

A portrait of a man with a beard and glasses, wearing a dark suit jacket over a light blue shirt. He is looking directly at the camera with a slight smile. The background is a blurred office setting.

Der Spezialist

DAS MAGAZIN FÜR TECHNIK UND MANAGEMENT

Forschungsprojekte: Kommt der Strom bald aus der Luft?

Mobilität: Kombiniert, vernetzt und effizient

Logistik: Markt- und Lieferantenbetreuung für Porsche-Classic-Modelle

Wohin führt uns die morgige Mobilität?

Wie werden unsere Güter und wir selbst künftig von A nach B kommen? Welche Lösungen und Services wird es geben, um dem Wunsch nach individuellen und bedarfsorientierten Fortbewegungsmöglichkeiten ebenso zu entsprechen wie der Notwendigkeit, Mobilität klimaschonend zu gestalten? Diesen und weiteren Fragen widmen wir uns in dieser Ausgabe von Der Spezialist.

Die gesellschaftlichen
Erwartungen
an künftige Antriebs-
technologien sind immens.

Verkehr ist nur Mittel zum Zweck.
Mobilität dagegen heißt:
**beweglich, effizient und
bedarfsorientiert**
zu agieren – ob privat oder beruflich,
ob räumlich oder sozial.

Die Kernattribute unserer
künftigen Mobilität:
**smart, autonom,
umweltfreundlich,
nachhaltig.**

Future Mobility heißt:
unterschiedliche Lösungen
für die individuellen Bedürfnisse
aller Verkehrsteilnehmer zu entwickeln.

**Modulare
Mobilitätsangebote**
gewinnen stetig an Relevanz.

Liebe Leserinnen und Leser,

„Wir können den Wind nicht ändern, aber die Segel anders setzen“. Was einst schon Aristoteles auf den Punkt brachte, gilt heute mehr denn je mit Blick auf die Mobilität von morgen. Denn eine wichtige Säule unserer modernen und vernetzten Gesellschaft ist und bleibt die Mobilität. Wie wir diese ausgestalten, damit sie nicht nur effizient und smart, sondern auch nachhaltig und klimafreundlich ihren vollen Nutzen entfaltet, das ist eine Kernfrage unserer Zeit und auch unserer diesjährigen Magazinausgabe.

Intelligente Lösungen rund um die Mobilität von Personen und Gütern sind auch deshalb von so enormer Bedeutung, da sie sich nicht auf die Optimierung des Autos und des Straßenverkehrs begrenzen lassen. Autonome Fortbewegung und Sharing-Modelle, Elektro- oder Brennstoffzellenantriebe inklusive Ladeinfrastrukturen, Digitalisierung und Konnektivität sowie die kluge Steuerung von Verkehrsströmen gelten mehr oder weniger auch für Schiene, Wasser, Luft und Weltraum. Sie betreffen nicht nur einen Industriesektor, sondern letztlich unser aller Alltag auf direkte Weise. Dabei geht es nicht nur um die Frage, wie wir von A nach B kommen. Mobilität ist vielmehr gleichbedeutend mit einem Plus an Flexibilität und individueller Freiheit in einer globalisierten Welt. So haben auch mobile Arbeitsformen Einfluss auf unser Berufs- und Privatleben inklusive unseres Bewegungsradius und CO₂-Fußabdrucks. Darüber hinaus werden sie zunehmend zu einem Faktor bei der Mitarbeiterbindung und ermöglichen die Positionierung als progressiver Arbeitgeber.

All diese Veränderungen führen zu einem interdisziplinären Transformationsprozess. Bei Brunel haben wir unser Know-how daher in einem länderübergreifenden Kompetenzfeld namens Future Mobility gebündelt. Hier arbeiten unsere Spezialisten an den Antworten auf die Fragen, die mit dem Wandel des Mobilitätssektors einhergehen. Mehr dazu erfahren Sie in unserem Beitrag ab S. 14. Wie wir uns künftig gerade in den Städten fortbewegen werden, zeichnen verschiedene Szenarien in unserem Leitartikel ab S. 6 nach. In der Rubrik Wissen stellt unsere Redaktion mit dem E-Auto und dem Wasserstofffahrzeug zwei alternative Antriebe der Zukunft gegenüber (S. 12), während wir auf S. 18 fair und nachhaltig produzierte Bambusfahrräder unter die Lupe nehmen.

Bei dieser Themenvielfalt wünsche ich Ihnen viel Freude – ob mit dem gedruckten Magazin oder unserer Digitalausgabe auf Ihrem mobilen Endgerät.

Markus Eckhardt
Geschäftsführer



„Unser länderübergreifendes Kompetenzfeld Future Mobility ist unsere Antwort auf die vielen Fragen, die mit dem Wandel im Mobilitätssektor einhergehen.“

Inhalt

Im Fokus 6
Zukunftsszenarien urbaner Fortbewegung



Wissen 12
Batterie oder Brennstoffzelle:
Wer macht das Rennen?

Kompetenz 14
Kombiniert, vernetzt, effizient:
Die Mobilität von morgen



Querdenken 18
Fair produzierte Fahrräder aus Bambus

Forschung 22
Kommt der Strom in Zukunft aus der Luft?

Spektrum 28
Forschungsprojekt zur Effizienzsteigerung
der Produktion

Spektrum 32
Exzellente Logistik für exklusive Klassiker



„Logistiker stellen sicher, dass der Fluss an Waren und Informationen jederzeit gewährleistet ist.“
Tamara Bogenreuther, Expertein für umweltorientierte Logistik und ressourcenschonendes Supply Chain Management

Am Arbeitsplatz 36
Kein Auto ohne Sounds

Spektrum 40
Z-Control: Bediensicherheit auch unter Extrembedingungen



„Durch die Standardisierung der Software-Entwicklung wurden Entwicklungszeiten und -kosten reduziert.“

Stefan Zieker, Software-Designer und Spezialist für Embedded Systems

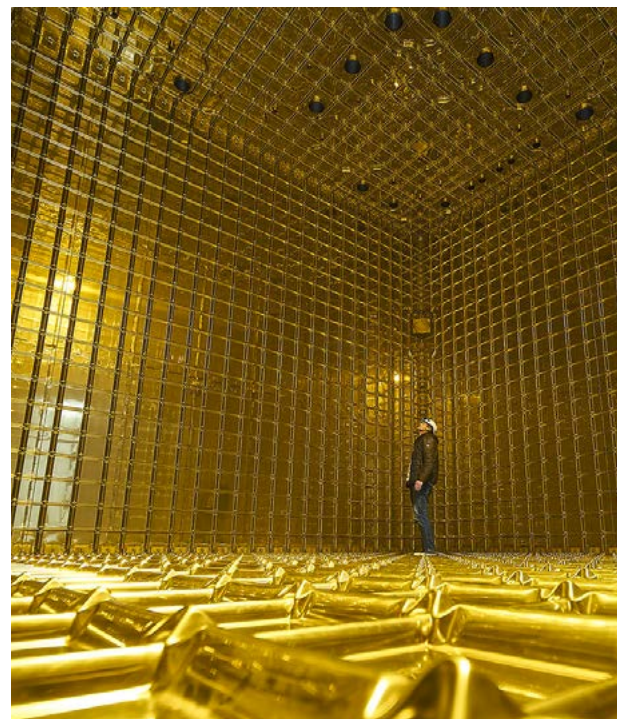
Techniktrends 46
Innovative Methoden zur Brandbekämpfung |
Stahlbrücke aus dem 3D-Drucker

International 48
Von Sibirien in die Welt: Wasserstoff für die Chemieindustrie

Im Dialog 50
„E-Health bringt riesige Vorteile“

History 54
Mit dem Mikroskop in eine neue Welt

Kompakt 58
Eine Idee, worum es hier geht? |
Wer hat's erfunden? Der Schleudersitz



Ausblick 60
Smarte Sonnenbrille

Impressum 61

Zukunftsszenarien urbaner Fortbewegung

Mobilität ist nicht gleich Verkehr. Mobilität wollen wir alle: Wir wollen beweglich sein und immer gut dorthin kommen, wo wir gerade hinwollen. Verkehr ist Mittel zum Zweck. Entscheidend für lebenswertere Städte und Klimaschutz ist eine Entwicklung hin zu weniger und umweltschonenderem Verkehr bei gleicher Mobilität. Die Verkehrswende dahin ist auf dem Weg und hat viele Gesichter.

Text › Anne-Katrin Wehrmann





Das Auto gibt Menschen seit jeher ein attraktives Mobilitätsversprechen: Personen und Güter können dorthin gelangen, wo sie hinwollen und -sollen. Um diese Freiheit möglichst grenzenlos zu gestalten, wurden Raum- und Siedlungsstrukturen teils bedingungslos an das Auto angepasst. So steht in Deutschland oft mehr als die Hälfte städtischer Fläche dem Autoverkehr zur Verfügung, ob als Fahrwege oder Parkraum. Parkplätze zeigen die autogerechte Flächenaufteilung besonders drastisch: Ein regulärer Parkplatz misst mindestens zwölf Quadratmeter.

In urbanen Milieus wird das Auto, wo es dysfunktional ist, Stück für Stück entzaubert. Vor allem zwei Aspekte haben den „Auto-Zentrismus“ zum Erliegen gebracht: einerseits der fortschreitende Klimawandel, andererseits ein veränderter Blick auf unsere Lebensqualität. Autofreundlichkeit ist kein relevantes Kriterium mehr. Es sind Sicherheit, Nachhaltigkeit, Gerechtigkeit und Usability, die Städte lebenswert machen. Der Verkehr wandelt sich entsprechend, aber wie genau sieht die urbane Mobilität von morgen aus? Mai 2051 – eine Stadt wie Bremen, Leipzig oder Frankfurt: Emilia, 40 Jahre alt und User-Experience-Designerin, will nach einem Vormittag im Homeoffice zu einem Kundentermin am anderen Ende der Stadt. Dreißig Meter von ihrer Haustür entfernt steigt sie in eines der E-Shuttles, die im Zehn-Minuten-Takt durch das Quartier pendeln. Die Anwohner nutzen die Shuttlebusse kostenlos. Mit der Mobilitäts-App der Stadt meldet Emilia sich an und fährt drei Minuten bis zum nächsten Mobility Hub, eine ehemalige Tankstelle, jetzt ein Knotenpunkt für Mobilität. Hier finden sich in vielen Varianten E-Scooter, E-Bikes und autonome E-Autos zum Teilen, Ladestationen, eine Straßenbahn- und eine E-Bus-Haltestelle. Emilia entscheidet sich heute für ein E-Bike. Zwar ist das Wetter unbeständig, aber das Bike hat eine Leichtbau-Karosserie. Damit ist sie bestens geschützt. Die Schnellstraße für Fahrräder und der E-Motor bringen Emilia in 15 Minuten zu ihrem Ziel. Sie gibt das E-Bike per App wieder zur Nutzung frei,

weil sie nach ihrem Termin noch Freunde im Nachbarort besuchen will. Dafür ruft sie ein autonomes Carsharing-E-Auto.

Fahrrad bleibt Ergänzung zum Auto

Dann muss sie zwar eine City-Maut-Gebühr zahlen, kann aber auf der Fahrt noch das Meeting-Protokoll schreiben. Später wird das Auto Emilia bis vor die Haustür bringen, bevor es selbstständig einen verfügbaren Mobility Hub ansteuert. In unserem fiktiven, aber denkbaren Beispiel finden sich Thesen,

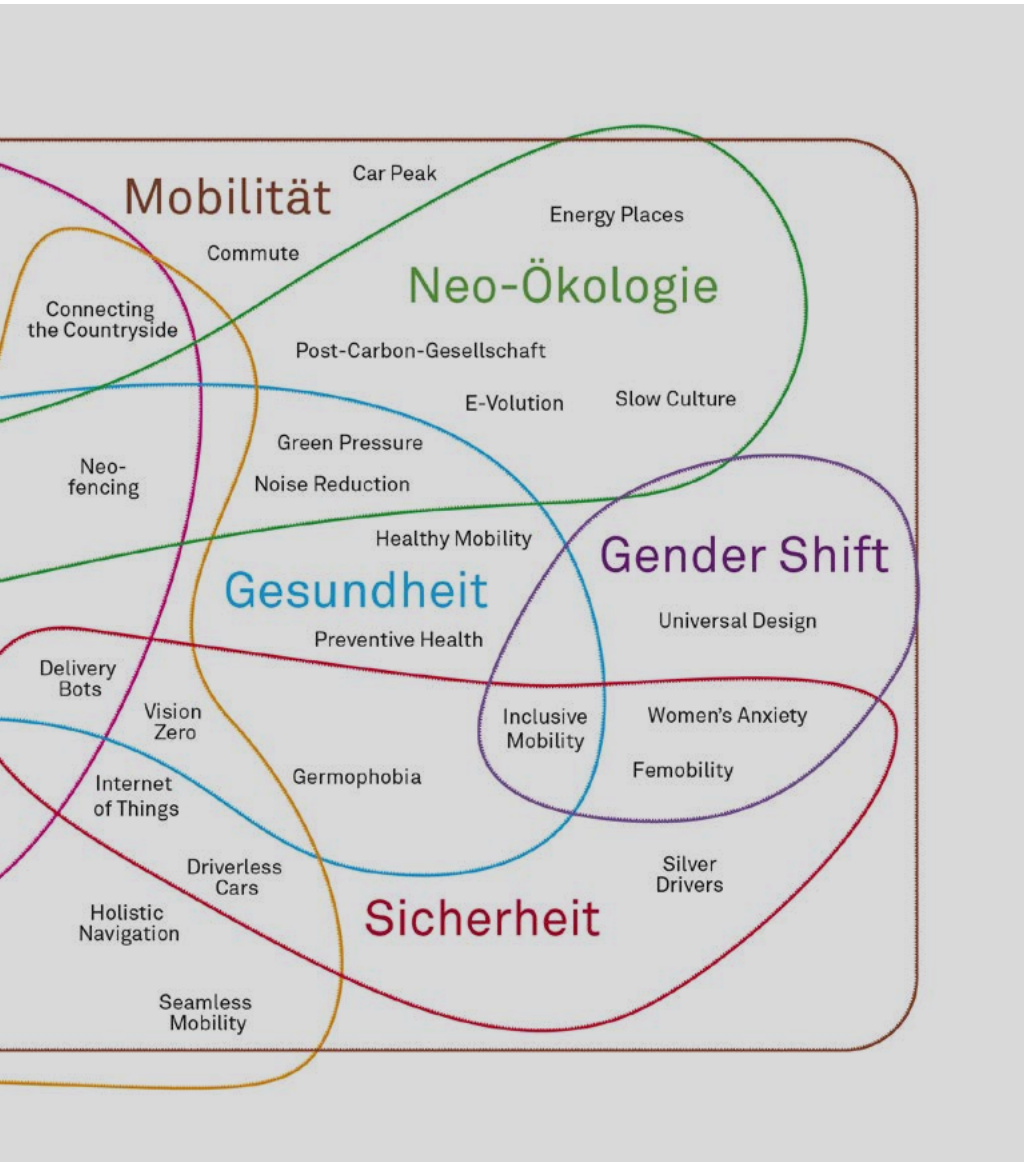
die unter anderem Zukunftsforscher Dr. Stefan Carsten sowie der Mobilitätsexperte Dr. Claus Habiger für den urbanen Raum vorhersagen: eine Zunahme der Rad- und ÖPNV-Nutzung, die Ablösung der Verbrennermotoren durch Elektroantriebe, mehr autonom fahrende und geteilte Autos sowie eine „Seamless mobility“, die verschiedene Verkehrsträger über digitale Applikationen möglichst ideal miteinander kombiniert. Dr. Stefan Carsten prognostiziert eine weitere Zunahme der Fahrradmobilität und begründet das mit zwei Beobachtungen:

1. Die Entwicklung neuer Fahrradtypen ist extrem dynamisch, und spätestens seit den

Mobility-Trend-Map 2022

Die Mobility-Trend-Map des Zukunftsinstituts zeigt die Dynamik und die derzeit vorherrschenden Entwicklungen des Mobilitätssektors: Geclustert nach den Strömungen mit dem aktuell größten Einfluss auf die Mobilität, verdeutlicht die Map, dass einzelne Trends von mehreren Megatrends getrieben werden.





Porträt Stefan Carsten

Stefan Carsten (42) analysiert als Berater, Autor und Speaker die wichtigsten Trends und Entwicklungen der Mobilität für Wirtschaft und Gesellschaft. Der Stadtgeograf setzt sich seit über 20 Jahren mit der Zukunft der Mobilität auseinander. Unter anderem ist der Wahl-Berliner Mitglied im Expertenbeirat für die ÖPNV-Strategie des Bundesverkehrsministeriums.

„Die Politik hat sich durchgesetzt. Dieselfahrzeuge und Benziner werden schon bald Vergangenheit sein, ebenso der Hybridantrieb.“

– Stefan Carsten

ersten E-Cargobikes werden verschiedene Design-Prinzipien im Sinne einer besseren Nutzbarkeit zusammengebracht: Die sogenannten Xycles (oder Cross-Cycles) kombinieren Fahrrad und Auto, Transporteffizienz und Fahrkomfort, Sport und Beruf. Die neuen Räder erfüllen also fast jeden Wunsch. Somit haben sie das Zeug zum nachhaltigen Statussymbol.

2. Das Fahrrad ist im Stadtverkehr ideal. Carsten argumentiert mit den Ergebnissen einer Studie des Umweltbundesamtes von 2020: „Die Hälfte aller Autofahrten ist kürzer als fünf Kilometer, und der Streckenvergleich zeigt, dass E-Bikes im Stadtverkehr

bis zu einer Entfernung von etwa sieben-einhalb Kilometern das schnellste Verkehrsmittel sind.“ Tatsächlich steigt die Zahl der Fahrradfahrenden im öffentlichen Raum. Allein in Berlin hat sich die Zahl der Nutzerinnen und Nutzer zwischen 2005 und 2015 verdoppelt. Jedoch bezweifelt Dr. Claus Habiger, dass das Fahrrad das eigene Auto konsequent ablöst: „Tendenziell wird das Fahrrad eine Ergänzung sein und das Auto wird manchmal stehengelassen.“ Habiger sieht eher den wieder aufzurüstenden ÖPNV als gangbare Alternative zum motorisierten Individualverkehr in der Stadt.



Porträt Claus Habiger

Claus Habiger (58) ist Vizepräsident und Leiter der Geschäftsstelle von ITS Germany e.V. – seit 1989 der Verband der Wirtschaft und Wissenschaft für Verkehrstechnologien und intelligente Mobilität in Deutschland. Der Ingenieur, Spezialist für digitale Systeme und Doktor der Philosophie engagiert sich unter anderem als Berater der Bundesregierung für eine zukunftsfähige Mobilität in Deutschland und Europa.

Kopenhagen ist übrigens die fahrradfreundlichste Stadt der Welt. In den letzten zehn Jahren wurden über 150 Millionen Dollar in die Fahrrad-Infrastruktur investiert. Die Ampeln erkennen Radfahrer und priorisieren sie. Mehr als 62 Prozent der Bewohner fahren mit dem Rad zur Arbeit, Schule oder Uni. Ein Zehntel fährt mit dem Auto. In Deutschland hat der ADFC zum zweiten Mal Bremen zur besten Fahrradstadt mit über 500.000 Einwohner gekürt.

Laut ADAC waren Anfang 2021 rund 80 elektrische Automodelle auf dem deutschen Markt. Etwa 40.000 öffentlich zugängliche Ladepunkte stehen bereit. Um die E-Mobilität attraktiver zu machen, gibt es zusätzliche Impulse durch den Bund: Kaufanreize, Ausbau der Lade-Infrastruktur,

steuerliche Vorzüge für betriebliche E-Autos. Carsten beschreibt es so: „Die Politik hat sich durchgesetzt. Was die Automobilindustrie nie wollte, ist tatsächlich eingetreten: Dieselfahrzeuge und Benziner werden schon bald Vergangenheit sein, ebenso der Hybridantrieb.“ Die Hersteller bekennen sich Schritt für Schritt zu einer postfossilen Mobilität. Es produzieren keine Verbrenner mehr:

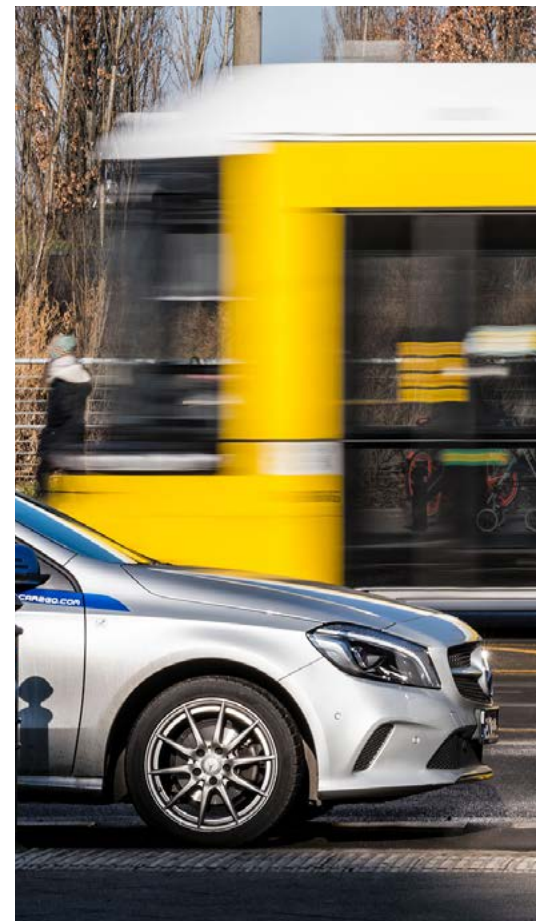
- ab 2025: Jaguar,
- ab 2028: Opel,
- ab 2030: Volvo, Mini, Fiat und Ford,
- ab 2035: VW und GM.

Carsharing verbessert die Raumverteilung in den Städten: Jedes geteilte Fahrzeug befreit laut dem Bundesverband CarSharing bis zu 99 Meter Straßenkante von parkenden Autos.

Gent als führende Carsharing-Stadt

Seit den 1980er-Jahren gibt es in Deutschland das klassische stationsbasierte Carsharing: Man holt das gebuchte Fahrzeug an Stationen ab und bringt es auch dort hin zurück. Die Dauer der Nutzung legt man vorab fest. Zusätzlich hat sich mittlerweile das Free-Floating-Carsharing etabliert. Eine App zeigt, wo das nächste verfügbare Auto steht, das man spontan und unbegrenzt nutzen kann. In einem definierten Gebiet kann es nachher auf jedem kostenfreien Parkplatz abgestellt werden. Das Peer-to-Peer-Carsharing, also das Verleihen des privaten Pkw zwischen Privatpersonen, entwickelt sich in Deutschland gerade erst als dritte Form des Carsharings über Online-Vermittlungsplattformen. Laut ADAC konnten sowohl das stationsbasierte als auch das Free-Floating-Carsharing 2020 neue Nutzer gewinnen. Insgesamt stieg die Zahl im Vergleich zum Vorjahr um 25,5 Prozent auf 2.874.400. Die Statistik des Bundesverbandes Carsharing zeigt: 855 Städte und Gemeinden in Deutschland bieten Carsharing an. Die internationale Carsharing Association CSA

zeichnete 2020 das belgische Gent als führende Carsharing-Stadt aus. Vor allem die politische Unterstützung ist hier ausgezeichnet: Ein umfassender Aktionsplan hat zum Ziel, dass 10 Prozent der Bürger geteilte Autos fahren. So nutzen etwa die kommunalen Behörden Carsharing konsequent und die geteilten Autos parken in Gent umsonst. In diesem Jahr wurde hierzulande ein erster Rechtsrahmen für den Betrieb vollautonomer Fahrzeuge im öffentlichen Straßenverkehr geschaffen. Dr. Claus Habiger schätzt das Potenzial des autonomen Fahrens für die Mobilität als immens hoch ein. Jedoch sieht er zunächst den ÖPNV auf dem Land als Nutznießer: „Es ist realistisch, dass bereits in fünf Jahren automatisch fahrende Busse auf festen Routen im ländlichen Raum zum Einsatz kommen. Hier ist das für die Sicherheit wichtige Eintrainieren des Fahrersystems auf der Strecke deutlich einfacher und es gibt bereits konkrete Projektvorhaben, wie zum Beispiel erste autonome Shuttlebusse in Sachsen-Anhalt und



NRW. Bis die Automatisierung in den Städten ankommt, vergehen sicher noch zehn Jahre. Die Anforderungen beispielsweise an die Reaktionsfähigkeit sind hier ungleich höher, denn es gibt einfach mehr Verkehr auf engerem Raum.“

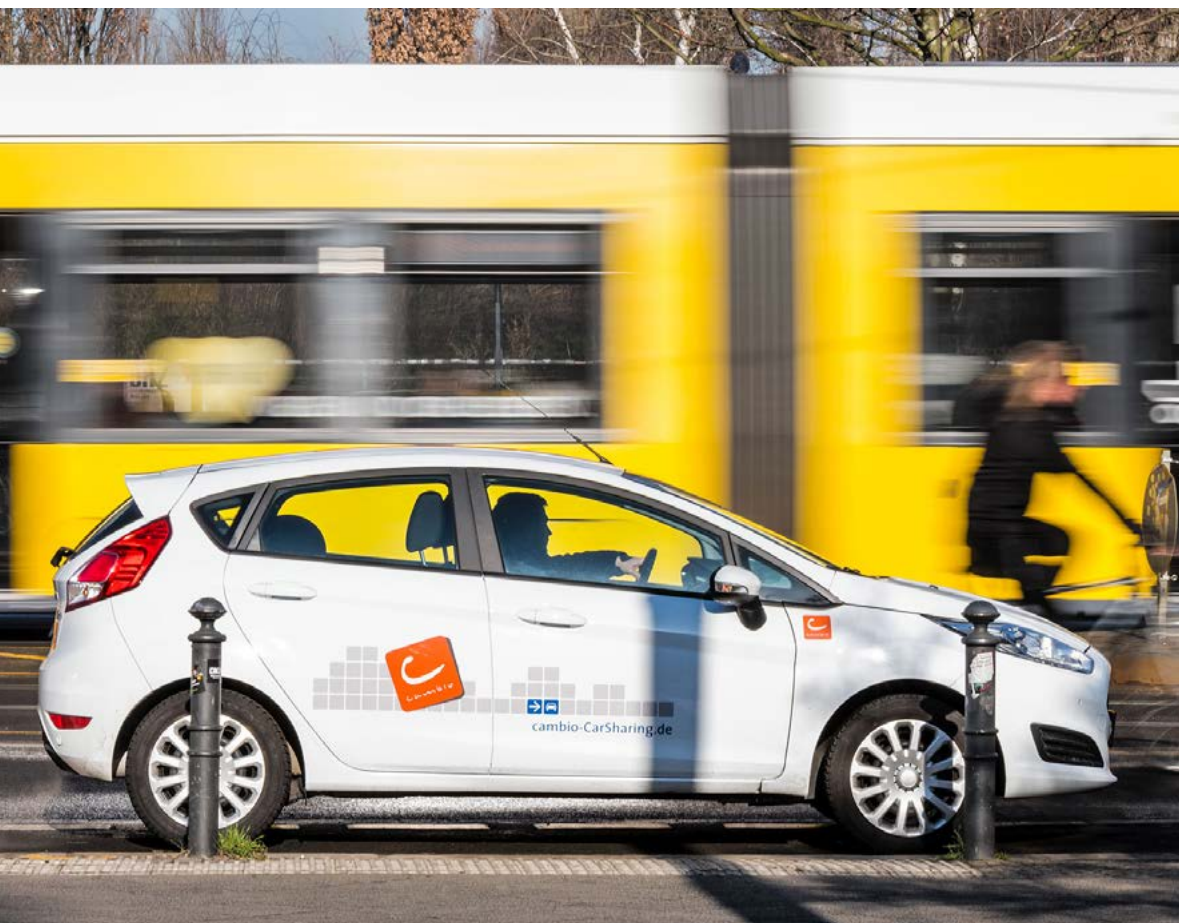
Für das Carsharing wird die Automatisierung wesentliche Verbesserungen bringen. Warum? Dr. Stefan Carsten beschreibt es anschaulich: „Seit jeher bildet die letzte Meile das kritische Nadelöhr für das Gelingen eines nachhaltigen Verkehrssystems: Wen interessiert die reibungsfreie Fahrt, wenn man für die letzte Strecke durch den Regen laufen muss?“ Das gilt auch fürs Carsharing. Die Strecke zwischen meiner Haustür und der Station oder dem nächsten verfügbaren Auto kann die entscheidende Hemmschwelle sein. Dr. Claus Habiger erklärt, was sich durch die Kombination von Carsharing und Automatisierung ändert: „Holt das von mir gebuchte Auto mich an demand vor meiner Haustür ab, steigert das die Attraktivität von Carsharing ungemein.“

Dann entscheiden nicht länger nur schwer finanzierbare Flottengrößen und wohnortnahe Stationen über den Erfolg von Carsharing-Angeboten.“ Auch der Bundesverband CarSharing sieht wesentliche Vorteile im Einsatz autonomer Fahrzeuge: Die Kosten für die Hardware und Software sind überschaubar und im Betrieb werden die höheren Anfangskosten durch die deutlich verbesserte Auslastung der Fahrzeuge kompensiert.

Mobilität ganzheitlich gestalten

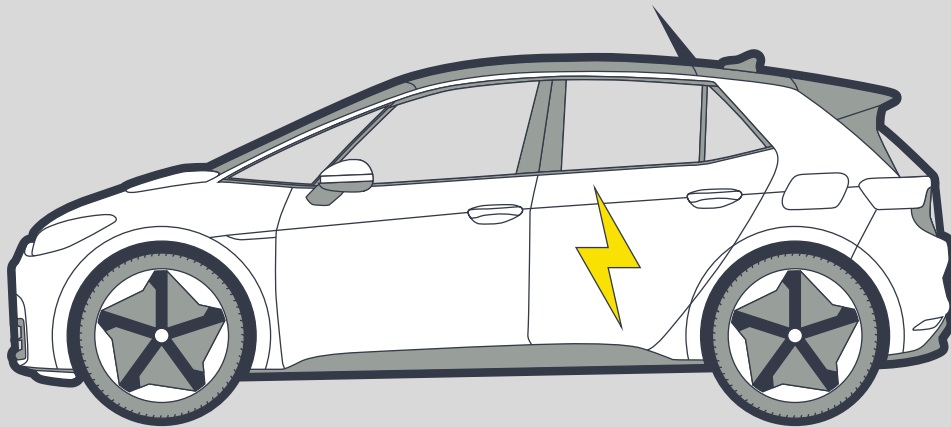
Sowohl Habiger als auch Carsten gehen davon aus, dass der bedarfsorientierte Zugriff auf modulare Mobilitätsangebote immer mehr Bedeutung erlangt. Das Smartphone ist hier der Generalschlüssel – es muss zentrale Applikationen geben, die alle Verkehrsträger und Bezahlsysteme bündeln. Das ist die nächste große digitale

Herausforderung. ITS Germany arbeitet aktuell an kombinierten und online buchbaren Park-and-Ride-Tickets – so klein sind die ersten Schritte hin zu einer App, die „Mobility as a Service“ anbietet. Aber Habiger hebt mehr noch den politischen Gestaltungswillen als Erfolgskriterium für eine gelingende Seamless, also die Vision einer vernetzten Mobilität, die nicht mehr in unterschiedlichen Verkehrsmitteln gedacht und organisiert wird, sondern entlang von Mobilitätsketten. Um dies zu erreichen, muss Mobilität ganzheitlich gestaltet und gesteuert werden. „London zeigt, wie es geht: Die 2001 gegründete zentrale Behörde ‚Transport for London‘ koordiniert den gesamten Verkehr in der britischen Hauptstadt – von U-Bahn über Straßen bis hin zu Radwegen und Taxis. Seit 2003 treibt sie auch eine City-Maut ein. Hier wurden Strukturen geschaffen, die eine weitsichtige Planung überhaupt erst möglich machen. Genau so und nur so kann Mobilität im urbanen Raum konzertiert geplant und im Sinne der Bürger smart gestaltet werden.“



Carsharing hat sich bisher in zwei Varianten etabliert: Beim stationsbasierten Carsharing stehen die Autos auf festen Parkplätzen, wo die Kunden sie abholen und wieder abstellen. Beim Free-Floating werden die Autos frei geparkt, die Nutzer orten und buchen sie über ihr Smartphone – und stellen sie nach der Fahrt erneut innerhalb des Nutzungsgebiets ab.

Batterie oder Brennstoffzelle: Wer macht das Rennen?



Vor- und Nachteile

Das Angebot an Elektroautos ist in den vergangenen Jahren stetig gestiegen. Die günstigsten Modelle sind ab etwa 20.000 Euro zu haben, eine größere Auswahl gibt es im Segment zwischen 30.000 und 50.000 Euro. Die Reichweite der Fahrzeuge geht zumeist nicht über 120 bis 400 Kilometer hinaus. Lediglich der neue Tesla schafft etwa 450 Kilometer am Stück, kostet dafür aber auch über 90.000 Euro. Die Ladedauer hängt von verschiedenen Faktoren wie Akkukapazität und Leistung der Ladestation ab: So kann einmal „Strom tanken“ zwischen 30 Minuten an einer Schnellladestation und 14 Stunden an einer Steckdose dauern.



Status quo

Die Technik hat sich bewährt, aufgrund der geringen Reichweiten kommen E-Autos aber aktuell überwiegend auf kürzeren Strecken zum Einsatz. Eine der größten Herausforderungen ist es daher, die Akkukapazitäten zu erhöhen – auch, um schwerere Lasten zu transportieren: Zwar konnte die Energiedichte großformatiger Batteriezellen immer mehr erhöht werden. Da die Akkus aber dennoch vergleichsweise schwer sind, wird ein batterie-elektrischer Antrieb bei Nutzfahrzeugen auch in Zukunft voraussichtlich nur eine Nebenrolle spielen. Die umweltpolitischen Ziele lassen sich nur erreichen, wenn der Strom zum Aufladen der Batterien aus erneuerbaren Quellen erzeugt wird.

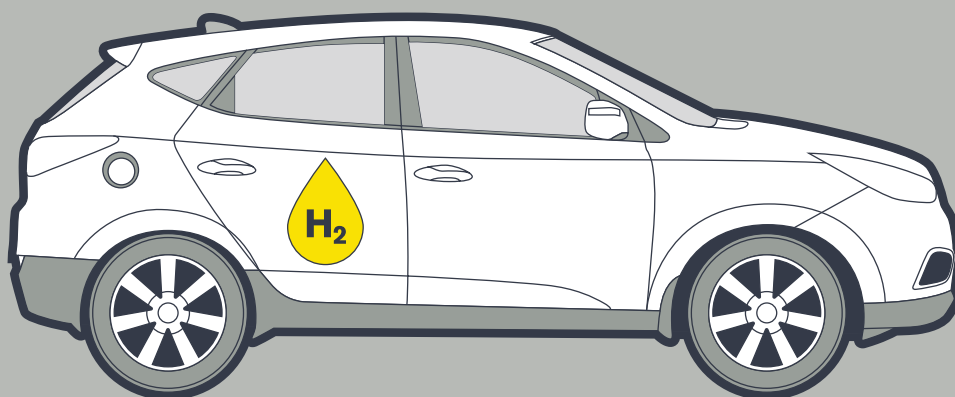


Funktionsweise

Herzstücke sind der Elektromotor und die Batterie, die den für den Antrieb benötigten Strom bereitstellt. Durch die Erzeugung von Magnetfeldern wandelt der Motor die elektrische in mechanische Energie um. Bei den Batterien haben sich Lithium-Ionen-Akkus durchgesetzt, da sie im Vergleich zu anderen Akkus über die höchste Energiedichte verfügen. Das Aufladen ist grundsätzlich sowohl zu Hause, also über eine herkömmliche Steckdose oder eine private Ladestation, als auch an öffentlich zugänglichen Ladesäulen möglich.

Die politischen Klimaziele sind ambitioniert und setzen vornehmlich auf Elektromobilität. Während sich die deutsche Automobilindustrie ganz überwiegend auf batterie-elektrische Fahrzeuge konzentriert, treiben asiatische Hersteller die Marktreife von Wasserstoffautos voran. Experten gehen davon aus, dass eine Abkehr von fossilen Brennstoffen nur mit beiden Antriebsarten möglich sein wird.

Text › Anne-Katrin Wehrmann



Vor- und Nachteile

Aktuell haben nur wenige Hersteller Fahrzeuge mit Brennstoffzelle im Angebot, und das zu hohen Preisen: So sind die beiden Marktführer Toyota Mirai und Hyundai Nexo hierzulande erst ab etwa 80.000 Euro zu haben. Einmal Völltanken dauert etwa drei bis fünf Minuten, mit einer Tankfüllung schaffen die Brennstoffzellenautos 500 bis 700 Kilometer. Die Zahl der Wasserstofftankstellen ist aktuell noch sehr begrenzt (s. Info-Box), soll in den kommenden Jahren aber sukzessive ausgebaut werden.



Status quo

Grundsätzlich funktioniert die Technik, aufgrund geringer Stückzahlen ist sie aber derzeit noch teurer als andere Antriebssysteme. Hier gilt es, in den kommenden Jahren über eine Serienfertigung Skaleneffekte zu schaffen. Die Produktion von Wasserstoff ist sehr energieintensiv, wobei dessen Herstellung für verkehrliche Anwendungen bisher hauptsächlich aus Erdgas oder chemischen Prozessen erfolgt. Hier gilt ebenfalls: Umweltfreundlich kann die Technologie nur dann sein, wenn regenerativ erzeugter Strom zum Einsatz kommt.



Funktionsweise

Auch Wasserstoffautos sind letztlich Elektrofahrzeuge. Anders als klassische E-Autos erzeugen sie den für den Antrieb benötigten Strom allerdings mithilfe einer Brennstoffzelle, die aus einem Wasserstofftank sowie Sauerstoff aus der Luft gespeist wird. In einem chemischen Prozess reagieren die beiden Elemente miteinander und setzen hierbei die elektrische Energie frei, die den Elektromotor antreibt. Dabei entstehen keine schädlichen Emissionen, sondern lediglich etwas Wasserdampf.



Kombiniert, vernetzt, effizient: Die Mobilität von morgen

Die Mobilität von Gütern und Personen befindet sich in einem Veränderungsprozess – und wird bestimmt von Themen wie Digitalisierung und autonomem Fahren, alternativen Antrieben und intelligenter Verkehrssteuerung. Fachwissen wird nicht mehr ausschließlich verkehrsmittelbezogen benötigt, sondern übergreifend. „Future Mobility“ nennt Brunel diesen Trend, der mit neuen Bedürfnissen der Unternehmen aus dem Mobilitätssektor einhergeht.

Text › Stine Behrens



Porträt Norbert Grottko

Norbert Grottko (47) studierte Maschinenbau und ist seit mehr als 20 Jahren bei der Brunel GmbH in verschiedenen Funktionen tätig. Von Beginn an hat er als Account Manager und später als Niederlassungsleiter einige namhafte Unternehmen aus der Fahrzeugindustrie (General Motors, Continental, Siemens, Lufthansa Technik) betreut. Heute verantwortet Grottko als Geschäftsbereichsleiter die Aktivitäten von fünf Brunel Niederlassungen.

Ob an Land, zu Wasser oder in der Luft: Der Transport von Gütern und Personen wird zunehmend bestimmt von einer nachhaltigen Denkweise sowie von der Vernetzung der unterschiedlichen Verkehrsmittel. „Smart, autonom, umweltfreundlich – so wird sich künftig unsere Mobilität gestalten“, fasst Norbert Grottko, Geschäftsbereichsleiter und Branchenspezialist für den Mobilitätssektor bei der Brunel GmbH, zusammen. Ob Automobil, Luft- und Raumfahrt, Schiffs- oder Schienenverkehr: „In all diesen Sektoren werden die Herausforderungen für die Unternehmen in den Bereichen Antriebstechnologie, autonomes Fahren und intelligente Mobilität liegen.“ Entsprechend

hoch ist der Bedarf an qualifiziertem Fachwissen. Diese Entwicklung antizipierend, hat Brunel sich weltweit neu aufgestellt und eine neue Branchenausrichtung etabliert: Future Mobility.

„Wir sind überzeugt, dass die Kenntnisse etwa von Software- und Hardware-Entwicklern ebenso für jedes Fahrzeug relevant sind wie das Wissen von Mechatronikern oder Elektrotechnik- sowie Qualitätsingenieuren“, erläutert Grottko. Er ist bei Brunel gemeinsam mit Geschäftsführer Markus Eckhardt maßgeblich für die Strategie und Führung des Future Mobility Ansatzes verantwortlich, der von einem internationalen Projektteam erarbeitet und implementiert wird. Der

grundlegende Denkansatz dabei: Hersteller wie Zulieferer, Konzerne wie Hidden Champions müssen situationsgerecht auf die Anforderungen des Marktes reagieren können. Entsprechend haben sie einen hohen Bedarf an Flexibilität sowie an passgenauem, qualifiziertem Fachwissen. Ersteres wird durch die verschiedenen Vertragsformen der Brunel GmbH – Arbeitnehmerüberlassung, Dienst- und Werkverträge – sichergestellt. Über das technische Know-how, das die Projekte der Unternehmen voranbringt, verfügen Experten, die bei Brunel zunehmend branchen- und verkehrsmittelübergreifend denken und arbeiten. „Die Trends rund um die mobilen Zukunftstechnologien



sind vielfältig“, sagt Norbert Grottko. „Wir haben sie in die Sektoren Powertrain Technology, Autonomous & Connected Driving und Smart Mobility zusammengefasst.“ Die Reduzierung von CO₂-Emissionen bis hin zur Klimaneutralität bestimmt die aktuellen Antriebstechnologie-Entwicklungen. Konventionelle Antriebe werden daher zunehmend optimiert, ergänzt oder ersetzt – etwa von (Plug-in-)Hybridmodellen, von batterieelektrischen Antrieben oder Brennstoffzellen-Verkehrsmitteln. Begleitet wird dieser Trend durch die Entwicklung neuer Kraftstoffe, wie Diesel mit regenerativen Anteilen.



Intelligente Infrastruktur

Die gesamtgesellschaftliche Erwartungshaltung an das weite Feld der Antriebstechnologien ist groß, denn energieeffiziente, umweltfreundliche und dabei trotzdem ökonomisch sinnvolle Antriebe sind grundlegend für eine künftig grünere Mobilität. Um diesen Ansprüchen gerecht zu werden, kommt dem Testing, wie es bei Brunel Car Synergies in Dortmund durchgeführt wird, eine besondere Rolle zu: Materialien, Komponenten oder ganze Fahrzeuge müssen zeigen, dass sie für den Einsatz in der Praxis geeignet sind und hierzu Umweltsimulationsprüfungen – etwa Klima- und Temperatur-, Staub- und Wassereindringprüfungen – ebenso standhalten wie Lebensdauer-, Schwingungs- oder Druck- und Dichtungsprüfungen. Die Digitalisierung verändert auch den Bereich der Mobilität nachhaltig. Damit steigt die Relevanz von eingebetteten Systemen, an deren Entwicklung etwa das Entwicklungszentrum für Embedded Systems, Brunel Car Synergies in Hildesheim, beteiligt ist. Innerhalb der Fahrzeuge kommen immer mehr digitale Technologien zum Einsatz, die Voraussetzung sind für deren Sicherheit, Autonomie und Komfort, beispielsweise durch Sprachsteuerung oder Bildschirme mit Interaktionselementen. Die Sicherheit muss in diesem Zusammenhang doppelt genannt werden:

01

Das 2015 gegründete Unternehmen Lilium entwickelt vollelektrische, senkrecht startende und landende Jets. 2018 beantragte Lilium unter anderem bei der EASA (Agentur der Europäischen Union für Flugsicherheit) die Musterzulassung für einen Siebensitzer, der eine nachhaltige Art des Hochgeschwindigkeitsverkehrs ermöglichen soll.

02

Mit dem eHighway System, für das aktuell Feldversuche durchgeführt werden, will Siemens einen energieeffizienten, kostengünstigen und emissionsarmen Lkw-Verkehr ermöglichen: Die Effizienz elektrifizierter Bahnstrecken soll mit der Flexibilität von Lkws vereint werden.

Zum einen werden die Vehikel sicherer, wenn Fahrassistenzsysteme die Fahrzeugführer unterstützen. Zum anderen aber müssen die genutzten digitalen und vernetzten Technologien selbst sicher sein – unabhängig davon, ob sie innerhalb der Fahrzeuge oder in Verbindung mit anderen Akteuren zum Einsatz kommen.

Intelligente Fahrzeuge benötigen zur vollen Entfaltung ihres Potenzials eine intelligente Infrastruktur, um den Verkehr optimal zu organisieren. Ein Thema der Smart Mobility ist daher die Kommunikation der verschiedenen Transportmittel untereinander sowie die Abstimmung von Individualverkehr und öffentlichem Verkehr aufeinander. Grundlegend hierfür ist eine effiziente Kombination der Verkehrsmittel, der reibungslose Informationsaustausch zwischen den einzelnen Akteuren und die optimale Bereitstellung von Daten an die Nutzer der Smart Mobility, um ihnen eine flexible und bequeme Nutzung verschiedener Verkehrsangebote zu ermöglichen. „Die Zukunft der Mobilität ist vielfältig“, sagt Norbert Grottko. „Die Potenziale sind groß und wir stellen jetzt die Weichen dafür, wie effizient und umweltfreundlich wir oder unsere Güter künftig von A nach B kommen.“ Entsprechend dieser

großen Verantwortung sind auch die Aufgaben enorm, von denen einige bereits im Fokus der Unternehmen stehen:

1. Die Reichweite und Ladezeiten sind entscheidende Kriterien für die Leistungsfähigkeit und somit auch die Akzeptanz von Elektrofahrzeugen. Entsprechend ist neben dem Motor die Batterie das entscheidende Bauteil eines E-Fahrzeugs. Schnellladefähige Vehikel mit hohen Akkukapazitäten und einer Reichweite von mehr als den aktuell üblichen 400 Kilometern stellen große Anforderungen an die Leistungselektronik, für die etwa Elektrotechnik- oder Elektronik-Spezialisten an Lösungen arbeiten.

2. Wallboxen in der heimischen Garage bieten Vorteile: Beispielsweise sind lange Ladezeiten in geschütztem Raum etwa über Nacht möglich und der Stromanbieter kann selbst gewählt werden. Da diese Boxen jeglichen Witterungsbedingungen standhalten müssen, sind vor dem Start der Serienproduktion umfassende Umweltsimulationsprüfungen nötig. Diese werden von Mechatronikern und Elektroingenieuren umgesetzt: elektrische Funktionsprüfungen, Schwingungsprüfungen (Transportsimulation), Klima- und Temperaturprüfungen sowie Staub- und Wassereindringprüfungen.

3. Insbesondere Busse und Nutzfahrzeuge sowie Schiffe und Flugzeuge werden bereits mit Wasserstoffantrieben ausgerüstet. Vielseitig einsetzbar, kann Wasserstoff in der bestehenden Gasinfrastruktur transportiert und auch für die Energiespeicherung genutzt werden. Die Kernaufgaben der Unternehmen liegen hier neben der Erzeugung und Verflüssigung sowie dem Transport von Wasserstoff in der Weiterentwicklung von Brennstoffzellen, für deren Steuergeräte unter anderem Embedded Software Know-how relevant ist.

Entscheidend sei, so Grottko, dass unterschiedliche Lösungen für die individuellen Bedürfnisse der Verkehrsmittelnutzer entwickelt werden – denn je nach Wohnort und auch Einsatzart eines Fahrzeugs stellen die Menschen unterschiedliche Anforderungen an die Mobilität. „Diese nutzerorientierte Denkweise setzen wir bei Brunel in Hinblick auf unsere Kunden um, indem unsere Spezialisten ihr Wissen für alle Gefährte nutzen, die einen Motor haben. Davon profitieren alle Beteiligten, denn es ist der Blick weit über den Tellerrand hinaus, der die Future Mobility voranbringt.“

Hydra ist die weltweit erste wasserstoffbetriebene Fähre. Ihre technische Ausrüstung stammt von der norwegischen Werft Westcon Yards, die mit Nesvik mittlerweile ein Schwesterschiff an den Fähr- und Expressschiffsbetreiber Norled geliefert hat.



Fair produzierte Fahrräder aus Bambus

Ein eigenes Unternehmen zu gründen, das ein ökologisch und sozial nachhaltiges Produkt vertreibt: Das haben sich Maximilian Schay und Jonas Stolzke schon in jungen Jahren zum Ziel gesetzt. Ihr Plan ist aufgegangen. Mit ihrer my Boo GmbH haben die beiden Freunde ein Bambusfahrrad entwickelt, das sich mittlerweile über die Grenzen Deutschlands hinaus auf dem Markt etabliert hat. Der Rohstoff für den Rahmen kommt aus Ghana.

Text › Anne-Katrin Wehrmann



Dass es ausgerechnet Bambusfahrräder geworden sind, ist einem Zufall geschuldet. Ein Freund, der 2012 ein freiwilliges soziales Jahr in Ghana machte, sah dort damals eine schlichtere Variante eines solchen Rads und schickte Maximilian Schay und Jonas Stolzke ein Foto – weil er wusste, dass die beiden auf der Suche nach einer spannenden Geschäftsidee waren. „Wir saßen nebeneinander im Hörsaal und waren sofort angefixt“, erzählt Schay. Seinen heutigen Kompagnon Jonas Stolzke hatte er im ersten Semester des BWL-Studiums kennengelernt und sich schnell mit ihm angefreundet. „Wir sind beide begeisterte Fahrradfahrer, waren aber keine Experten“, sagt Schay. „Und nach Afrika hatten wir damals auch keine besondere Verbindung. Aber wir haben erkannt, dass wir daraus ein Social Business machen könnten, wie wir es uns immer vorgestellt hatten.“

Also begannen die beiden zu recherchieren. Dabei stießen sie auf den Ghanaer Kwabena Danso, der im Rahmen eines UN-Projekts gelernt hatte, wie sich aus Bambus Fahrräder herstellen lassen. Nach seinem Betriebswirtschaftslehre- und Psychologie-Studium in Ghanas Hauptstadt Accra war Danso in sein Heimatdorf Yonso zurückgekehrt, um den Menschen dort Bildungschancen zu ermöglichen und ihnen Wege aus der Arbeitslosigkeit aufzuzeigen.

Zusammenarbeit mit Fahrradhändlern in ganz Europa

Das zu diesem Zweck von ihm gegründete Yonso Project finanzierte sich über Spenden und stand kurz vor dem Aus, als Danso die beiden Studenten aus Deutschland kennenlernte. „Das war Schicksal, dass wir Kwabena genau in dem Moment kontaktiert haben“, meint Schay. Nach einem ersten Kennenlernen via Skype reisten er und Stolzke Anfang 2013 nach Yonso, um sich an Ort und Stelle zu informieren. Zu der Zeit beschäftigte das dortige



Projekt drei Mitarbeiter, die in einem kleinen Raum Produkte aus Bambus herstellten: Darunter erste Fahrradrahmen sowie Bambuskörbe. Danso erwähnte, dass er perspektivisch auch eine Schule eröffnen wolle – und begeisterte seine Gäste damit vollends. Zurück in Deutschland ging dann alles ganz schnell. Maximilian Schay holte einen befreundeten Unternehmer als Business Angel ins Boot, der neben dem Startkapital auch geschäftliches Know-how einbrachte. Ende 2013 gründeten die beiden Jungunternehmer die my Boo GmbH, im April 2014 erfolgte der Verkaufsstart für ihr erstes Bambusrad. „Die ersten zwei Jahre sind wir mit einem Bulli durch Deutschland gefahren und haben Fahrradhändlern unsere Räder angeboten“, erinnert sich der 30-Jährige, der bei my Boo für den Bereich Vertrieb und Marketing zuständig ist. Inzwischen ist ihr Produkt zur Erfolgsgeschichte geworden, die jährlichen Verkaufszahlen der ab 1.900 Euro zu erwerbenden Fahrräder sind mittlerweile vierstellig. Mehr als

Porträt Maximilian Schay und Jonas Stolzke (links)

Maximilian Schay (30) und Jonas Stolzke (29) haben ihr Studium der Betriebswirtschaftslehre an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel mit dem Bachelor abgeschlossen. Ende 2013 gründeten sie noch während des Studiums gemeinsam die my Boo GmbH und brachten wenige Monate später ihre ersten Bambusfahrräder auf den Markt. Beim Deutschen Nachhaltigkeitspreis 2019 schaffte es ihr Unternehmen gemeinsam mit dem ghanaischen Partner Yonso Project in der Kategorie „Globale Unternehmenspartnerschaften“ unter die ersten drei.



01

01

Bambus wächst in Ghana wie in vielen Ländern dieser Erde wild. Nach dem Schlagen wird er mehrere Monate lang getrocknet.

02

Trocken, fest und widerstandsfähig werden die Bambusrohre in die Rahmenlehren genannten Einspannvorrichtungen gelegt, um die für jede Rahmengröße und -form korrekte Geometrie zu erreichen.



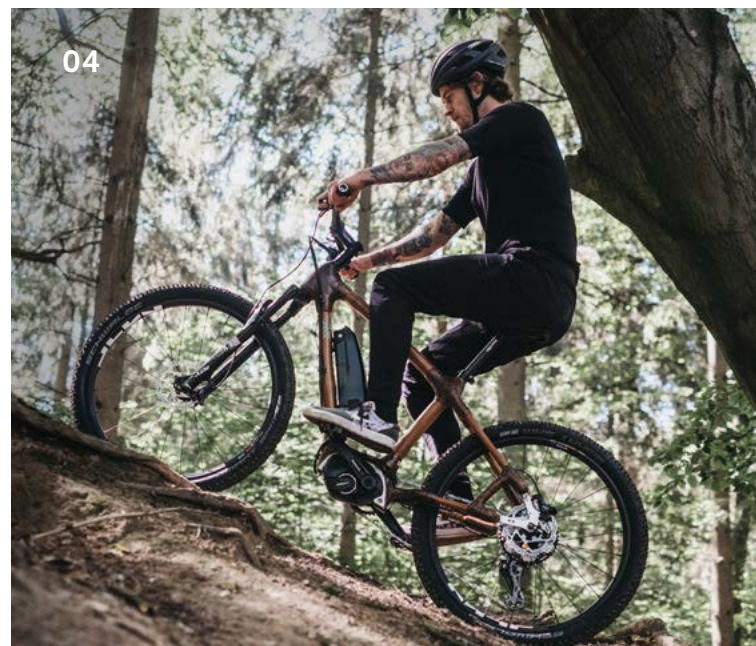
02

200 Fachhändler in ganz Europa haben die Räder in ihr Angebot aufgenommen. Darüber hinaus kann man sich ein ganz individuelles my Boo online konfigurieren. Am bereits mehrfach erweiterten Firmensitz in Kiel sind aktuell rund 50 Beschäftigte tätig, die für die Endmontage mit klassischen Standardkomponenten ebenso zuständig sind wie für die Koordinierung von Produktion, Vertrieb, Marketing, Produktentwicklung und Umsetzung der sozialen Projekte in Ghana. In Yonso, wo jeder Rahmen in 80-stündiger Handarbeit gebaut wird, sind bisher 40 fair bezahlte Arbeitsplätze entstanden. Der Bambus wächst dort in Wäldern rund um das Dorf und wird mit der Machete von Hand geschlagen. Dank ihres rasanten Wachstums haben die Pflanzen schon nach zwei bis drei Jahren wieder ihre ursprüngliche Höhe von gut 20 Metern erreicht. „Bambus ist extrem stabil und gleichzeitig leicht“, erläutert Jonas Stolzke, der im Unternehmen die Position des technischen Geschäftsführers innehat. Bei Stößen finde der Bambus wieder in seine alte Form zurück, anstatt sich zu verbiegen oder zu brechen. „Stabil wie Stahl, leicht wie Aluminium und komfortabel wie Carbon – das

macht ihn zu einem perfekten Werkstoff für Fahrradrahmen“, betont der 29-Jährige. Die Knotenpunkte der Bambusrohre werden mit klassischen Hanfseilen fixiert, die es in Ghana auf jedem Markt zu kaufen gibt. Schwieriger gestaltete sich die Suche nach einem passenden Harz, um die Seile darin zu tränken und so zu festigen.

Ökologisch nachhaltige Produktion

„Gängige Kleber enthalten viel Kunststoff, für den Erdölressourcen verbraucht werden“, sagt Stolzke. „Wir haben nach langer Suche in Spanien ein Kunstharz gefunden, das aus recycelten Industrieabfällen gewonnen wird.“ Der Antrieb der beiden Gründer war es von Anfang an, die Räder unter fairen Bedingungen herzustellen, einen positiven Mehrwert entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu schaffen und ökologisch nachhaltig zu produzieren. Ganz ohne Kompromisse geht es allerdings nicht, wie das Beispiel Kunstharz zeigt. Zudem ist ein späteres Recycling problematisch, da die Rahmen lackiert werden müssen, um sie



wetterbeständig zu machen, und auch der Schiffstransport von Ghana nach Deutschland fließt in die Gesamtbilanz mit ein. „Die meisten anderen europäischen Hersteller beziehen ihre Rahmen aus dem asiatischen Raum, von wo die Schiffe noch viel länger unterwegs sind“, macht Stolzke deutlich. „Wir sind immer auf der Suche nach der besten Alternative, um die Fertigung unter dem Strich möglichst grün zu gestalten.“

In Ghana sind er und Maximilian Schay regelmäßig zu Gast. Zu Kwabena Danso und seinem Team in Yonso haben sich freundschaftliche Beziehungen entwickelt. Und da die erzielten Gewinne – also die Summe nach Abzug aller Material- und Personalkosten – direkt in das Yonso Project fließen, hat sich inzwischen auch der Traum des ghanaischen Partners nach einer Schule im Dorf erfüllt. Die Yonso Project Model School öffnete Ende 2019 und bietet aktuell knapp 400 Kindern regelmäßigen Unterricht. Mittelfristiges Ziel ist es, die Einrichtung weiter auszubauen und dann bis zu 1.000 Jungen und Mädchen den Weg zur Bildung zu ebnet. Darüber hinaus sind in der Gegend schon mehrere Hundert Bambusräder verteilt worden, damit die Kinder die zum Teil

weiten Wege zur Schule zurücklegen können. Für die my-Boo-Chefs ist dieser soziale Part ihres Unternehmens genauso wichtig wie der ökonomische. „Wenn Gründer freiwillig gesellschaftliche Verantwortung übernehmen, kann das der Schlüssel zu einer nachhaltigen und zukunftsfähigen Wirtschaft sein“, ist Maximilian Schay überzeugt.

Künftig wollen die Unternehmer ihre Produktpalette weiter vergrößern. Schon jetzt haben sie neben Sport-, City- und Trekking-Rädern auch E-Bikes im Angebot. Ab Sommer 2022 sollen zusätzlich Cargo-Bikes in den Verkauf gehen. Wer über nachhaltige Mobilität rede, komme daran nicht vorbei, erläutert Schay. „Wir wollen den Rohstoff Bambus weiter etablieren, weiter gesund wachsen und anderen als Vorbild dienen“, betont der 30-Jährige. Dabei ist es für ihn und seinen Kompagnon ganz selbstverständlich, dass sie die durch das Wachstum entstehenden Möglichkeiten nutzen wollen, um auch in Ghana noch mehr in das gemeinsame Projekt zu investieren.

Mehr zum Projekt unter: www.my-boo.de

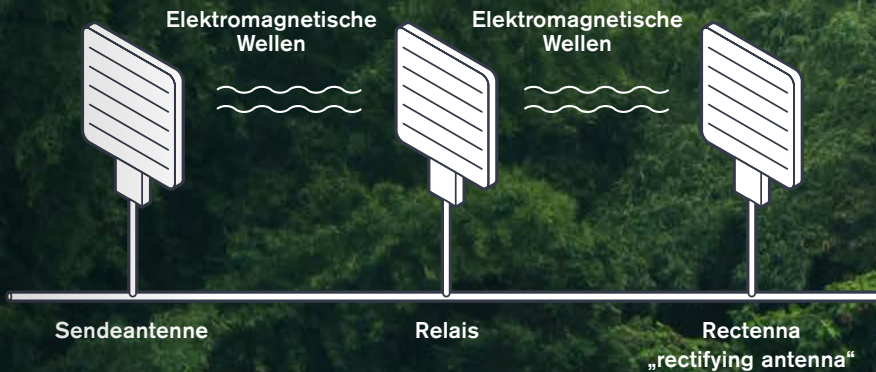
03 + 04

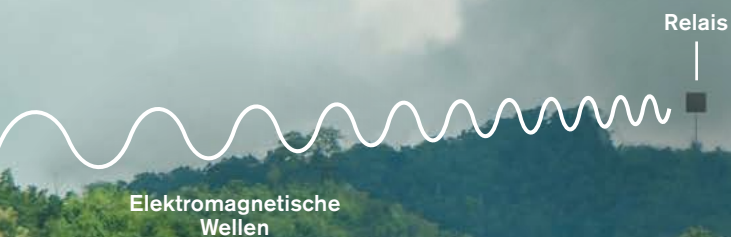
Die aktuell zwölf Mechaniker in Kiel bauen jedes Fahrrad in Einzelplatzmontage, also von Anfang bis Ende, zusammen. Das gilt für die Trekking- und Mountainbikes ebenso wie für die Rennräder oder E-Bikes, wie das sportliche E-Mountainbike my Atakora.



Rectenna

Illustration des drahtlosen Konzepts von Emrod:
Die Übertragung von einer Antenne zur nächsten soll wetterunabhängig sein und es muss nur eine direkte Sichtverbindung gewährleistet werden. Ist das gegeben, kann die Übertragungsdistanz beliebig groß sein, sodass im Prinzip nur die Erdkrümmung die maximale Reichweite begrenzen würde. In der Praxis würden aber sehr wahrscheinlich keine Entfernungen mit mehr als 100 Kilometern angestrebt werden.





Elektromagnetische
Wellen

Relais

Kommt der Strom in Zukunft aus der Luft?

Technik wird immer mobiler. Für Elektrofahrzeuge, autonome Systeme und Roboter, Wearables und mobile elektronische Endgeräte erweist sich die Stromversorgung zunehmend als limitierender Faktor. Denn Volumen, Gewicht, begrenzte Kapazität und lange Ladezeiten von Batterien schränken Mobilität und Flexibilität ein. Abhilfe könnte die kabellose Stromübertragung schaffen oder – noch konsequenter – die Stromerzeugung direkt im Mobilgerät.

Text › Dr. Ralf Schrank

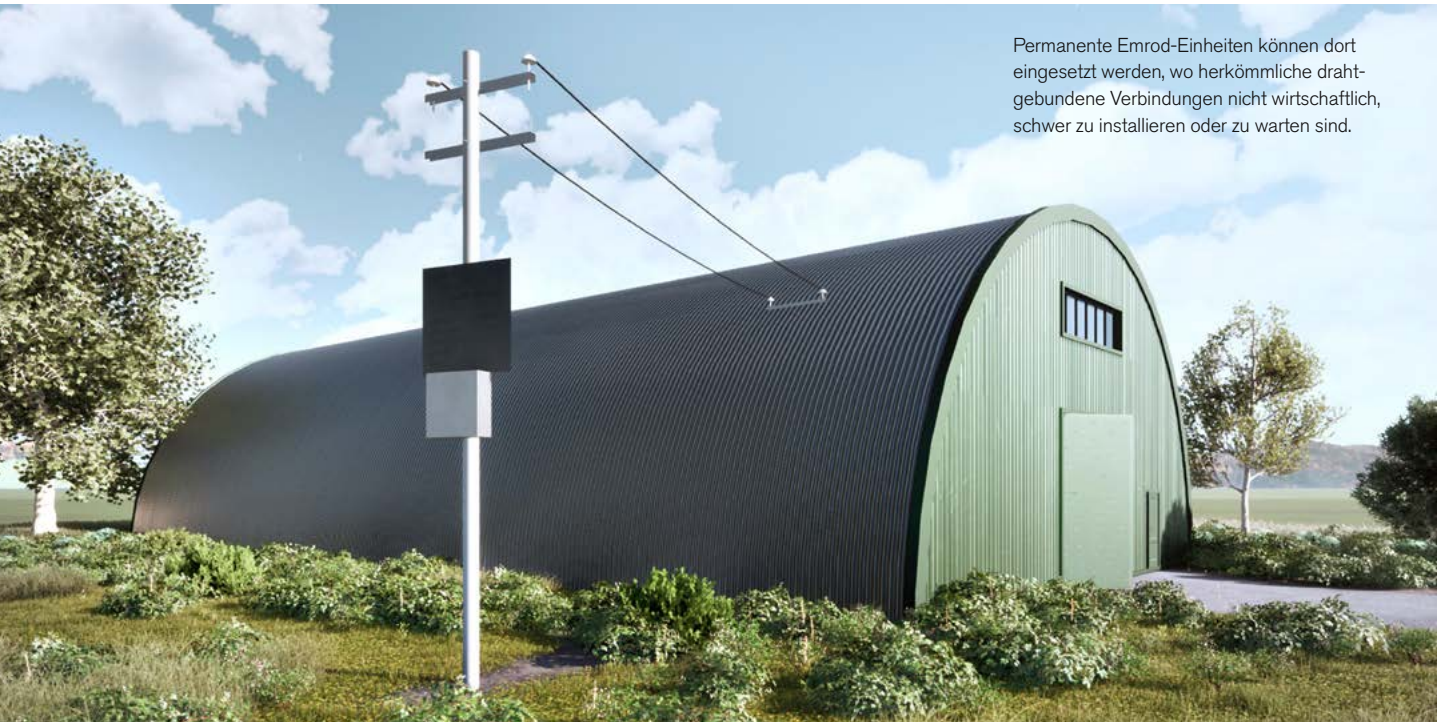
Die Übertragung von Energie durch den leeren Raum ist nicht neu. Die Sonne praktiziert dieses Vorgehen seit mehr als 4,5 Milliarden Jahren. Aber die Verluste sind gigantisch: Der größte Teil der von der Sonne abgestrahlten Energie geht im Welt- raum verloren und nur ein winziger Bruch- teil erreicht die Himmelskörper, die um sie kreisen – und wiederum nur ein Bruch- teil davon verrichtet nützliche Arbeit. Exakt das Gleiche gilt auf der Erde für die bislang bekannten Konzepte zur kabellosen Energieübertragung über Strecken von mehr als ein paar Zentimetern: Ihr Wirkungsgrad, das Verhältnis von nutzbarer Energie zur insge- samt aufgewandten Energie, liegt weit unter 1 Prozent und sinkt rapide mit der Entfer- nung. Eine Lösung ist die Bündelung der elektromagnetischen Energie. Das 2019 in Auckland, Neuseeland, gegründete Clean- tech-Unternehmen Emrod setzt deshalb auf eine Strahlformungstechnik, die Elektrizität in ein parallel ausgerichtetes elektromag- netisches Strahlenbündel umwandelt, das direkt von einer Antenne zu einer anderen

geschickt wird. Ein Jahr nach Gründung präsentierte Emrod den Machbarkeitsnach- weis für eine drahtlose Stromübertragung mit einem Wirkungsgrad für die Strahlbün- delung von über 97 Prozent. Gründer und Geschäftsführer Greg Kushnir erläutert die entscheidende Innovation: „Die hohe Effizi- enz erreichen wir mit elektromagnetischen Metamaterialien. Mit ihnen können wir die elektromagnetische Energie in der Sende- antenne stark bündeln. Wir sind überzeugt, durch weitere Verbesserungen auf der Sen- deseite, vor allem aber auf der Empfänger- seite, auf der derzeit noch die größeren Ver- luste auftreten, für das Gesamtsystem einen Wirkungsgrad von über 80 Prozent realisie- ren zu können.“ Üblich bei der Stromüber- tragung über Hochspannungsleitungen ist je nach Land und unter Berücksichtigung von Verlusten, zum Beispiel durch Stromdieb- stahl, ein Wirkungsgrad von 60–95 Prozent. Metamaterialien, etwa Verbundwerkstoffe aus Metall und Kunststoff, haben „unna- türliche“ optische, elektrische und magneti- sche Eigenschaften. Sie enthalten künstlich

hergestellte, sich wiederholende Strukturen, die auf ungewöhnliche Weise mit elektroma- gnetischen Wellen interagieren, sofern die Strukturen kleiner als die Wellenlänge sind. Beispielsweise kann ein Körper aus Meta- material Radarstrahlen so um sich herumlei- ten, dass er für das Radar unsichtbar bleibt.

Aktuell finden Feldversuche statt

Kushnir erklärt: „Die präzise Form, Geome- trie, Größe, Ausrichtung und Anordnung der Strukturen verleiht den von uns entworfenen und gebauten Metamaterialien intelligente Eigenschaften, mit denen wir elektroma- gnetische Energie blockieren, schwächen, verstärken oder umlenken können.“ Emrod nutzt zur drahtlosen Stromübertragung die Frequenz 5,8 Gigahertz. Diese Frequenz, mit der unter anderem auch Radar, Richt- funk, WLAN und Bluetooth arbeiten, ist weitgehend unabhängig von Witterungs- einflüssen. Die von Emrod entwickelte



Permanente Emrod-Einheiten können dort eingesetzt werden, wo herkömmliche draht- gebundene Verbindungen nicht wirtschaftlich, schwer zu installieren oder zu warten sind.

EMROD

EMROD

Die Foto-Illustration zeigt einen Antennenwagen, der beispielsweise für die drahtlose Stromversorgung in Katastrophengebieten zum Einsatz kommen könnte.



Porträt Greg Kushnir

Greg Kushnir, geb. 1974 in Russland, wuchs in Israel auf. Er studierte Informatik in Tel Aviv und New York. Seit 2001 lebt er mit seiner Familie in Neuseeland. Er gründete mehrere Software-Firmen, bevor er sich dem Thema „nachhaltige Energieübertragung“ zuwandte. Er hält einen Dokortitel in Philosophie der Mathematik der University of Waikato, Neuseeland.

Strahlformungstechnik führt die Energie in Form eines stark gebündelten „Stabs“ von der Sendeantenne über Relaisantennen zur Empfangsantenne. Von dieser Technik leitet sich auch der Unternehmensname ab: „Em“ steht für elektromagnetisch, „rod“ für Stab. In Kooperation mit dem neuseeländischen Energieversorger Powerco hat Emrod einen größeren Indoor-Prototyp entwickelt und plant ein kabelloses System, mit dem das Versorgungsnetz von Powerco weiter ausgebaut werden kann. Das System soll dazu beitragen, abgelegene Orte mit Strom zu versorgen und in Gebieten mit schwierigem Gelände die teure Verlegung von Kupferkabeln überflüssig zu machen – bei deutlich geringeren Wartungskosten und Umweltbelastungen. „Gerade für die Energieerzeugung aus erneuerbaren Quellen“, so Kushnir, „bietet sich die kabellose Energieübertragung als Schlüsseltechnik an, um die Energie nachhaltig zum Verbraucher zu transportieren.“ Denn der Transport per Kabel bedeutet einen hohen Raumbedarf durch Umspannwerke und Leitungsmasten, einen großen Materialaufwand etwa an Kupfer und Stahl sowie einen erheblichen Wartungs- und Reparaturaufwand. Die drahtlose Energieübertragung über

kurze Strecken ist bereits Teil unseres Alltags. Der drahtlose Energietransport über weite Strecken erfordert einen erheblichen technischen Aufwand, wie etwa das hoch spezialisierte Antennendesign von Emrod, um die Verluste niedrig zu halten. Wenn jedoch Sender und Empfänger nur wenige Zentimeter voneinander entfernt sind, ist ein verlustarmer Energietransport durch die Luft einfacher zu realisieren – und bereits Stand der Technik. Im einfachsten Fall sind Sender und Empfänger zwei Spulen, die sich in geringem Abstand gegenüberstehen.

Das Prinzip der induktiven Kopplung ist etabliert

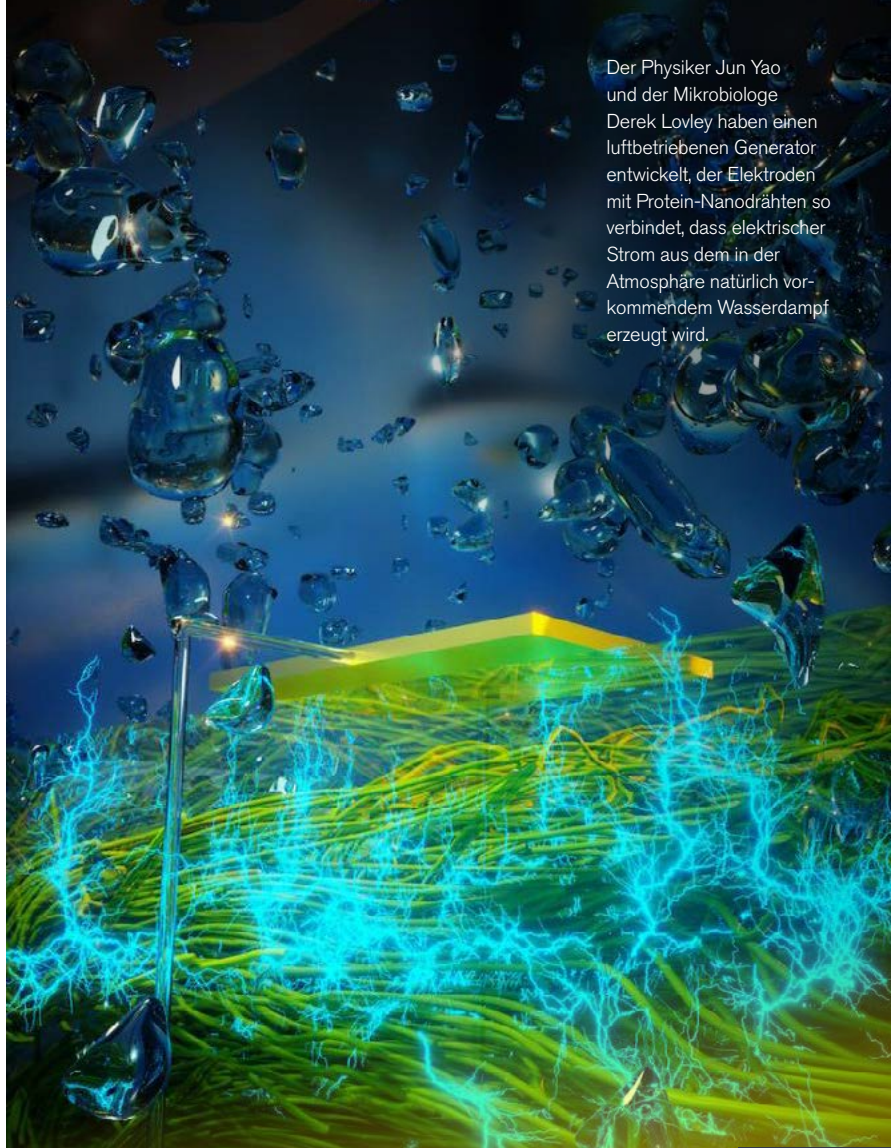
Schickt man durch die Sendespule einen Wechselstrom, dann induziert dessen magnetisches Wechselfeld in der Empfänger-spule eine Wechselspannung. Mit diesem Prinzip der induktiven Kopplung arbeiten heute bereits kontaktlose Ladestationen von elektrischen Zahnbürsten und Smartphones. Auch weiterentwickelte Systeme, die Strom mit hohem Wirkungsgrad kabellos

bis zu zwei Meter übertragen, werden bereits kommerziell angeboten. Weit verbreitet sind passive RFID-Transponder (RFID = radio-frequency identification), die keine externe Stromversorgung oder Batterie brauchen. Die winzigen Transponder dienen als Chipkarten für Zutrittskontrollen, als Wegfahrsperre in Autoschlüsseln, als Implantate zur Kennung von Tieren, als Funketiketten zur Kennzeichnung von Waren und vielem mehr. Die Strahlen des Lesegeräts übertragen nicht nur Informationen, sondern auch die Energie zum Betrieb des Transponders. Auch Schienenfahrzeuge wie der Transrapid werden durch induktive Kopplung über wenige Zentimeter kabellos mit Energie versorgt. Von besonderer Bedeutung dürfte die Technik für Elektroautos werden: Auf der Ladespur einer Straße, in



Porträt Derek Lovley

Derek Lovley studierte Mikrobiologie an der Michigan State University. Nach der Promotion war er ab 1984 Mitarbeiter des United States Geological Survey. Dort entdeckte und erforschte er eine neue Gruppe von Bakterien (Geobacter). 1995 wurde er zum Professor an die University of Massachusetts Amherst berufen. Von 1997 bis 2004 leitete er dort die Abteilung für Mikrobiologie, seit 2000 ist er Distinguished Professor.



Der Physiker Jun Yao und der Mikrobiologe Derek Lovley haben einen luftbetriebenen Generator entwickelt, der Elektroden mit Protein-Nanodrähten so verbindet, dass elektrischer Strom aus dem in der Atmosphäre natürlich vorkommendem Wasserdampf erzeugt wird.

AIR-GEN

die Spulen oder Platten eingebettet sind, könnten die Autoakkus in Zukunft während der Fahrt wieder aufgeladen und die Reichweite auf Tausende Kilometer erweitert werden. Allerdings ist die Herausforderung bei E-Mobilität und industriellen Anwendungen ungleich größer als bei RFIDs und Kleingeräten. Ein Smartphone-Akku lässt sich mit einer Leistung von 5 Watt schnell aufladen. Für Elektrofahrzeuge, mobile Lagerroboter, Flurfördermaschinen und andere Industriegeräte müssen 1.000-mal höhere Leistungen kabellos bereitstehen. Solche Systeme stecken noch in den Kinderschuhen. Immerhin hat ein Team der University of Colorado Boulder, USA, kürzlich einen Testaufbau präsentiert, der 1 Kilowatt über eine freie Strecke von 12 Zentimeter überträgt. Das Team

nutzt nicht die induktive, sondern die kapazitive Kopplung, bei der ein hochfrequentes elektrisches Feld Energie überträgt. Ob das Prinzip auf die industrielle Praxis optimierbar und skalierbar ist, müssen zukünftige Machbarkeitsstudien zeigen. Denn die Industrie braucht nicht nur Systeme mit geringen Verlusten. Sie verlangt auch standardisierte Designs, robuste Bauteile, die rauen Produktionsbedingungen standhalten, und intelligente Mikrocontroller, die die Energieübertragung optimieren. Einig sind sich alle Experten, dass die Potenziale des Industrial Internet of Things (IIoT), der Vernetzung von Maschinen, Lager- und Nutzfahrzeugen, Robotern und Sensoren, erst wirklich ausgeschöpft werden können, wenn die Komponenten von Kabeln befreit werden. Dadurch

werden sie nicht nur mobiler und flexibler einsetzbar, der Wegfall von Steckern und Buchsen und damit von Kontaktproblemen und Undichtigkeiten macht sie auch zuverlässiger und wartungsärmer. Möglicherweise ist die kabellose Stromübertragung aber nur eine Übergangstechnologie. Wissenschaftler der University of Massachusetts Amherst haben kürzlich Air-gen vorgestellt, einen fingernagelgroßen Generator, der Strom einfach aus Luft, genauer aus Luftfeuchtigkeit, erzeugt. Das Team um den Mikrobiologen Derek Lovley und den Physiker Jun Yao nutzt elektrisch leitende fadenförmige Zellfortsätze, die Bakterien der Art Geobacter produzieren. Air-gen besteht aus einem etwa 8 Mikrometer dünnen Film solcher Protein-Nanodrähte (e-PNs). Die e-PNs bilden ein

lockeres Netzwerk mit Nanokanälen, durch die sich Wassermoleküle bewegen können. Der Film ist auf eine 5×5 Millimeter große Goldelektrode aufgebracht. Oben bedeckt eine kleinere Goldelektrode (1×1 Millimeter) den Film nur teilweise, sodass er hier Wasser aus der Luft aufnehmen und durch die Kanäle nach unten leiten kann. Weil in tiefere Schichten weniger Wasser vordringt, stellt sich ein konstantes Konzentrationsgefälle ein.

20 Stunden liefert Air-gen aktuell Strom

Yao, Juniorprofessor am Department of Electrical and Computer Engineering, erläutert den Mechanismus der Stromerzeugung: „Ein Wassermolekül, das sich an ein e-PN anlagert, gibt eine elektrische Teilladung an diesen ab. Infolge des Konzentrationsgefälles ist die Ladungsdichte in oberen Schichten des Films größer als in unteren, und das erzeugt eine Spannung zwischen den Elektroden sowie einen Stromfluss.“ 20 Stunden lang liefert der Air-gen-Prototyp kontinuierlich Strom, um kleine Elektronikbauteile mit 0,5 Volt zu betreiben. Danach lädt sich die Minizelle ca. 5 Stunden lang an feuchter Luft wieder auf und wiederholt den Zyklus. Das Amherst-Team ist überzeugt, die Ausgangsleistung durch Modellierung der e-PN-Eigenschaften deutlich steigern und durch Stapelung vieler Air-gens sogar die Leistungsdichte von Solarzellen übertreffen zu können.

Die Vorteile der Air-gen-Technik gegenüber den erneuerbaren Energieformen Wind und Sonne: Air-gen arbeitet bei Tag und Nacht, auch in Innenräumen, und ist unabhängig von Witterungsbedingungen. Luftfeuchtigkeit ist überall vorhanden. Prof. Lovley, Leiter des Department of Microbiology, ist überzeugt: „Air-gen erlaubt eine umweltfreundliche Energiegewinnung, die weit weniger durch Standort- oder Umweltbedingungen eingeschränkt ist als andere nachhaltige Ansätze.“ Derzeit arbeiten die Forscher an winzigen Air-gen-Einheiten, die

Wearables wie Gesundheits- und Fitnessmonitore und Smartwatches mit Strom versorgen können. Der Zusammenschluss mehrerer Einheiten soll später zum Beispiel auch Smartphones batterieunabhängig machen. „Unser Fernziel“, so Yao, „sind hoch skalierte kommerzielle Anlagen, die einen wesentlichen Beitrag zu einer nachhaltigen Stromerzeugung leisten.“ Lovley ergänzt: „Geobacter ist für eine technische Massenproduktion von e-PNs nicht geeignet. Deshalb haben wir Escherichia coli (E. coli), eine viel robustere Bakterienart, genetisch so modifiziert, dass sie e-PNs mit hoher Ausbeute produziert.“ E.-coli-Kulturen lassen sich in großer Menge kostengünstig mit Glycerin, einem Abfallprodukt der Biodieselproduktion, züchten. Damit ist der Weg für eine nachhaltige Massenproduktion von Air-gen-Generatoren aus erneuerbaren Rohstoffen geebnet. Aber es wird noch Jahre Entwicklungsarbeit brauchen, bis sich zeigt, ob dieses Konzept eine Nischentechnologie bleibt oder die industrielle und die Alltagswelt radikal verändert.

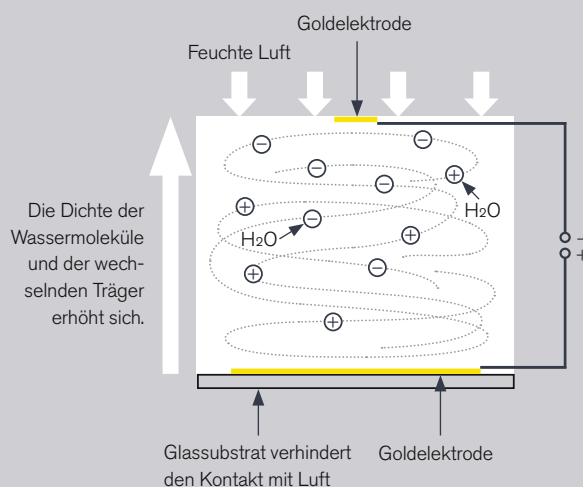


Porträt Jun Yao

Jun Yao promovierte 2012 in angewandter Physik an der Rice University in Texas. Ab 2011 arbeitete er als Postdoktorand in der Abteilung für Chemie und chemische Biologie der Harvard University. Im Jahr 2017 wechselte er an die University of Massachusetts Amherst. Dort ist er Dozent an der Fakultät für Elektro- und Computertechnik.

AIR-GEN

So funktioniert Air-gen:



Air-gen: Die Nanoporen in der Nanodrahtschicht leiten Wassermoleküle in die Schicht und das Wasser überträgt positive so wie negative Ladungen auf die elektrisch leitfähigen Nanodrähte. Folglich baut sich eine Spannung auf und der Strom kann fließen.



Forschungsprojekt zur Effizienzsteigerung der Produktion

Ein intelligenter Maschinenpark kann Unternehmen viel Zeit und Geld sparen. Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT arbeitet an daten- und modellbasierten Methoden zur automatisierten Erzeugung von individuellen Fertigungsprozessketten für die Werkzeugproduktion. Mittendrin: der 34-jährige Data Scientist und Brunel Mitarbeiter Grzegorz Stepień.

Text › Anne-Katrin Wehrmann



Urprünglich stammt der Begriff Inkubator aus der Medizin und bezeichnet einen Brutkasten, der Frühgeborenen ein optimales Umfeld zum Wachsen schafft. In der Forschung bezeichnet das Wort Initiativen, in denen sich Fachleute aus unterschiedlichen Disziplinen zusammenfinden, um mit ihrem jeweiligen Know-how zukunftsweisende Ideen und Produkte auf den Weg zu bringen. Eine solche Initiative hat das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT in Aachen 2018 gestartet. Ihr Ziel ist es, eine adaptive Software zu entwickeln, mit deren Hilfe eine komplette Prozesskette zur Produktion eines Bauteils erzeugt werden kann. Diese soll beispielsweise im Werkzeugbau – der Herstellung von Vorrichtungen und Werkzeugen für Maschinen in der industriellen Produktion – zum Einsatz kommen.

„Zunächst soll die Software eine optimale Reihenfolge ermitteln, in der ein Werkzeug die Fertigung durchläuft“, berichtet Brunel Mitarbeiter Grzegorz Stepień, der als einer von zwei Software-Entwicklern im Inkubator team für Programmierung und Datenauswertung zuständig ist. „Darauf basierend soll sie einen detaillierten, auf den vorhandenen Maschinenpark abgestimmten Fertigungsplan erzeugen.“ Gegenwärtig erfolge die Fertigungsplanung solcher Bauteile, die oft nur in Kleinserien oder als Unikate produziert würden, in vielen Betrieben größtenteils manuell, was viel Zeit kostet: „Diesen Zeitfaktor wollen wir mit unserer Software minimieren und damit den hiesigen Werkzeugbau konkurrenzfähiger machen.“ Um das zu erreichen, muss die Software unter anderem erkennen, über welche Geräte der

Porträt Grzegorz Stepień

Grzegorz Stepień (34), geboren in Wrocław (Polen), schloss 2019 sein Masterstudium Informatik an der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen ab. Zu seinen Studienschwerpunkten gehörten die Bereiche maschinelles Lernen, Computerlinguistik und Data Mining, also die systematische Auswertung von Massendaten. Seit Oktober 2019 ist er bei Brunel tätig und als Data Scientist beim Aachener Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT im Einsatz.

Maschinenpark verfügt, was diese einzelnen Maschinen können und in welchem Aktivitätszustand sie sich befinden. „Daraus soll das anhand aktueller und historischer Daten trainierte System ableiten, welche Route bei der Fertigung eines Werkzeugs die effizienteste ist“, erläutert der Informatiker. „Darüber hinaus soll es bei unerwarteten Stressoren wie Maschinenausfällen selbstständig Alternativen vorschlagen.“ Entsteht zum Beispiel ein Bauteil für eine Fräsmaschine, entscheidet die Software auf Grundlage eines 3D-Modells, welche Stellen dieses Bauteils mit welchen Maschinen und in welcher Reihenfolge zu bearbeiten sind – so zumindest lautet das perspektivische Ziel der Projektgruppe.

Die Basis für dieses Projekt ist eine umfangreiche Analyse aller vorhandenen Planungs- und Sensordaten, die dem Fraunhofer IPT von Industriepartnern aus dem Werkzeugbau zur Verfügung gestellt werden. Grzegorz

Stepien's Aufgabe ist es, diese Daten zu ordnen, auszuwerten und für die Software nutzbar zu machen.

Das Potenzial des Industrial Internet of Things

Hierzu hat der 34-Jährige zum Beispiel kürzlich einen Daten-Integrator programmiert: ein Software-Tool, mit dessen Hilfe sich die unstrukturiert und in vielen unterschiedlichen Formaten vorliegenden Daten mit wenig Aufwand in eine strukturierte Form bringen lassen. Parallel hat sein Kollege in der Software-Entwicklung die erste Version einer Software programmiert, die aus dem Wissen um die anstehenden Produktionsschritte und die zur Verfügung stehenden Maschinen eine

Prozesskette ableitet. „Die Anzahl von Prozessketten in der industriellen Produktion wächst exponentiell mit der Zahl der zur Verfügung stehenden Maschinen. Aufgrund der Komplexität verfolgen wir einen sehr stark datengetriebenen Ansatz“, erläutert Stepien. Mithilfe von Big Data werden Zusammenhänge und Regeln erkennbar, anhand derer sich Prozessketten automatisch ableiten lassen. „Im Idealfall entstehen dabei neuronale Netze, mit denen das Programm eigenständig lernen und seine Fähigkeiten mit steigender Datenverfügbarkeit stetig verbessern kann.“

Ein klassisches Beispiel für die Möglichkeiten also, die das industrielle Internet der Dinge durch die intelligente Vernetzung von Systemen und die sich hierdurch neu ergebenden Datenquellen mit sich bringt.

Grzegorz Stepien hatte schon während seines Studiums eine besondere Vorliebe für die Bereiche Datenwissenschaft und künstliche Intelligenz. „Ich finde es extrem spannend, Maschinen Dinge beizubringen, die vor 20 Jahren noch Science-Fiction waren“, erzählt er. Dass er seine Kenntnisse und seine Begeisterung nun in seinen ersten Job nach Abschluss des Studiums einbringen kann, ist für ihn ein Glücksfall. An seiner Tätigkeit gefällt ihm vor allem, dass er an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Praxis arbeitet und dabei seinen Teil zur „schönen neuen Welt der künstlichen Intelligenz“ beiträgt, wie er sagt. „Ich sehe im maschinellen Lernen eine der wichtigsten Technologien der Zukunft, weil sich hier bisher ungenutzte Möglichkeiten für viele Branchen und Bereiche bieten. Und wir arbeiten daran, diese Potenziale wertschöpfend umzusetzen.“ Zwar hatte Stepien mit Werkzeug- und Maschinenbau bisher noch nicht viel zu tun. „Für mich ist daher der interdisziplinäre Austausch im Team sehr wichtig“, sagt er. Zu seiner achtköpfigen Arbeitsgruppe („Technologieorganisation und -vernetzung“), zu der das Inkubator-team eine vierköpfige Untergruppe bildet, gehören neben ihm und dem zweiten Software-Entwickler auch Maschinenbauer und



Maschinelles Lernen ist laut Grzegorz Stepien „eine der wichtigsten Technologien der Zukunft“. Denn selbstlernende Programme unterstützen Menschen bei komplexen Aufgaben wie der Erkennung ungenutzter Optimierungspotenziale, der Analyse von Fehlermustern oder der Qualitätsvorhersage.



Wirtschaftsingenieure. Letztere bringen das erforderliche technologische Know-how in das Projekt mit ein, halten den Kontakt zu den Industriepartnern und organisieren die Daten. „Dies ist ein Forschungsprojekt. Daher haben wir keinen starren Plan, sondern passen die nächsten Schritte immer an die aktuellen Zwischenergebnisse an“, berichtet Grzegorz Stepień.

Adaptive Software-Entwicklung im Team

Es gebe häufige Treffen und einen steten Austausch im Inkubatorsteam: „Die Entwicklung der Software ist ein adaptiver Prozess.“ Eben dieser interdisziplinäre Aspekt ist aus Sicht des Datenwissenschaftlers auch eine der großen Herausforderungen des Projekts, da jede Disziplin mit anderen Begrifflichkeiten arbeite. „Wir müssen manchmal erst verstehen, was der andere meint. Dem begegnen wir durch den regelmäßigen Dialog, was das Ganze dann auch wieder sehr fruchtbar macht.“ Ein bestimmtes Datum, bis wann das Projekt abgeschlossen sein soll, gibt es nicht – es stehe die Grundlagenarbeit im Fokus, erläutert Stepień: „Üblicherweise haben die Projekte

beim Fraunhofer konkrete zeitliche und inhaltliche Vorgaben, insofern ist der Inkubator schon etwas Besonderes.“ Aktuell arbeitet das Inkubatorsteam unter anderem an einer Schnittstelle, damit der kürzlich entwickelte Daten-Integrator von Grzegorz Stepień und der Prozesskettengenerator seines Kollegen miteinander kommunizieren können. „Das nächste große Ziel ist dann, dass die Reihenfolge der Produktionsschritte nicht mehr manuell vorgegeben werden muss, sondern von der Software aus dem 3D-Modell selbst abgeleitet wird“, sagt Stepień. Neuronale Netze, wie sie bei der Ableitung dieser Schritte zum

Einsatz kommen sollen, würden typischerweise Vektoren als Eingabe benötigen – also Zahlenkolonnen fester Länge. „Unser derzeitiger Fokus liegt daher auf der Evaluation von Methoden, mittels derer sich ein 3D-Bauteilmodell mit so wenig Informationsverlust wie möglich in einen Vektor umwandeln lässt.“

In dem Projekt arbeiten Experten mehrerer Fachgebiete zusammen. Dieser interdisziplinäre Ansatz ist bewusst gewählt – ebenso wie die ausdrückliche Ergebnisoffenheit des Projekts und das schrittweise Vorgehen.

Exzellente Logistik für exklusive Klassiker

Vor über 70 Jahren wurde das erste Auto des Stuttgarter Sportwagenherstellers Porsche zugelassen – der 356/1 Roadster. Man sieht ihn heute noch auf der Straße, genauso wie 70 Prozent aller jemals gebauten Porsche. Um Kundenwünsche auch für nicht mehr produzierte Modelle bestmöglich zu erfüllen, liegen allein im Porsche-Logistikzentrum in Sachsenheim 52.000 Originalteile. Die Brunel Spezialistin Tamara Bogenreuther sorgt als Disponentin im Porsche-Classic-Team mit für eine vorausschauende Markt- und Lieferantenbetreuung.

Text › Nicole Wrede

Das bekannteste Modell aus dem Hause Porsche ist wohl der Porsche 911. Er ist der Nachfolger des 356/1 Roadster und wurde 1963 auf der IAA in Frankfurt vorgestellt. Seither kommt an den ‚Mythos Neunelfer‘ kein anderes Auto aus dem Hause Porsche heran. Aber auch weitere legendäre Klassiker finden weltweit ihre Liebhaber, auch wenn sie schon lange nicht mehr gebaut werden. Deshalb gibt es bei Porsche eine eigene Abteilung: Porsche Classic. Ihr Anspruch ist es, Markentradition zu leben und auch für die Klassiker besten Service zu bieten. 43 Porsche-Zentren weltweit

kümmern sich ausschließlich um die Wartung und Reparatur klassischer Porsche-Modelle. Rund 1.000 Lieferanten stellen Originalteile und Zubehör für die Old- und Youngtimer her. Aus 15 Porsche-Logistikzentren in 14 Ländern werden die Classic-Teile nach Bedarf an Marktbetreuer und deren Kunden verschickt.

Brunel Mitarbeiterin Tamara Bogenreuther unterstützt das zwölfköpfige Logistik-Team von Porsche Classic in Stuttgart als Disponentin. Sie kümmert sich um die Betreuung internationaler Lieferanten und Märkte. Vereinfacht gesagt sorgt sie dafür, dass die

richtigen Teile zur richtigen Zeit in der richtigen Menge im richtigen Lager bereitliegen. Dafür muss sie Marktbedarfe genauso im Blick behalten wie Verzögerungen bei der Lieferung. Eine wesentliche Kompetenz für ihre Tätigkeit hat erst einmal nichts mit logistischem Fachwissen zu tun: „Ich muss kommunikationsstark sein. Egal, ob ich verhandle, mahne oder beauftrage – ich spreche mit den Lieferanten und muss sie umsichtig, aber bestimmt ins Boot holen, um mein Ziel, die besten Konditionen herauszuholen, zu erreichen. Am Anfang war ich manchmal etwas zu gutmütig. Mittlerweile





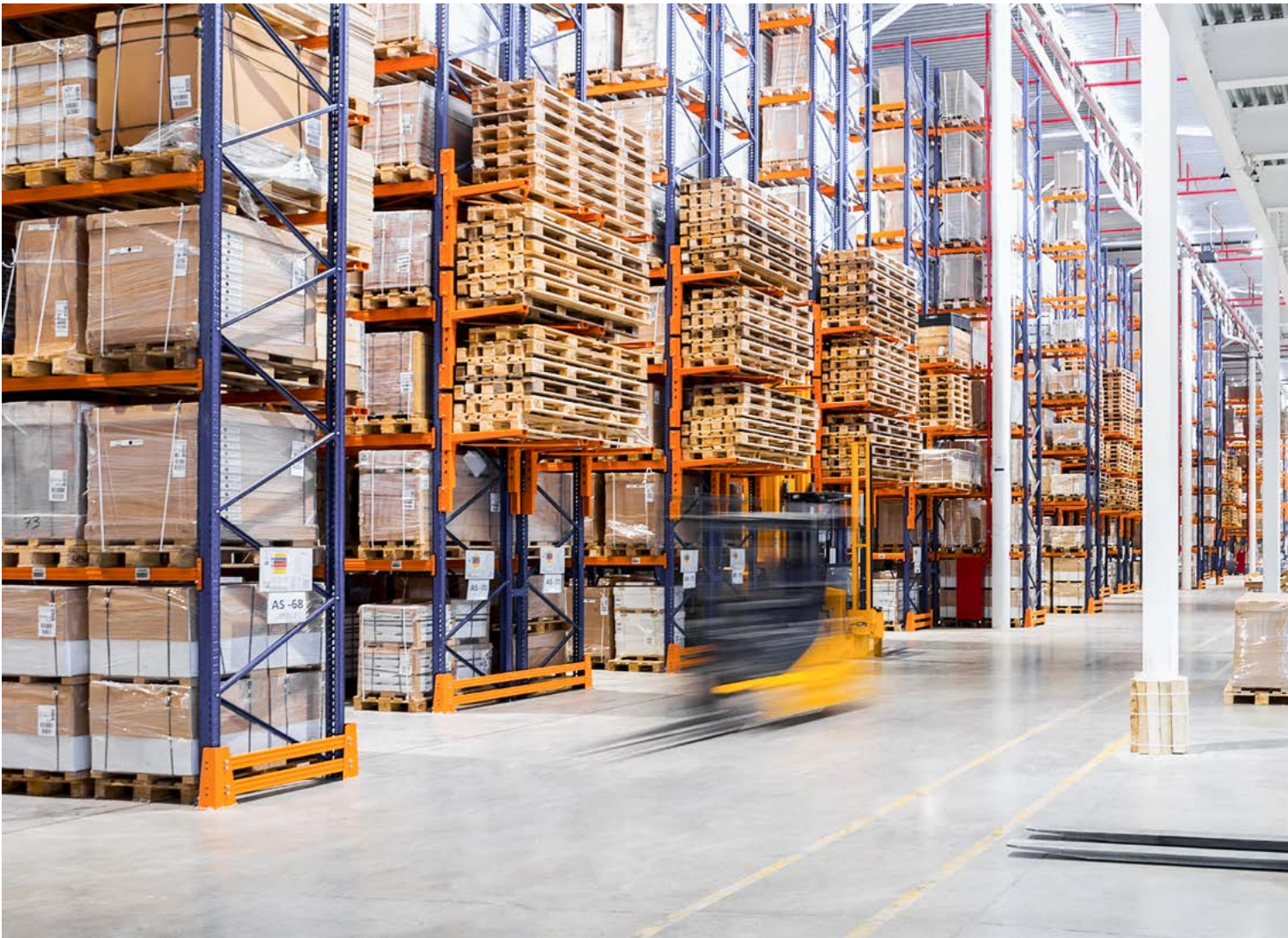
finde ich eine ziemlich gute Balance“, reflektiert die Disponentin.

Neben den kommunikativen Skills bringt Tamara Bogenreuther – obwohl noch am Beginn ihrer Karriere – bereits ein beachtliches Know-how mit: Zum einen das Fachwissen aus ihrem Bachelor Kulturwirtschaft, ihren zwölfmonatigen Intercultural Business Studies in Amerika und ihrem Masterstudium Umweltorientierte Logistik. Zum anderen hat sie wertvolle Erfahrungen als Praktikantin bei Siemens und Bosch im In- und Ausland gesammelt. Bei Siemens packte sie erstmals die Faszination für logistische

Prozesse: „Von vielen wird Logistik als nötiges Übel betrachtet. Dabei vergessen die Leute, wie man mit guter Logistik Prozesse immens vereinfachen kann und zudem einen riesigen Wettbewerbsvorteil schafft: Wer verlässlich, schnell und günstig hochwertige Qualität liefert, den empfehlen die Leute weiter. Das ist der Verdienst durchdachter logistischer Planung.“

Bei Brunel hat sich Tamara Bogenreuther beworben, weil die Chancen sie überzeugt haben: „Hier bieten sich spannende Einsatzfelder in namhaften Unternehmen. Porsche ist als renommiertes und globales

1931 gründete Professor Ferdinand Porsche in Stuttgart ein Ingenieurbüro. Sein Sohn Ferry baute das Lebenswerk seines Vaters weiter auf und am 8. Juni 1948 erhielt der erste Porsche Sportwagen seine Zulassung: Der 356 Nr. 1 Roadster.



Die Distributionslogistik verfolgt das Ziel, die langfristige Existenzsicherung eines Unternehmens sicherzustellen. Sie wird auch Absatz- oder Vertriebslogistik genannt und gilt als Bindeglied zwischen der Produktion und den Kunden.

Unternehmen mit seinen aufregenden Autos der perfekte Einstieg nach dem Studium. Als Disponentin lerne ich hier im Detail logistische Prozesse kennen.“ Die 28-Jährige ist die erste Brunel Expertin bei Porsche Classic. „Die Kollegen hier haben mich warmherzig und als absolut vollwertiges Mitglied aufgenommen. Mit Unterstützung dieses tollen Teams konnte ich mich auch problemlos in die für mich neue Automobil-Welt einarbeiten.“

Zum einen organisiert Tamara Bogenreuther bei Porsche Classic die Versendung von Waren zum marktgerechten Bevorraten der

internationalen Lager. Die gesamte globale Bestandsverwaltung läuft SAP-basiert – hier hat die gebürtige Nürnbergerin ihre guten Kenntnisse direkt am Arbeitsplatz noch ausgebaut. Zum anderen gehört das Bearbeiten von sogenannten Tickets zu ihrem Tagesgeschäft. Über diese erhält Bogenreuther beispielsweise Reklamationen und Anfragen zu Lieferterminen oder zu Teilen, die nicht in ausreichender Zahl am Lager sind, aber für eine Reparatur benötigt werden. Gibt es einen Lieferrückstand, geht Tamara Bogenreuther dem nach: Sie sucht das Gespräch mit den Lieferanten und recherchiert Gründe



für den Verzug – etwa Engpässe bei einem Sublieferanten oder defektes Werkzeug. Es kann aber auch sein, dass der Lieferant Losgröße oder Preis neu verhandeln will. Letzteres ist ein Grund, ins Troubleshooting, also in die Fehlerbehebung zu gehen, zu dem die Disponentin die Kollegen aus dem Einkauf hinzuzieht, da Preisverhandlungen in deren Kompetenzbereich gehören. Tamara Bogenreuther übernimmt wieder, wenn alles bis hin zum ersten Liefertermin ausgehandelt wurde.

Es kann auch dazu kommen, dass Teile komplett abgekündigt werden, der Lieferant also

nicht mehr liefert, weil es für ihn unprofitabel ist. Dann wird ein komplett neuer Lieferant für das entsprechende Teil aufgebaut. Um die Produktqualität des neuen Partners zu kontrollieren, arbeitet Tamara Bogenreuther dabei eng mit ihren Kollegen aus der Technik zusammen. Da das Finden eines neuen Lieferanten einige Zeit in Anspruch nehmen kann, sorgt die Logistikerin für diese Phasen vor: Mit Restbeständen stellt sie eine möglichst optimale Versorgung der Porsche-Lager sicher. Diese Restbestände entstehen, indem sie Teile mit geringem Bestand vorausschauend sperrt und den Lagern erst nach einer eingehenden Prüfung freigibt. Diese Prozesse kennt Tamara Bogenreuther schon von vorherigen Stationen: Bei Siemens in Erlangen hat sie nach ihrem Praktikum über ein Jahr als Werkstudentin im Supply-Chain-Management (SCM) gearbeitet. „Oft wird SCM fälschlicherweise mit Logistik gleichgesetzt. Aber Ersteres ist deutlich generalistischer“, erläutert Bogenreuther: „Logistik befasst sich mit optimalen Lieferprozessen.“

Logistik vs. Supply-Chain-Management

Entsprechend kontrollieren Logistiker, dass der Fluss an Waren und Informationen jederzeit gewährleistet ist und die Kundenanforderungen erfüllt werden. Supply-Chain-Management beschreibt hingegen die Planung und Steuerung von Prozessen der gesamten Wertschöpfungs- und Lieferkette – von den Zulieferern bis zum Endkunden. Ziel ist dabei die Optimierung von Kosten und Abläufen.“ Tamara Bogenreuther befasst sich zudem mit einem weiteren, recht jungen Ziel des SCM: der Nachhaltigkeit. Diese gewinnt als gesellschaftlicher Megatrend seit etwa zehn Jahren für die Supply Chain und daher auch für die Logistik an Bedeutung. Im Rahmen ihrer Masterarbeit hat die Brunel Expertin eine Schulung für Unternehmen entworfen, wie sich Prozesse der Logistik nachhaltiger gestalten lassen. Ihr damaliger Professor hat die



Porträt

Tamara Bogenreuther

Tamara Bogenreuthers (28) Werdegang lief bisher hochtourig: Bachelor in Kulturwirtschaft, Master in Umweltorientierter Logistik. Ein Jahr Intercultural Business Studies in Seattle, Praktikantin und Werkstudentin bei Siemens. Den Masterabschluss noch keinen Monat in der Tasche, startet sie als Brunel Mitarbeiterin in der Distributionslogistik bei Porsche Classic. Ihr großes Thema aber ist und bleibt die ressourcenschonende Supply Chain.

Schulung weiterentwickelt und sie zusammen mit der Bundesvereinigung Logistik bereits umgesetzt.

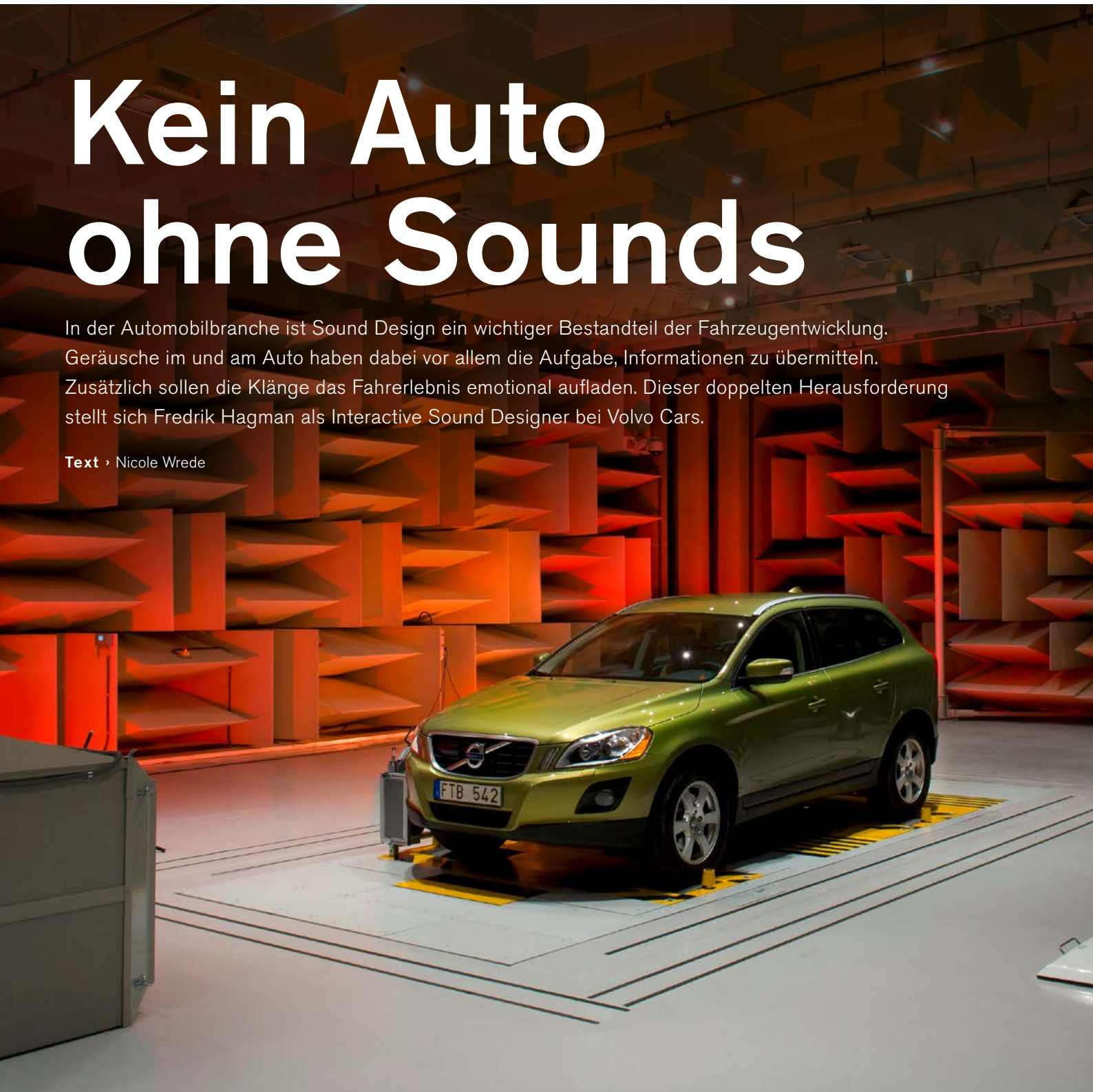
Nach ihrem Einsatz bei Porsche Classic möchte sich Tamara Bogenreuther beruflich wieder stärker der Senkung von CO₂-Emissionen in Unternehmen grundsätzlich und in Logistikprozessen im Speziellen widmen. Sie verfolgt ihr Ziel ehrgeizig: Gerade erst hat sie eine achtwöchige Online-Fortbildung zum Business Sustainability Management an der University of Cambridge absolviert.




Kein Auto ohne Sounds

In der Automobilbranche ist Sound Design ein wichtiger Bestandteil der Fahrzeugentwicklung. Geräusche im und am Auto haben dabei vor allem die Aufgabe, Informationen zu übermitteln. Zusätzlich sollen die Klänge das Fahrerlebnis emotional aufladen. Dieser doppelten Herausforderung stellt sich Fredrik Hagman als Interactive Sound Designer bei Volvo Cars.

Text › Nicole Wrede





In der Automobilbranche lag der Fokus bei der Entwicklung von Informationsgeräuschen lange vor allem auf den Aspekten Sicherheit und Hörbarkeit. Heute werden diese Geräusche auch als Marken- oder Unterscheidungsmerkmal betrachtet. Von entsprechend großer Bedeutung ist das Sound Design eines Pkw.

Sound Designer sind an allen Schritten der Fahrzeugentwicklung beteiligt, bei denen aktiv Sounds hinzugefügt werden sollen. Dabei steht die Usability absolut im Vordergrund. Fredrik Hagman weiß: „Ein Geräusch muss einen Nutzen bringen und das Fahren erleichtern.“ Es soll als Hilfe dienen – etwa Töne, die einen zu geringen Abstand signalisieren, oder klare technische Störungsmeldungen –, aber auch als natürlicher Teil des Gesamterlebnisses wahrgenommen werden. „Bringt ein Sound keinen Nutzen, bin ich der Erste, der darauf verzichtet. Denn dann wird er von unseren Kunden schnell als Belästigung erlebt.“

Hagman erläutert: „Klänge sollen als positiver und natürlicher Teil des Markenerlebnisses wahrgenommen werden. Dafür befassen wir uns zunächst mit dem Image des Fahrzeuges. Wir suchen nach Schlüsselbegriffen, die das Image am besten beschreiben, und priorisieren sie. Für diese Begriffe entwickeln wir passende Sounds.“ Das können sowohl am Synthesizer produzierte Klänge sein, aber auch aufgenommene Töne aus allen möglichen Bereichen, etwa Alltagsklänge. Am Ende entsteht ein sogenanntes Soundboard. Es entspricht dem Moodboard, das im visuellen Design oft Ausgangspunkt für Gestaltungsarbeiten ist. Das Ziel des Soundboards ist es, eine verbindliche Klangfarbe festzulegen, die Auto und Marke in Zukunft repräsentiert.

Aus Waldgeräuschen werden Auto-Sounds

Für Volvo kommen organische und ruhige Töne zum Einsatz. Sie bilden den markentypischen Sound und stammen unter anderem von natürlich klingenden Instrumenten und aus der Natur. So wurde ein Blinker-Sound aus gesampelten Geräuschen eines knackenden Tannenzweiges gestaltet. Auf diese Weise hören Volvo-Fahrer die Anmutung einer echten skandinavischen Tanne. Für die Schwestermarke Polestar setzen die Sound Designer auf eine progressivere und synthetischere Sound-Kulisse: Hier basiert



Porträt Fredrik Hagman

Fredrik Hagman (40) ist in Småland geboren. Auch weil er sich als Musikliebhaber und Sänger fragte, warum man bei mancher Musik Gänsehaut bekommt, hat er Akustik studiert – vor allem Psycho- und Emo-Akustik. Nach dem Master startete er als Sound Designer bei Volvo Cars. Neugierig waren wir auf Geräusche, die er privat schätzt: die Stille des Waldes, Kinderlachen und der Klang schwedischer Fußgängerüberwege.

das Blinker-Geräusch auf einem Takt eines Kronecker-Synthesizers und klingt wie ein elektrischer Funke. „Damit haben wir uns weit von typischen Blinker-Sounds entfernt, was aber ganz klar zum innovativen Charakter der E-Auto-Marke passt“, resümiert Hagman.

Entscheidend für die Bewertung von Geräuschen ist ihre Wahrnehmung. Der oft zur Beurteilung benutzte Schalldruckpegel (gemessen in Dezibel) stellt nur eine grobe Näherung an die Lautstärkewahrnehmung dar. Zudem bedeutet eine geringe Dezibelzahl nicht automatisch ein akustisches Wohlbefinden. In den 1980er-Jahren



In der Prüfkammer des NVH-Zentrums von Volvo Cars werden die Sounds eines XC70, einer Crossover-Version des Volvo V70, getestet. NVH steht für Noise, Vibration and Harshness, also Lärm, Vibration und Härte.

hat Prof. Dr. Klaus Genuit als Pionier in der Akustikforschung Mess- und Analyseverfahren zur Bestimmung der Geräuschqualität entwickelt, die dem menschlichen Gehör entsprechen. Denn der Mensch bewertet Töne nicht logisch; das Gehör arbeitet selektiv und adaptiv. Ein Beispiel: Auch wenn ein tropfender Wasserhahn nur ein leises Geräusch erzeugt, kann es als störend empfunden werden. Daher kommen unter anderem in der Automobilbranche psychoakustische Messverfahren zum Einsatz. Mit Hilfe von Parametern wie Lautheit, Schärfe oder Rauigkeit ist es möglich, Geräusche

realitätsnäher zu charakterisieren und sie mit Fokus auf den Nutzer zu optimieren.

Fredrik Hagman und sein Team tun dies auf Basis des Soundboards für die unterschiedlichen Funktionen im und am Auto. Dafür arbeitet Hagman mit regulären Tonstudio-Apparaten, sogenannten Digital Audio Workstations (DAW). Sie kommen zum Beispiel auch bei der Nachvertonung von Filmen oder in der Musikproduktion zum Einsatz. Es gibt eine Sound-Bibliothek, in der zahlreiche Tonaufnahmen gespeichert sind. Fredrik Hagman bedient sich aus dieser Bibliothek und bearbeitet die Töne im Sinne des Soundboards weiter. Um das bestmögliche Ergebnis zu erzielen, kombiniert er sie mit anderen Aufnahmen sowie mit synthetischen Klängen oder vervielfacht die Töne. Sound Designer sind akribisch, wenn es um den guten Ton geht. Hagman: „Wir haben eine Mission: dem Klang in allen Anwendungen Bedeutung zu verleihen. Also verbringen wir viel Zeit damit, das ideale Tempo, das optimale rhythmische Muster und die perfekte Balance zwischen allen Klängen zu finden.“ Um den Klang konsequent in „Echtumgebung“ zu überprüfen, wechseln der Akustik-Profi und seine Kollegen bei der Sound-Optimierung oft zwischen DAW und Auto hin und her.

E-Mobility sorgt für neue Herausforderungen

Schritt für Schritt entstehen alle Sounds, die in einem iterativen Prozess mit den relevanten Abteilungen, wie Design und User Experience (UX), abgestimmt und verbessert werden. Die so definierten Sounds werden in das Kernsystem des Autos integriert, damit im Auto selbst, wo die Akustik der Fahrzeugkabine und des Audiosystems zum Tragen kommen, die letzte Abstimmung von Frequenzspektrum und Lautstärke vorgenommen werden kann. Dann erst wird das Sound-Paket an die Produktion übergeben. Zu beachten ist dabei: Die Außengeräusche von Autos unterliegen strengen gesetzlichen Vorgaben. Dazu zählen Geräusche der





Reifen auf der Fahrbahn, des Antriebs, der Aerodynamik sowie von Türen und Hupen. Deren Lautstärke und Frequenzgehalt müssen sich in einem Normbereich bewegen. Ein weiteres Kriterium, das die Gestaltung funktionaler Klänge im Auto beeinflusst, ist die Dringlichkeit, die der Ton suggeriert. Diese messen Hagman und sein Team in Simulatoren mit Probanden: Deren Reaktionszeit gibt Aufschluss darüber, wie sehr ein Ton als alarmierend wahrgenommen wird. So müssen etwa Warnhinweise dringlicher klingen als Informationshinweise. „Um Unterschiede zu erzeugen, variieren wir beispielsweise Tonhöhe und Wiederholungsfrequenz“, beschreibt Fredrik Hagman. Auch vor dem Hintergrund gesetzlicher Vorgaben sieht Unternehmer und Stiftungsgründer der Prof. Dr. Genuit die Automobilindustrie

vor einer neuen akustischen Herausforderung: der E-Mobilität. Denn elektrische Antriebe produzieren kaum Eigengeräusche. Die Autos müssen mit artifiziellen Fahrgeräuschen versehen werden, damit zum Beispiel Fußgänger das Auto sicher wahrnehmen können. „Die Hersteller wünschen sich einen individuellen Sound für ihre E-Autos. Die Blindenverbände hingegen pochen auf eindeutige Wahrnehmbarkeit und wünschen sich für alle E-Autos denselben Klang. Da besteht noch viel Abstimmungsbedarf. Zudem soll der Sound eines Motors authentisch sein – man will kein Staubsaugergeschrei hören, wenn man sein Auto startet. Das ausschließlich über Synthesizer zu produzieren, ist eine wahre Kunst, die noch weiterentwickelt werden muss.“

Das 2009 eröffnete Akustiklabor von Volvo befindet sich im Herzen von Volvo Cars in Torshälla, Schweden. Es ist Teil des NVH-Zentrums, in dem mehr als 60 Personen daran arbeiten, das richtige Klangbild für die Fahrzeuge von Volvo zu schaffen.

Z-Control: Bediensicherheit auch unter Extrembedingungen

Feuerwehreinsätze stellen Mensch und Technik auf eine harte Probe: Alle Systeme müssen absolut zuverlässig und robust funktionieren, sie müssen auch unter Stress und widrigen Umgebungsbedingungen einfach und sicher bedienbar sein. Die Entwicklung einer speziellen Software für Feuerwehrfahrzeuge war kein alltäglicher Job für Software-Designer Stefan Zieker und seine Kollegen von Brunel Car Synergies.

Text › Dr. Ralf Schrank







Porträt Stefan Zieker

Dipl.-Ing. (FH) Stefan Zieker (40) studierte Elektrotechnik an der FH Emden. Nach einem Jahr bei Dräger Medical kam er 2006 als Software-Designer zu Brunel Communications, Hildesheim, jetzt Brunel Car Synergies. Seit 2018 leitet er die Software-Entwicklung für ZIEGLER. Dabei konnte er auf die Erfahrungen aus vorangegangenen Projekten der Fahrzeugtechnik zurückgreifen.

Bei Brunel Car Synergies (BCS) mit Standorten in Hildesheim und Dortmund erarbeiten mehr als 100 Elektrotechniker, Informatiker und Testingenieure Software- und Hardware-Lösungen für Hochtechnologie-Anwendungen – von der Konzeption über Tests und Verifikation bis zur Validierung. Für Kunden aus der Automotive- und Bahnbranche, der Medizintechnik, der Luft- und Raumfahrt, der Telekommunikation und Wehrtechnik hat BCS in den letzten zehn Jahren über 6.000 Projekte realisiert.

Das 2018 begonnene und gerade abgeschlossene Projekt für die ZIEGLER Gruppe, Hersteller von Feuerwehrtechnik, fällt aus dem Rahmen. Es forderte das BCS-Team in besonderem Maße, resümiert Dipl.-Ing. Stefan Zieker, Lead Engineer und Senior Software-Designer am BCS-Entwicklungszentrum für Embedded Systems in Hildesheim: „Nachdem wir mit dem Kunden den Anforderungskatalog für eine neue Software-Architektur für Feuerwehranwendungen erarbeitet hatten, kristallisierten sich drei Ziele heraus: Hardware-Unabhängigkeit, Modularität und Skalierbarkeit. Trotz der ungewöhnlichen Aufgabenstellung waren unsere branchenübergreifenden Erfahrungen und Kompetenzen auch bei diesem Projekt entscheidend.“

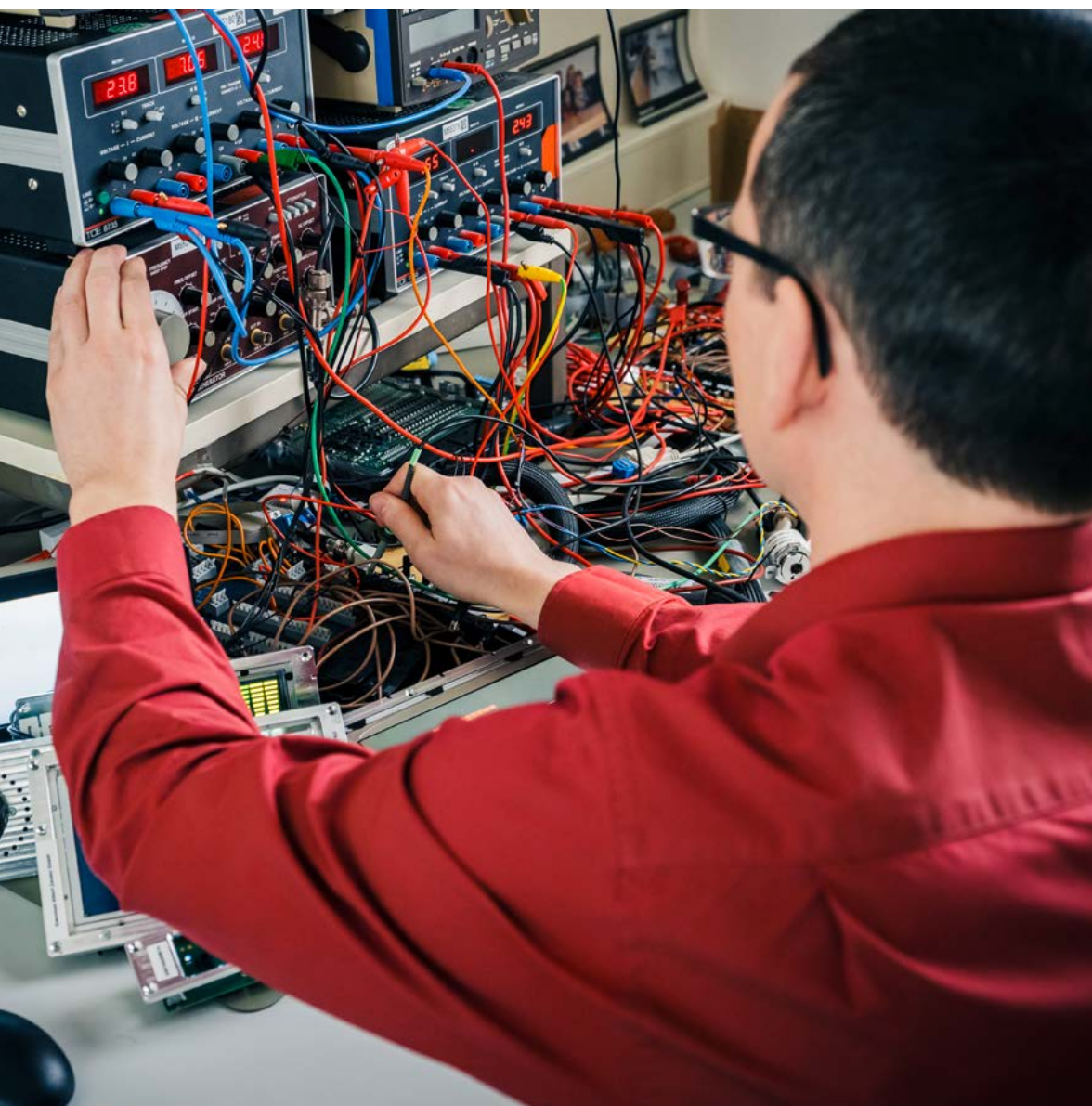
Steuerung mittels intuitiver Bedienfelder

Die ZIEGLER Gruppe mit Stammsitz in Giengen an der Brenz (Baden-Württemberg) ist Spezialist für Feuerwehrfahrzeuge und feuerwehrtechnisches Zubehör. Das Unternehmen beschäftigt ca. 1.400 Mitarbeitende und unterhält neun operative Tochtergesellschaften in Europa und Asien. 2010 führte die ZIEGLER Gruppe das erste Z-Control ein, ein Hardware- und Software-System zur Steuerung sämtlicher Funktionen, die bei der aktiven Brandbekämpfung zum Einsatz kommen können.

Die Z-Control-Hardware besteht aus Steuergeräten für diverse technische Funktionen



sowie aus Bedienteilen, mit denen eine Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine hergestellt wird (Human Machine Interface, HMI). Über Bedienelemente im Fahrerhaus und im feuerwehrtechnischen Aufbau können sämtliche Funktionen eines Fahrzeugs, von den Rundumkennleuchten (Blaulicht) über die Feuerlöschkreislumpe und dem Werfer bis hin zum Lichtmast gesteuert werden. Zudem erhält der Feuerwehrmann Rückmeldungen vom Zustand



Um zu prüfen, ob ein Steuergerät die zu einer bestimmten Frequenz passende Spannung erzeugt, stellt Stefan Zieker die entsprechende Frequenz ein und nimmt parallel Messungen mit einem Oszilloskop vor.

des Fahrzeugs – vom Reifendruck bis zum Füllstand des Wassertanks. Für Einsatzleitwagen, für die verschiedenen Arten von Lösch- und Hubrettungsfahrzeugen sowie für Rüst- und Gerätewagen wurden jeweils eigene Systeme entwickelt. Charakteristisch für Z-Control sind einfache und übersichtlich strukturierte Bedienoberflächen sowie große Tasten, die auch mit Handschuhen zu bedienen sind. Das Bedienfeld ist ohne langwieriges Training intuitiv verständlich. Mit diesen

Eigenschaften wurde Z-Control zur führenden Bedientechnologie in der Branche. Acht Jahre nach Markteinführung fiel die Entscheidung, Z-Control in Kooperation mit BCS weiterzuentwickeln. Dipl.-Ing. (FH) Ingo Boden, Projektleiter und Systemarchitekt bei ZIEGLER, erläutert das neue Ziel: „Bisher wurde an jedem Standort innerhalb der ZIEGLER Gruppe entsprechend nationalen, teils regionalen Standards und individuellen Kundenwünschen eine eigene

Z-Control-Software entwickelt. Unser Ziel war es, die unternehmensweite Software-Entwicklung zu standardisieren, um Entwicklungszeiten und -kosten zu reduzieren.“ Dazu musste ein zentraler Software-Pool geschaffen werden, der den dezentralen ZIEGLER Entwicklern alle Werkzeuge für individuelle Konfigurationen an die Hand gibt. Stefan Zieker weist auf eine zusätzliche Herausforderung hin: „Dabei sollen die Bedienteile jederzeit rasch an neue Anforderungen



Porträt

Ingo Boden

Dipl.-Ing. (FH) Ingo Boden (46) studierte mit einem Praxissemester in Australien an der Jade Hochschule Elektrotechnik. 2002 kam er als Projekt-Ingenieur zu dSPACE GmbH, Paderborn, für die er ab 2006 in Tokio am Aufbau der japanischen Tochtergesellschaft beteiligt war. Seit 2016 ist er Teamleiter für die Software-Entwicklung bei der Albert Ziegler GmbH, Giengen. Er trat bereits 1991 der freiwilligen Feuerwehr bei.



Der Entwicklungsprozess von Z-Control wurde von Anwendungsanalysen sowie diversen internen und externen Testverfahren begleitet. Das System ist jederzeit konfigurierbar, austauschbar und erweiterbar.



Die Bedienelemente sind übersichtlich gestaltet und auch mit Handschuhen regelbar. Der jeweilige Maschinist hat alle relevanten Funktionen im Blick.

angepasst werden können, also einfach neu konfigurier-, austausch- und erweiterbar sein!“ Zieker erinnert sich an den Projektstart: „Die größte Herausforderung für uns stand am Anfang. Fast drei Monate lang haben wir im permanenten Dialog mit dem Kunden die hochkomplexen Anforderungen identifiziert, die die Software erfüllen soll.“ Am Ende der Konzeptionsphase stand die Idee, eine offene Systemarchitektur mit drei Grundkomponenten zu entwickeln: Config-Tool, Framework und Database.

Das ConfigTool ist ein Werkzeug, mit dem sich die Anwendungen auf den unterschiedlichen Steuergeräten individuell konfigurieren lassen. Das Framework ist ein Programmiergerüst, in dessen Rahmen die Entwickler bei ZIEGLER unter Nutzung vorgegebener Entwurfsmuster neue Anwendungen erstellen können. BCS-Spezialist Zieker präzisiert: „Das Framework dient in erster Linie der Modularisierung der Applikations-Software sowie der Hardware-Absstraktion.“ So lässt sich mit dem Framework die Datenübertragung zwischen zwei Steuergeräten, also ihr Input-Output-Verhalten,

auf einfache Weise programmieren. Die dritte Grundkomponente ist eine Systemdatenbank, in der alle Steuergeräte-Konfigurationen abgelegt und verwaltet werden. Mithilfe dieser Database können einzelne Z-Control-Funktionen schnell ausgewählt und zu einer neuen Applikation zusammengefügt werden.

Jedes ZIEGLER Fahrzeug ist ein Unikat

Fünf BCS-Software-Spezialisten sowie Mitarbeiter der Brunel Niederlassung in Ulm, die unter anderem in der Kundenbetreuung unterstützten, waren knapp drei Jahre lang in das Projekt involviert. ZIEGLER Projektleiter Ingo Boden ist vor allem mit der hohen Flexibilität zufrieden, die die neue Software-Architektur bereitstellt: „Damit erfüllen wir den hohen Bedarf unserer Kunden an Individualisierung ohne großen Mehraufwand. Denn im Prinzip ist jedes Fahrzeug, das unsere Produktionshallen verlässt, ein Unikat, weil jeder Kunde, also jede Feuerwehr,

im Detail andere Wünsche hat. Und selbst nach der Auslieferung können wir die auf den Steuergeräten laufenden Applikationen jederzeit an veränderte Anforderungen anpassen.“

Daneben gibt es viele weitere Verbesserungen: Bedienoberflächen und Bedienlogik sind jetzt für alle Fahrzeuge und Geräte identisch. Nur situativ relevante Funktionen sind sichtbar und aktivierbar, alle anderen werden ausgeblendet. Fehlbedienungen erkennt und korrigiert die Software. Zum Simulieren aller möglichen Einsatzszenarien kann das gesamte System in einen Trainingsmodus versetzt werden. Richtungsweisend sind Telematikfunktionen, mit denen in Zukunft Einsatzkräfte, technische Dienste und das ZIEGLER Servicecenter auf alle wichtigen Daten zugreifen können. Damit lässt sich der Zustand von Fahrzeugen und Geräten, wie etwa der Hydraulikdruck oder die Stromversorgung des Lichtmasts, zentral per Ferndiagnose überwachen. Die neue Systemarchitektur soll später auch eine intelligente Datenanalyse ermöglichen, die drohende Fehlfunktionen schon vor dem Totalausfall erkennt, sodass ein rechtzeitiger Austausch möglich ist. Das neue Z-Control, das den Praxistest bestanden hat und ab 2021 in Serie verbaut wird, bringt die Feuerwehrtechnik einen großen Schritt weiter an das Ideal: Dass im Notfalleinsatz alle Systeme einschließlich der Mensch-Maschine-Schnittstelle absolut fehlerfrei funktionieren.



Video:
Der kleinste
Feuerlöscher
der Welt

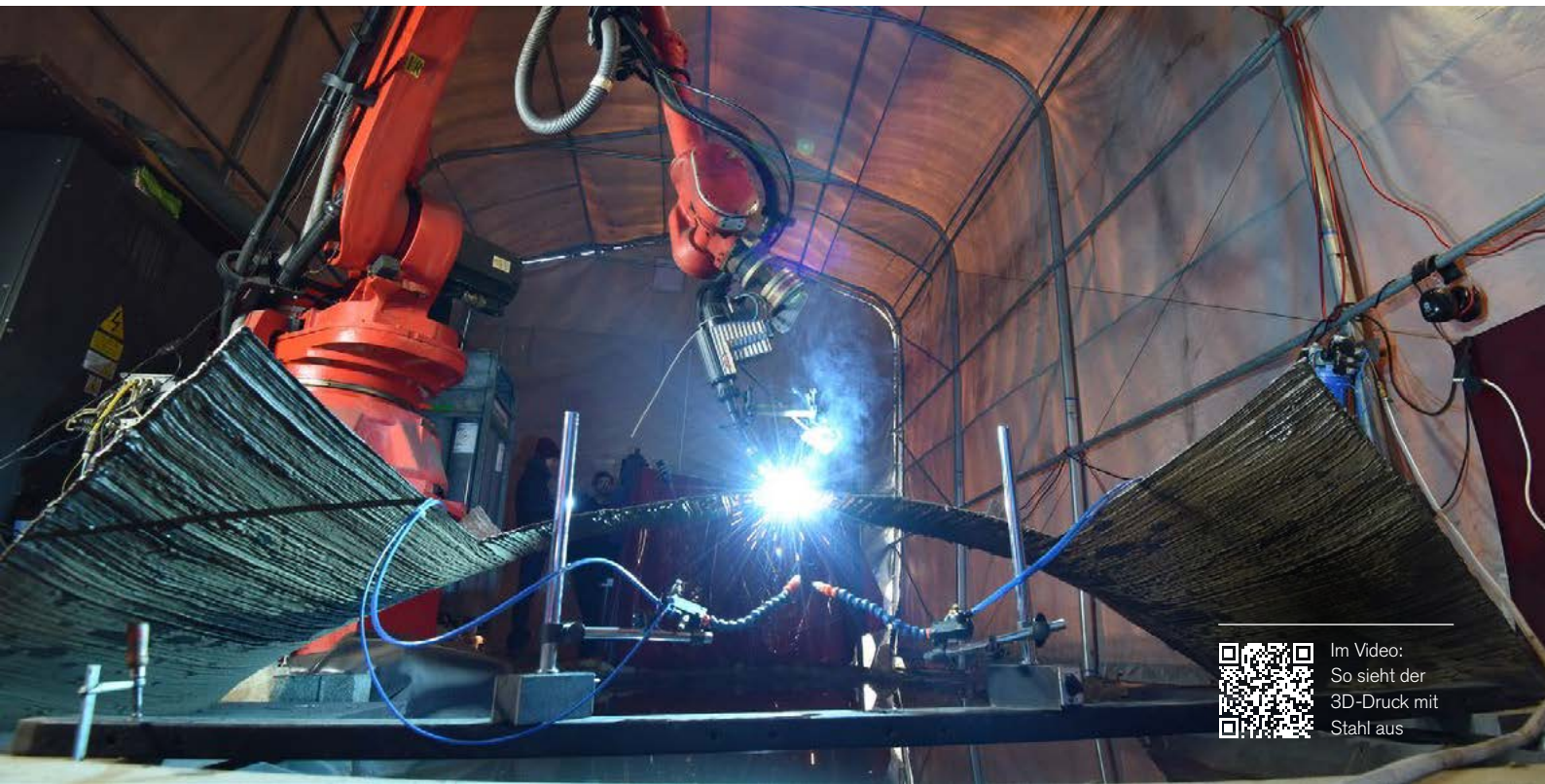
Abgebildet in
Originalgröße

Innovative Methoden zur Brandbekämpfung

Text › Bastian Korte

Der Bedarf an innovativen Löschmethoden ist groß: Autos mit alternativen Antrieben sowie Fotovoltaik- oder Windkraftanlagen stellen Brandbekämpfer vor Aufgaben, die es in dieser Form vor wenigen Jahren noch nicht gab. Zudem suchen Einsatzkräfte, Unternehmen und Forschungseinrichtungen auch mit Blick auf die durch den Klimawandel steigende Waldbrandgefahr nach neuen Lösungen. Als ein Leuchtturmprojekt entsteht derzeit in Dortmund das vom Bundesforschungsministerium geförderte Deutsche Rettungsrobotik-Zentrum, dessen Herzstück „Living Lab“ Anfang 2021 offiziell eröffnet wurde. Ziel der 13 Verbundpartner ist es, gemeinsam an Zukunftstechnologien und der Weiterentwicklung künstlicher Rettungsintelligenz zu forschen. Unter anderem könnten Drohnen künftig den Einsatzkräften vorausereilen, um schon mit dem Löschen zu beginnen oder um sehr schnell ein genaues Lagebild zu erstellen. Auch bodengebundene Robotersysteme könnten schon bald bestimmte Aufgaben

übernehmen – zur Steigerung der Effizienz und zum Schutz der Feuerwehrleute. Die mit Abstand häufigste Brandursache in Deutschland bleibt die Elektrizität, wobei der größte Teil dieser Feuer auf das Konto von Elektrogeräten geht. Um dem entgegenzuwirken, hat die JOB-Unternehmensgruppe mit Sitz in Ahrensburg den nach eigenen Angaben kleinsten Feuerlöscher der Welt entwickelt: die „E-Bulb“. Dabei handelt es sich um Glasampullen, die kleiner sind als eine Euro Münze und die bei einer Umgebungstemperatur von 130 Grad Celsius platzen, wodurch das in ihnen enthaltene Löschmittel – etwa Pulver, Schaum oder Wasser – freigegeben wird. Die Minilöschler sollen Brände noch im Gerät löschen, bevor sie sich ausbreiten, und dabei gleichzeitig die Stromversorgung unterbrechen. In Medienwänden an Flughäfen und in Beatmungsgeräten sind die E-Bulbs schon im Einsatz. Künftig sollen sie auch in Kühlschränken, Kaffeemaschinen und anderen Geräten für mehr Sicherheit sorgen.



Im Video:
So sieht der
3D-Druck mit
Stahl aus

Stahlbrücke aus dem 3D-Drucker

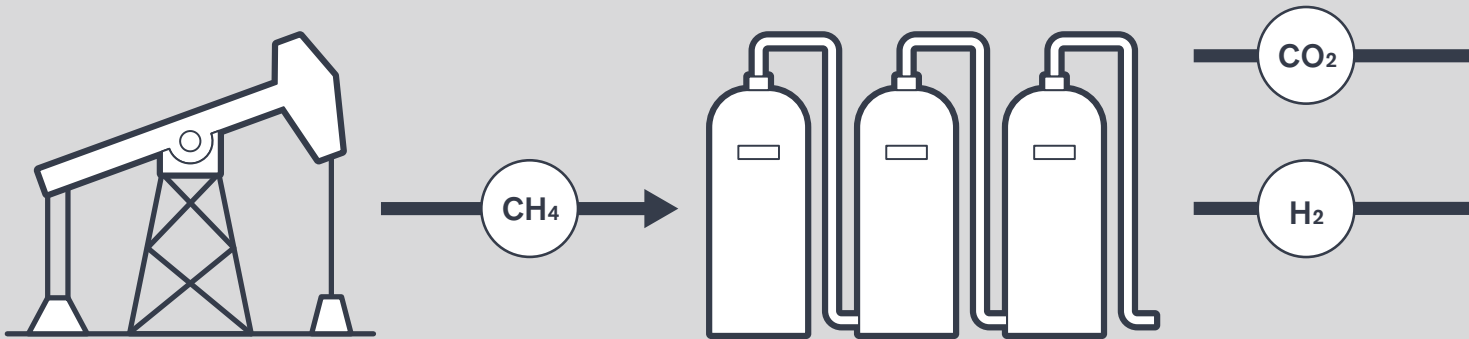
Text › Bastian Korte

Ob bei der Herstellung von Prototypen, der Ersatzteilproduktion oder der Fertigung von individuellen Bauteilen mit komplizierter Geometrie: Der 3D-Druck bietet viele Möglichkeiten und gewinnt in der Industrie immer mehr an Bedeutung. In der Baubranche befindet sich die additive Fertigung noch in der Experimentierphase, doch auch hier ist das Potenzial hinsichtlich Individualisierung und Automatisierung groß. Einen Meilenstein im Bereich Stahlbau haben Forschende der TU Darmstadt gesetzt: Sie entwickelten ein Fertigungsverfahren, das ihnen die weltweit erste Produktion einer Stahlbrücke über ein fließendes Gewässer hinweg ermöglichte. Für das knapp drei Meter lange Pilotprojekt „AM Bridge 2019“ auf dem Campusgelände nutzte das Team die Druckmethode des „Wire and Arc Additive Manufacturing“ (WAAM), die auf dem herkömmlichen Lichtbogenschweißen basiert und bei der die Drahtelektrode als Druckmaterial dient.

Bei bisherigen Forschungsprojekten wurden einzelne Brückenteile vertikal gedruckt, damit das flüssige Schweißgut nicht heruntertropft, und später am Einsatzort zusammengefügt. Das von der TU Darmstadt eingesetzte Verfahren ermöglicht ein Drucken schräg nach oben direkt an Ort und Stelle. Ein entscheidender Punkt: Zwischen den Schweißzyklen des Schweißroboters sorgen bestimmte Pausenzeiten dafür, dass jeder Schweißpunkt ausreichend Zeit zum Abkühlen und Festwerden bekommt. Ob tatsächlich in Zukunft Brücken aus dem 3D-Drucker kommen werden, muss sich zeigen. Die Forschenden haben aber zumindest schon einmal den Beweis erbracht, dass es grundsätzlich möglich ist. Sie sind davon überzeugt: Die Technologie eröffnet für die Konstruktion im Stahlbau völlig neue Perspektiven und ermöglicht es außerdem, einzelne Bauteile jeglicher Größe und Form ressourcenschonend direkt auf der Baustelle zu produzieren.

Von Sibirien in die Welt: Wasserstoff für die Chemieindustrie

Text › Anne-Katrin Wehrmann



Das unterirdisch lagernde Erdgas wird durch Bohrungen nach oben gefördert und über Leitungsnetze verteilt.

Der benötigte Wasserstoff wird wiederum durch den Prozess der Dampf- reformierung von Methan gewonnen.

Für Dmitry Vorobyev war es ein ganz besonderes Projekt: Denn der gebürtige Russe, der seit Anfang 2019 als Projekt- ingenieur für die Brunel Niederlassung München arbeitet, war zwischen Januar und August 2021 in seiner alten Heimat im Einsatz. In dem gemeinsamen von der Brunel GmbH und von Brunel Russia betreuten Projekt unterstützte er im Westen Sibiriens den Aufbau einer modernen Anlage zur Herstellung von Wasserstoff. Zu seinen Aufgaben gehörten die Begleitung der Inbetrieb- nahme und des Inangansetzens der Anlage sowie die Schulung der später mit der Pro- duktionsstätte arbeitenden Mitarbeiter des Brunel Kunden, eines weltweit agierenden Konzerns.

„Die Hauptherausforderung für mich war der Zeitdruck: Es gab viele Themen, die sehr schnell geklärt werden mussten, um alle Timings einhalten zu können“, blickt Vorobyev zurück. „Hierzu war ich mit vielen

unterschiedlichen Abteilungen unseres Kunden im Austausch.“ Die Anlage befindet sich auf dem Gelände einer russischen Düngemittel-Fabrik und produziert dort per Dampf- reformierung Wasserstoff, der zur Herstel- lung von Caprolactam benötigt wird. „Die neue Wasserstoffeinheit wird einen ent- scheidenden Beitrag dazu leisten, die Pro- duktionskapazitäten der Fabrik deutlich zu steigern“, erläutert Vorobyev, den an der Wasserstoffherstellung besonders die Arbeit mit komplexem und teurem Equipment fas- ziniert: „Ich weiß, wie damit umzugehen ist – das finde ich spannend.“ Nach Aussage des Projekt- ingenieurs handelte es sich hierbei um eine lange bewährte und verlässliche Technologie, welche die Energie von Koh- lenwasserstoffen auf besonders wirksame Weise nutzt. Darüber hinaus sei die Einheit im Vergleich mit anderen Anlagen gleicher Leistung sehr kompakt. Brunel ist im Feld dieser Technologie weltweit unter anderem

beim Erstellen technischer Konzepte, Durch- führen von Funktionskontrollen oder bei der Übernahme von Projektplanungen für ent- sprechende Anlagen aktiv.

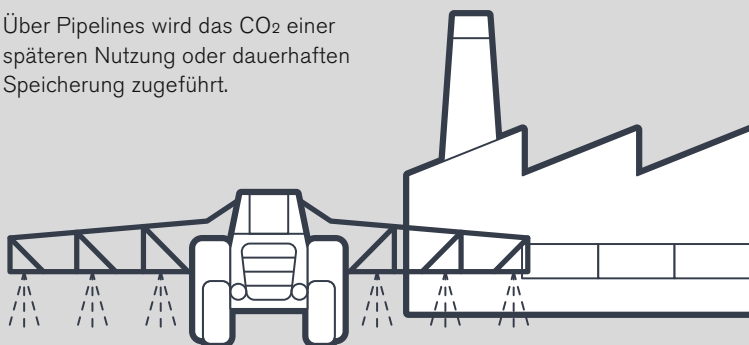
In Russland stellt das Projekt, an dem Dmitry Vorobyev mitgewirkt hat, den Startschuss für eine Reihe vieler weiterer im Bereich der Wasserstoffproduktion dar. Denn die rus- sische Wasserstoffindustrie ist auf Wachs- tumskurs: „Angesichts des Potenzials Rus- lands und der geografischen Nähe zu vielversprechenden Exportmärkten ist das gesteigerte globale Interesse an Wasser- stoff zur Produktion einer breiten Palette an Chemikalien eine große Chance für die russische Industrie“, betont Vorobyev. Es sei deswegen davon auszugehen, dass die Zahl der Wasserstoffprojekte in Russland in den kommenden Jahren steigen werde – zusam- men mit dem Bedarf an speziellen Experten in diesem Bereich.



Porträt Dmitry Vorobyev

Dmitry Vorobyev (38) studierte an der Moskauer Universität für Feinchemie. Nach seinem Abschluss als Ingenieur für Chemie und Technologien hochmolekularer Verbindungen, den er 2008 erwarb, war Vorobyev als Chemie- und Verfahreningenieur tätig. Insbesondere arbeitete er dabei mit Wasserstoff- und Ammoniakproduktionstechnologien. Seit Januar 2019 arbeitet er bei der Brunel Niederlassung in München.

Über Pipelines wird das CO₂ einer späteren Nutzung oder dauerhaften Speicherung zugeführt.



Der Wasserstoff wird für verschiedene Zwecke in der chemischen sowie in der Öl- und Gasindustrie genutzt.



Bei Brunel Russia arbeiten mehr als **800 Mitarbeiter** für Unternehmen aus den Branchen:

- Öl und Gas
- Metall und Bergbau
- Future Mobility
- Erneuerbare Energien
- Life Sciences
- Infrastruktur

„E-Health bringt riesige Vorteile“

Moderne Informations- und Kommunikationstechnologien lassen sich in der Medizin vielfältig nutzen, um die Behandlungs- und Betreuungsprozesse von Patienten zu unterstützen. In Deutschland nimmt das Thema Electronic Health gerade Fahrt auf: Das berichtet Dr. Cord Schlötelburg, Experte für diesen Fachbereich beim Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE).

Text › Anne-Katrin Wehrmann

Herr Dr. Schlötelburg, wie definieren Sie den Begriff Electronic Health?

Eine verbindliche Definition gibt es nicht: E-Health ist eher ein Sammelbegriff, den man im engeren und im weiteren Sinn verwenden kann. Im weiteren Sinne würde ich darunter alle elektronischen oder digitalen Technologien, Komponenten und Hilfsmittel fassen, die sich zur Verbesserung der medizinischen Versorgung nutzen lassen. Da gibt es ganz viele Beispiele, von der elektronischen Gesundheitskarte über Kommunikations-Software für Online-Sprechstunden bis hin zum Implantat, das dem behandelnden Arzt elektronische Daten zur Verfügung stellt. Mit E-Health im engeren Sinne ist üblicherweise die Telematik-Infrastruktur gemeint, die möglichst alle Beteiligten im Gesundheitssystem sicher miteinander vernetzen soll: Jemand geht zum Arzt, bekommt etwas

verschrieben und das Rezept ist zum Beispiel elektronisch verfügbar. So erreicht diese Information gleichzeitig alle Stellen, für die sie relevant ist. Letztlich geht es um das Erheben, den Transfer und die intelligente Nutzung medizinischer Daten.

Wo steht Deutschland in Bezug auf die Kombination von Informations- und Kommunikationstechnologien mit Medizin im weltweiten Vergleich?

Da stehen wir sicher nicht auf den Spitzenplätzen, wenn wir vergleichbare Industrienationen betrachten. Als Vorzeigebispiele gelten Kanada und Dänemark, wo die Politik frühzeitig gesetzliche Grundlagen geschaffen hat, die besser gewirkt haben als bei uns. Das führt dazu, dass sich E-Health nun im dortigen Gesundheitswesen durchsetzt – zumal die beteiligten Akteure die Vorteile

sehen. Das gilt sowohl für die Patienten als auch für das medizinische Personal und die Einrichtungen im Gesundheitssystem.

Es braucht mit Blick auf die gesetzgeberische Ebene geeignete Player, die das Ganze umsetzen. In vielen Ländern ist das üblicherweise eine leitende Behörde. In Deutschland läuft es anders, weil wir hier die Selbstverwaltung mit den jeweiligen Organen wie gesetzliche Krankenkassen und Kassenärztliche Vereinigungen haben. Wenn es da nicht auf allen Ebenen entsprechende Anreize gibt, eine Neuerung umzusetzen, kann es schon mal länger dauern.

Wurden oder werden in Deutschland in Bezug auf E-Health Chancen vertan oder Trends nicht erkannt?

Ich glaube schon, dass alle Seiten früh die technischen Möglichkeiten und deren



Porträt Cord Schlötelburg

Dr. Cord Schlötelburg (50) hat an der Charité – Universitätsmedizin Berlin im Fachgebiet molekulare Mikrobiologie promoviert. Seine berufliche Laufbahn startete er als Consultant mit den Schwerpunkten Innovationsmanagement und Technologiebewertung in der Medizintechnik. 2009 wechselte er zum VDE. Dort leitet er seit Juli 2020 den neu gegründeten Geschäftsbereich VDE Health, der sich mit Gesundheitstechnologien und Medizinprodukten befasst.



Auf dem Tablet analysieren Ärzte MRT-Scans eines Gehirns. Das für diesen Einsatz konzipierte Tablet erleichtert den Austausch im Team: Es ist leicht und dadurch mobil, robust und somit resistent, etwa gegen Desinfektionsmittel, und leistungsfähig.

Vorteile gesehen haben. Aber es ist nicht gelungen, das Thema E-Health mit den Akteuren, Strukturen und Anreizsystemen in unserem Gesundheitswesen zügig auf den Weg zu bringen. Außerdem ist in den vergangenen Jahren nicht ausreichend ins Gesundheitssystem investiert worden – insbesondere auch in die Geräte- und IT-Infrastruktur. Zuletzt ist allerdings mehr Tempo in die Sache gekommen, unter anderem durch neue gesetzliche Regelungen wie das Krankenhauszukunftsgesetz, das Digitale-Versorgung-Gesetz oder das

Patientendaten-Schutz-Gesetz. Patienten haben seit Anfang 2021 unter anderem die Möglichkeit, eine elektronische Patientenakte zu erhalten, mit der zum Beispiel elektronische Rezepte und Medikationspläne verfügbar sind. Das sind wichtige Schritte und ich bin guter Hoffnung, dass es jetzt schneller vorangeht.

Welche Vorteile bietet E-Health sowohl Patienten als auch Ärzten?

Ein riesiger Vorteil ist, dass medizinische Daten fließen und durchgängig allen

Beteiligten zur Verfügung stehen, zum Beispiel den verschiedenen behandelnden Ärzten. Das erleichtert die Behandlungs- und Betreuungsprozesse und ist damit gut für die Patienten. Ein zweiter Punkt, und da geht es dann Richtung Telemedizin: Arzt und Patient müssen nicht mehr am selben Ort sein. Gerade in ländlichen Regionen, die in Bezug auf bestimmte Qualifikationen unterversorgt sind, können Fernbehandlungen eine große Hilfe sein. Das betrifft die klassische Video-Sprechstunde beim Hausarzt, aber auch den Austausch von Medizinern

untereinander, wenn es zum Beispiel um fachärztliche Diagnosen oder Therapieempfehlungen geht.

Können Sie zwei konkrete Beispiele nennen?

Ein Klassiker ist der Radiologe, der sich Bilddaten anschaut und sich hierzu nicht an Ort und Stelle der Datenerhebung aufhalten muss. Bei entsprechender Telematik-Infrastruktur lassen sich die Ergebnisse der Auswertung an den behandelnden Arzt oder die behandelnde Ärztin transferieren, wo dann eine Diagnose erstellt wird. Ein anderes Beispiel: Die Bevölkerung wird immer älter, und damit steigt das Vorkommen von chronischen Erkrankungen wie Herzinsuffizienz. Wenn betroffene Patienten über einen telemedizinischen Dienst mit einer ärztlichen Leitzentrale verbunden sind, kommt diese vielleicht zu dem Ergebnis, dass ein Krankenhaus-Aufenthalt zunächst nicht erforderlich ist. Das spart erstens Kosten, entlastet zweitens die Krankenhäuser vor dem Hintergrund des Fachkräftemangels und ermöglicht es drittens den Patienten, im vertrauten Umfeld zu bleiben.

Welche Schritte müssen jetzt gemacht werden, um E-Health in Deutschland voranzubringen?

Mit den genannten Gesetzen wurden gute und sinnvolle Weichen gestellt. Nun muss die Standardisierung von Daten vorangetrieben werden: Wir brauchen dringend Festlegungen hinsichtlich dieser Standards, sonst lassen sich die Daten nicht sinnvoll austauschen und auswerten. Mit Blick auf die Einführung der elektronischen Patientenakte wäre es aus meiner Sicht auch wichtig, die Werbetrommel zu rühren und die Menschen aktiv zum Mitmachen zu bewegen. Die Kernherausforderung wird aber nach wie vor die Telematik-Infrastruktur sein, die gerade final ausgebaut wird: Bis Ende 2020 wurden die benötigten Konnektoren

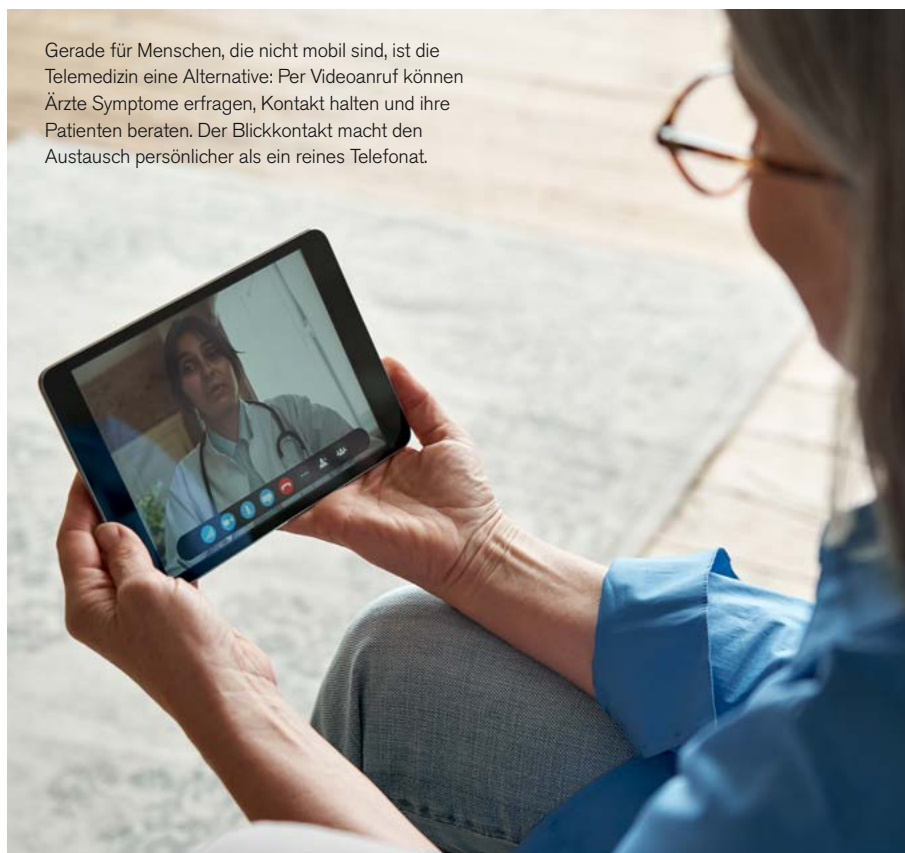
eingebaut, die die Datenanbindung technisch ermöglichen. Die Telematik-Infrastruktur muss direkt funktionieren, ohne dass zum Beispiel das Netz zusammenbricht oder durch Hacker kompromittiert wird. Und nicht zuletzt müssen wir einen Weg finden, wie Forschung und Entwicklung die gesammelten Daten nutzen können, um die Medizintechnik weiter voranzubringen.

Wo sehen Sie den Bereich E-Health in Deutschland in fünf Jahren?

Bis dahin werden die Menschen mitbekommen haben, dass die Einrichtung der Telematik-Infrastruktur eine elektronische

Patientenakte, ein elektronisches Rezept und einen elektronischen Medikationsplan ermöglicht. Die Arbeitsunfähigkeitsbescheinigung muss nicht mehr per Post verschickt werden, der Arztbrief wird nicht mehr gefaxt. Wenn die Patienten merken, wie praktisch das alles ist, werden wir hier einen Schub erleben und das Thema E-Health wird sich besser entwickeln. Ich bin optimistisch, dass all dies in fünf Jahren plastisch erfahrbar ist und wir bis dahin eine größere Akzeptanz erleben – auch für weitere Möglichkeiten, die der Bereich E-Health bieten kann.

Vielen Dank für das Gespräch.



Gerade für Menschen, die nicht mobil sind, ist die Telemedizin eine Alternative: Per Videoanruf können Ärzte Symptome erfragen, Kontakt halten und ihre Patienten beraten. Der Blickkontakt macht den Austausch persönlicher als ein reines Telefonat.



Antoni van Leeuwenhoek

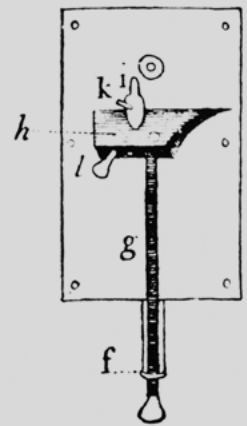
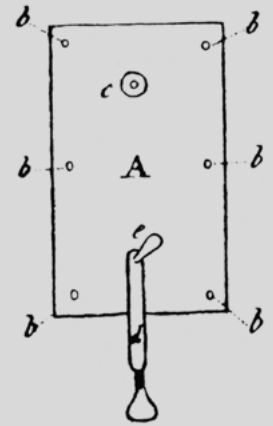
Mit dem Mikroskop in eine neue Welt

Während viele seiner Zeitgenossen die damals neu entwickelten optischen Instrumente wie Fernrohre nutzten, um ferne Himmelskörper zu beobachten, erforschte er das Unbekannte in seinem direkten Umfeld: Der niederländische Tuchhändler Antoni van Leeuwenhoek gilt als Begründer der Mikrobiologie. Mit seinen selbst gebauten Mikroskopen erreichte er Vergrößerungen, die alles bis dahin Bekannte übertrafen.

Text › Anne-Katrin Wehrmann

Das 17. Jahrhundert ist in den Niederlanden noch heute als „Goldenes Zeitalter“ bekannt. Der internationale Handel florierte, Städte und Häfen wuchsen, mit der wirtschaftlichen Blüte ging eine kulturelle einher. Wegen der dort herrschenden Religionsfreiheit kamen zahlreiche Schriftsteller und Gelehrte ins Land, um frei publizieren und lehren zu können. In diese Zeit des Wohlstands und der Liberalität wurde Antoni van Leeuwenhoek (1632–1723) in Delft als Kind eines Korbmachers und der Tochter eines Bierbrauers geboren. Schon früh interessierte er sich für Mathematik und Physik, ging aber im Alter von 16 Jahren auf Wunsch seiner Mutter nach Amsterdam,

um sich zum Tuchhändler ausbilden zu lassen. Sechs Jahre später kehrte er in seine Heimatstadt zurück, wo er ein Haus kaufte, heiratete und einen Tuchladen eröffnete. Da der Tuchhandel damals in den Niederlanden ein starker Wirtschaftsfaktor war, waren die ökonomischen Aussichten für den jungen van Leeuwenhoek ausgezeichnet. Hinzu kam, dass der Tuchhändler bei seinen Mitmenschen aufgrund seiner klugen und zuverlässigen Art großes Ansehen genoss und im Laufe der Jahre wichtige Ämter ansammelte: So nahm er die Stelle eines Kammerherrn im Delfter Rat an, wurde als Landvermesser zugelassen und schließlich auch zum Eichmeister für alkoholische



Die älteste überlieferte Zeichnung eines Leeuwenhoek-Mikroskops aus dem Jahr 1753. Alle Mikroskope, die Leeuwenhoek der Royal Society, der 1660 gegründeten britischen Gelehrtenesellschaft, zur Wissenschaftspflege, vermacht hatte, entsprachen diesem Typ. Oben ist die dem Auge zugewandte Seite zu sehen, unten die Präparatseite mit der Präparathalterung.



Porträt Timo Mappes

Prof. Dr.-Ing. Timo Mappes (45) schloss sein Studium des Maschinenbaus 2003 an der Universität Karlsruhe ab. Dort promovierte er anschließend mit einer experimentellen Arbeit zur Mikrostrukturtechnik. 2006 war er Mitglied des Kernteams für den Zusammenschluss von Universität und Forschungszentrum Karlsruhe zum Karlsruhe Institut für Technologie (KIT). Nach Gastprofessuren in Dänemark und Frankreich wechselte er 2012 zur Carl Zeiss AG. Hier führte er schließlich die globale Forschung und Entwicklung der Brillengläser mit gut 200 Beschäftigten auf vier Kontinenten und verantwortete das IP-Portfolio. Mitte 2018 wurde er als Professor für Geschichte der Physik an die Friedrich-Schiller-Universität Jena berufen, wo er zugleich als Gründungsdirektor des neu entstehenden Deutschen Optischen Museums (D.O.M.) fungiert. In den vergangenen zwei Jahrzehnten hat sich Mappes aus persönlichem Interesse in der Dokumentation und Wissenschaftsgeschichte des Mikroskopbaus einen hervorragenden Ruf durch unterschiedliche Formen der Veröffentlichung erarbeitet.

Getränke ernannt. Die früh gewonnene finanzielle Unabhängigkeit nutzte Antoni van Leeuwenhoek, um mit großer Leidenschaft seinem liebsten Hobby nachzugehen: der Mikroskopie. „Angefangen hat alles wahrscheinlich damit, dass er einen Fadenzähler bauen wollte – also eine Art Vergrößerungsglas, mit der sich die Dichte und Qualität von Webstoffen untersuchen lässt“, erläutert Dr.-Ing. Timo Mappes, Professor

für Geschichte der Physik an der Friedrich-Schiller-Universität Jena und Gründungsdirektor des dortigen Deutschen Optischen Museums. „Das mit diesem kleinen Instrument zu Sehende muss ihn so fasziniert haben, dass er von da an eine echte Passion für dieses Thema entwickelt hat.“

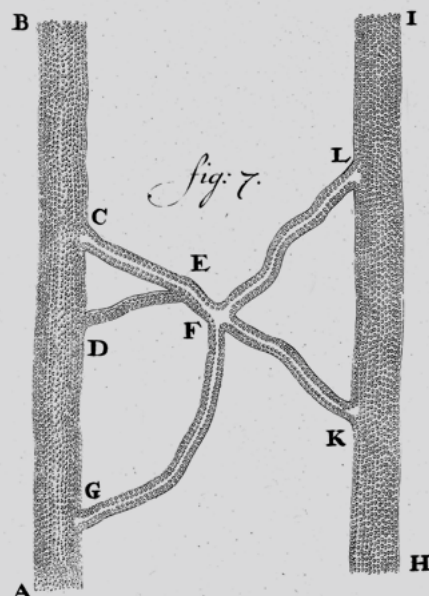
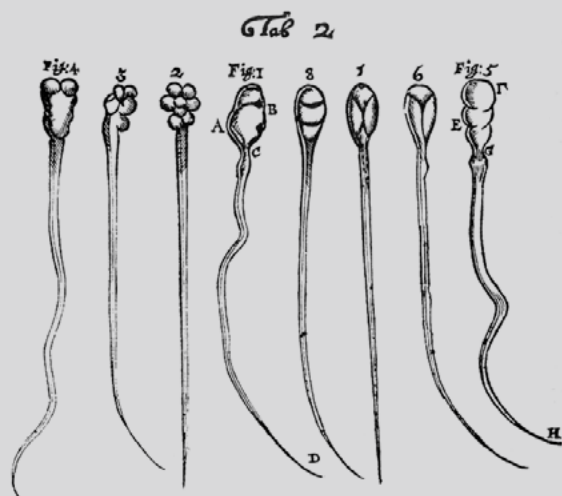
Die Fernrohre und Mikroskope des 17. Jahrhunderts waren meist aus zwei oder mehr Linsen aufgebaut. Da das Glas nicht

homogen genug hergestellt werden konnte, waren die Abbildungen meist verzerrt. Zudem wiesen die erzeugten Bilder oft deutliche Farbänderungen auf. Van Leeuwenhoek entwickelte nun ein Gerät, das lediglich aus einer in zwei Metallplatten eingeschlossenen Kugellinse bestand. Er befasste sich intensiv mit der Linsenschleiferei und perfektionierte sie, wodurch er schließlich eine mindestens 270-fache Vergrößerung erreichte. Damit stellte er alle bisherigen Mikroskope in den Schatten und gewann Einblicke in eine Welt, die vor ihm noch niemand gesehen hatte. „Er war es, der die ersten Bakterien gezeichnet und viele andere Mikroorganismen als Erster beschrieben hat“, macht Mappes deutlich. „Damit hat er die Basis dafür geschaffen, dass nachfolgende Generationen auf diese Themen aufmerksam wurden und schließlich Zusammenhänge verstehen konnten.“

Briefwechsel mit Zar Peter dem Großen

Als Laie hatte van Leeuwenhoek keine wissenschaftliche Bildung und beherrschte keine Sprachen außer Niederländisch. Dennoch gelang es ihm, sich mit seiner Arbeit international großen Respekt zu verschaffen. So teilte er seine Beobachtungen in mehreren hundert Briefen der renommierten Gelehrten-Gesellschaft Royal Society in London mit, die seine Aufzeichnungen ins Lateinische übersetzte und ihn 1680 sogar als Mitglied aufnahm. Darüber hinaus korrespondierte er mit vielen Persönlichkeiten seiner Zeit, von denen einige ihn auch in Delft besuchten – unter anderem Zar Peter der Große, die englische Königin Maria II. sowie Gottfried Wilhelm Leibniz.

Auf welche Weise er seine Apparate herstellte, daraus machte der Autodidakt Zeit seines Lebens ein Geheimnis. Warum er das tat, ist bis heute nicht bekannt. Fest steht, dass ihre Handhabung im Vergleich zu heutigen Mikroskopen viel Übung erforderte. „Man hielt sich die Metallplattenkonstruktion vor das Auge und blickte durch ein weniger als zwei Millimeter großes Loch,



Antoni van Leeuwenhoek war ein talentierter Zeichner, der seine Beobachtungen auf diese Weise für die Nachwelt festhielt. Die Abbildung links zeigt eine Zeichnung von Spermatozoen verschiedener Säugetiere aus dem Jahr 1677. Diese spektakuläre Entdeckung von van Leeuwenhoek belegte, dass die Spermatozoen von Säugetieren ähnlich sind. Rechts zu sehen sind 1719 von van Leeuwenhoek beobachtete und gezeichnete Blutgefäße mit den Blutkörperchen darin.

in dem die Kugellinse gefasst war“, erläutert Prof. Mappes. „Auf der anderen Seite war das zu untersuchende Objekt auf einer Nadelspitze platziert, die sich mithilfe einer Gewindestange wie eine Schraube bewegen ließ. Durch den Abstand zur Linse wurde die Schärfe mittels einer zweiten Schraube eingestellt.“ Da van Leeuwenhoek offenbar für jedes Präparat ein eigenes Gerät baute, sind in seiner Werkstatt nachweislich mehr als 500 Mikroskope für unterschiedliche Anwendungen entstanden.

Während er zunächst noch wahllos alles untersuchte, was ihm vor die Linse kam, stieg Antoni van Leeuwenhoek mit der Zeit immer tiefer in die gezielte Naturforschung ein und hielt gewissenhaft schriftlich fest, was er sah. Zu jener Zeit war noch die Theorie der Spontanzeugung verbreitet, laut der bestimmte kleine Lebewesen aus

Staub entstehen können. Van Leeuwenhoek vermutete, dass dies falsch sei, und teilte seine Erkenntnisse. Er war der Erste, der die unkontrollierten Bewegungen von Spermien und roten Blutkörperchen beschrieb. Und auch die Beobachtung, dass sich die von ihm so benannten kleinen „Tierchen“ (Bakterien) in seinem Zahnbelag nicht mehr bewegten, wenn er sie mit Essig behandelte, war spektakulär. „Er hat zwar viele Zusammenhänge noch nicht verstanden“, erläutert Mappes. „Seine empirische Herangehensweise hat ihn aber erkennen lassen, dass es im Kleinen unendlich viel zu entdecken gibt. Und dem ist er auf die Spur gegangen.“

Nur noch knapp ein Dutzend der Mikroskope, die van Leeuwenhoek herstellte, sind heute als erhalten bekannt. Vier davon befinden sich im Museum Boerhaave in Leiden, zwei im Deutschen Museum in München, die

übrigen in anderen Museen oder in Privatbesitz. „Es hat hundert Jahre gedauert, bis es Geräte mit einer vergleichbaren Auflösung gab und sich seine Beobachtungen in der Breite reproduzieren ließen“, macht Prof. Mappes deutlich. Man könne dem Niederländer vielleicht ankreiden, dass er sein Wissen um die Herstellung seiner Mikroskope nicht ausführlicher und detaillierter schriftlich geteilt habe. „Aber wie er den Mikrokosmos in seinem unmittelbaren Umfeld entdeckt und beschrieben hat, das war herausragend.“

Eine Idee, worum es hier geht?



Golden glänzt der Edelstahl im Inneren zweier kubischer Kammern. Doch was geschieht seit 2018 in diesen über 1.700 Kubikmeter umfassenden Würfeln auf je zwölf Meter Länge? Vereinfacht gesagt geht es hier um die ganz großen Fragen, etwa die Entstehung des Universums und dessen Zusammensetzung. Konkret erforschen die Physiker am CERN mittels Teilchenbeschleuniger die

schwer nachweisbaren und elektrisch neutralen Neutrinos. Sie entstehen unter anderem bei Kernreaktionen und durchdringen jegliche Materie, mit der sie aber nur selten in Wechselwirkung treten. Es gilt: Je dichter das Material und je größer dessen Atomkerne, desto höher die Wahrscheinlichkeit zum Zusammenstoß von Atomkernen und Neutrinos. Die hierbei ausgelöste Reaktion setzt Elektronen

frei – diese wollen die Wissenschaftler identifizieren, um mehr über die Neutrinos zu erfahren. Hierfür wird das Edelgas Argon in den Kammern auf -184 Grad Celsius abgekühlt und in den Flüssigzustand versetzt, da sich Elektronen so unter größtmöglicher Dichte ausbreiten können.

Wer hat's erfunden? Der Schleudersitz

Text › Elisabeth Stockinger

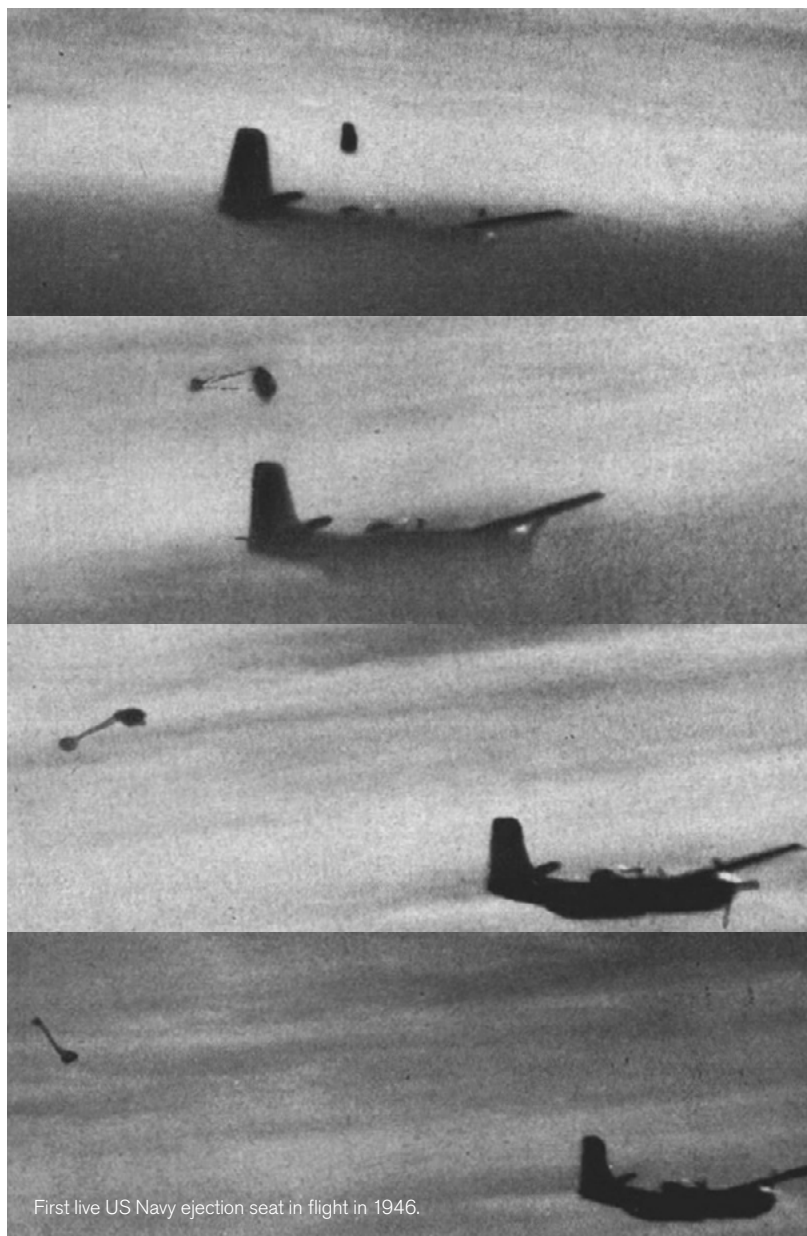
Bereits als junger Mann interessierte sich Anastase Dragomir, 1896 als sechstes Kind seiner Familie im rumänischen Brăila geboren, für die Luftfahrt und die damit einhergehenden Herausforderungen. Fasziniert von Flugzeugen und der dahintersteckenden Technik, beschäftigte ihn besonders die Sicherheit der Insassen. Daher entwickelte er ein Schleudersystem, das Piloten und Passagiere im Falle eines Unfalls aus der Maschine katapultieren sollte.

Da die rumänische Armee seinen für die damalige Zeit gewagten Vorschlag einer „fallschirmgetriebenen Zelle“ ablehnte, arbeitete er in Frankreich in mehreren Flugzeugfabriken und perfektionierte seine Erfindung. 1928 meldete er sie in Frankreich zum Patent an, das er zwei Jahre später nach erfolgreichen Versuchen mit Testpuppen erhielt. 1950 folgte das rumänische Patent und 1960 – sechs Jahre vor seinem Tod – ließ Dragomir zudem in seiner Heimat ein mit Auswurfkabinen ausgestattetes Transportflugzeug patentieren. Ob er mit seinen Erfindungen reich wurde, ist nicht bekannt.

Das deutsche Flugzeugbauunternehmen Heinkel entwickelte Dragomirs Idee ab 1938 weiter: Die erste Maschine mit serienmäßig eingebautem Schleudersitz war der im Zweiten Weltkrieg eingesetzte Nachtjäger Heinkel He 219. Auch die britische Martin-Baker Aircraft Company, aktuell führender Hersteller der Rettungssysteme, verbesserte Dragomirs Erfindung. Wurden die ersten Schleudersitze noch mit Pressluft angetrieben, werden sie mittlerweile von Raketen aus dem Flugzeug geschossen. Nach Unternehmensangaben haben die Martin-Baker-Schleudersitze bis heute rund 7.500 Piloten das Leben gerettet.



Anastase Dragomirs Porträt ziert eine Briefmarke des rumänischen Verlags Romfilatelia. Sie ist Teil der Serie „Rumänien – Weltpremierer“. Auf der Marke zu sehen ist zudem ein Martin-Baker-Schleudersitz.



First live US Navy ejection seat in flight in 1946.



Gut zu erkennen:
die Wabenstruktur
der smarten Brille

Smarte Sonnenbrille

Text › Elisabeth Stockinger

Während der Fahrt auf regennasser Straße kommt plötzlich die Sonne durch die Wolken und verwandelt die gesamte Fahrbahn in eine gleißende Oberfläche: eine Situation, mit der wohl jeder Autofahrer schon einmal konfrontiert war. Adrien Jathe erlebte genau das vor vier Jahren als Beifahrer im Wagen seiner Eltern – und hatte in diesem Moment eine Idee, die mittlerweile weltweit für Aufmerksamkeit sorgt. „Mein Vater und alle anderen rasten quasi blind über die Autobahn“, erinnert sich der heute 19-Jährige. „Da wurde mir klar: Es braucht eine Sonnenbrille, die gezielt nur die blendenden Lichtquellen abdunkelt, aber nicht das Navi und die Armaturen.“ Der damalige Schüler, der sich selbst als zielorientiert, neugierig und hoch motiviert beschreibt, begann zu tüfteln: in seinem Zimmer zu Hause, dessen eine Hälfte er zu einem Labor umfunktioniert hat. Dort entwickelte Jathe Schritt für Schritt eine intelligente Brille, deren Struktur aus vielen nebeneinanderliegenden

Sechsecken besteht. Die einzelnen Waben sind mit transparenten organischen Solarzellen sowie Flüssigkristallzellen gefüllt. Fällt nun Licht in einige der Sechsecke, erzeugen die jeweiligen Solarzellen Spannung und verdunkeln die Flüssigkristallzellen in weniger als 100 Millisekunden: So wird blitzschnell nur der Sichtbereich abgedunkelt, aus dem die Lichtquelle stammt. „Die Brille kommt für den privaten Gebrauch infrage, aber auch als Pilotenbrille gegen Laserpointer-Angriffe oder als Schweißbrille in der Industrie“, meint Adrien Jathe.

Dass er die Fachwelt mit seiner „Flashade“, ein Wortspiel aus den Begriffen Flash = Blitz und Shade = Schatten, begeistert, wird an den vielen Preisen deutlich: vom vierten Platz beim Bundeswettbewerb „Jugend forscht“ über mehrere erste Plätze beim chinesischen naturwissenschaftlichen Wettbewerb „CASTIC“ sowie beim Jugendwettbewerb „Intel International Science and Engineering

Fair“ in den USA bis hin zu einer Einladung zur Nobelpreis-Verleihung in Stockholm. Um seine Idee in die Praxis umsetzen zu können, las er etliche Patentschriften und Veröffentlichungen und führte Gespräche mit Fachleuten aus unterschiedlichen Technologiefeldern. Mittlerweile hat er Forschungsinstitute, Unternehmen und Brillenhersteller an seiner Seite, die ihn bei der weiteren Entwicklung unterstützen. Ein Patent für seine Erfindung hat Adrien Jathe schon angemeldet. Zwar trägt er selbst schon einige Modelle der Brille, er arbeitet aber noch an einem endgültigen Prototyp: Bei diesem soll die Größe der Sechsecke noch so stark verkleinert werden, dass sie für das Auge nicht mehr wahrzunehmen sind. Angesichts der Zielstrebigkeit des 19-Jährigen ist davon auszugehen, dass ihm auch das gelingen wird. Und dann kann seine innovative Brille, die es auch mit Sehstärken geben soll, so richtig durchstarten.

Impressum

Redaktionsanschrift

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

Herausgeber und Erscheinungsweise

Brunel GmbH / 1 Ausgabe pro Jahr, Auflage
 5.500 Stück

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

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

Redaktion

DIALOG Public Relations, Bremen

Gestaltung

GfG / Gruppe für Gestaltung GmbH,
 Bremen

Lektorat

Textgärtnerei®, Bremen

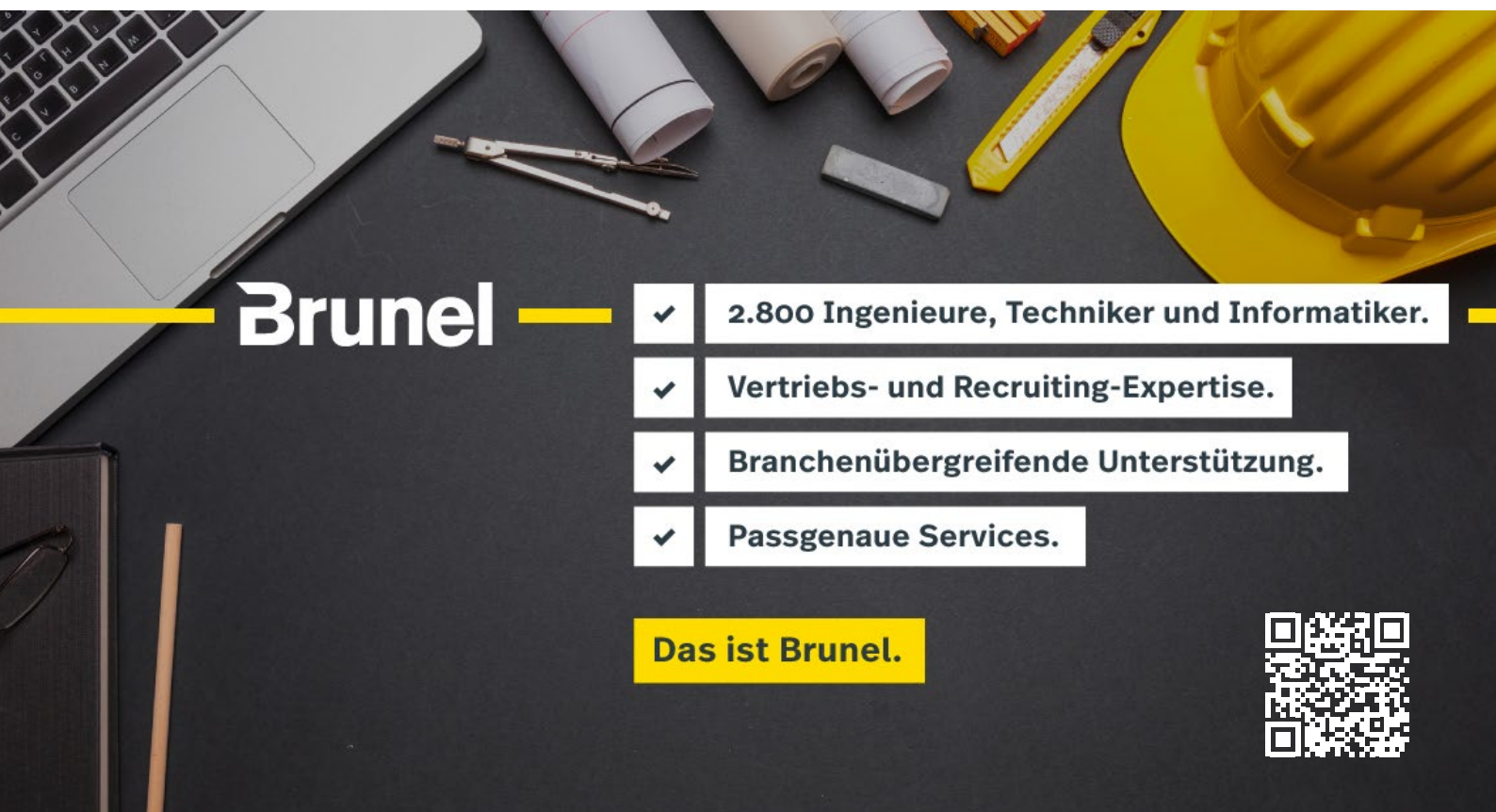
Druck

Druckerei Girzig + Gottschalk GmbH,
 Bremen

Fotografie (Copyrights)

Thomas Kleiner (Umschlag, S. 5 links,
 S. 29–31, S. 42–43), Brunel GmbH (S. 3,
 S. 15 rechts, S. 61), Robert Bosch GmbH /
 Daimler AG (S. 4 links oben, S. 6–7),
 Liliium GmbH (S. 4 links unten, S. 16 links
 oben), Tamara Bogenreuther (S. 4 rechts,
 S. 35 rechts), CERN / Maximilien Brice
 (S. 5 rechts, S. 58), Zukunftsinstitut (S. 8–9),
 Claus Habiger (S. 10 links), Bundesverband
 CarSharing e. V. (S. 10–11), GfG / Gruppe
 für Gestaltung GmbH (S. 12–13, S. 27 unten,
 S. 48–49), iStock (S. 14–15, S. 28, S. 34,
 S. 46, S. 52–53), Siemens Mobility (S. 16
 links unten), Westcon Group AS (S. 17),
 Robert Strehler (S. 18–19, S. 21), my Boo
 GmbH (S. 20), Emrod (S. 22–25), Volker

Steger / Science Photo Library (S. 26 links),
 UMass Amherst / Yao and Lovley labs (S. 26
 rechts), John Solem (S. 27 oben), Porsche
 Classic (S. 32–33), Volvo Car Group, Corpo-
 rate Communications (S. 36–39), Albert
 Ziegler GmbH (S. 40–41, 44–45), Ingo
 Boden (S. 44 links oben), Claus Völker
 (S. 47), Dmitry Vorobyev (S. 49 rechts oben),
 VDE / Uwe Nölke (S. 50–51), The History
 Collection / Alamy Stock Photo (S. 54),
 Wikimedia Commons (S. 55, S. 59), Anne
 Günther / FSU (S. 56), ARCHIVIO GBB /
 Alamy Stock Photo (S. 57 links), Science
 History Images / Alamy Stock Photo (S. 57
 rechts), Christoph Boeckheler (S. 60)



Brunel



2.800 Ingenieure, Techniker und Informatiker.



Vertriebs- und Recruiting-Expertise.



Branchenübergreifende Unterstützung.



Passgenaue Services.

Das ist Brunel.





DIALOGPOST
Ein Service der Deutschen Post

ALLEMAGNE Port payé

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

Brunel GmbH
Franz-Rennefeld-Weg 4
40472 Düsseldorf

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