, weil sie falsch laufen. Eine Entscheidung wird oben getroffen und dann wird sie über die Mitarbeiter ausgerollt – was für ein Wort: ausgerollt! Da sind die Leute platt. Was will ich von solchen Menschen erwarten?“ Ihr Fazit: Mitarbeitende müssen an solchen Prozessen teilhaben, sonst geht der Schuss nach hinten los.

Weitere Themen waren New Work, Stress, hybrides Führen, Berufsbilder (etwa Sicherheitsingenieur), Führen in Leistungssport und Arbeitswelt, Frauen im Topmanagement, Talentförderung und, und, und ...

Jetzt geht der „Prototyp“ erst einmal in die Sommerpause. Ab dem 31. August gibt es neue Folgen mit Tipps und Tricks zur Karriere.



**Katharina Padleschat** fand großen Anklang mit ihren Tipps, wie man mit Sprache Menschen und einen Job gewinnen kann. Foto: privat

<https://prototyp.podigee.io/>

# Pragmatikerin für den Umweltschutz

**PORTRÄT:** Naemi Denz ist Geschäftsführerin des mittelständischen Maschinenbauunternehmens Sutco Recycling Technik. Die Ingenieurin wollte schon früh Karriere machen und in einer Entscheiderposition sein.

von BÄRBEL BROCKMANN

Eigentlich wollte ich ja Zimmermann werden, aber dann kam alles anders.“ Diesen Satz kennt man so oder ähnlich aus zahllosen Lebensbeschreibungen. Manchmal allerdings kommt es auch anders und Biografien folgen tatsächlich einer persönlichen Anlage, einem früh entdeckten Ziel. Als Naemi Denz acht Jahre alt war, so erzählt es ihre Mutter, zeichnete sie ein Bild von sich. Darauf trug sie ein Kostüm, kurzer Rock, Blazer. Die langen Haare waren hochgesteckt und die Schuhe hatten hohe Absätze. So wolle sie einmal werden, sagte sie. Sie wolle genug Geld verdienen, um sich schicke Sachen leisten zu können und sie wolle sich nicht von irgendjemandem sagen lassen, was sie zu tun oder zu lassen habe.

Dieses Ziel hat Denz seit Kindertagen verfolgt – und erreicht. Heute ist die 48-jährige Ingenieurin Geschäftsführerin des mittelständischen Maschinenbauunternehmens Sutco Recycling Technik in Bergisch Gladbach. Sie trägt gerne Blazer, aber dazu mittlerweile häufig auch Sneakers und Jeans. Sie kann gestalten und Entscheidungen treffen, so wie sie es sich früh schon gewünscht hatte. Das alles auf einem Gebiet, das sie ebenfalls sehr früh beschäftigt hat: dem Umweltschutz. Umweltthemen waren schon im heimischen Pfarrershaushalt im baden-württembergischen Mosbach allgegenwärtig, denn die Mutter arbeitete als Lokalpolitikerin auf diesem Gebiet. Dass beim Abendessen über das für und wider von Müllverbrennungsanlagen diskutiert wurde, war nichts Ungewöhnliches. Aber im Unterschied zu den Eltern und den beiden Schwestern war Denz die einzige, die sich auch für die technischen Aspekte des Ganzen interessierte. Wie funktioniert eine Mülltrennung oder das Müllauto? Und all die anderen Dinge im Alltag?

Nach dem Abitur studierte Denz erst allgemeinen Maschinenbau in Hannover und wechselte dann zur TU Berlin in den Studiengang tech-



**Naemi Denz** hat sich schon immer für Umweltthemen interessiert und daraus eine erfolgreiche Karriere geformt. Foto: Sutco

nischer Umweltschutz. Sie hat schnell studiert, zwischendurch auch zwei Semester in Madrid. Eine schöne Zeit, findet sie rückblickend, aber letztlich war es das Berufsleben, auf das sie sich freute. Gelerntes anwenden und Dinge bewegen, das bezeichnet sie als wichtige Antriebsfedern. Nach einer ersten Stadion als wissenschaftliche Mitarbeiterin an der ETH Zürich kam dann aber doch wieder eine Ausbildung. Beim Umweltministerium in Mecklenburg-Vorpommern machte die frisch gebackene Diplom-Ingenieurin zwei Jahre ein Referendariat in Umweltrecht und schloss es als Umweltassessorin mit dem Staatsexamen ab. Danach wusste sie, wie eine Anlagengenehmigung vonstatten geht, was ein Planfeststellungsverfahren ist und wie man Mitarbeiter führt. Eine Karriere im öffentlichen Dienst kam aber nicht infrage. Zu unflexibel, zu wenig Entscheidungsspielraum, zu geringe Aufstiegschancen für ihren Geschmack.

**Das unterschied sie von den Frauen**, die mit ihr erst in Hannover und später in Berlin studiert hatten. Viele von den wenigen – in Hannover waren von 180 Studierenden in ihrem Semester drei weiblich gewesen, in Berlin immerhin etwa ein Viertel – zog es in die sichereren Stellen oder bestenfalls in ei-

ne Fachkarriere. Denz wollte, wie die meisten Männer aus ihrem Studium und wenige Frauen, auf der Karriereleiter nach oben steigen. Rückblickend stellt sie fest, dass die Zahl der Frauen auf jeder Hierarchieebene kleiner wurde, auf die sie kam. Sie ist deshalb eine starke Verfechterin der Frauenquote. Den Einwand, wer über die Quote aufsteige, fühle sich unter Umständen als Führungskraft zweiter Klasse, lässt sie nicht gelten. Als Frau habe man zusätzliche Hürden zu überwinden, die Quote sei dazu da, diese Hürden zu beseitigen. Und auf das Argument, es gebe zu wenig infrage kommende Frauen für Spitzenjobs, entgegnet sie, das möge daran liegen, dass Frauen häufig bereits in tieferen Hierarchiestufen an den zusätzlichen Hürden scheiterten.

**Ihr selbst ist der berufliche Aufstieg gelungen.** Nach einem Intermezzo in einem Zertifizierungsunternehmen ging sie zum Maschinenbauverband VDMA. Nach kurzer Zeit übernahm sie dort die Geschäftsführung des Fachverbands Abfall- und Recyclingtechnik und wurde später Mitglied der Hauptgeschäftsführung. Damals war sie in beiden Positionen die einzige Frau. Zwölf Jahre später wechselte sie zum Maschinenbauunternehmen Steinert und vor einem Jahr zu Sutco. Für den Wechsel in die Industrie waren zwei Gründe ausschlaggebend. Bis dahin hatte Denz Mitgliedsunternehmen beraten und sich für gute Rahmenbedingungen für sie eingesetzt. Jetzt wollte sie sich beweisen, dass sie auch selber ein Unternehmen führen kann. Zum zweiten wollte sie weg von der Politik, die in der Verbandsarbeit natürlich eine große Rolle spielt. Politiker leben nach ihrer Erfahrung in einer Blase, sei es in Berlin, in Brüssel oder in den Landeshauptstädten. Ihre Lebensrealitäten seien von denen der Berufsgruppen, mit denen sie zu tun hatte, sehr weit entfernt. Es war daher sehr unbefriedigend, einen Großteil ihrer Arbeit mit Politikern zu verbringen.

Die Weichen für die Zukunft sind erst einmal gestellt. Denz will Sutco in den nächsten fünf Jahren so aufstellen, dass die Firma in den sich ändernden Marktbedingungen weiterhin gut bestehen kann. Gerne würde sie danach noch ein weiteres Aufsichtsratsmandat annehmen (eins hat sie schon beim Textilmaschinenbauer Groz-Beckert), weil es ihr Spaß macht, auch in andere Industrien reinzuriechen. Umwelt und Technik werden aber weiterhin den Schwerpunkt ihrer Arbeit bilden. Diese Lebensthemen, wie sie sie nennt, will sie voranbringen, an der Transformation der Wirtschaft zu mehr Nachhaltigkeit mitwirken. Dafür steht sie jeden Morgen auf.

### Sutco Recycling Technik

- Die Firma wurde 1985 als Sutco Maschinenbau GmbH in Bergisch Gladbach gegründet.
- Die Firma stellt Sortier- und Aufbereitungskonzepte für Wertstoffe her
- 2003 erfolgte der Verkauf der Hauptgesellschafteranteile an Ludden & Mennekes Entsorgungs-Systeme GmbH in Meppen.
- Zurzeit beschäftigt die Firma 350 Mitarbeitende an zehn Standorten weltweit.

ws



# Richtig suchen und finden

**WEITERBILDUNG:** Lebenslanges Lernen macht nur dann Sinn, wenn man zu den passenden Angeboten greift.

VON CHRIS LÖWER

**A**n Weiterbildungen für Ingenieurinnen und Ingenieure herrscht wahrlich kein Mangel. Doch wie fischt man aus dem Meer der Qualifikationsmöglichkeiten das richtige Angebot heraus? Klingt nach einer einfachen Frage. Wer mit agilem Arbeiten, CAD-Software oder Big Data-Analytics noch nicht so viel anfangen kann, greift zu einem entsprechenden Kurs. So weit, so gut, so simpel.

Bei klar definierten Qualifikationslücken mögen Suche und Entscheidung noch leichtfallen. Man weiß, was fachlich notwendig ist, recherchiert in einer Weiterbildungsdatenbank, findet und bucht. Fertig. Doch geht es um so etwas wie Führungskompetenz, Kommunikationsfähigkeiten oder andere Soft Skills wird es schon schwieriger. „Die Weiterbildungslandschaft ist riesig. Da sollte man schon wissen, wie man sich einen Überblick verschaffen kann“, sagt Stefan Sondermann, Geschäftsführer des Bundesverbandes der Träger beruflicher Bildung (Bildungsverband).

**Daher sollte man sich zu Beginn ein paar wesentliche Fragen stellen**, rät Sondermann: Wie sieht meine mittel- und langfristige Karriereplanung aus? Welche Soft Skills gehen mir ab? Wo muss ich fachlich besser werden, beziehungsweise mich updaten? Was ist zeitlich überhaupt machbar? Vor allem müsse klar werden, welche Motivation einen antreibe, unterstreicht Jörg-Friedrich Gampper, Präsident des Dachverbandes der Weiterbil-

dungsorganisationen e.V. (DVWO). Um was geht es: Kompetenzerhalt, -steigerung oder -erweiterung? Oder ist gar ein Berufswechsel angestrebt?

Businessnetzwerke können nützlich sein, oder Jobportale. „Ansonsten helfen natürlich Weiterbildungsdatenbanken“, sagt Sondermann. Doch davon gibt es viele. Und nicht alle taugen etwas. Gängig sind Kursnet von der Arbeitsagentur, die Weiterbildungsdatenbank der IHK oder InfoWeb Weiterbildung. Über Suchmasken kann man hier jeweils die Suche eingrenzen,

**Laut einer Forsa-Umfrage legt jeder zweite Personaler bei der Bewerberauswahl Wert auf qualifizierte nebenberufliche Weiterbildungen**

etwa regional oder fachlich. Aber auch dann ist das Angebot immer noch groß. Sofern sollte man sich auf eine Datenbank kaprizieren, ansonsten wird das Unterfangen uferlos. Zielgenau informieren sich jüngere Ingenieurinnen und Ingenieure auf der Karriereplattform VDI-Career Center, die sich vorrangig an Hochschüler und Young Professionals richtet. Aber auch Professionals können hier passende Angebote für den nächsten Step auf der Karriere-

leiter finden und sich mit anderen vernetzen.

**Und wie trennt man bei Weiterbildungsofferten die Spreu vom Weizen?** Sondermann rät als erstes, auf Dinge zu achten wie Google-Bewertungen, die zwar nur bedingt aussagekräftig, aber immerhin ein Indiz seien. Dann auf die Zahl der angebotenen Kurse und die Zahl der jährlich Teilnehmenden. Je mehr, desto besser. „Außerdem sollten die Kurse zertifiziert sein, was ein gewisses Maß an Seriosität sicherstellt“, erklärt Sondermann. „Seriöse Weiterbildungsanbieter und -träger können eine Qualitätsmanagement-zertifizierung sowohl für das System als auch für das konkrete Weiterbildungsprodukt nachweisen, wie mit dem Qualitätsmanagement des DVWO“, betont auch Gampper. „Bei der Auswahl einer Ingenieurweiterbildung kann zudem bedeutsam sein, die Weiterbildungsbestimmungen der jeweiligen Ingenieurkammern zu berücksichtigen“, ergänzt er. Dort fänden sich zum Teil Bestimmungen über die Anerkennung von Ingenieurweiterbildungen. Gampper: „Diese unterscheiden sich möglicherweise je nach Bundesland und müssen von daher gesondert berücksichtigt werden.“

Bildet man sich zum Beispiel mit einem VDI-Zertifikatslehrgang weiter, ist man auf der sicheren Seite. Die RWTH International Academy, die offizielle Weiterbildungsakademie der Aachener Hochschule, bietet indes berufsbegleitende Weiterbildungen für Fach- und Führungskräfte an. Die offenen Zertifikatkurse sind technisch-naturwissenschaftlich ausgerichtet, thematisch



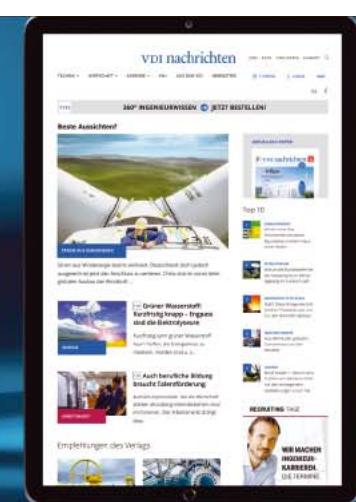
Foto: PantherMedia / Andriy Popov

**Wissen ist Freude:**

Wer sich weiterbildet, hält den Anschluss an die Berufswelt, verbessert Karrierechancen oder entdeckt schlummernde Talente.

topaktuell und werden mit Partnern aus der Industrie angeboten. Die zertifizierten Lehrgänge richten sich an Einzelpersonen und an ganze Teams. Solche Angebote sind für Ingenieurinnen und Ingenieure attraktiv und solide.

**Ist das bei Angeboten weniger bekannten Institutionen** nicht auf den ersten Blick erkennbar, sollten Referenzen eingeholt werden, empfiehlt Sondermann. Weiterhin sollte man darauf achten, ob es „ein Angebot von der Stange ist“ oder flexibel auf die Bedürfnisse der Teilnehmenden eingegangen werde, was zum Beispiel bei speziellen Inhouse-Schulungen der RWTH International Academy der Fall ist. Warum eine sorgsame Auswahl wichtig ist, untermauert eine Umfrage des Marktforschungsinstituts Forsa: Danach legt mehr als jeder zweite Personaler bei der Bewerberauswahl Wert auf qualifizierte nebenberufliche Weiterbildungen.



## Exklusiv für VDI-Mitglieder und Abonnent\*innen:

Ihr Plus an VDI-nachrichten jetzt auf [vdi-nachrichten.com/plus](http://vdi-nachrichten.com/plus)!

KOSTENFREI  
ANMELDEN  
UND ZUGANG  
AKTIVIEREN  
!

**Immer und überall verfügbar**

**+ Tagesaktuelle Beiträge mit vielen Hintergrundinformationen**

**+ Wichtigste Beiträge als News-Alert VDI-nachrichten digital**



Für VDI-Mitglieder: [vdi.de/vnplus](http://vdi.de/vnplus)

Für Abonnent\*innen: [vdi-nachrichten.com/plus](http://vdi-nachrichten.com/plus)

# VDI-nachrichten

TECHNIK IN SZENE GESETZT.



# Studierende trotzen Arzneimittelengpass

**HOCHSCHULE:** An der Hochschule Niederrhein wollen Masterstudierende mit ihrer eigens entworfenen Anlage die Abhängigkeit der Pharmaindustrie von außereuropäischer Produktion eindämmen.

VON SIMONE FISCHER

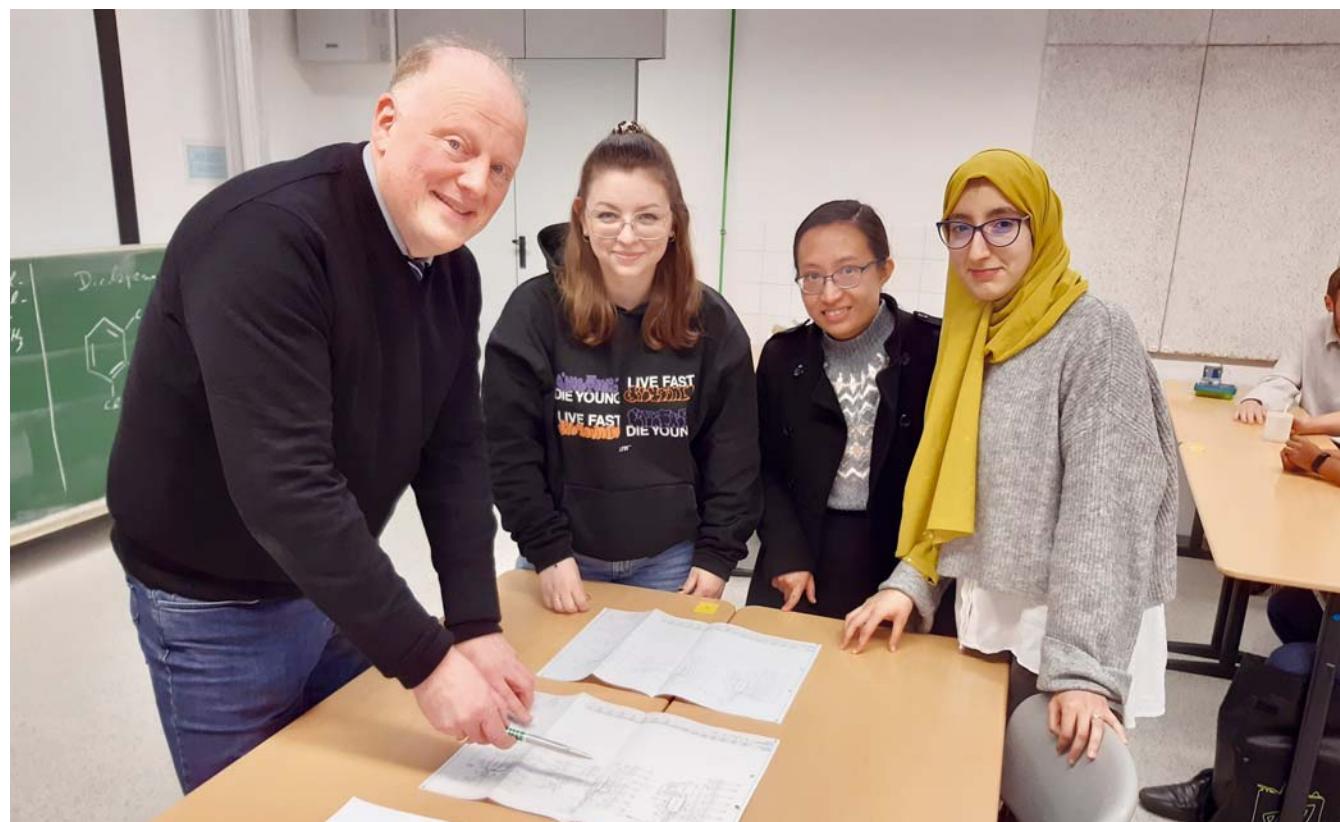
**M**it leuchtenden Augen sagt Ekaterina Ranft: „Wenn man am Ende sieht, was man da gemacht hat, dann ist es auf jeden Fall die ganze Arbeit wert gewesen.“ Am Fachbereich Chemie der Hochschule Niederrhein (HSNR) entwickelte die 27-Jährige mit ihren Mitstudierenden der Technischen Chemie ein baufertiges Konzept für eine Produktanlage, die Europa mit Schmerzmitteln versorgen könnte. Bis tief in die Nacht arbeiteten die angehenden Chemieingenieurinnen und Chemieingenieure zum Teil daran. Jetzt hoffen sie auf Investoren.

Alles begann im August 2022, als Heyko Jürgen Schultz seine Lehrveranstaltung für das Wintersemester 2022/23 vorbereitete. Zu diesem Zeitpunkt herrschte bereits Gewissheit darüber, dass die Rohstoffpreise durch den russischen Angriffskrieg auf die Ukraine drastisch weiter steigen würden. Der Gedanke an den kommenden Winter, an Grippewellen und Erkältungszeit ließ ihn nicht mehr los. Denn Schultz hat viele Jahre selbst in der Chemie-Industrie gearbeitet und weiß: „Weil die Rohstoffpreise und Lohnkosten in den USA und vor allem in Asien deutlich günstiger als in Europa sind, lassen viele Pharmahersteller lieber auswärts produzieren. Diese Abhängigkeit hat Folgen: Wegen dortiger Lieferengpässe bleiben auch hierzulande die Regale in vielen Apotheken leer.“

**Selbst wenn in Europa stillgelegte Produktionsanlagen reaktiviert** und die heimischen Kapazitäten wieder hochgefahren werden würden, wäre der Aufwand enorm und kostenintensiv. Hinzu käme, so Schultz, dass sich viele Anlagen mittlerweile auf andere begehrte Wirkstoffe konzentrierten oder so veraltet seien, dass sie durch moderne Technik ersetzt werden müssten. Damit war für den Professor für Chemische Technik an der HSNR klar: Es muss und kann eine Lösung für den Arzneimittel-Engpass geben.

Jedes Jahr lässt er seine Studierenden im Master-Studiengang „Chemieingenieurwesen“ am Standort Krefeld eine Anlage konzipieren, die realen Anforderungen entspricht. Dabei setzt er methodisch didaktisch auf „problembasiertes Lernen“. Das bedeutet, dass die Studierenden mit ihrem Fachwissen anwendungsorientierte, praxisnahe Antworten auf drängende Fragen der Gegenwart und Zukunft finden müssen. In diesem Fall ist es ein Konzept für eine Anlage, die mehrere Probleme bei der Arzneimittelsicherstellung lösen soll.

Wie diese aussehen und effektiv genutzt werden könnten, darauf haben die 20 Masterstudierenden in seiner Lehrveranstaltung eine Antwort gefunden. Sie entwickelten ein ausgefeiltes Kon-



**Heyko Jürgen Schultz** mit seinen Masterstudentinnen Ekaterina Ranft, Hoang Tram Le und Ibtissame Ababou (v.li.), die am Konzept für die Produktpharmaanlage an der Hochschule Niederrhein mitwirken. Foto: Hochschule Niederrhein

**Es fehlten zeitweise mehr als 250 Wirkstoffe und zugehörige Pharmaprodukte in deutschen Apotheken**

zept für eine Medikamentenherstellung. „Die Multiproduktanlage kann mindestens vier Wirkstoffe als Tablette oder Fiebersaft herstellen“, so der Professor.

Geplant hat die Projektgruppe mit Paracetamol, Aspirin, Diclofenac und Ibuprofen. „Wir haben bewusst einfache und vergleichsweise günstige Medikamente gewählt, um zu zeigen, dass man in Europa auch niedrigpreisige Medikamente wirtschaftlich herstellen kann“, erläutert der Chemieingenieur. „Dazu haben wir im September zunächst mit der Literaturrecherche begonnen und geschaut, welche Wirkstoffe am meisten von der Bevölkerung benötigt werden und welche Patente nicht mehr gültig sind“, erzählt Ekaterina Ranft.

Die Tatsache, dass laut Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) zeitweise mehr als 250 Wirkstoffe und zugehörige Pharmaprodukte in deutschen Apotheken fehlten, sporne die Studierenden zusätzlich an, sich ihrem Projekt in kleinen Arbeitsgruppen intensiv zu widmen. Mit Erfolg – zumindest in der Theorie: Die Chemieanlage soll so viel erzeugen, um über Deutschland hinaus weite Teile Europas beliefern zu können. „Möglich wären 360 000 Tabletten und 2700 Fiebersaftflaschen – pro Stunde. Je nach Produktionsmix ist mit der geplanten Anlage gewiss problemlos eine Produktionsmenge von mindestens 2000 t pro Jahr an reinem Wirkstoff möglich“, hat Schultz ausgerechnet.

**Die Anlage ist so konzipiert, dass sie auf weitere Wirkstoffe modular erweiterbar ist.** Zum Beispiel für die Herstellung des Schilddrüsenhormons L-Thyroxin. Der Wirkstoff wird zur Behandlung von Schilddrüsenunterfunktionen eingesetzt, einem in Deutschland und Europa weit verbreiteten Krankheitsbild. „Komplexe Produkte brauchen mehrere Reaktionsbehälter und Aufbereitungsstufen, die sich zuschalten lassen – bis hin zur Tablettierung und Lagerung“, erläutert der Wissenschaftler. Unter seiner Leitung haben die Studierenden dazu spezielle Analyseverfahren in den Leitungen und Apparaten verbaut. Die modernen Messtechniken sollen kleinste Abweichungen in Temperatur, Druck, elektrischer Leitfähigkeit oder der Zusammensetzung frühzeitig

in der Produktionskette erkennen, melden und automatisch regeln. Durch den hohen Automatisierungsgrad könnten weit über 20 % Personal eingespart werden, schätzt Schultz.

Durch dieses Verfahren, bei dem insbesondere Nahinfrarot- und Raman-Spektroskopie eingesetzt werden, können Stoffgemische analysiert werden – und zwar online während des Herstellungsablaufs. Dieses ausgeklügelte Analytikverfahren spart langwierige Transportwege zu den Laboren – und damit Zeit. „Das gibt es so in dem geplanten Umfang noch nicht. Wir sammeln permanent Daten, können sie jederzeit abrufen und zur Prozessoptimierung nutzen“, sagt Schultz mit Blick auf Nachhaltigkeit und Energieeffizienz. Wenn Fehler frühzeitig erkannt werden, können die betroffene Charge noch im Produktionsverlauf verbessert werden. „Damit werden weder Energie noch Rohstoffe vergeudet, sondern effektiv und zielgerichtet eingesetzt. Die Produktausbeute wird höher, der Ausschuss minimiert.“

**Schultz ist stolz auf seine Studierenden**, die eine Detailplanung samt Unterlagen zur Anlagen genehmigung vorgenommen haben. Er ist sich sicher: Für Unternehmen könnte die Machbarkeitsstudie eine gute Vorlage sein, eine solche Anlage umzusetzen. Der Professor und seine Chemieingenieurinnen und -ingenieure wünschen sich, das Konzept in einem Unternehmen demnächst vorstellen zu können. „Ich bin überzeugt, dass das finanziert werden kann.“ Erste Anfragen von interessierten Unternehmen habe er bereits gegeben. Auch Crowdfunding-Ideen seien ins Spiel gebracht worden.

„Die Realisierung des Konzepts in der Industrie wäre mein Traum“, sagt Ekaterina Ranft. Im Sommersemester schreibt sie ihre Masterarbeit. Ein Thema hat sie bereits. Es wird um Insektenpulver in der Nahrungsmittelindustrie gehen. Sie freut sich auf ihre Untersuchungen dazu. Für die Masterstudentin steht fest: „Das wird nicht meine letzte wissenschaftliche Arbeit.“ Im Anschluss daran möchte sie promovieren. „Dieses Projekt hat mich noch einmal mehr und endgültig darin bestärkt, dass die Forschung auf jeden Fall mein Weg in die Zukunft ist.“ Und dann ist da wieder dieses Leuchten in ihren Augen ...

## FERNSTUDIUM

### Karriere. Studium. Neben dem Beruf.

Über 100 Bachelor- und Master-Studiengänge, Hochschulzertifikate & Nano-Degrees in den Fachbereichen:

- » Informatik
- » Ingenieurwissenschaften
- » Energie-, Umwelt- und Verfahrenstechnik
- » Wirtschaftsingenieurwesen und Technologiemanagement
- » Design

[www.wb-fernstudium.de](http://www.wb-fernstudium.de)

WILHELM BÜCHNER  
HOCHSCHULE  
Mobile University of Technology

Jetzt GRATIS  
Infopaket  
anfordern!

4 Wochen  
Teststudium  
Jederzeit  
starten



Position auswählen, ID auf jobs.ingenieur.de eingeben, bewerben.

**Automatisierungstechnik**

Betriebsingenieurin / Betriebsingenieur  
(w/m/d) Leittechniksysteme  
Berliner Stadtreinigungsbetriebe AöR (BSR)  
Berlin ID: 039627751

Automation Engineer (m/w/d)  
GELITA AG, Eberbach ID: 039595052

Elektrokonstrukteur/Programmierer (m/w/d)  
ZOLLERN, Herbertingen ID: 039568437

**Bauwesen**

Projektingenieur für Ladeinfrastruktur  
(w/m/d)  
Die Autobahn GmbH des Bundes  
Stolpe bei Berlin ID: 039691694

Technische/-r Prüfer/-in (m/w/d)  
Stadt Pulheim ID: 039690172

Verkehrsplanerin / Verkehrsplaner (m/w/d)  
Stadt Heidelberg ID: 039688043

Ingenieur\*in für die Energiewende (m/w/d)  
Stadt Stuttgart ID: 039593904

Projektingenieur (m/w/d) Stadttechnik  
Stadt Sindelfingen ID: 039618290

Bauingenieur für Bauvorbereitung und -leitung  
(w/m/d)  
Die Autobahn GmbH des Bundes  
Kempten ID: 039570432

Bauingenieur\*in Siedlungswasserwirtschaft  
Wirtschaftsbetrieb Hagen AöR ID: 039580631

Bauingenieur:in (m/w/d)  
Stiftung Preußischer Kulturbesitz  
Berlin ID: 039586202

Diplom-Ingenieure (FH/DH) oder Bachelor  
(w/m/d) Energie-, Gebäude-, Umwelt- oder  
Elektrotechnik, Bau, Maschinenbau  
Vermögen und Bau Baden-Württemberg – Amt  
Ulm ID: 039568273

Projektingenieur im Hochbau (w/m/d)  
Die Autobahn GmbH des Bundes  
München ID: 039504829

Diplomingenieurin / Diplomingenieur  
(FH/Uni), Bachelor oder Master der  
Fachrichtung Architektur oder  
Bauingenieurwesen (m/w/d)  
Evangelisch-lutherische Landeskirche in  
Braunschweig, Wolfenbüttel ID: 039463444

Ingenieur (m/w/d) Grundsatzangelegenheiten  
Erhaltungsmanagement  
Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg  
Hoppegarten ID: 039459785

Bauingenieur / Projektingenieur (w/m/d) mit  
Teamleiterfunktion im Brückenbau  
Die Autobahn GmbH des Bundes  
Nürnberg ID: 039420001

Ingenieur\*in Fachrichtung Bauingenieurwesen  
(w/m/d)  
Landeshauptstadt München ID: 039419771

Bautechniker:in (m/w/d)  
Verbandsgemeinde Lambsheim-Heßheim  
Lambsheim-Heßheim ID: 039428594

Senior Projektmanager\*in (m/w/d) in  
Energieprojekten  
THOST Projektmanagement GmbH  
Freiburg im Breisgau, Stuttgart, München,  
Mannheim ID: 039421361

**Chemieingenieurwesen**

Ingenieur (m/w/d) Anwendungstechnik  
Dr. Wack Holding GmbH & Co. KG  
Ingolstadt ID: 039654615

Ingenieur (m/w/d) chemische  
Verfahrenstechnik  
Siltronic AG, Freiberg ID: 039626968

Betriebsingenieur (m/w/d)  
3M Deutschland, Wuppertal ID: 039396423

**Einkauf und Beschaffung**

Supply Chain Manager (m/f/d)  
Swabian Instruments, Stuttgart ID: 039592196

**Elektrotechnik, Elektronik**

Entwicklungsingenieur (m/w/d) Embedded  
Hardware  
Bühler Motor GmbH, Nürnberg ID: 039690743

Gamesa SCADA Engineer (f/m/d)  
Vestas Deutschland GmbH  
verschiedene Standorte (Deutschland, Spanien,  
Portugal, Niederlande) ID: 039649836

Ingenieur\*in Technische Gebäudeausstattung  
Schwerpunkt Elektrotechnik (m/w/d)  
Stadt Stuttgart ID: 039593908

Teamleiter\*in / Elektroingenieur\*in für  
Kommunikationsnetze in der  
Verkehrsleittechnik (w/m/d)  
Landeshauptstadt München ID: 039652341

Flugsicherungsingenieur (m/w/d)  
DFS Deutsche Flugsicherung GmbH  
Düsseldorf ID: 039568465

Elektroingenieur (m/w/d) für die Entwicklung  
von Schließsystemen  
Wilka Schließtechnik, Velbert ID: 039432243

Ingenieur\*in für den Bereich Elektrotechnik  
(w/m/d)  
Landeshauptstadt München ID: 039449832

Hardware-Entwickler (w/m/d)  
Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG  
Berlin-Zehlendorf ID: 039431250

Ingenieur für Produktsicherheit / Zulassungen  
(w/m/d)  
Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG  
Berlin-Zehlendorf ID: 039430564

Produktmanager mit technischem Hintergrund  
(w/m/d)  
Knick Elektronische Messgeräte GmbH & Co. KG  
Berlin ID: 039429734

Entwicklungsingenieur Leistungselektronik  
(m/w/d)  
Silver Atena GmbH, Stuttgart ID: 039414696

Ingenieur\*in (m/w/d) von  
Abstellungsprojekten im Chemieumfeld  
THOST Projektmanagement GmbH  
Freiburg im Breisgau, Stuttgart, München,  
Mannheim ID: 039421344

Ingenieur\*in (m/w/d) im  
Dokumentenmanagement  
THOST Projektmanagement GmbH  
Freiburg im Breisgau, Mannheim, München,  
Stuttgart ID: 039426827

**Energie & Umwelt**

Stromnetzentwickler\*in (w/m/d)  
Bundesnetzagentur, Bonn ID: 039589058

Entwicklungsingenieur (m/w/d) Konstruktion  
Alber GmbH, Albstadt ID: 039624980

Abteilungsleiter\*in Anlagen (w/m/d)  
Landeshauptstadt München Direktorium  
München ID: 039567843

Umwelt ingenieur\*in/ Bauingenieur\*in als  
Fachbereichsleitung (w/m/d)  
Landeshauptstadt München ID: 039434564

**Fahrzeugtechnik**

Ingenieur als Vorentwickler Leistungssatz  
(m/w/d) Schwerpunkt Kontaktsysteme und  
Werkstoffe  
Kromberg & Schubert Automotive  
Renningen bei Stuttgart ID: 039492329

Hardware Architekt (m/w/d) ECU  
Virtualization  
MicroNova AG  
Ingolstadt, Leonberg, Wolfsburg ID: 039468288

Entwicklungsingenieur Kunststoffteile  
(m/w/d)  
CEDIS GmbH, Sindelfingen ID: 039396175

**Fertigungstechnik**

Ingenieur\*in für die Energiewende (m/w/d)  
Stadt Stuttgart ID: 039593905

**Verfahrensingenieur**

Chemieingenieurwesen  
Wacker Chemie AG, München ID: 039621957

R&D Mechanical Engineer (m/w/d)  
Bentley InnoMed, Hechingen ID: 039586403

Entwicklungsingenieur (m/w/d) Automotive  
CEDIS GmbH, Sindelfingen ID: 039396176

Entwicklungshelfer\*in für ein  
Berufsbildungszentrum im Bereich  
Anlagenmechanik  
Deutsche Gesellschaft für Internationale  
Zusammenarbeit GIZ GmbH  
Trang Bom (Vietnam) ID: 039665357

**Gebäude- und  
Maschinenmanagement**

Ingenieurin Versorgungstechnik (a) als  
Projektleitung im Team Versorgungstechnik  
Stadt Freiburg ID: 039625022

Referentin / Referent für Bautechnik (w/m/d)  
Regierungspräsidium Tübingen ID: 039433732

**Hardware. Prog., embed.  
Syst.**

FPGA Entwickler (m/w/d) Hardware in the Loop  
MicroNova AG  
Vierkirchen, München, Kassel ID: 039634003

**Maschinenbau, Anlagenbau**

Projektleiter / Projektmanager Engineering /  
Engineering Project Manager (m/w/d) in der  
Medizintechnikbranche  
Xenios AG, Reutlingen ID: 039688063

Platform Engineer (f/m/d)  
Vestas Deutschland GmbH  
Hamburg, Portland (USA), Aarhus (Dänemark)  
ID: 039649850

**Enterprise Architect**

Veridos GmbH, Berlin, München ID: 039654624

Produktionsleiter (m/w/d)  
TecMed Deutschland, Schwerin ID: 039591784

Industriemechaniker / Kfz-Mechaniker als  
Montagemechaniker (m/w/d)  
Linde Material Handling GmbH  
Aschaffenburg ID: 039590153

Account Manager (m/w/d) Automation  
ZOLLERN, Herbertingen ID: 039568438

Ingenieur – Verfahrenstechnik / Maschinenbau  
(m/w/d)  
De Dietrich Process Systems GmbH  
Mainz ID: 039491928

**Mechatronik, Embedded  
Systems**

Presales Ingenieur (w/m/d) im Technical  
Support  
Nanotec Electronic, Feldkirchen ID: 039660752

Projektleiter (w/m/d) Produktentwicklung  
Nanotec Electronic, Feldkirchen ID: 039660774

Ingenieur (m/w/d) der Fachrichtung  
Elektrotechnik (Dipl.Ing./B.Eng./M.Eng.) oder  
Mechatronik (Dipl.Ing./B.Sc./M.Sc.)  
Allianz Versicherungs-AG  
Brandenburg / Berlin und  
Mecklenburg-Vorpommern ID: 039567769

**Naturwissenschaften**

Application Scientist – Focus: Photon Number  
Resolution (m/f/d)  
Swabian Instruments, Stuttgart ID: 039592198

Application Scientist – Dynamic Light  
Scattering Solutions (m/f/d)  
Swabian Instruments, Stuttgart ID: 039592194

Entwicklungsingenieur / research engineer –  
medizinische Laser / medical laser (m/w/d)  
Dornier MedTech, Weßling ID: 039461835

Systemingenieur medizinische Laser / Systems  
Engineer – Medical Laser (m/w/d)  
Dornier MedTech, München ID: 039461834

**Junior Ingenieur**

(m/w/d) für  
Personaleinsatzplanung  
DFS Deutsche Flugsicherung GmbH  
Langen (Hessen) ID: 039426862

**Produktmanagement**

(Junior) Produktmanager erneuerbare  
Energien (w/m/d)  
degewo netzwerk GmbH, Berlin ID: 039624248

**Projektmanagement**

Ingenieur Planfeststellung und  
Kreuzungsvereinbarungen (w/m/d)  
Die Autobahn GmbH des Bundes  
Stolpe bei Berlin ID: 039691788

Projektleiter (w/m/d) Produktentwicklung  
Nanotec, Feldkirchen ID: 039658315

Ingenieur für Bauüberwachung Strecke  
(m/w/d)  
Die Autobahn GmbH des Bundes  
Erkner ID: 039691749

Qualitätsingenieur Schwerpunkt Projekte  
(m/w/d)  
Kromberg & Schubert Automotive  
Wolfsburg ID: 039656035

Ingenieur (m/w/d) Bauleitung und Planung  
(Tiefbau)  
HAMBURG WASSER Service und Technik GmbH  
Hamburg ID: 039652358

Architekt / Ingenieur (m/w/d)  
Landkreis Freising ID: 039629097

Nachhaltigkeitsmanager (m/w/d)  
KRAIBURG TPE, Waldkraiburg ID: 039596150

Ingenieur Wärmeplanung communal m/w/d  
Energie-Sparzentrale GmbH  
Schwerin / Raben Steinfeld ID: 039617055

Projektingenieur\*in für den Neubau von  
Ingenieurbauwerken (w/m/d)  
Landeshauptstadt München ID: 039624258

Bauwerksprüfer\*in der Fachrichtung  
Brückenbau/Konstruktiver Ingenieurbau  
Wirtschaftsbetrieb Hagen AöR  
Hagen ID: 039590711

Dipl.-Ingenieur\*in / Bachelor of Engineering,  
Fachrichtung Bauingenieurwesen,  
Schwerpunkt konstruktiver Ingenieurbau und  
Verkehrsanlagen / Bautechniker/in (m/w/d)  
Landkreis Emmendingen ID: 039588299

Bauingenieur (TH/TU) / Bachelor (FH/DH)  
(w/m/d) der Fachrichtung Bauingenieurwesen  
für den Bereich Tiefbau, Verkehrswesen  
Vermögen und Bau Baden-Württemberg  
Ulm ID: 039568274

Projektleiter Bau und Erhaltung (w/m/d)  
Die Autobahn GmbH des Bundes  
Kempten (Allgäu) ID: 039567988

Projektingenieur EMR (w/m/d)  
Wacker Chemie AG, Burghausen ID: 039567978

Projektleiter\*in / Bauleitung Straßenbau  
Landeshauptstadt Kiel ID: 039498791

Dipl.-Ingenieur\*in / Techniker\*in (m/w/d)  
Fachrichtung Techn. Gebäudeausrüstung  
Heizung / Lüftung / Sanitär / Klimatechnik  
Landeswohlfahrtsverband Hessen (LWW)  
Kassel ID: 039487299

Energiemanager\*in  
Stadt Erlangen ID: 039489321

Fachingenieur (Hochbau) (w/m/d),  
Architektur/ Bauingenieurwesen, oder  
staatlich geprüfter Bautechniker (w/m/d)  
WACKER, Burghausen ID: 039489368

Application & Project Engineer  
Bildverarbeitung (m/w/d)  
MVTec Software, München ID: 039434643

Projektleiter (m/w/d) für Bauprojekte  
Klinikum Ingolstadt ID: 039433336

**Ingenieur (m/w/d) Versorgungstechnik /**

&lt;p



# Fragezeichen im Kopf? Lassen Sie sich von uns helfen!

**SERVICE:** Bei fast allen Fragen rund um Studium und Arbeitsleben bietet der VDI seine Hilfe an – von der Orientierung im Studium über Probleme am Arbeitsplatz, die Karriereplanung bis zur Erfinderberatung. Hier ein Überblick über wichtige Serviceleistungen.



**Netzwerk VDI Young Engineers – das VDI-Netzwerk für Studierende und Young Professionals:** Unter dem Motto „Triff die Zukunft“ unterstützt das VDI-Netzwerk für Ingenieurstudierende und Young Professionals mit wertvollen Angeboten den Start ins Studium und Berufsleben.

Die VDI Young Engineers bieten neben persönlichen Kontakten und einem regelmäßigen Austausch interessante Projekte, Exkursionen, Soft-Skills-Workshops und fachliche Vorträge, speziell auf die Bedürfnisse der jeweiligen Zielgruppe ausgerichtet.

■ [vdi.de/young-engineers](http://vdi.de/young-engineers)

**Netzwerk für Frauen im Ingenieurberuf:** Das VDI-Netzwerk bietet Ingenieurinnen eine Plattform zum Austausch: mit regionalen Gruppen, Workshops, Vorträgen, Seminaren, Exkursionen und Messeauftritten. Alle zwei Jahre wird ein deutschlandweiter Kongress organisiert.

■ [vdi.de/fib](http://vdi.de/fib)

**VDI-Karriereführer:** Der kostenfreie Ratgeber für Berufseinsteiger und Young Professionals liefert Tipps zu Berufsorientierung, Bewerbung, Karriere sowie Einblicke in den Ingenieurarbeitsmarkt und stellt attraktive Arbeitgeber vor.

■ [vdi-verlag.de/karrierefuehrer](http://vdi-verlag.de/karrierefuehrer)

**Förderprogramm VDI Elevate:** das Förderprogramm des VDI für Ingenieurstudierende in Deutschland, Österreich und der Schweiz. Dauer: ein bis zwei Jahre. Schwerpunkte: Praxisphasen, Persönlichkeitstraining und Mentoring.

■ [vdi.de/netzwerke-aktivitaeten/nachwuchsaktivitaeten/vdi-elevate](http://vdi.de/netzwerke-aktivitaeten/nachwuchsaktivitaeten/vdi-elevate)

**Studenten- und Doktorandenprogramm der kjVI:** Das Studenten- und Doktorandenprogramm der kreativen jungen Verfahrensingenieure (kjVI) bietet Informationen rund um den Berufseinstieg, Workshops zur Bewerbung, direkte Gespräche mit Firmenvertretern der chemischen und pharmazeutischen Industrie sowie Besichtigungen der Firmenausstellung.

■ [vdi.de/tg-fachgesellschaften/vdi-gesellschaft-verfahrenstechnik-und-chemieingenieurwesen/kjvi-kreative-junge-verfahrensingenieure-in-der-vdi-gvc](http://vdi.de/tg-fachgesellschaften/vdi-gesellschaft-verfahrenstechnik-und-chemieingenieurwesen/kjvi-kreative-junge-verfahrensingenieure-in-der-vdi-gvc)

**Gehaltstest:** Damit überprüfen Sie schnell, ob Ihr Einkommen den marktüblichen Konditionen entspricht, z. B. für Ihr nächstes Gehaltsgespräch. Ihre kostenfreie individuelle Auswertung können Sie jederzeit bequem aktualisieren.

■ [ingenieur.de/gehaltstest](http://ingenieur.de/gehaltstest)

**Telefonische Studienberatung:** •

■ [vdi.de/studium/studienberatung](http://vdi.de/studium/studienberatung)

**Praktikabörse:** Minijob oder Abschlussarbeit, Praktikums-, Aushilfs- sowie Werkstudentenjobs für Ingenieure und Informatiker (m/w/d).

■ [praktika.ingenieur.de](http://praktika.ingenieur.de)

**Gründungsberatung:** eine kostenfreie und persönliche Erstberatung für VDI-Mitglieder zu den Themen Businessplan, Finanzierung, Gründung, Nachfolge, Recht, Steuern und Patente, Marketing und Vertrieb.

■ [vdi.de/netzwerke-aktivitaeten/karriereberatung](http://vdi.de/netzwerke-aktivitaeten/karriereberatung)

**Newsletter ingenieur.de Karriere:** Alle 14 Tage Tipps von Karriereberatern, Aktuelles zum Jobmarkt und wertvolle Ratschläge zu Berufsein- und -aufstieg, Gehältern, Existenzgründungen.

■ [ingenieur.de/newsletter](http://ingenieur.de/newsletter)

**Jobs:** Aktuelle Stellenangebote, bequeme Recherche und passende Jobs per E-Mail.

■ [jobs.ingenieur.de](http://jobs.ingenieur.de)

**Schlüsselqualifikationen:** Was ist mit „Interkulturelle Kompetenz“ oder „Kommunikationsstärke“ gemeint? Hier finden Sie Aufklärung zu Top und Soft Skills im Ingenieurbereich.

■ [ingenieur.de/schluesselqualifikationen](http://ingenieur.de/schluesselqualifikationen)

**Studie Ingenieureinkommen:** Aus der jährlich erscheinenden Einkommensstudie stellen wir die wichtigsten Ergebnisse kostenfrei ins Netz.

■ [aktion.vdi-verlag.de/gehalt/](http://aktion.vdi-verlag.de/gehalt/)

**Wer an der Hochschule** oder im Job erfolgreich sein will, ist oft auf Unterstützung angewiesen. Der VDI bietet Hilfe zu fast allen Themen rund um Studium und Karriere.

Foto: panthermedia.net/Peshkova

**VDI-Karriereberatung:** Als VDI-Mitglied können Sie – zweimal im Jahr – eine telefonische Karriereberatung in Anspruch nehmen. Rund um die Themen Bewerbungsmappen- und Zeugnischdeck sowie allgemeine Fragen zu Ihrer Karriere unterstützen Personalberater Sie mit praktischen Tipps und Hinweisen. Anmeldung:

■ [vdi.de/netzwerke-aktivitaeten/karriereberatung](http://vdi.de/netzwerke-aktivitaeten/karriereberatung)

**Karriere-Podcasts:** Mit Prototyp und Technik aufs Ohr gibt es jeden Donnerstag wertige Audiostreams. Experten, Berater und Ingenieure berichten von ihrer Karriere und geben Tipps, die im Alltag helfen.

■ [ingenieur.de/podcast](http://ingenieur.de/podcast)

**Unterlagencheck:** Unsere Expertin prüft Ihre Bewerbungsunterlagen und gibt Ihnen ein persönliches Feedback.

■ [ingenieur.de/service/unterlagen-check](http://ingenieur.de/service/unterlagen-check)

**Telefoncoaching:** Individuelle Beratung zu Coaching, Konzeption und Durchführung von Personalentwicklungsprojekten.

■ [ingenieur.de/service/telefon-coaching](http://ingenieur.de/service/telefon-coaching)

**Recruiting Tage:** VDI nachrichten veranstaltet in ganz Deutschland sowie online Karrieremessen für stellensuchende Ingenieure und Ingenieurinnen, auf denen sich Unternehmen aller Branchen präsentieren und mit Bewerbern und Bewerbinnen in direkten Kontakt treten. Teilnahme und alle Angebote sind kostenfrei.

■ [ingenieur.de/recruitingtag](http://ingenieur.de/recruitingtag)

**Rechtsauskünfte:** Sie benötigen Antworten in berufsspezifischen Rechtsfragen (z. B. Arbeits-, Berufs- oder Patentrecht)? Sie wollen Ihren Arbeitsvertrag prüfen lassen, sich über Rechts- und Datenschutz informieren oder suchen kompetenten Rat zu Ihrer Erfahrung und deren Patent? Dann können Sie sich als VDI-Mitglied an die Rechtsberatung des VDI wenden.

■ [vdi.de/netzwerke-aktivitaeten/vdi-rechtsauskunft](http://vdi.de/netzwerke-aktivitaeten/vdi-rechtsauskunft)



Mit über 15.500 Studierenden, vier Fachbereiche mit mehr als 270 ProfessorInnen sowie mehr als 1.000 Mitarbeitenden in Lehre, Forschung und zentralen Serviceeinheiten ist die Frankfurt University of Applied Sciences eine der größten Hochschulen für angewandte Wissenschaften in Deutschland. „Chancen durch Bildung“ ist unser gelebtes Motto. Praxisnähe, interdisziplinäre Ausbildung, internationale Ausrichtung und regionale Einbindung prägen unser Profil. Diversität und gesellschaftliche Verantwortung sind unsere Werte. Nachhaltig sind wir in allen Dimensionen. Exzellente Qualität von Lehre und Forschung ist unser Anspruch.

Zum Sommersemester 2024 ist im **Fachbereich 1: Architektur • Bauingenieurwesen • Geomatik** folgende Stelle zu besetzen:

**Professor  
(Bes. Gr. W2 HBesG)**

**für das folgende Fachgebiet:  
Verkehrswegebau Kennziffer  
P23/2023**

Gesucht wird eine in Theorie und Praxis ausgewiesene Persönlichkeit mit einem Hochschulabschluss aus dem Bereich Bauingenieurwesen (oder einer verwandten Fachrichtung). Die Befähigung zur wissenschaftlichen Arbeit im Fachgebiet, pädagogische Eignung und Kompetenz sowie fachbezogene Erfahrungen im wissenschaftlichen Kontext werden vorausgesetzt.

Der/Die Stelleninhaber/-in soll das Fachgebiet Verkehrswegebau (im Wesentlichen Straßen- und Gleisbau) in allen Lehrinhalten des Fachbereichs besonders jedoch in Lehre und Forschung in den Bachelor- und Master-Studiengängen „Bauingenieurwesen“ und „Infrastruktur und Umwelt“ vertreten und die Leitung sowie die perspektivische Weiterentwicklung des Straßenbaulabors übernehmen.

Die Aufgaben in der Lehre umfassen die Ausbildung in der Baustoffkunde auf dem Gebiet des Verkehrswegebaus im Grundstudium sowie der Straßen- und Gleisbautechnik im Hauptstudium, das Angebot vertiefender theorie- und praxisbezogener Wahlpflichtfächer und von Projekten sowie die Betreuung von Abschlussarbeiten. Neben der Vermittlung fachlicher, methodischer und instrumenteller Kompetenzen sollen dabei auch die Aspekte der nachhaltigen, ressourcenschonenden Verwendung von Baustoffen und deren Wiederverwendung unter den aktuellen ökologischen Bedingungen besonders berücksichtigt werden. Außerdem wird für Forschung und Lehre die Zusammenarbeit mit den Kolleginnen und Kollegen der Fachgruppen Verkehr und Geotechnik erwartet. Die Befähigung zur Lehre in deutscher und englischer Sprache wird vorausgesetzt.

Die Stelle steht unbefristet zur Verfügung. Bei der ersten Berufung auf eine Professur erfolgt die Beschäftigung zunächst in einem Beamtenverhältnis auf Probe bzw. in einem unbefristeten Beschäftigungsverhältnis mit einer dreijährigen Probezeit.

Einstellungsvoraussetzungen, weitere Dienstaufgaben und Voraussetzungen ergeben sich aus §§ 67 - 69, 75 und 76 des Hessischen Hochschulgesetzes; einzusehen unter [www.hmwk.hessen.de](http://www.hmwk.hessen.de).

Wir wertschätzen Vielfalt und begrüßen daher alle Bewerbungen – unabhängig von Geschlecht, Nationalität, ethnischer und sozialer Herkunft, Religion/Weltanschauung, Behinderung, Alter sowie sexueller Orientierung und Identität. Menschen mit Behinderungen werden bei gleicher persönlicher und fachlicher Eignung bevorzugt. Als Trägerin des Zertifikats „Familiengerechte Hochschule“ berücksichtigt die Hochschule Ihre individuelle familiäre Situation bei der Gestaltung Ihrer Arbeitszeit.

Bewerbungen mit den üblichen aussagefähigen Unterlagen (inkl. Publikationsverzeichnis, Projekte, Darstellung bisheriger Lehr- und Forschungstätigkeit) werden bis **27.08.2023** unter Angabe der Kennziffer per E-Mail erbeten an [info-prof@hr.fra-uas.de](mailto:info-prof@hr.fra-uas.de) (bitte alle Unterlagen in einer PDF-Datei zusenden):

An den Präsidenten der  
Frankfurt University of Applied Sciences  
Personal und Personalentwicklung  
Nibelungenplatz 1, 60318 Frankfurt  
[www.frankfurt-university.de](http://www.frankfurt-university.de)

Wissen durch Praxis stärkt



Die Technische Fakultät besetzt im Department Maschinenbau zum frühestmöglichen Zeitpunkt eine

### **W2-Professur für Montagetechnologien elektrischer Energiespeicher (MEES)**

im Beamtenverhältnis auf Lebenszeit.

Eine ausführliche Stellenbeschreibung finden Sie online unter [fau.info/professuren](http://fau.info/professuren) oder unter dem QR-Code.



Linde Material Handling



**Industriemechaniker / Kfz-Mechaniker  
Montagemechaniker (m/w/d)  
(Befristet)**  
Aschaffenburg, ID: 10248410



**Produktmanager  
(m/w/d)**  
Eckernförde  
ID: 10248476

**Junior Prozessingenieur (m/w/d)  
Maschinenbau, Verfahrenstechnik**  
Spremberg  
ID: 10248508

**Ingenieur Wärmeplanung  
Kommunal m/w/d**  
Schwerin  
ID: 10248412

**Wiss. Mitarbeiter\*in / (m/w/d)  
Ingenieur- / Natur- o. Geowiss.**  
Koblenz  
ID: 10248419

## **EXKLUSIVE JOBANGEBOTE**

- ▶ Einfach auf **[JOBS.INGENIEUR.DE](http://JOBS.INGENIEUR.DE)** gehen
- ▶ ID in die Suchmaske eingeben
- ▶ Stellenanzeige ansehen
- ▶ Online bewerben!

**INGENIEUR.de**  
TECHNIK - KARRIERE - NEWS

Vermögen und Bau Baden-Württemberg



[www.bauensiemit.de](http://www.bauensiemit.de)

Ihr Auftrag: Nachhaltige Landesgebäude  
Attraktive Job-Perspektiven beim Land

Ob Landtag, Schlösser, Universitäten, Finanzämter oder Klöster:  
Wir schaffen die Voraussetzungen für klimaneutrale  
Landesgebäude.

Lust auf einen sicheren Arbeitsplatz in unserem  
interdisziplinären Team im Amt Schwäbisch Gmünd?

Weitere Informationen:

Diplom-Ingenieure (Uni/FH/DH) oder Master  
oder Bachelor (w/m/d) der Fachrichtungen  
Elektrotechnik oder Versorgungstechnik bzw.  
einen Techniker oder Meister (w/m/d) mit  
entsprechender Ausbildung.

Weitere Informationen:

[www.vermoegenundbau-bw.de/karriere/stellenangebote](http://www.vermoegenundbau-bw.de/karriere/stellenangebote)

Wir bauen Baden-Württemberg.  
Bauen Sie mit.



**Baden-Württemberg**  
VERMÖGEN UND BAU

**RWU** HOCHSCHULE  
RAVENSBURG-WEINGARTEN  
UNIVERSITY  
OF APPLIED SCIENCES



In einer der schönsten und wirtschaftsstärksten Regionen Europas ist  
zum Sommersemester 2024 folgende Stelle zu besetzen:

### **Professor ENERGIESYSTEME**

Bes. Gr. W2 (Stellen-Nr. 247)

Wir freuen uns über Ihre Bewerbung bis zum 04.08.2023, bevorzugt  
über unser Stellenportal.

Den ausführlichen Ausschreibungstext finden Sie unter:  
[www.rwu.de/stellen](http://www.rwu.de/stellen)

**Wir machen Ingenieurkarrieren.**

#### **NÄCHSTE TERMINE:**

- **01.09. Dortmund, Westfalenhallen**
- **06.09. Berlin, Estrel Hotel**
- **20.09. Hannover, Congress Centrum**

**Alle weiteren Termine 2023  
finden Sie unter:  
[www.ingenieur.de/  
recruitingtag](http://www.ingenieur.de/recruitingtag)**

**VDI nachrichten  
recruiting tag**

**KARRIERE****Wurde mein Sohn gefeuert?****3.226. Frage:**

**Lese seit vielen Jahrzehnten Ihre Karriereberatung und das nach 48 Arbeitsjahren als Dipl.-Ing., jetzt im Ruhestand.**

**Ich bitte hier um Ihre Meinung und Beurteilung der Entscheidung meines Sohnes Dr.-Ing. XXX, in den Ruhestand zu treten.**

**Ich vermisste bisher einen Aufhebungsvortrag und ein klärendes Gespräch mit meinem Sohn.**

**Kann man der beigefügten Pressemeldung vertrauen oder wurde der Junior gefeuert?**

**Antwort/1:**

1. Die Kernsätze der Pressedarstellung:

„Ressort-Chef des XY-Konzerns tritt ab; A. A. wird Nachfolger. Beim ...- und Technologiekonzern XY gibt es überraschend einen Wechsel im ...-Ressort. Franz Schmitz (alle Namen von Unternehmen und Personen von mir anonymisiert oder ge-

ändert; H. Mell) werde Ende des nächsten Monats nach fast zehnjähriger Amtszeit als ...-Chef und Mitglied der Unternehmensleitung zurücktreten. Neuer ...-Chef wird im Anschluss daran A. A., der bisher bei ... tätig war.

A. A. saß seit einigen Jahren zusätzlich in wichtigen Entscheidungsgremien (oberhalb der Vorstandsebene) des Konzerns.

Zu den Hintergründen von Schmitz' Rücktritt gab es keine Angaben. Er soll noch für mehr als ein Jahr Mitglied des Vorstandes der Konzernholding bleiben.“

**Antwort/2:**

Es gäbe durchaus gute Gründe für die Ablehnung dieser Frage: Ein-sender ist keine betroffene Person, sondern ein Dritter – und die Informationen sind extrem dünn.

Aber das Thema ist ebenso originell wie reizvoll, ich konnte nicht widerstehen.

Zwei Anmerkungen vorab: Ich weiß nicht mehr als hier abgedruckt wurde, meine Analyse kann keinesfalls den Anspruch erheben, „die ganze Wahrheit“ ans Licht zu bringen. Aber genau solche Spekulationen

sind die zwangsläufige Folge derartiger Veröffentlichungen – also müssen sie auch erlaubt sein.

Die Verfremdung aller Namen und sonstigen Details dergestalt, dass sich niemand erkannt fühlen muss, ist in dieser Serie selbstverständlich. Dass der Betroffene in dieser speziellen Konstellation nicht selbst Fragen stellen kann, ist auch nachvollziehbar – und wer will dem besorgten Vater übel nehmen, dass er Aufklärung sucht?

In dem nur leicht verfremdeten Zitat aus dem Pressebericht habe ich alle Aspekte durch Unterstreichen hervorgehoben, die uns als Ansatzpunkte für eine Analyse dienen können:

1. „Ressortchef des Konzerns „tritt ab“: Das ist formal gerade noch neutral und unterstellt dem Betroffenen einen Rest von eigenständigem Handeln, wirft aber doch schon Fragen auf. Gegenbeispiele: „Geht in den Ruhestand“ oder „wechselt zum DEF-Konzern“. Die gewählte Formulierung „tritt ab“ ist im Sprachgebrauch etwa so zu interpretieren: Es gibt dafür keinen Beweis, aber die Sache „rieft“ nach Unfreiwilligkeit.

2. Der Wechsel kommt „überraschend“. Wenn der anfragende Va-



**Ihre Fragen  
zum Thema  
„Karriereberatung“**  
beantwortet  
**Dr.-Ing. E. h.  
Heiko Mell,**  
Karriereberater  
in Rösrath.  
■ heiko-mell.de

ter des betroffenen „Franz Schmitz“ von der Entscheidung des Sohnes spricht, in den Ruhestand zu treten, dann passt gerade dazu ein „überraschendes“ Handeln nicht. Denn kaum ein anderer beruflicher Schritt lässt sich zeitlich so gut planen und vorhersagen wie der Wechsel in den Ruhestand.

Der Eindruck verstärkt sich: Die Sache „rieft“.

3. Der Wechsel zum „Ende des nächsten Monats“ ist extrem kurzfristig und passt ganz und gar nicht zum etwa lange zuvor geplanten Ruhestand. Das „rieft“ nun schon sehr stark nach „er wurde abgetreten“, statt „er tritt (etwa auf eigene Initiative) ab“.

4. Der Nachfolger saß bereits zusätzlich in wichtigen (Top-)Entscheidungsgremien des Konzerns. Das lässt zwei mögliche Erklärungen zu: Entweder gab es Kritik an der Amtsführung unseres Franz Schmitz und dieser A. A., vertraut mit dem Konzern und zusätzlich extrem vielseitig erfahren, bot sich als Nachfolger an – oder A. A. drängte von seiner überaus einflussreichen Machtstellung aus in die fragliche Position hinein, wobei Franz Schmitz störte und von seinem Abtreten „überzeugt“ wurde.

**INGENIEUR.de**  
TECHNIK - KARRIERE - NEWS

**Das TechnikKarriereNews-Portal  
für Ingenieur\*innen.**

# Testen Sie Ihr Gehalt.

Mit dem Gehaltstest für Ingenieurinnen und Ingenieure überprüfen Sie schnell, ob Ihr Einkommen den marktüblichen Konditionen entspricht. Er zeigt Trends auf und gibt Ihnen Orientierung, z. B. für Ihr nächstes Gehaltsgespräch. Und Ihre individuelle Auswertung können Sie jederzeit bequem aktualisieren.

**JETZT KOSTENFREI TESTEN UNTER:  
WWW.INGENIEUR.DE/GEHALT**



Der schnelle Wechsel (siehe 3.) lässt auch Raum für eine Spekulation dahingehend, dass dieser Schritt besonders gut zu irgendwelchen Entwicklungen im Werdegang des A. A. passte (der vielleicht genau jetzt ein neues Amt brauchte). Und da Franz Schmitz ohnehin „bald“ in den Ruhestand gehen würde, hat man die Sache ein wenig beschleunigt. Und den ungeheuren Schaden für die Reputation eines langjährigen Ressortchefs als Kollateralschaden in Kauf genommen.

Das alles kam dann, sofern die Spekulation stimmt, derart überraschend für Franz Schmitz, dass dieser nicht einmal seinem besorgten (berufserfahrenen) Vater erklären konnte, was da eigentlich vorgegangen war.

5. Es gab ausdrücklich keine Angaben zu den „Hintergründen“ des Rücktritts von Franz Schmitz: Wie einfach wäre es gewesen, hier die Begriffe „Ruhestand“ oder „aus Altersgründen“ einzustreuen – und jeder hätte (fast) alles verstanden und es einfach „abgehakt“.

6. Franz Schmitz soll noch „für mehr als ein Jahr Mitglied des Vorstands der Konzernholding bleiben“: Das verblüfft zunächst.

Ich gehe davon aus, dass Franz Schmitz zwei Funktionen im Konzern hatte. Einmal die operative, in der Praxis wohl bedeutendere als Ressortchef und zusätzlich die vermutlich eher als Anerkennung gedachte Ernennung zum Mitglied des Vorstands der Holding, wobei in diesem Zusammenhang keine spezielle Ressortzuständigkeit angegeben wird.

Diese wohl nur bei intimer Kenntnis der hier recht speziellen Konzernstrukturen verständliche Konstellation könnte bedeuten: Massive Vorwürfe gegen Franz Schmitz bezüglich seiner operativen Amtsführung als Ressortchef gab es nicht. Er wurde als solcher auch nicht „gefeuert“. Aber man brauchte vermutlich für A. A. seine Position – und legte ihm ein auf mehr als ein Jahr vorgezogenes „Abtreten“ nahe. Den – vermutlich eher repräsentativen – Vorstandsjob in der Holding ließ man ihm – und damit vermutlich auch seine Bezüge bis zum planmäßigen Eintritt in den Ruhestand.

Auch das darf ich auf der mir zur Verfügung stehenden schwachen Informationsbasis sagen: So richtig „geliebt“ hat man auf Seiten der eigentlichen Entscheidungsträger den Franz Schmitz in der letzten Zeit wohl nicht (mehr).

Wenn meine Denkansätze stimmen, dann stellt sich die Frage eines Aufhebungsvertrages vermutlich gar nicht, Franz Schmitz bleibt ja – gut bezahltes – Mitglied des Holding-Vorstands. Und sollte es tatsächlich kein klärendes Gespräch mit ihm gegeben haben, bevor dieser Prozess in Gang gesetzt wurde, dann ist das höchst bedauerlich, aber Teil des ständi-

gen Risikos, das von „abhängig Beschäftigten“ zu tragen ist. Formal sind zwar Vorstände und Geschäftsführer keine Angestellten, aber in der Praxis erleiden sie oft ähnliche Schicksale.

Ich muss zur Sicherheit noch einmal betonen, dass meine Aussagen hier rein spekulativ sind, nur vertretbar ohne Nennung von Firmen- und Personennamen, so dass sich niemand getroffen fühlen muss. Aber ich glaube schon, dass es ungefähr so gewesen sein dürfte. Denn irgendwie passen die einzelnen Mosaiksteinchen schon zusammen. Kritik an bestimmten Personen oder Unternehmen ist damit nicht verbunden, ich sehe mich gerade in diesem Fall keineswegs etwa als Richter, sondern nur als Analytiker.

## KARRIERE

### Der beste Weg zur Führungskraft im Konzern

#### 3.227. Frage/1:

**Zunächst möchte ich mich für Ihr anhaltendes Engagement in Form dieser Serie bedanken. Ich verfolge Ihre Kolumne auf Empfehlung durch einen meiner Professoren bereits seit dem Beginn meines Studiums. Und auch wenn ich mir für die Zukunft an manchen Stellen etwas mehr Fortschriftlichkeit vom „System“ erhoffe, bin ich dankbar dafür, dass Sie dabei helfen, dieses in der aktuellen Form zu verstehen und zumindest damit leben zu lernen.**

**Umso spannender wird es sein zu beobachten, wie sich verschiedene Facetten der Arbeitswelt in Zeiten eines demografisch bedingt zunehmenden Fachkräftemangels, eines sich verändernden Stellenwertes der Arbeit und einer zumindest in manchen Bereichen möglichen Entkopplung des Wohnortes vom formalen Arbeitsplatz verändern werden. Das ist sicherlich ein Thema, bei dem auch viele andere Lesende Ihre Einordnung sehr schätzen würden, auch wenn Sie an vielen Stellen betonen, dass Sie Ihre Aufgabe eher in der Beschreibung des aktuellen Zustandes sehen als im Prognostizieren des zukünftigen.**

#### Antwort/1:

Als ich mit dieser Serie begann, war meine zentrale Triebfeder das schiere Entsetzen über die zum Teil wirklich fundamentalen Fehler, die ansonsten hoch qualifizierte, akademisch gebildete Angestellte in den Bereichen Bewerbung, Beruf, Karriere permanent, konsequent und immer wieder neu machten. Eine Überprüfung des Wissens dieser Personen zu diesem Thema in zahllosen Vorstellungsgesprächen ergab, dass sie es tatsächlich nicht besser wussten, dass sie mit den von mir so genannten „Spielregeln“ nicht vertraut waren und dass gerade In-

## Kontakt

- Wir gewähren größtmögliche Diskretion. Jeder Fall wird so dargestellt, dass es keine konkreten Hinweise auf Sie als Fragesteller gibt. Es werden keine Namen genannt.
- Die Frage muss von allgemeinem Interesse sein und erkennbar mit dem Werdegang eines Ingenieurs im Zusammenhang stehen. Eine individuelle Beantwortung von Briefen ist nicht vorgesehen. Rechtsauskünfte dürfen wir nicht erteilen. Autor und Verlag übernehmen keinerlei Haftung.
- Bitte richten Sie Ihre Fragen an:  
**VDI nachrichten Karriereberatung,  
Postfach 101054, 40001 Düsseldorf  
karriereberatung@vdi-nachrichten.com  
www.vdi-nachrichten.com/heikomell**

genieure viel zu sehr überzeugt waren, mit einer soliden „ingenieurmäßigen“ Arbeit allein sei eigentlich alles getan, um Erfolge zu haben, Karriere zu machen und diese dann auch in Ruhe genießen zu können.

Ich glaube, dass ich in den vielen Jahren meiner Arbeit an dieser Serie zumindest zu der Erkenntnis beigetragen habe, dass es überhaupt solche weitgehend allgemeingültigen Regeln gibt, um deren Kenntnis man sich bemühen könnte – und sicher auch sollte.

Ich versichere Ihnen, dass ständig weitere Veränderungen in nahezu allen Bereichen der Arbeitswelt kommen werden – und überlässe deren konkrete Vorhersage berufeneren Zeitgenossen. Prognosen haben nämlich, wie wir alles wissen, ihre ganz besonderen Tücken.

## Karriere-Basics

### 100 Tipps für den Erfolg im Beruf

**Nr. 48: Panta rhei – spätestens seit dem 6. Jhd. v. Chr. „fließt alles“.** Das gilt besonders für unser berufliches Umfeld. Von allen Angestellten wird erwartet, dass sie dem daraus resultierenden „Neuen“ stets aufgeschlossen gegenüberstehen.

#### Frage/2:

**Ich bin 27, habe meinen TU-Master im Maschinenbau (1,2) absolviert und bin seit einem guten Jahr über das Führungskräfte-Entwicklungsprogramm bei einem bedeutenden Großkonzern angestellt.**

**Auch während verschiedener Praktika in anderen Konzernen habe ich festgestellt, dass Positionen der unteren und mittleren Führungsebenen von „Eigengewächsen“ dominiert sind. Erst in den höheren Ebenen sind dann häufiger auch Führungskräfte zu finden, die den Weg über externe Unternehmen gegangen sind. Diese Beobachtung steht in Kontrast zu dem von Ihnen oft wiederholten Rat, regelmäßig den Arbeitgeber zu wechseln (ohne dabei den roten Faden zu verlieren), um seinen Lebenslauf „frisch“ zu halten.**

#### Antwort/2:

Eigentlich spricht auch heute noch nichts gegen die Gepflogenheit vieler Mitarbeiter von Konzernen, dort nach dem Studium ein und erst beim Renteneintritt wieder auszutreten. In den Fünfziger, Sechziger, Siebziger und Achtzigerjahren des vorigen Jahrhunderts war so etwas Standard. Heute sehen sich die Unternehmen jedoch einem ständigen Druck zu umfas-

senden Veränderungen (Anpassung an sich wandelnde oder sterbende oder ganz neue Technologien und/oder Märkte) ausgesetzt, in deren Folge sie z.B. in großem Stil Mitarbeiter entlassen – auch solche mit 25 Jahren treuer Dienste. Wer dann im Alter von 50 mit ausschließlicher Tätigkeit in einem solchen Konzern auf den Arbeitsmarkt gehen muss, stößt auf viele Vorbehalte. Wenn Sie also sicher sein können, niemals wechseln zu müssen (eine sehr gefährliche Annahme!), planen Sie ruhig auch heute noch keinen Unternehmenswechsel ein. Aber seien Sie dann auf Überraschungen und/oder Probleme gefasst.

#### Frage/3:

**Umgekehrt hat dieser rote Faden eines Angestellten keine Priorität für den Großkonzern. Dieser strebt stattdessen danach, seine Angestellten dort einzusetzen, wo sie ihm den höchsten Wert bringen. Was zur Folge hat, dass hier zuweilen recht abenteuerliche Lebensläufe entstehen.**

#### Antwort/3:

Gut beobachtet! Und glauben Sie, dass der Arbeitsmarkt ganz wild ist auf Leute mit abenteuerlichen Lebensläufen? Sehen Sie, wer nach solchen internen Episoden extern wechseln muss oder will, ist ein „armes Schwein“. Das gut beraten gewesen wäre, den Konzern freiwillig zu verlassen, bevor es dort allzu abenteuerlich wurde.

Verstehen Sie jetzt, dass meine Spielregeln zwar oft so furchtbar einfach aussehen, letztlich aber ein feinabgestimmtes System ergeben, das dem einzelnen Angestellten optimale Sicherheit und größtmögliche Erfolgschancen sichern soll?

#### Frage/4:

**Ich habe das Ziel, mittlere Führungsaufgaben in einem Großkonzern zu übernehmen. Aufgrund des Gesehenen (s. o.) sehe ich meine Chancen dafür am größten, wenn ich mich in einem solchen Unternehmen beweise und den internen Weg über die unteren Führungsebenen gehe. Gleichzeitig sehe ich die Risiken dieses Weges wegen des möglichen Verlusts des roten Fadens im Lebenslauf und der langen Zugehörigkeit zu nur einem Unternehmen. Ein Dilemma?**

#### Antwort/4:

Die Lösung ergibt sich aus den obigen Antworten: Konzentrieren Sie sich auf „(irgend-)einen Großkonzern“, nicht aber auf einen ganz bestimmten. Bleiben Sie dort so lange wie es Ihrem Werdegang bekommt. Stockt der Aufstieg oder droht Ihr roter Faden verloren zu gehen, wechseln Sie den Konzern oder gehen Sie zu einem großen Mittelständler/Zulieferer bei gleichzeitigem Aufstieg. Das Konzept hat sich bewährt.

## VDI nachrichten

Jahrgang 77 ISSN 0042-1758

Herausgeber:  
Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein,  
Dipl.-Ing. Adrian Willig

Herausgeberbeiratsmitglieder:  
Dipl.-Volksw. Claudia Michalski (Vors.),  
Prof. Volker Markus Banholzer; Fenja Feitsch, M. Sc.;  
Dipl.-Ing. Sven Warnck; Prof. Dr. Heike Weber

Redaktion:  
Chefredakteur Ken Fouhy, B.Eng. (kf)  
Chef vom Dienst Dipl.-Soz. Peter Steinmüller (pst)

Ressort Infrastruktur & Digitales  
Dipl.-Phys. Stephan W. Eder (swe),  
Peter Kellerhoff M.A. (pek),  
Fabian Kurmann (kur)

Ressort Produktion & Umwelt  
Dipl.-Ing. (FH) Martin Ciupek (ciu),  
Dipl.-Kfm. Stefan Asche (sta),  
Iestyn Hartbrich (har),  
Dipl.-Oecotroph. Bettina Reckter (ber)

Ressort Wirtschaft/Management/Karriere  
Dipl.-Soz. Peter Steinmüller (pst),  
Claudia Burger (cer),  
Wolfgang Schmitz (ws),  
André Weikard (aw)

Bildbeschaffung/Fotoarchiv  
Kerstin Küster,  
fotoarchiv@vdi-nachrichten.com

vdi-nachrichten.com  
Dipl.-Ing. Jens D. Billerbeck (jdb),

Anschrift der Redaktion  
VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf  
Telefon: +49 2 11 61 88-336  
www.vdi-nachrichten.com  
redaktion@vdi-nachrichten.com

VDI nachrichten wird sowohl im Print als auch auf elektronischem Weg (z. B. Internet, E-Paper, Datenbanken, etc.) vertrieben. Die veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Für die Übernahme von Artikeln in interne elektronische Presseespiegel erhalten Sie die erforderlichen Rechte über die Presse-Monitor Deutschland GmbH & Co. KG.  
www.presse-monitor.de.

Verlag:  
VDI Verlag GmbH, VDI-Platz 1, 40468 Düsseldorf  
Postfach 10 10 54, 40001 Düsseldorf  
Telefon: +49 2 11 61 88-0  
Commerzbank AG, BIC: DRES DE FF 300  
IBAN: DE59 3008 0000 0214 0020 00

Geschäftsführung: Ken Fouhy, B.Eng.

Layout/Produktion:  
Gudrun Schmidt (verantw.),  
Laura B. Gründel, Ulrich Jöcker,  
Alexander Reiß,  
Kerstin Windhövel

Produkt- und Imageanzeigen:  
Leitung: Petra Seelmann-Mädchen  
pmaedchen@vdi-nachrichten.com  
Telefon: +49 2 11 61 88-191  
Es gilt Preisliste Nr. 71 vom 1. 1. 2023.

Disposition: Ulrike Arzt (verantw.),  
abwicklung@vdi-nachrichten.com  
Telefon: +49 2 11 61 88-461

Stellen-/Rubrikenanzeigen/Gesuche:  
Leitung: Michael Haas  
mhaass@vdi-nachrichten.com  
Telefon: +49 2 11 61 88-194  
Es gilt Preisliste Nr. 71 vom 1. 1. 2023.

Vertriebsleitung: Ulrike Gläsele

VDI nachrichten erscheint freitags alle zwei Wochen.  
Bezugspreise: Jahresabonnement VDI nachrichten Plus und Print 148 €. (Studierende 81 €)  
VDI nachrichten Plus und E-Paper 108 EUR. (Studierende 58 €)  
Ausland auf Anfrage.  
Alle Preise inkl. Vertriebskosten und 7 % MwSt.

Für VDI-Mitglieder ist der Bezug im Mitgliedsbeitrag enthalten. Bei Nichterscheinen durch höhere Gewalt (Streik oder Aussperrung) besteht kein Entschädigungsanspruch. Der Verlag haftet nicht für unverlangt eingesandte Manuskripte, Unterlagen und Bilder. Die Veröffentlichung von Börsenkursen und anderen Daten geschieht ohne Gewähr.

Druck:  
Frankfurter Societäts-Druckerei GmbH & Co. KG,  
Kurhessenstraße 4-6, 64546 Mörfelden-Walldorf  
Das für die Herstellung der VDI nachrichten verwendete Papier ist frei von Chlor und besteht zu 90 % aus Altpapier.

## LESERSERVICE

für VDI-Mitglieder  
Fragen zur Mitgliedschaft und zu Adressänderungen:  
Telefon: +49 211 62 14-600  
E-Mail: mitgliedsabteilung@vdi.de

für Abonnenten  
Fragen zum Abonnement und zu Adressänderungen:  
Telefon: +49 6123 9238-201  
vdi-nachrichten@vuservice.de  
Probeabonnement: www.vdi-nachrichten.com/probe

Einem Teil dieser Ausgabe liegen Prospekte der eROCKIT Systems GmbH, 16761 Hennigsdorf, bei.

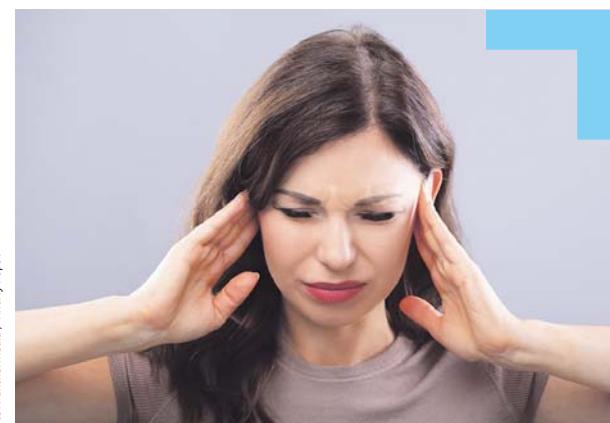
## Angebote für Mitglieder



## VDIni-Club-Mitgliedschaft

Für nur 24 € im Jahr können Kinder im VDIni-Club vor Ort viele spannende Workshops oder Ausflüge mit Gleichgesinnten erleben, aber auch den geschützten Mitgliederbereich im Internet erforschen. Und dazu gibt es regelmäßig das VDIni-Club-Magazin direkt nach Hause.

■ [vdini-club.de](http://vdini-club.de)



## Versicherung, wenn Hören und Sehen vergehen

Was, wenn man wegen einer Erkrankung oder eines Unfalls wichtige Fähigkeiten wie Sehen, Sprechen oder Hören verliert? Für solche Fälle gibt es die Grundfähigkeitsversicherung. Sie schützt vor existenzbedrohenden Folgen.

■ [vd-ingenieure.de](http://vd-ingenieure.de)

## Nachhaltiger Maschinenbau hat Zukunft

**BADEN WÜRTTEMBERG:** Der VDI-Landesverband Baden-Württemberg hat in Kooperation mit Trumpf Werkzeugmaschinen einen Parlamentarischen Abend veranstaltet. Es kamen namhafte Vertreter aus Politik und Wirtschaft zusammen, um die Bedeutung des nachhaltigen Maschinenbaus im Land zu diskutieren. Oliver Riedel, Vorsitzender des VDI-Landesverbands, eröffnete die Veranstaltung zusammen mit VDI-Direktor Adrian Willig, gefolgt von einem Grußwort von Wolfgang Reinhart MdL, dem Vizepräsidenten des Landtags in Baden-Württemberg.

Die Impulsvorträge des Abends wurden von Tom Schneider, dem Geschäftsführenden Direktor Forschung und Entwicklung bei Trumpf Werkzeugmaschinen und Tobias Düser, Leiter des Instituts für Produktentwicklung am Lehrstuhl für Produktentwicklung und Antriebssysteme am KIT gehalten. Die Themen „Manufacturing X und die Zukunft des Maschinenbaus in der



**Oliver Riedel,**  
Vorsitzender des VDI-  
Landesverbands, setzt  
auf nachhaltigen  
Maschinenbau. Foto: VDI



## Oxidkeramische Faserverbundwerkstoffe und ihre Einsatzgebiete

Oxidkeramischer Faserverbundwerkstoff glänzt an genau der Stelle, wo Stahl an seine Grenzen kommt. Denn durch die Verbindung von Hochtemperaturbeständigkeit und faserverbundtechnischer Schadenstoleranz entstehen langlebige Bauteile, die bis 1200 °C Last tragen. Industrielle Anwendungen demonstrieren, welch ein Potenzial in dem Material steckt.

Datum: 09. August 2023, Uhrzeit: 16:30 Uhr

■ [vdi.de/netzwerke-aktivitaeten/vdi-webinare](http://vdi.de/netzwerke-aktivitaeten/vdi-webinare)

Auch unterwegs:  
Bitte immer genug trinken!

Unsere neue VDI-Trinkflasche für Büro und Unternehmen umfasst 0,7 l Fassungsvermögen und wiegt gerade mal 180 g. Der Schraubverschluss verhindert ein Auslaufen beim Transport und Magnete verhindern nach dem Öffnen, dass die Verschlusskappe zurückfällt. Darüber hinaus ist die Trinkflasche selbstverständlich spülmaschinengeeignet. Preis: 19,90 €

■ [shopping.vdi.de/trinkflasche.html](http://shopping.vdi.de/trinkflasche.html)

„Kreislaufwirtschaft“ und „Blechdesign – ein wichtiger Baustein für „Green Transformation in the Land“ zeigten verschiedene Aspekte zum nachhaltigen Maschinenbau auf. Im Fokus liegt laut Schneider dabei der Wandel, in dem sich der Maschinenbau befindet, und die zunehmende Bedeutung von Datenräumen für die Zukunft der Branche. Das Ziel besteht darin, durch die Digitalisierung der Wertschöpfungsketten einen wettbewerbsstarken, resilienten, nachhaltigen und klimaneutralen Wirtschaftsraum namens Manufacturing X zu schaffen.

Einen Schwerpunkt bilde die Kreislaufwirtschaft, bei der es darum gehe, Ressourcen und Materialien möglichst lange im Kreislauf zu halten und wiederzuverwerten. Notwendig dafür sei eine strukturierte Zusammenarbeit zwischen Produkt- und Produktionssystementwicklung, um nachhaltige Produkte zu entwickeln, so Düser in seinen Ausführungen.

Foto: VDI

fm



**Zwei Siegerinnen:** „Bewegung von pyrolytischem Grafit auf Magnet-Array mit Wärme“ hieß die Arbeit von Charlotte Klar (links) und Katharina Austermann. Foto: VDI

# Einen Widerspruch aufklären

**„JUGEND FORSCH“ :** Die Bundessiegerinnen in der Kategorie „Originellste Arbeit“ sprechen über ihre Motivation und ihre Arbeit.

VON MICHAEL DIEHL UND FRANK MAGDANS

Der eine oder die andere kann sich bestimmt noch an Experimente im Chemie- oder Physikunterricht erinnern – kein Wunder also, dass es beim Wettbewerb „Jugend forscht“ die Kategorie „Originellste Arbeit“ gibt.

Ausgesprochen originell war die Idee von Katharina Austermann und Charlotte Klar: Sie konnten nachweisen, dass man pyrolytisches Grafit mit besonderen Eigenschaften gewinnt, wenn man Kohlenstoff erwärmt.

Die beiden Schülerinnen vom Humboldt-Gymnasium Berlin haben den Beweis erbracht, dass die magnetischen Eigenschaften des Materials temperaturabhängig sind.

**Eure Arbeit lässt vermuten, dass euch Mint-Fächer besonders liegen. Ist da was dran?**

**CHARLOTTE KLAR:** Meine Leistungskurse sind Mathe, Wirtschaft und Musik, also ein Mischmasch, weil ich viele Interessen habe.

Vier Semester hatte ich auch Physik gewählt. Die naturwissenschaftlichen Fächer interessieren mich schon besonders, insbesondere Physik und ganz speziell Magnetismus. Deshalb haben wir auch mit entsprechenden Themen bei „Jugend forscht“ teilgenommen – unabhängig von schulischen Verpflichtungen.

**KATHARINA AUSTERMANN:** Ich erfülle weitgehend das Klischee von „Jugend forscht“: Meine Leistungskurse sind Mathe und Physik. Andererseits mag ich auch sehr gern Philosophie und Französisch, Themen bei denen man viel nachdenken kann. „Jugend forscht“ ist aber tatsächlich sehr unabhängig vom Unterricht.

## Wie kam es dazu, am Wettbewerb teilzunehmen?

**CHARLOTTE KLAR:** In der dritten Klasse habe ich angefangen, mit meinem Vater Videos über chemische Elemente anzusehen. Da gab es Experimente und ich fragte meinen Vater, ob wir die nicht auch machen könnten. Das haben wir auch getan. Dann hab ich mich an meiner Grundschule schon zum Wettbewerb angemeldet. In der fünften Klasse

kennenlernt. Dann kommt man da nicht einfach wieder raus. Der Wettbewerb ist schon zu einer schönen Gewohnheit geworden.

## Wie seid ihr auf das Thema gekommen?

**Charlotte Klar:** Wir haben seit Jahren mit Themen zum Ferromagnetismus am Wettbewerb teilgenommen. Dann haben wir entdeckt, dass es die Curie-Temperatur gibt, und wir haben den Paramagnetismus für uns entdeckt sowie weitere verschiedene Formen von Magnetismus, etwa Elektromagnetismus. Es stand die Frage im Raum, was wir noch nicht untersucht haben. Wir sind auf den Diamagnetismus gestoßen, bei dem sich bestimmte Materialien von Magneten immer abstoßen werden.

**Katharina Austermann:** Genau. Wir hatten im vergangenen Jahr mit einem eher technischen Thema, einer Schwebebahn, am Wettbewerb teilgenommen. Dabei waren wir auf spannende Phänomene und Widersprüche in der Fachliteratur gestoßen. Wir wollten mit pyrolytischem Grafit, ein stark diamagnetisches Material, einen Vorschub erzeugen. In einem Aufsatz wurde behauptet, dass, wenn man das auf einem Magnetarray schwebende Material mit Laser erhitzt, es sich horizontal bewegen würde.

Das steht im Widerspruch zur Lehrmeinung, die sagt, dass Diamagnetismus temperaturunabhängig ist. Diesen Widerspruch wollten wir in diesem Jahr aufklären. Dazu haben wir sieben verschiedene Experimente durchgeführt, die sehr präzise sein mussten, weil der diamagnetische Effekt sehr schwach ist. Das konnten wir klären und nachweisen, dass pyrolytisches Grafit sich bei geringeren Temperaturen stärker abstoßt als bei höheren.

## VDI und „Jugend forscht“

■ Der VDI fördert Studierende und Young Professionals, aber auch Kinder und Jugendliche sollen für Naturwissenschaften oder Technik begeistert werden. Das gelingt seit mehr als 30 Jahren äußerst erfolgreich, indem der VDI „Jugend forscht“ als einer der Hauptförderer unterstützt.

se kam ich dann an das Humboldt-Gymnasium und hier gab es die „Jugend forscht“-AG Technik und Mathe. Da habe ich dann Katharina und noch eine andere Freundin kennengelernt und gefragt, ob wir uns nicht gemeinsam am Wettbewerb beteiligen wollen. Daraus ist dann so eine Art Tradition entstanden. Das macht richtig Spaß und ist inzwischen ein echtes Hobby.

**KATHARINA AUSTERMANN:** Dem ist wenig hinzuzufügen. Und wenn man einmal dabei ist, dann macht das so viel Spaß – nicht nur die Forschung selbst, auch der Wettbewerb und die interessanten Themen und Leute, die man

## AKTUELL

### VDI-Expertenforum: Klimaangepasstes Bauen – Was kann Technik leisten?

Aus den Extremwetterereignissen als Folge der globalen Erwärmung wie Hitzewellen, Starkregen, Trockenheit und Dürre ergibt sich schon jetzt zwingend Handlungsbedarf. Die Überhitzung von Städten, Überflutungsereignisse, Dürren und andere bereits geänderte oder sich sicher noch ändernde Rahmenbedingungen erfordern Maßnahmen im Gebäudebestand, neue Konzepte und Technologien sowie organisatorische Vorehrungen im Bauwesen. Am 28. September werden hierzu auf dem VDI-Expertentreffen „Klimaangepasstes Bauen – Was kann Technik leisten?“ in Frankfurt am Main die Folgen des Klimawandels und der notwendige Handlungsbedarf im Hinblick auf Klimaanpassungsmaßnahmen thematisiert.

■ [vdi-wissensforum.de/weiterbildung-energie/klimaanpassung](http://vdi-wissensforum.de/weiterbildung-energie/klimaanpassung)

Bau und  
Klima  
28. Sept.  
2023

### Acatech: VDI-Präsident Lutz Eckstein in den Senat gewählt



**VDI-Präsident Lutz Eckstein** nahm mit Freude an der Diskussion im Süden Deutschlands teil, denn Mobilität ist sein Steckenpferd. Foto: acatech

Ende Juni haben sich die Acatech-Senatorinnen und -Senatoren zu ihrem jährlichen Treffen zusammengefunden beim Luft- und Raumfahrtunternehmen Airbus. Es kamen Vertreterinnen und Vertreter wichtiger Technologieunternehmen, von Verbänden und Wissenschaftsorganisationen. In der Podiumsdiskussion vertieften die Teilnehmenden das Thema Mobilität. Dabei wurde deutlich, dass man sich in der Branche eine gewisse Technologieoffenheit wünscht. Dies knüpft an Aussagen des VDI an, dessen Präsident Lutz Eckstein auch vor Ort war. Schließlich wurde er im Rahmen der Veranstaltung in den Senat der Acatech gewählt. fm

## MEIN VDI



Die VDI-Veranstaltungen in Ihrer Region und zu Ihrem Fachbereich finden Sie im Mitgliederbereich „Mein VDI“. Über die Detailsuche können Sie auch nach PLZ oder einen Zeitraum suchen.

■ [vdi.de/meinvdi](http://vdi.de/meinvdi)



# Handwerken auf hohem Niveau

**WERKZEUGE:** „Made in Germany“ kostet viel Geld – auch bei Bohrern, Zangen, Messern, Ringmaulschlüsseln, Schraubendrehern, Schraubstöcken & Co. Doch sind die Teile ihren Preis wert? Oder geht es nur um das gute Gefühl? Letztlich liegt das im Auge des Nutzers. **VON STEFAN ASCHE**

## Schnell mal spannen

Am 1. Juli hat die C. & E. Fein GmbH ihr „Versa-Mag“-System vorgestellt. Laut Unternehmen ist es mehr als „nur“ ein Schraubstock. Nutzer könnten innerhalb weniger Sekunden Materialien sicher und präzise im Handumdrehen spannen – fast überall. Möglich macht das ein leistungsstarker Permanentmagnet. Die Gefahr, dass Handwerker ein Arbeitsstück „auf die Schnelle“ in der Hand bearbeiten oder aufwendig rüsten, gehören damit der Vergangenheit an. Wenn der magnetische Untergrund eine Wandstärke von mindestens 12 mm hat, kann eine Haltekraft von bis zu 7800 N realisiert werden. Ganz billig ist die Flexibilität aber nicht: bei 410 € geht es los.



## Ein „Toolie“ für Fans

Wenn Hersteller von Elektrowerkzeugen einen eigenen Fanshop unterhalten, in dem man u.a. Socken, Hoodies und Essbesteck kaufen kann, muss die Qualität wohl stimmen. Ein Beispiel dafür: Festool aus Wendlingen, Baden-Württemberg. Ein nützliches Produkt aus dem Onlineshop: das Multifunktionswerkzeug „Toolie“. Sein ergonomisches Gehäuse mit Aushebetaste für einfache Auswahl der gewünschten Klinge beherbergt neun Sechskant-Steckschlüssel: Inbus SW 2,5/4,0/5,0/7,0, Torx T10/T15/T20, Kreuz PZ2 und Schlitz 4,5. Preis: 35 €.



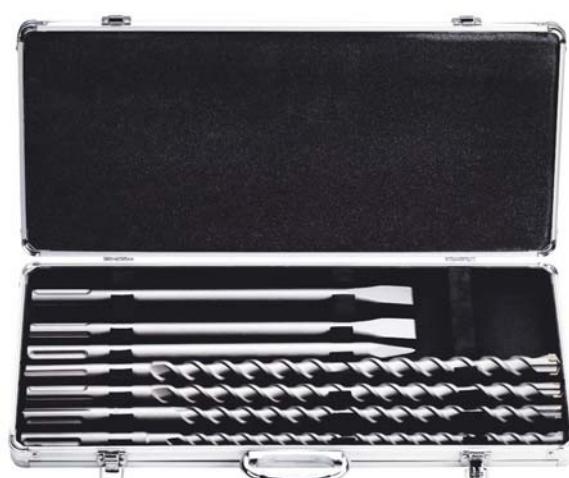
## Sechskantiges Crimpen

Welchen Durchmesser hat das Aderende? Und wo ist die entsprechende Öffnung an der Crimpzange? Hobbybastler kennen diese nervigen Fragen. Abhilfe verspricht die selbsteinstellende Crimpzange 975314 von Knipex. Sie ist für Aderendhülsen bis zu 16 mm<sup>2</sup> und Twin-Aderendhülsen bis zu 2 x 10 mm<sup>2</sup> geeignet. Ihr Sechskantprofil sorgt für eine nahezu runde Form der Verpressung und eignet sich besonders bei beengten Anschlussmaßen. Eine leichtgängige Bedienung wird durch den ergonomisch geformten und gewichtsoptimierten Griff unterstützt. Das Kniehebelgelenk sorgt für eine optimale Kraftübertragung. Preis: respektable 120 €.



## Starterpaket

Wer in seiner Werkstatt bei null anfängt, sollte ein Universal-Handwerkzeugset kaufen. Eine gute Wahl: Das 25-teilige Set von Bosch. Es besteht aus einer Kombizange, einem Universalschraubendreher, einem Glasfaserhammer, einem Cutter-Messer, einem 3-m-Maßband, einer Wasserwaage, einem Tieflochmarker und 18 Bits. Es enthält also alles, was es für Reparatur- und Dekorationsaufgaben braucht. Die Werkzeuge aus hochwertigen Materialien sind robust und langlebig. Für optimalen Komfort sind sie ergonomisch gestaltet, teils mit Softgrip. Der Preis: 85 €.



## Härte im Alukoffer

Ist da eine Wand im Weg? Oder sollen da ein paar Löcher rein? Dann hilft das SDS-max Bohrer-/Meisselset 623106000 von Metabo. Geliefert wird es im Alukoffer. Einen Bohrhammer mit entsprechender SDS-Aufnahme vorausgesetzt, weichen Stein und Beton fast von ganz alleine. Die vier Bohrer mit vakuumgelöteten, gehärteten Vierfach-Schneiden und einer S-Spiralgeometrie fördern das Bohrmehl schnell zu Tage. Sie haben einen Durchmesser von 16 mm bis 25 mm. Ihre Länge liegt jeweils bei 540 mm. Die beiden 25 mm breiten Spitzmeißel kümmern sich ggf. um Wände, bei denen die Bohrversuche missglückt sind. Preis: 118 €.



## Glänzende Qualität

Ringmaulschlüssel gibt es wie Sand am Meer. Bei günstigen Paketen kostet das einzelne Werkzeug 1 €. Man kann aber auch das Zwölffache ausgeben. Etwa beim Traditionshersteller Stahlwille. Dessen 26-teiliger Satz kostet 320 €. Was man für die stolze Summe bekommt? Ein griffiges, ergonomisches Finish, gewichtsreduzierte Schäfte in Nierenform, dünnwandige Ringe, die auch in engen Räumen zupacken, minimale Fertigungstoleranzen, die für einen perfekten Kraftschluss sorgen sowie einen breiten Übergang zwischen Schaft und Maul. Gratis dazu gibt es das Gefühl, den Mercedes unter den Schraubenschlüsseln zu bedienen.

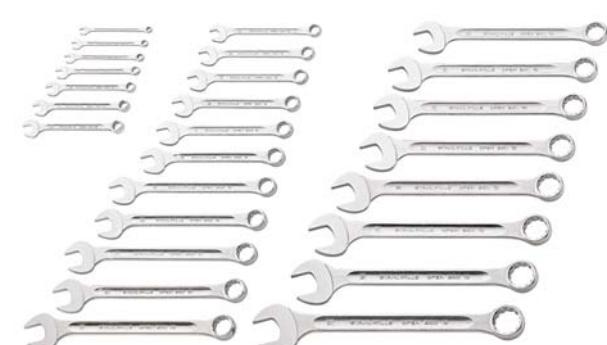


Foto: Stahlwille