

30

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

DOMINIK HERRMANN
MILLIARDEN SAUF DER KONTROLLE: WANN SICH DIE WELT WÄNDERT
WENN DAS BROT RUFT...
brünel

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
TECHNOLOGIE TRIFFT POLITIK
FLEHMANN FÖHNER
brünel

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

DOMINIK HERRMANN
OPERATION SCHEFFEL
WISSENSCHAFT FÜR GEFÜHLE
GRÜNDUNG FÜR WASSERWÄLTER
brünel

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

JÖHANN VOHR
DEU INTERPARTNER
RODUS
BRUNEL
brünel

brünel
DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
Der Spezialist
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
Der Spezialist
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
Der Spezialist
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
Der Spezialist
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
Der Spezialist
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
Der Spezialist
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

brünel
DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

DER SPEZIALIST
Das Magazin für Technik und Management

OLGA HERRMANN
BRUNEL
brünel

300

**Ausgaben mit Hintergrundberichten,
Neuigkeiten und Wissenswertem
rund um Technik und Management**

Die Spezialisten unserer Jubiläumsedition wagen einen Blick in die Zukunft:

Wo sehen Sie die Elektromobilität Deutschlands in 30 Jahren?



Erhard Neubert: „In 30 Jahren wird es deutlich mehr Elektroautos geben als heute. Es wird sich in den Köpfen durchsetzen, dass die E-Mobilität aus Umweltgründen weiterentwickelt werden muss. Das ist auch höchste Zeit. Ich bin sehr für die grüne Sache, aber es müssen auch die richtigen Rahmenbedingungen geschaffen werden. Allerdings halte ich nichts davon, Verbrennungsmotoren zu verbieten. Die Dinge müssen sich behutsam entwickeln dürfen.“

Wofür wird Made in Germany in 30 Jahren weltweit stehen?



Claudio Tasillo: „Wir sind auf einem guten Weg, uns auf die neuen Technologien einzulassen – ich denke da zum Beispiel an die Digitalisierung der Produktion, die Einführung neuer Antriebssysteme oder die Entwicklung selbstfahrender Autos. Deutschland wird auch in 30 Jahren noch technologisch führend sein, darum wird auch das Siegel Made in Germany weiterhin seine Bedeutung haben.“



Frank Dopheide: „Deutschland wird in 30 Jahren immer noch eine Vorzeigenation sein und mit Qualität überzeugen. Die Unternehmen werden künftig mehr miteinander im Teamwork agieren. Und diese Kooperation gepaart mit harter, konsequenter, nachhaltiger Arbeit wird zunehmend eine Rolle für die Wahrnehmung des Siegels Made in Germany spielen. Das ist von anderen Ländern nicht einzuholen.“



Thomas Gries: „Mittels additiver Fertigungsverfahren entsteht eine ganz neue Materialklasse. Mal ganz hart, mal ganz weich und vor allem die Form verändernd! Autos, die ihre Form ändern und wie Lebewesen wirken. Organe, die sich durch eine Ader minimalinvasiv einführen lassen und sich erst im Körper komplex entfalten. Häuser, die sich spontan dem Wetter und den Tageszeiten anpassen. Der 4D-Druck wird definitiv unser Zusammenleben revolutionieren.“



Stefan Kaierle: „Der 4D-Druck erlaubt das Funktionalisieren von Bauteilen durch das Einbringen von aktorischen Fähigkeiten. In unserem konkreten Anwendungsfall bedeutet dies, dass die Nutzung der vierten Dimension – also der Zeit – die gezielte Formveränderung bei Implantaten ermöglicht, um dem Patienten weitere chirurgische Eingriffe zu ersparen.“

Inwiefern ist der 4D-Druck der Auftakt zu einem ganz neuen Materialbereich, der unser Zusammenleben in den nächsten 30 Jahren revolutionieren wird?



Was fasziniert Sie an der Qualifizierung und Validierung von Produktionsanlagen und können Sie sich vorstellen, in diesem Aufgabenfeld auch in den kommenden 30 Berufsjahren tätig zu sein?

Carolin Puß: „Die Faszination liegt für mich in den abwechslungsreichen Herausforderungen der verschiedenen Projekte. Perspektivisch möchte ich vor allem im Bereich innovativer Produkte tätig sein, wo neue Technologien und steigende Qualitätsansprüche immer mehr im Vordergrund stehen werden.“

Unsere Spezialistin

ZUR JUBILÄUMSAUSGABE EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT

„ An **73** **Tagen** im Jahr herrscht an Paul Zabels Arbeitsplatz komplette Dunkelheit. Der Forscher baut im Rahmen des von der EU geförderten Projekts EDEN ISS in der Antarktis Gemüse für künftige Raumfahrtmissionen an. “

„ Bereits 1978 wurde in der DDR ein Elektroauto von Nachwuchstüftlern und ihrem Lehrmeister gebaut. Es erreichte eine Höchstgeschwindigkeit von 55 km/h und eine Reichweite von **50** **km.** “

„ Ganze **355** **Patente** meldete Alfred Nobel, der Erfinder des Dynamits, an und galt dabei mit zwischenzeitlich 90 Fabriken in 20 Ländern als einer der reichsten Männer Europas. “

Liebe Leserinnen und Leser,

die ersten Seiten verraten es schon: In Ihren Händen halten Sie eine besondere Edition von Der Spezialist. Es ist bereits die 30. Ausgabe unseres Magazins, in dem wir mit Ihnen auf vielfältige Themen und Trends rund um Technik, Forschung, Management und Industrie blicken. In all diesen Jahren der redaktionellen Berichterstattung ist eines stets deutlich geworden: Technologischer Fortschritt und wissenschaftliche Errungenschaften basieren – aller Automatisierung und Digitalisierung zum Trotz – nach wie vor auf menschlichem Erfindergeist. Damit können gerade wir als Ingenieurdienstleister uns bestens identifizieren. Denn unser höchstes Gut ist das Know-how unserer Mitarbeiter.

Diesem Pfad werden wir treu bleiben und auch in den kommenden Jahrzehnten die Freiheit zur Mitgestaltung, den Willen zur Weiterentwicklung und unternehmerische Weitsicht miteinander kombinieren, um die fortschreitende Globalisierung weiterhin erfolgreich zu begleiten. Dazu zählt auch der an den Bedürfnissen unserer Kunden und der Marktentwicklung orientierte Ausbau unserer derzeit 97 Standorte in 35 Ländern. Dabei werden der hiesige Wirtschaftsstandort und die deutsche Ingenieurskunst ihren hohen Stellenwert national wie international beibehalten. Dies belegen nicht zuletzt Impressionen aus der vorliegenden Ausgabe – ob der Luft- und Raumfahrtingenieur Paul Zabel, der in der Antarktis den Gemüseanbau unter widrigsten Bedingungen erforscht (S. 24), die Brunel Expertin Carolin Puß im Einsatz für die Anlagenqualifizierung und -validierung in der Kontaktlinsenproduktion (S. 28) oder die Erfolgsstory des Gütesiegels Made in Germany (S. 6).

Ein essenzielles Anliegen sollte der optimistische Blick in die Zukunft jedoch stets beinhalten: die ärmeren Regionen dieser Welt nicht noch weiter abzukoppeln, sondern sie vielmehr durch die kluge Nutzung technischer Hilfsmittel zur Meerwasseraufbereitung, der erneuerbaren Energien und vielem mehr einzubinden. In diesem Sinne möchte ich Ihnen das Interview mit dem renommierten Nachhaltigkeits-Fachmann Prof. Dr. Dr. Christian Berg besonders ans Herz legen (S. 12).

Ich wünsche Ihnen viel Freude bei der Lektüre!

Markus Eckhardt
Geschäftsführer



Köpfe dieser Ausgabe



„Wir leben nach dem Motto: Genieße jetzt, zahle später. Alternativ lassen wir sogar andere oder die Umwelt zahlen.“ **Prof. Dr. Dr. Christian Berg** (50) – Ingenieurwissenschaftler, Theologe, Philosoph und Vater zweier Kinder – nimmt kein Blatt vor den Mund, um Entscheider in Unternehmen und Politik zu nachhaltigerem Verhalten und einem verantwortungsvolleren Umgang mit der Schöpfung aufzurufen. Dies schließt aus seiner Sicht auch explizit die Nutzung bestehender oder noch zu entwickelnder Technologien mit ein. Im Interview ab Seite 12 erfahren Sie, weshalb Nachhaltigkeit neben ökologischen Aspekten auch ganz entscheidend die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit beeinflusst.



Innerhalb ihres Teams ist **Carolin Puß** (36) bestens bekannt für ihr Pflichtbewusstsein und ihre Akribie in der Dokumentation. Wichtige Eigenschaften, denn in der Qualifizierung und Validierung von Produktionsanlagen für Kontaktlinsen bei der Alcon/CIBA VISION GmbH ist ein reibungsloser Betrieb für Unternehmen wie auch Verbraucher unabdingbar. Ein Tätigkeitsfeld, auf das die zweifache Mutter durch ihre Ausbildung zur Chemisch-Technischen Assistentin sowie ihr Studium der Pharmazie und Biopharmazeutischen Technologie stets hingearbeitet hat. Begleiten Sie die Expertin ab Seite 28 beim Einsatz zwischen Schreibtisch und Fertigungshalle.



Die Begeisterung junger Menschen für MINT-Berufe zu wecken, ist ein hochaktuelles Thema. **Erhard Neubert** (78) bemühte sich bereits in den 1970er Jahren um den technischen Nachwuchs der ehemaligen DDR – und bewies auch darüber hinaus Weitblick: Der Schlossermeister und Polytechnik-Ausbilder entwarf und baute eines der ersten Elektroautos Deutschlands, welches über das Potenzial für größere Distanzen verfügte. Zweimal wöchentlich traf er sich dafür mit seinen Lehrlingen, zu denen er teils bis heute enge Freundschaften pflegt. Ein TV-Auftritt im Bildungs- und Unterhaltungsmagazin AHA machte das Gefährt überregional bekannt. Warum es trotzdem nicht in Serie ging, lesen Sie ab Seite 18.

Schauplätze dieser Ausgabe



Der 3D-Druck revolutioniert zahlreiche Fertigungsprozesse, doch arbeiten Forscher bereits an der nächsten Stufe: dem 4D-Druck. Mittels Zeit und externen Stimuli könnten Objekte künftig selbstständig agieren und somit unser Leben verändern. **Seite 32.**

Inhalt

Im Fokus 6

Made in Germany: Vom Warnhinweis zum Gütesiegel

Im Dialog 12

Mit nachhaltigen Ideen die Wettbewerbsfähigkeit erhöhen

Wissen 16

Wunderwerk Gehirn

Querdenken 18

Das DDR-Elektroauto: Mit Mut und Know-how zum Elsis

Aus der Praxis 22

Unsere Jubilare blicken zurück

Am Arbeitsplatz 24

Gärtner im ewigen Eis

Spektrum 28

Mit scharfem Blick für Kontaktlinsen

Forschung 32

4D-Druck: Gegenstände werden lebendig

Techniktrends 38

In 90 Minuten nach Australien | Strom aus Verdunstung dank Bakterien | Verkehrskreuzung der Zukunft

Volvo Ocean Race 40

Segel setzen für gemeinsamen Erfolg

History 46

Der Mann mit den zündenden Ideen

Kompakt 50

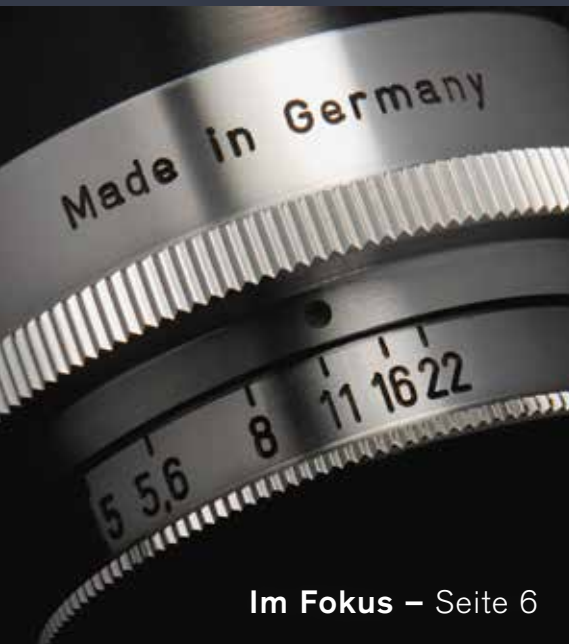
Eine Idee, worum es hier geht? | Wer hat's erfunden? Mikrochip und Taschenrechner

Ausblick | Impressum 52

Der Tausendsassa aus Wuppertal | Tour de Technik



Am Arbeitsplatz – Seite 24



Im Fokus – Seite 6



Volvo Ocean Race – Seite 40

Made in Germany: Vom Warnhinweis zum Gütesiegel

Es ist nur ein kleiner Zusatz, doch ihm und seinen Produkten eilt rund um den Globus ein hervorragender Ruf voraus: Made in Germany. Jüngst feierte das Qualitätsmerkmal 130-jähriges Jubiläum. Dabei gab insbesondere seine Entstehung wenig Anlass zur Vermutung, dass eine solche Ära folgen würde. Die Geschichte einer Kehrtwende, die ihresgleichen sucht.

Text › Anne-Katrin Wehrmann





Mit Stolz blickten die Briten auf ihre in Sheffield gefertigten Messer, die als die besten Schneidwerkzeuge der Welt galten – und dann kamen Schmiedebetriebe aus Solingen im Bergischen Land und schrieben Sheffield made auf ihre Messer, Sägen und Scheren. Während die englischen Originale jedoch handgearbeitet und aus Gussstahl waren, produzierten die Deutschen Plagiate als Massenware aus ungehärtetem Gusseisen. Das wollten die Briten nicht auf sich sitzen lassen und reagierten auf die Klagen ihrer Unternehmen mit dem am 23. August 1887 beschlossenen Merchandise Marks Act, dem Handelsmarkengesetz. Fortan durften hiesige Güter nur noch mit der Kennzeichnung Made in Germany ins Vereinigte Königreich eingeführt werden.

Doch was als Warnhinweis vor minderwertiger Billigware gedacht war, entwickelte sich innerhalb weniger Jahre zu einem echten Gütesiegel. Noch auf der Weltausstellung 1876 in Philadelphia bezeichnete der deutsche Maschinenbau-Professor Franz Reuleaux Waren aus dem Kaiserreich als

„billig und schlecht“. Dies löste in der Heimat eine kontroverse Debatte aus und leitete ein Umdenken ein: weg von der Preiskonkurrenz, hin zum Wettbewerb durch Qualität. Schon 1896 beschrieb der britische Journalist Ernest Edwin Williams das Label Made in Germany dann als Prädikat für Qualitätsgüter und kostenlose Reklame für deutsche Hersteller. Er machte die Einführung des Siegels gar für den Niedergang der britischen Wirtschaft am Ende des 19. Jahrhunderts verantwortlich. „Bis dahin waren die Deutschen als Dichter und Denker bekannt – nun wurden sie zu Erfindern und Unternehmern“, erläutert Markenexperte Frank Dopheide. „Hinzu kam, dass die englischen Verbraucher ein schlechtes Image deutscher Produkte im Kopf hatten und dann positiv überrascht wurden. So etwas verankert sich im Gedächtnis emotional und damit nachhaltig.“

Bis zum Beginn des Ersten Weltkriegs entwickelte sich Deutschland vom Nachzügler in Europa zur Industrienation Nummer eins. Das Fundament dafür legten schon früh international agierende Unternehmen wie

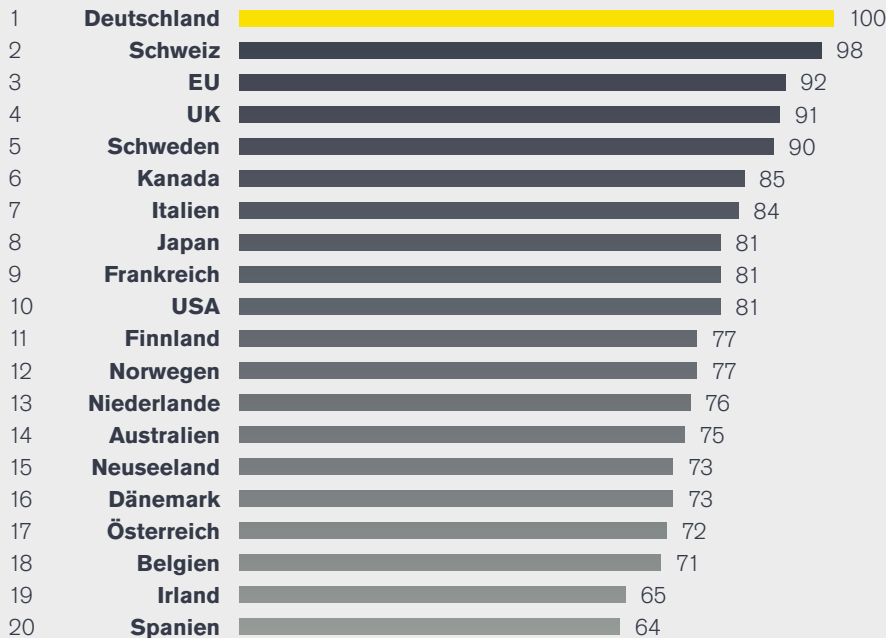


Porträt Frank Dopheide

Frank Dopheide (54) gründete 2011 die Agentur Deutsche Markenarbeit, die Manager und ihre Marken coacht. Seit 2014 ist der Kommunikationsexperte zudem Geschäftsführer der Handelsblatt Media Group.

Die Welt liebt „Made in Germany“

Ranking nach dem Made-in-Country-Index 2017*



* Die Befragten antworteten auf einer 5-stufigen Skala auf die Frage „Auf vielen Produkten findet sich ein Hinweis, wo das Produkt hergestellt wurde. Wie nehmen Sie Produkte wahr, auf denen steht ‚Made in ...‘?“. Gezählt wird der durchschnittliche, gewichtete Top-2-Wert („etwas positiv“ bzw. „sehr positiv“), den das jeweilige Land erreicht hat. Alle Werte werden so skaliert, dass der erste Platz den Index 100 erhält. Als Gewichtungsfaktor wurde das Import-Volumen der beurteilenden Länder herangezogen. Basis: 43.000 Anfang 2017 befragte Konsumenten in 52 Ländern, die 90 Prozent der weltweiten Bevölkerung repräsentieren. Quelle: Statista/Dalia Research – Made-in-Country-Index (MICI) 2017

Siemens, Bayer, Bosch oder AEG. Zu den Erfolgsgeheimnissen gehörte von Anfang an eine enge Verknüpfung von wissenschaftlicher Forschung und ihrer Umsetzung in die wirtschaftliche Praxis, gepaart mit einer ordentlichen Portion Pioniergeist. „Herr Miele entwickelte seine Waschmaschine, Herr Benz sein Auto, Herr von Linde seinen Kühlschrank. Es erblickten einfach ganz viele Produkte das Licht der Welt, die das Leben der Menschen besser machten“, berichtet Frank Dopheide. Natürlich habe es in den gut 130 Jahren seit Einführung des Siegels immer wieder „Ups and Downs“ in der deutschen Wirtschaftsgeschichte gegeben: „Doch die Ups waren so groß und so wirksam, dass sich das hohe Ansehen von Produkten made in Germany für immer und ewig festgesetzt hat.“ Bis heute gehen Menschen in aller Welt laut Dopheide davon aus, dass etwas verlässlich funktioniert, wenn es aus Deutschland kommt. Eine aktuelle Umfrage des

Statistikportals Statista bestätigt diese Einschätzung. Für dessen Made-in-Country-Index wurden 43.000 Verbraucher in 52 Ländern befragt. Das Ergebnis: Deutsche Waren und Dienstleistungen belegen im Länderranking den Spitzenplatz. Die große Beliebtheit basiert demnach vor allem auf den Kriterien Qualität und Sicherheitsstandards. „Die messbare Qualität ist immer die Basis von allem“, sagt Dopheide. „Aber hier unterscheiden sich viele Produkte heute kaum noch voneinander, darum ist die gefühlte Qualität mindestens genauso wichtig.“ Der Verbraucher müsse einen Mehrwert erleben, der sich aus der Ausstattung und dem Design, aber auch aus einem geschickten Marketing ergeben könne. Mit dem Grundsatz „Qualität statt Quantität“ hat sich auch das Solinger Unternehmen Wüsthof den Status als einer der besten Messerhersteller der Welt erarbeitet. Zwar war der 1814 gegründete Betrieb bei der Einführung des Siegels Ende des 19.

Jahrhunderts noch nicht auf dem englischen Markt aktiv, dennoch macht das Exportgeschäft des mittlerweile auf hochwertige Kochmesser spezialisierten Unternehmens heute 80 % des Umsatzes aus. Beim Eintritt in neue Märkte spielt die Kennzeichnung Made in Germany stets eine gewichtige Rolle. „Für deutsche Firmen ist das ein echter Wettbewerbsvorteil, für die Messerbranche ist der Standort Solingen ein zusätzliches Plus“, berichtet Claudio Tasillo, Technischer Leiter bei Wüsthof und zuständig für die Produktqualität. „Im Ausland wissen sie nicht nur die Qualität deutscher Produkte, sondern auch die Lieferfähigkeit und -treue zu schätzen.“ Aus Tasillos Sicht ist das Siegel ein Vertrauensvorschuss, eine Art Kredit. „Für uns bedeutet das einen permanenten Anspruch an die eigene Tätigkeit, niemals nachzulassen in der Anstrengung, besser zu werden.“ Die Ansprüche der Verbraucher würden stetig steigen und hohe Qualität lasse



Porträt Claudio Tasillo

Claudio Tasillo (55) ist diplomierte Maschinenbauer und Wirtschaftsingenieur. Seit 2015 ist er Technischer Leiter beim Messerhersteller Wüsthof. Vorher war er in gleicher Funktion in der Werkzeugindustrie tätig.

sich letztlich nur noch durch automatisierte Prozesse erreichen. Wie viele andere Mittelständler setzt Wüsthof deswegen neben hoch qualifizierten Mitarbeitern und ausgefeilten Qualitätskontrollen auch auf modernste Technologien. So investiert das Unternehmen jährlich 10 % des Umsatzes in neue Roboter, Laserschneidanlagen und IT-Prozesse, um immer am Puls der Zeit zu bleiben.

Neue Potenziale dank Industrie 4.0

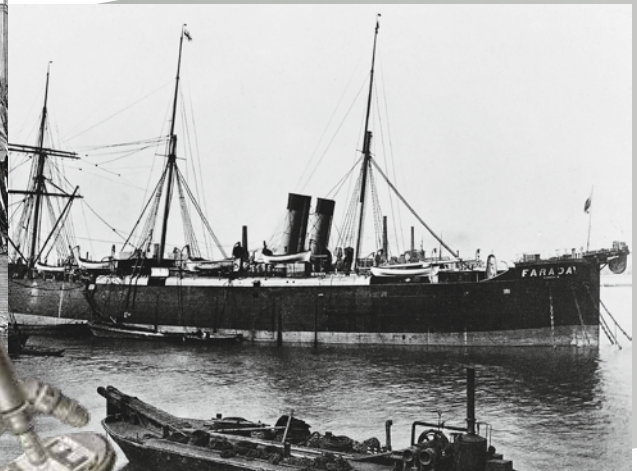
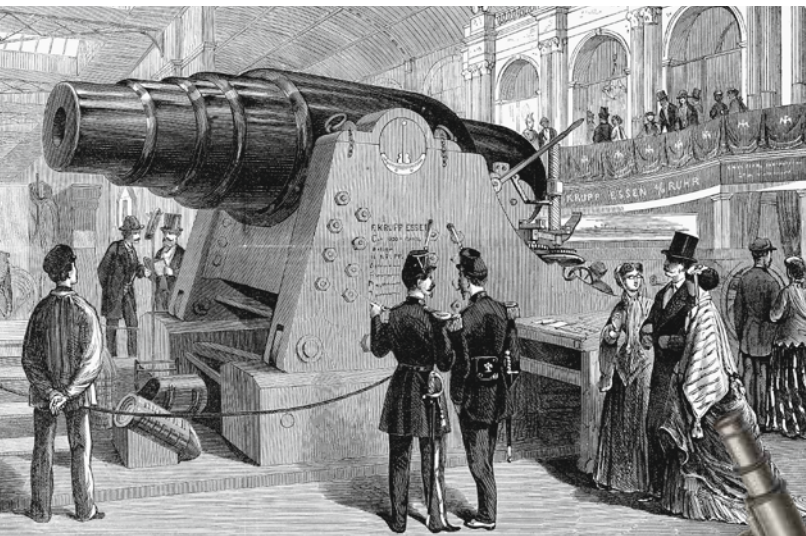
Der Drang nach Perfektion, Sorgfalt und Leidenschaft – das sind für Tasillo wesentliche Kriterien, die es deutschen Unternehmen bis heute ermöglichen, konstant hohe Qualität anzubieten. Frank Dopheide ergänzt dies durch „typisch deutsche“ Eigenschaften wie Fleiß, Genauigkeit, Disziplin, Verantwortungsgefühl und Verlässlichkeit. Laut

dem Markenexperten ist Made in Germany als Gütesiegel in komplexen Zeiten der Globalisierung wichtiger denn je. „Hat sich erst einmal so ein bekanntes Label etabliert, ist es in seiner Alleinstellung praktisch nicht mehr nachzuahmen. Je voller und lauter die Welt wird, desto wertvoller ist es.“ Diesen hervorragenden Ruf unterstrich beispielsweise auch Apple-Chef Tim Cook in einem Zeitungsinterview. Er habe in Deutschland die Fenster für das neue Bürogebäude von Apple eingekauft, erzählte er der Frankfurter Allgemeinen Zeitung, und die hätten auch nur hier herkommen können. Nirgends gebe es Unternehmen, die annähernd vergleichbare Fähigkeiten hätten wie die deutschen, schwärmte Cook: „Sie sind perfekt.“ Und doch reicht eine alleinige Fokussierung auf die Qualität langfristig nicht aus, glaubt Frank Dopheide. „Für die Zukunft braucht es wieder den Erfindergeist alter Tage. Das Perfektionieren von Bestehendem erbringt nichts Neues“, betont er. „Jetzt muss es

darum gehen, neue Produkte, Märkte und Angebote zu schaffen. Und dann braucht es auch wieder Qualität.“ Der Fachmann ist optimistisch, dass den heimischen Unternehmen genau das gelingen wird. „Industrie 4.0 kommt den Deutschen entgegen – den Ingenieuren, den Maschinenbauern.“ Zwar seien hierzulande keine international bekannten Internet-Plattformen wie Google oder Facebook erfunden worden: „Aber jetzt, wo es wieder um Detailfragen der Produktion geht, sind wir ganz vorne mit dabei.“ Und auch, wenn chinesische Unternehmen zuletzt in der technischen Entwicklung rasante Fortschritte gemacht haben: Die Gefahr, dass Made in China das neue Made in Germany werden könnte, sieht Dopheide nicht. „Der Weg dahin ist so weit und die Welt ist schon so voll mit Produkten – das wird nicht passieren.“

Meilensteine einer Industrienation ▶

Meilensteine einer Industrienation



1851

Alfred Krupp präsentiert bei der Weltausstellung in London seine Gussstahlkanone und einen zwei Tonnen schweren Gussstahlblock, für den er mit einer Medaille ausgezeichnet wird. 13 Jahre zuvor hatte Krupp als einfacher Arbeiter in englischen Fabriken gejobbt, um herauszufinden, was die Engländer besser machen als die Deutschen. Sein riesiger Gussstahlblock wird nun zum Symbol für Deutschlands industrielle Aufholjagd.

1872

Die Zusammenarbeit von Jungunternehmer Carl Zeiss und dem Wissenschaftler Ernst Abbe ist von Erfolg gekrönt: Weltweit zum ersten Mal lassen sich die Eigenschaften eines Mikroskops im Voraus berechnen und damit gezielt optimieren. Dies ermöglicht wiederum bahnbrechende Forschungen in Biologie und Medizin.

1875

Die Brüder Carl Heinrich, Werner und Carl Wilhelm Siemens legen ein Telegrafenkabel durch den Atlantischen Ozean, um die Kommunikation zwischen Europa und Amerika zu vereinfachen. Nachrichten lassen sich nun deutlich schneller und günstiger versenden als zuvor. Darüber hinaus machen die Brüder mit anderen internationalen Projekten auf sich aufmerksam. Bis heute gelten sie als Pioniere der Globalisierung.



1886

Carl Benz meldet seinen sogenannten Motorwagen Nummer 1 zum Patent an. Das Dreiradfahrzeug mit Verbrennungsmotor geht als erster praxistauglicher Kraftwagen der Welt in die Geschichtsbücher ein. Ab 1899 produziert Benz vierrädrige Autos in Serie und legt damit den Grundstein für den Welterfolg der deutschen Automobilindustrie.

1897

Robert Bosch baut erstmals Magnetzünder in Autos ein und wird damit zum einzigen Anbieter einer zuverlässigen Zündung. Fünf Jahre später präsentiert sein Chefentwickler Gottlob Honold den Hochspannungsmagnetzünder mit Zündkerze – das Fundament, auf dem das Unternehmen zum weltweit führenden Autozulieferer aufsteigt.

1899

Das 1863 von Friedrich Bayer und Johann Friedrich Wescott ursprünglich zum Verkauf synthetischer Farbstoffe gegründete Unternehmen Bayer bringt das heute weltweit bekannte Schmerzmittel Aspirin auf den Markt. Zur Jahrhundertwende hat sich Bayer bereits zu einem international agierenden Chemieunternehmen entwickelt. Eines der Erfolgsgeheimnisse: das firmeneigene wissenschaftliche Laboratorium, das der Chemiker Carl Duisberg seit den 1880er-Jahren aufgebaut hat.

1977

Martin Herrenknecht liefert seine erste Tiefbohrmaschine nach Luxemburg. Der Mittelständler aus Baden-Württemberg setzt von Anfang an auf den internationalen Verkauf, weil ihm klar ist, dass der deutsche Markt für sein Spezialgerät nicht lange groß genug sein wird. Damit wird Herrenknecht zum Mitbegründer des Mythos vom „German Mittelstand“.

A middle-aged man with a receding hairline is speaking on a stage. He is wearing a light grey, vertically striped suit jacket over a dark blue button-down shirt. He has a small lapel microphone clipped to his shirt. In his right hand, he holds a small black handheld device with a yellow label. His left hand is raised, palm facing forward, in a gesturing motion. The background consists of vertical red and blue curtains.

„ Nachhaltigkeit ist ganz eindeutig ein wichtiger Treiber von Innovationen.“

Mit nachhaltigen Ideen die Wettbewerbsfähigkeit erhöhen

Die Frage des verantwortungsvollen Umgangs mit Ressourcen ist heute dringender denn je. Nachhaltigkeit betrifft jedoch nicht nur das private Engagement einzelner, sondern prägt längst auch die strategische Ausrichtung von Unternehmen – ein Trend, der einen fast inflationären Gebrauch des Begriffs nach sich zieht. Doch Nachhaltigkeits-Experte Prof. Dr. Dr. Christian Berg erklärt, dass ressourcenschonendes Handeln auch wirtschaftliche Vorteile bieten kann.

Text › Robert Uhde

Herr Berg, als Ingenieurwissenschaftler, Theologe und Philosoph sind Sie es gewohnt, die Dinge aus verschiedenen Blickwinkeln zu betrachten. Welche Perspektiven eröffnen sich Ihnen beim Thema Nachhaltigkeit?

Die drei Fachgebiete blicken ganz unterschiedlich auf die Welt. Die realen Probleme erfordern es immer mehr, solch verschiedene Sichtweisen zu verbinden, denn viele Fragestellungen lassen sich nicht innerhalb der Grenzen einer Disziplin beantworten. Insofern kann es sinnvoll sein, voneinander zu lernen und gemeinsame Strategien zu entwickeln. Philosophisch würde ich zum Beispiel sagen, dass Nachhaltigkeit immer auch mit Fragen der Gerechtigkeit zu tun hat. Aus theologischer Sicht stoße ich auf Begriffe wie Frieden oder Bewahrung der Schöpfung, die sehr eng mit dem Leitbild der Nachhaltigkeit zusammenhängen. Aber auch

Ingenieure handeln ja nicht wertneutral, sondern bewerten ihr Tun anhand von Effizienz, Funktionalität und Sicherheit. Nicht umsonst gibt es Normen und Standards wie DIN. Künftig wird es darauf ankommen, diese zu erweitern und das eigene Handeln zusätzlich auch ethisch zu hinterfragen: Wie sehen die langfristigen Wirkungen der von mir eingesetzten Technologie aus? Welchen Einfluss hat sie auf Umwelt und Gesellschaft? Und wie können wir ganze Systeme nachhaltig konzipieren?

Können wir also unseren derzeitigen Wachstumskurs ungehindert fortsetzen oder entziehen wir damit nachfolgenden Generationen die Lebensgrundlage?

Solange der Markt nicht die tatsächlichen Kosten von Waren und Dienstleistungen abbildet und weiterhin die ökologischen und sozialen Kosten außen vor lässt, wird unser

THE GLOBAL GOALS

For Sustainable Development



Im Jahr 2015 verabschiedeten die Regierungen aller 193 Mitgliedsstaaten der Vereinten Nationen die Agenda 2030. Sie enthält 17 globale Ziele für nachhaltige Entwicklung, die wiederum aus 169 Einzelzielen und 230 Indikatoren bestehen. Nie zuvor haben führende Politiker ein solch ambitioniertes Nachhaltigkeitsabkommen getroffen: Die Ziele umfassen soziale, wirtschaftliche sowie ökologische Aspekte und rufen ausnahmslos alle Länder der Erde – reiche wie arme – zum Handeln auf.

Wachstum immer zulasten der Umwelt, der Zukunft oder anderer Menschen gehen. Das Umweltbundesamt hat zum Beispiel errechnet, dass die externen Kosten der Braunkohlenutzung, etwa für die Beseitigung von Umweltschäden, knapp 11 Cent pro kWh betragen. Diese Kosten werden auf die heutige und morgige Gesellschaft ausgelagert. Würden wir sie internalisieren, müsste nicht die Allgemeinheit, sondern der Verursacher für diese Kosten aufkommen. Nur auf einer solchen Grundlage können wir unseren Ressourcenverbrauch, unsere Emissionen und unsere Abfallmengen weiter senken und glaubhaft einen Wandel von anderen fordern.

Was würden Sie Unternehmen konkret raten, um nachhaltig und zugleich erfolgreich zu wirtschaften? Können Sie Best-Practice-Beispiele nennen?

Ganz unabhängig von der jeweiligen Branche haben Unternehmen generell die Möglichkeit, durch ökologische Verbesserungen gleichzeitig Kosten zu sparen und die eigene Profitabilität zu erhöhen. Den PR-Bonus für verbesserten Klimaeffekt gibt es noch oben drauf. Ein gutes Beispiel für verantwortungsvolles Unternehmertum ist der erfolgreiche Vakuumpumpen-Hersteller Schmalz, der durch den Einsatz von Wasserkraft,

Windkraft, Solarenergie und Biomasse mittlerweile genauso viel erneuerbaren Strom produziert wie er selbst verbraucht. Zum erfolgreichen Wirtschaften gehört aber auch ein mitarbeiterfreundliches Arbeitsklima. In vielen Bereichen ist es schon heute so, dass hoch qualifizierte Bewerber bei Vorstellungsgesprächen zunächst nach den sozialen Bedingungen vor Ort fragen. Im Kampf um die besten Köpfe werden sich die Firmen hierauf einstellen müssen. Einer meiner früheren Arbeitgeber, SAP, kann sicher behaupten, in diesem Bereich wegweisend zu sein: Ob es das kostenlose Mittagessen für alle Angestellten weltweit ist, das flexible

Arbeiten von zu Hause aus, die umweltfreundliche BahnCard100 oder das regelmäßige Überprüfen der Mitarbeiterzufriedenheit.

Innovationsfähigkeit ist ein wichtiger Indikator einer Volkswirtschaft. In welchem Maße begrenzt oder fördert Nachhaltigkeit innovative Produkte und Dienstleistungen?

Nachhaltigkeit ist ganz eindeutig ein wichtiger Treiber von Innovationen. Denn wenn wir davon ausgehen, dass Güter wie saubere Luft, sauberes Wasser oder Artenvielfalt schon bald knapp sein werden, dann erhöhe ich meine Wettbewerbsfähigkeit, indem ich heute schon damit beginne, Strategien oder Produkte für einen sorgsam Umgang mit diesen knappen Gütern zu entwickeln. Die Dieselaffäre bedeutet in diesem Sinne nicht nur einen Vertrauensverlust, sondern sie steht auch für die Behinderung von Innovationen – Stichwort Elektroantrieb.

Warum sind Ihrer Ansicht nach gerade westliche Gesellschaften dazu aufgefordert, Nachhaltigkeit vorzuleben?

Wer sollte es denn sonst tun? Ganz unabhängig von der Historie und den sozialen Folgen des Kolonialismus: Wollen wir ernsthaft erwarten, dass die Entwicklungsländer auf Wachstum verzichten, damit wir weiter bedenkenlos konsumieren können? Hinzu kommt, dass gerade Deutschland auch in vielen technologischen Bereichen sehr stark ist und damit Verantwortung trägt. Denn wir können anderen Ländern dabei helfen, nicht nachhaltige Entwicklungsstufen einfach zu überspringen.

Offt ist von dieser Vorreiterrolle Deutschlands die Rede – sind relevante Effekte im nationalen Alleingang oder nur durch globale Zusammenarbeit zu erreichen?

Mir scheint, die Politik ist gerade dabei, die Vorreiterrolle zu verspielen. Dabei bleibt es nach wie vor wichtig, anderen zu zeigen,

wie nachhaltige Systeme aufgesetzt werden können. Diese entwickelten Blaupausen werden dann früher oder später auch auf dem globalen Markt nachgefragt und stärken wiederum den hiesigen Wirtschaftsstandort. Auch wenn der quantitative Effekt Deutschlands allein nicht so groß sein mag, der Hebel über die indirekten Wirkungen unseres export- und technologie starken Landes ist nicht zu unterschätzen.

Welche Verantwortung kommt denn der angesprochenen Politik als rahmengebender Instanz zu?

Eine ganz entscheidende! Nur leider setzt sie in vielen Bereichen falsche Anreize, denn nach wie vor subventionieren wir Umweltschäden mit jährlich über 50 Mrd. €. Stattdessen brauchen wir Gesetze und internationale Vereinbarungen, die eine Trendumkehr in Gang setzen. Ein Beispiel: Ein konventionelles Auto steht im Schnitt 95 % der Zeit still und wird in der übrigen Zeit von nur 1,5 Personen gefahren, deren Gewicht im Verhältnis zum Leergewicht keine 10 % beträgt. Der Wirkungsgrad bei der Verbrennung ist kaum besser als 20 %, sodass am Ende nur etwa 2 % der chemischen Energie für die Fortbewegung von Nutzlasten verwendet werden. Das kann nicht sinnvoll sein.

Und was können Arbeitnehmer konkret tun? Welche Unternehmenskultur und Bewusstseinsänderung brauchen wir im Arbeitsleben?

Wichtig ist zunächst, dass die Führungsebene in der Nachhaltigkeit einen langfristigen Mehrwert erkennt. Ist dies nicht der Fall, dann können und sollten Arbeitnehmer dafür werben und sich auch im Rahmen ihrer betrieblichen Mitbestimmung dafür einsetzen.

Vielen Dank für das Gespräch!



Porträt Christian Berg

Prof. Dr. Dr. Christian Berg (50), promovierte in Theologie und Ingenieurwissenschaft, verfügt über jahrelange Erfahrung in der Industrie und lehrt Nachhaltigkeit an der Universität des Saarlandes, der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und der Technischen Universität Clausthal. 2012 leitete er die von Bundeskanzlerin Angela Merkel eingesetzte Task Force „Nachhaltiges Wirtschaften und Wachstum“.

Weitere Infos zum gefragten Redner unter www.christianberg.net.

Wunderwerk Gehirn

Obwohl schon vielfach erforscht, birgt kaum ein menschliches Organ noch so viele Geheimnisse wie das Gehirn. Auch deshalb wandelt sich die Hirnforschung zunehmend zu einer Ingenieurwissenschaft: Nahezu jede große Elite-Universität in den USA gründet derzeit einen Lehrstuhl für Neuro-Engineering. Doch auch im Hier und Jetzt sind bereits vielerlei Fakten zur hochkomplexen Schaltzentrale bekannt, die uns erstaunen und beeindruckten.

Text › Bastian Korte

Unvergesslich

Im Alter von 22 Jahren vollbringt das Gehirn seine Höchstleistung. Hierzu gehören auch logisches Denken und Auffassungsgabe, die bereits ab 27 Jahren nachlassen. Eine Dekade später verringert sich das Erinnerungsvermögen. Allerdings gilt für gesunde Gehirne aller Altersklassen, dass einmal erlernte Fähigkeiten nie komplett vergessen werden – nicht benötigte Denkstrukturen sind nur zeitweise abgeschaltet.

Gewichtsklasse

Durchschnittlich 1.375 g wiegt das Gehirn eines erwachsenen Mannes, das einer Frau 1.245 g. Der geringe Unterschied hat jedoch keinerlei Auswirkungen auf die Intelligenz. Das Frauengehirn bringt die gleiche Leistung bei weniger Gewicht – und ist damit sozusagen effizienter.

Humor ist Kopfsache

Gehirne haben gewissermaßen ein Witzzentrum. Denn bevor wir über etwas lachen können, gleicht es erst einmal ab, ob eine Information oder Handlung mit unseren üblichen Vorstellungen aus dem Alltag übereinstimmt. Menschen mit einem geschädigten Frontallappen fällt es daher tatsächlich schwerer, Witze lustig zu finden.

Ja, ich will!?

Ob der Mensch über einen freien Willen verfügt oder vielmehr durch neuronale Prozesse gesteuert wird, diskutieren Forscher schon seit Jahren. Einerseits lassen sich bereits 20 Sekunden vor einer bewussten Handlung diesbezügliche Gehirnwellen messen, andererseits ergeben Tests, dass wir solche vorbereitende Prozesse des Gehirns auch willentlich ändern können.

Geschwindigkeitsrausch

Es heißt zwar Schrecksekunde, bei Schmerz oder Gefahr reagiert der Mensch aber deutlich schneller. Nervenzellen können einen neuen Gedanken oder Befehl 500 Mal pro Sekunde erzeugen. Manche Impulse erreichen im Nervensystem sogar Geschwindigkeiten von bis zu 400 km/h.

Weltreise

Das Gehirn enthält etwa 100 Mrd. Nervenzellen, die durch unzählige Synapsen eng miteinander verbunden sind. Die Gesamtlänge aller Nervenbahnen im Hirn eines Erwachsenen beträgt 5,8 Mio. km. Eine Distanz, die 145 Erdumrundungen entspricht.

Sinnvoll

Etwa 3 von 1.000 Menschen sind Synästhetiker. Bei ihnen lässt ein Sinnesreiz im Gehirn mehrere Wahrnehmungen in unterschiedlichen Kombinationen entstehen: So schmecken sie ein bestimmtes Lied beispielsweise auch auf der Zunge oder verspüren bei der Betrachtung von Bildern einen expliziten Geruch.

Reizend

Unser Gehirn nimmt vor allem Reize von außen wahr. Darum können wir uns etwa nicht selbst kitzeln, denn in der Informationsflut stuft das Hirn eigene Berührungen als unwichtig ein, da sie keine neuen Erkenntnisse liefern. Es berechnet sogar den Zeitpunkt der Berührung voraus und dämpft damit alle Nervensignale.

Energiefresser

Obwohl das Gehirn nur etwa 2 bis 3 % der gesamten Körpermasse ausmacht, benötigt es täglich 25 % der Glukose, 20 % des Kalorienbedarfs und ebenso viel des im Körper befindlichen Sauerstoffs. Sich schlank zu denken funktioniert aber leider nicht – selbst angestregtes Lernen verbraucht kaum mehr Kalorien als bloßes Herumsitzen.

Gefühlschaos

Liebe und Hass könnten nicht gegensätzlicher sein. Das Gehirn unterscheidet jedoch nicht zwischen beiden Gefühlen: Im Großhirn werden dieselben Areale aktiviert. Studien belegen, dass bei Probanden gleichermaßen beunruhigende Reize ausgelöst werden, sobald sie eine geliebte oder gehasste Person sehen.

Das DDR-Elektroauto: mit Mut und Know-how zum Elsist

Automobilkonzerne in aller Welt tüfteln intensiv daran, der Elektromobilität zum Durchbruch zu verhelfen. Erhard Neubert war seiner Zeit weit voraus. In der DDR konstruierte er zusammen mit einer Gruppe Jugendlicher in den 1970er-Jahren ein Elektroauto, das anschließend jahrelang durch das südliche Brandenburg kurvte. In Serie gehen durfte der Wagen damals allerdings nicht.

Text › Anne-Katrin Wehrmann

„**E**s sollte ein Anfang sein, ein Wachrüteln“, erinnert sich Erhard Neubert. „Ich wollte etwas Vernünftiges für die Umwelt und etwas Gutes für die Gesellschaft tun, ohne politisch tätig zu werden.“ Dass die Sache am Ende trotzdem politisch wurde, war 1974 zu Beginn des Projekts Elsist, wie der heute 78-Jährige sein Elektro-Sicherheits-Stadtauto taufte, noch nicht absehbar. Neubert arbeitete damals als Lehrmeister in der Abteilung Polytechnik bei der Maschinenbau-Firma FIMAG in Finsterwalde und engagierte sich in seiner Freizeit in der Arbeitsgemeinschaft Kfz-Technik der Station Junger Naturforscher und Techniker. Dort bastelten unter seiner Anleitung 14- bis 20-Jährige einmal in der Woche an Motorrädern, Tretautos und Gokarts. Bis Erhard Neubert mit dem Bau eines Elektroautos ein Zeichen setzen und seine Vision eines sauberen Stadtverkehrs verwirklichen wollte. „Denn die Trabis mit ihren Zweitaktmotoren stanken schon ganz ordentlich.“ So begann ein Großprojekt, das die Tüftler letztlich vier Jahre lang beschäftigte.

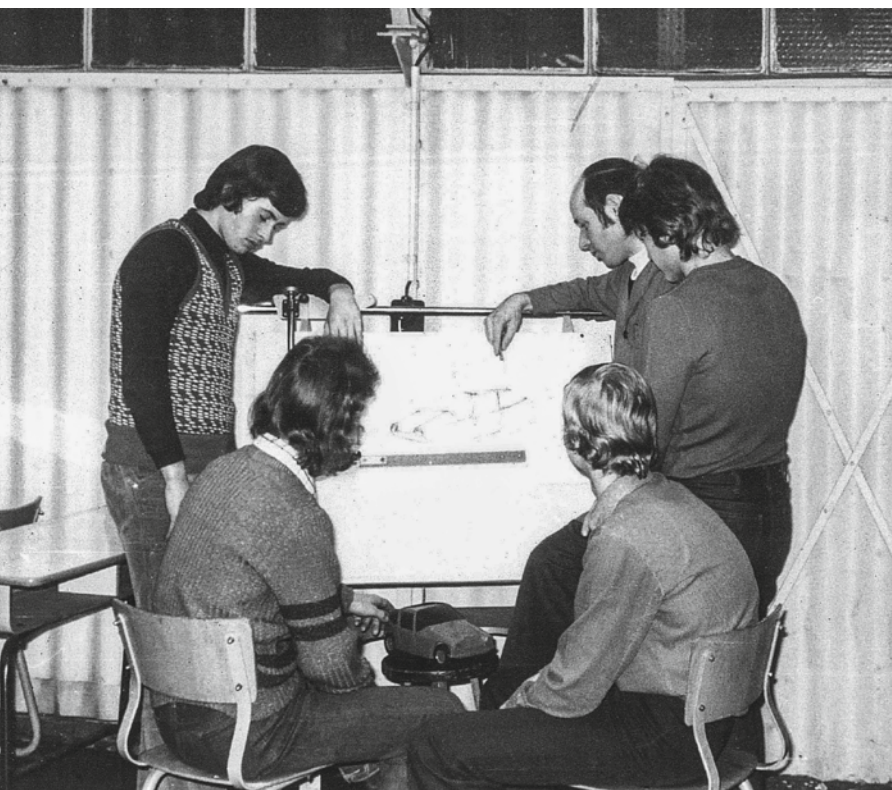
Trotz Planwirtschaft und Materialknappheit gelang es ihnen, sich Stück für Stück all das zu organisieren, was sie benötigten: So etwa zwei aus Elektrokarren ausran-gierte 40-Volt-Motoren mit einer Leistung von jeweils 2,5 kW, die sorgfältig general-überholt wurden. Auf einen von der Nationalen Volksarmee ausgemusterten Trabant Kübel griffen sie zurück, da wesentliche Teile wie Radaufhängung und Lenkung aus einer erprobten Serie stammen mussten. Denn um eine Straßenzulassung zu erhalten, brauchte der Wagen eine gültige Fahrzeug-Identifizierungsnummer. Vier 12-Volt-Bat-terien, die ursprünglich als Starterbatterien für Lkw gedacht waren, wurden über einen Zeitraum von zwei Jahren mühsam organi-siert. Weil in der DDR für jede erstandene Batterie eine alte abgegeben werden musste, arbeitete sich Neubert langsam von kleinen zu großen hoch. „Wir mussten schon Zauberei betreiben, um an all die Dinge zu kommen.“ Hundert Mark bekam die AG jeden Monat zur Verfügung gestellt. Einen guten Teil



Porträt Erhard Neubert

Erhard Neubert (78) ist ausgebildeter Schlosser und machte 1965 seinen Meister in diesem Beruf. Durch fachliche und pädagogische Fortbildungen qualifizierte er sich für die technische Arbeit mit Jugendlichen.





davon investierte Neubert über die Jahre in das Elsis. Während er die groben Vorgaben machte, durften seine Jungs auch eigene Vorschläge einbringen und ausprobieren. „Wir haben keine komplett neue Technik entwickelt, dazu hatten wir gar nicht die Möglichkeiten“, sagt er. „Aber wir haben getan, was wir konnten und alles bis zum Letzten verfeinert.“ So entstand schließlich mit einfachsten Mitteln ein Elektroauto, das eine Höchstgeschwindigkeit von 55 km/h und eine Reichweite von 50 km erzielte. Die vier Batterien baute das Team im Heck ein, die beiden Motoren vorne bei den Rädern. Die Konstruktion hatte eine elektrische Schaltung und funktionierte ohne Schalt- und Differenzialgetriebe mit einem schlichten Zahnradpaar, das die Drehzahl der Motoren etwas verringerte.

Stoßabsorbierender Schaum an Front und Heck



Oberstes Ziel von Neubert war es stets, das Auto möglichst sicher, günstig und effizient zu gestalten. Unter anderem konstruierte er mit den Teenagern erstmalig eine bei Aufprall zusammenschiebbare Lenksäule oder eine mit stoßabsorbierendem Schaum verkleidete Front- und Heckpartie. Für die optimale Aerodynamik gab er seinen Schützlingen als Ferienaufgabe mit auf den Weg, rund 30 cm große Holzmodelle des Elsis zu bauen, die anschließend in einem kleinen Tisch-Windkanal der TU Dresden getestet wurden. Die windschnittigste Variante nutzte die Gruppe dann als Formgrundlage für das tatsächliche Auto.

1978 war es dann so weit: Das Elektro-Sicherheits-Stadtauto war fertig und erhielt umgehend einen Auftritt auf der sogenannten Zentralen Messe der Meister von Morgen in Leipzig inklusive Fernsehbericht. Hatten die Arbeiten bis dahin eher unter dem Radar der politischen Führung stattgefunden, war dem vergleichsweise modern anmutenden Vehikel nun die Aufmerksamkeit der



Öffentlichkeit gewiss – gerade in Zeiten, in denen Automobile für jedermann Mangelware und damit heiß begehrt waren. Die wachsende Bekanntheit missfiel der Obrigkeit, die dem Elsist die Straßenzulassung zunächst ohne Begründung verweigerte. Neubert vermutet, es sei nicht gewollt gewesen, dass eine private Gruppe ohne Auftrag von oben etwas Neues entwickelt. Mehr als ein Jahr kämpfte er dafür, den Wagen doch noch auf die Straße bringen zu dürfen. Schließlich bekam er die Zulassung unter der Bedingung, dass kein weiteres Elektroauto gebaut, die Entwicklung eingestellt und Stillschweigen bewahrt werde. Mit Wut im Bauch unterschrieb er. „Ich musste das tun, um meinen Schülern noch in die Augen schauen zu können. Sie hatten ja so hart auf dieses Ziel hingearbeitet.“ Fünf Jahre lang fuhr Erhard Neubert das

Elsist anschließend durch Finsterwalde und die nähere Umgebung und bewies damit, dass Elektromobilität auf kürzeren Strecken schon damals machbar war. Dann nahm er den Wagen aus dem Verkehr, um ihn vor dem Verschleiß zu bewahren. Als Neubert nach der Wende eine Stelle im Bereich Fahrzeugtechnik an der Technischen Universität Hamburg-Harburg antrat, nahm er ihn mit – und sorgte bei seinen West-Kollegen für großes Erstaunen. „Die haben sich ganz schön gewundert, dass wir im Osten ein Elektroauto gebaut haben und es auch noch eine so gute Aerodynamik hatte.“ Nach zehn Jahren kehrte er in seine alte Heimat zurück und stellte das Elsist für einige Zeit in einer Scheune unter, bevor es schließlich 2012 mit Unterstützung des zuständigen Amtsdirektors einen repräsentativen Stellplatz im Energie-Ser-

vice-Center im benachbarten Massen fand. Erhard Neubert, der schon zu Schulzeiten ein Faible für motorisierte Fahrzeuge und technische Basteleien hatte, ist seiner Leidenschaft bis heute treu geblieben. So organisiert der Rentner einen Techniker-Stammtisch und hat zuletzt unter anderem einen historischen Roller restauriert und mit einem Seitenwagen versehen. Dass die Elektromobilität heute noch nicht da ist, wo sie sein könnte, bedauert er. „Aber solange nicht die entsprechenden Weichen gestellt sind, wird der Schub wohl weiter auf sich warten lassen.“ Er und die Jugendlichen von damals haben zumindest ihren Teil dazu beigetragen, dass es auch anders hätte laufen können. Das Verbot zur Serienfertigung hat Neubert mittlerweile verkraftet. „Damals ist mir das schon sehr nahegegangen. Aber mit der Zeit glätten sich die Dinge.“

Unsere Jubilare blicken zurück:



**Robin Kittel,
Account Manager,
seit 5 Jahren bei Brunel**

Welche Kernkompetenzen bringen deiner Erfahrung nach die Brunel Spezialisten beim Kunden ein und tragen damit zum Erfolg der Projekte bei?

„Unsere Ingenieure, Techniker und IT-Fachkräfte verfügen in der Regel über einen breiten Erfahrungsschatz gepaart mit einem unverbrauchten Blick von außen auf Projekte und Aufgaben. Sie integrieren sich schnell und flexibel in die Teams und bestehende Prozesse des Kundenprojekts.“



**Giuseppe Palumbo,
Qualitätstechniker,
seit 5 Jahren bei Brunel**

Welches Projekt in deiner bisherigen Brunel Karriere war besonders spannend und welche Aufgabe hast du darin übernommen?

„Sehr interessant war meine über drei Jahre währende Tätigkeit in der Automobilbranche im Rahmen einer Neuproduktion eines 7-Gang-Doppelkupplungsgetriebes. Die Kombination aus einem komplett neu zusammengestellten Team, der Fertigung nach aktuellsten Unternehmens- und Umweltstandards sowie den hohen Anforderungen ans Bauteil machten die spannende Herausforderung aus. Mein Schwerpunkt lag hierbei im Qualitätsmanagement und der Planungssicherheit.“



**Burkhard Feddeck,
Verification Engineer,
seit 15 Jahren bei
Brunel Car Synergies**

Inwiefern leistet deine Arbeit bei Brunel Car Synergies einen positiven Beitrag für die Gesellschaft und welche Aufgaben übernimmst du konkret?

„Ich arbeite seit einigen Jahren in einem medizinischen Projekt für die Radiotherapie. Die von uns entwickelten komplexen elektronischen Baugruppen müssen zuverlässig funktionieren und dementsprechend auf ‚Herz und Nieren‘ geprüft werden. Diese Tests bilden meine Hauptaufgabe im Projekt.“



**Jens Thomas,
Kfz-Techniker,
seit 5 Jahren bei Brunel**

Welche Aufgabenvielfalt bietet dir dein aktuelles Projekt und wo liegen dabei deine fachlichen Schwerpunkte?

„Ich bin seit 2013 bei einem Automobilzulieferer und -entwickler im Versuch eingesetzt. Hier entwickle und teste ich SCR-Tanksysteme. Zudem war ich Teil eines kleinen Spezialisten-Teams, mit dem wir in kürzester Zeit ein System durch technische Änderungen zur Serienreife geführt haben.“



**Thomas Krekelberg,
Gruppenleiter,
seit 10 Jahren bei Brunel**

Welche Kernkompetenzen bringen deiner Erfahrung nach die Brunel Spezialisten beim Kunden ein und tragen damit zum Erfolg der Projekte bei?

„Vor allem in der sich stetig wandelnden IT-Welt registriere ich ein hohes Weiterbildungsinteresse unserer Experten, woraus sich ableitet, dass unsere Mitarbeiter hier State of the Art und besonders agil sind. Zudem zeichnen sie sich durch Teamfähigkeit, hohe soziale Kompetenz, gewissenhafte Selbstständigkeit und fachliche Ruhe trotz hohen Zeitdrucks aus.“

Gärtner im ewigen Eis

Aeroponik, der Pflanzenanbau ohne Tageslicht und Erdboden in einem hermetisch abgeschlossenen Raum, könnte Astronauten auf der Internationalen Raumstation ISS und auf langen Mars-Missionen mit frischem Obst und Gemüse versorgen. Ein Gewächshauscontainer befindet sich im Rahmen des Projekts EDEN ISS derzeit in der Langzeiterprobung am Südpol. Mit ihm für ein Jahr im ewigen Eis ist Paul Zabel.

Text › Dr. Ralf Schrank





Nur 400 m lang ist der Arbeitsweg von Paul Zabel. Eigentlich ausgesprochen komfortabel, wenn diese 400 m nicht in der Antarktis lägen! „Bei gutem Wetter schaffe ich den Weg in sieben bis acht Minuten“, sagt er, „aber bei schlechtem dauert es um einiges länger“. Bevor er sich auf den Weg macht, sind akribische Vorbereitungen nötig: Anlegen des antarktischgerechten Schutzanzugs, Griff zum Funkgerät und vor allem zur speziell getönten Sonnenbrille und zur Sonnencreme. Denn selbst bei starker Bewölkung ist die UV-Einstrahlung hier, knapp 2.000 km vom geografischen Südpol entfernt, gefährlich hoch. Bis Ende des Jahres ist der Arbeitsplatz des Luft- und Raumfahrtingenieurs ein 12 m langer Schiffscontainer nahe der Neumayer-Station III, die das Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung seit 2009 im Norden der Antarktis an der Atka-Bucht betreibt. Im antarktischen Sommer arbeiten in der Station bis zu 50 Menschen, im Winter

von März bis September hält eine Besatzung von 10 Personen die Stellung.

Zu diesen gehört nun auch Paul Zabel, der um die Jahreswende 2017/18 mit drei Kollegen und dem in Bremen vorbereiteten Gewächshaus die Antarktis erreichte. Bis Mitte Februar nahmen sie die Funktionen wie Klimatisierung, Beleuchtung, Nährstoffversorgung und Datenübertragung zum Steuerungscomputer in der Neumayer-Station Schritt für Schritt in Betrieb. Vor Einbruch des Südwinters reiste das Team ab und überließ Zabel die operative Verantwortung in diesen dunklen Monaten, in denen 73 Tage lang absolute Finsternis herrscht. Doch die Einsamkeit ist für ihn kein Problem: „Um mich herum habe ich hier hilfsbereite Mitmenschen, die Station bietet etliche Annehmlichkeiten und ist über eine Satellitenleitung gut ans Internet angebunden. Telefonate mit Kollegen und Freunden sind meist problemlos möglich.“



Porträt Paul Zabel

Dipl.-Ing. Paul Zabel (30) studierte Luft- und Raumfahrttechnik an der TU Dresden. Seit 2011 ist er beim DLR am Institut für Raumfahrtsysteme in Bremen tätig, seit 2012 als Mitglied im EDEN-Team.

Die Bedingungen, unter denen Zabel derzeit lebt und arbeitet, sind so ungewöhnlich wie seine Aufgabe: Der Ingenieur betätigt sich als Gärtner. Denn der Schiffscontainer ist ein autarkes Gewächshaus, in dem er frisches Gemüse für die Stations-Crew ernten soll. Vor allem aber geht es darum, die Technologien für den Pflanzenanbau unter künstlichen Bedingungen zu optimieren. Die Langzeiterprobung am Südpol ist Teil des von der Europäischen Kommission mit 4,5 Mio. € geförderten internationalen Projekts EDEN ISS, an dem 14 Partner aus 8 Ländern teilnehmen. Ziel ist es, Pflanzenzucht-kammern zu konzipieren, die Astronauten auf lang andauernden Raummissionen versorgen können. 4 bis 5 kg frisches Gemüse pro Woche lautet das selbst gesteckte Ziel fürs Erste. Auf seine Rolle als Gärtner im ewigen Eis hat sich Zabel gründlich vorbereitet. Am

Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist er Mitglied der 2011 gegründeten Forschungsgruppe EDEN. Sein Fachgebiet sind Lebenserhaltungssysteme für die bemannte Raumfahrt. In den letzten zwei Jahren hat er sich auf die Entwicklung von Pflanzenanbausystemen zur Nahrungsproduktion während solcher Missionen spezialisiert. Im Bremer DLR-Labor züchtete der 30-Jährige Salate, Spinat, Kräuter, Gurken, Tomaten und Paprika und studierte die Bedingungen, unter denen sich möglichst viel Nahrung auf kleinstem Raum bei niedrigstem Energiebedarf produzieren lässt. An der niederländischen Universität Wageningen, die Europas führende Forschungseinrichtung auf den Gebieten Nahrungsproduktion und Pflanzenkultivierung betreibt, erhielt er einen Crashkurs in professionellem Obst- und Gemüseanbau in Gewächshäusern. „Denn während des Studiums gehörte



Was ist das Besondere am Arbeitsplatz in der Antarktis?

„Alle unabhängigen technischen, biologischen und chemischen Systeme fein aufeinander abzustimmen, damit die Pflanzen gedeihen, ist die eigentliche Herausforderung. Ich werde in diesem Jahr viel über Aeroponik lernen – aber auch über mich selbst!“

das auch nicht entfernt zu meinen Lehrfächern“, erklärt Zabel fast entschuldigend. Nicht zuletzt werden ihm ein Überlebens-training in den Alpen, ein Brandbekämpfungstraining und Seminare zur Technik der Neumayer-Station helfen, wohlbehalten die Herausforderungen seines außergewöhnlichen Arbeitsplatzes zu bewältigen.

Über Monate isoliert von der Außenwelt

Der Grund für die besondere Standortwahl des Projektes liegt für Paul Zabel auf der Hand: „Es gibt keinen besseren Ort auf der Erde, um das Versorgungsszenario einer bemannten Marsmission realitätsnah zu simulieren.“ In der Tat ähneln Besatzungsgröße und Rahmenbedingungen denen im All. Die antarktischen Überwinterer leben über Monate isoliert von der Außenwelt und sind ganz auf die Technik ihrer Station und die mitgeführten Vorräte und Hilfsmittel angewiesen. Die notwendige

Logistik ist wichtiger Teil des Experiments: Jedes Ersatzteil, jedes Werkzeug, alle für den Betrieb notwendigen Mittel müssen gut geplant werden.

Die bei EDEN ISS angewandte Methode des Pflanzenanbaus nennt sich Aeroponik (Altgriechisch aer = Luft und ponos = Arbeit). Die Pflanzen werden so fixiert, dass die Wurzeln frei im Raum schweben und alle fünf Minuten mit einem wässrigen Nährstoff- und Dünger-Aerosol bestäubt werden können. Ein zentraler Computer steuert die Klimatisierung und simuliert Tag-Nacht-Zyklen. Für etwa 16 Stunden werden LED-Leuchten eingeschaltet, deren Spektren individuell auf die verschiedenen Pflanzenarten abgestimmt sind. Der Container ist ein Reinraum mit geschlossenem Luftkreislauf, der nur über eine Luftschleuse zu betreten ist. Die Atmosphäre wird mit Kohlendioxid aus Druckflaschen angereichert, schädliche Keime und Pilzsporen herausgefiltert oder mit UV-Licht abgetötet und verdunstetes Wasser vollständig recycelt.

Die Grundlagen der Aeroponik entwickelten

NASA-Forscher bereits in den 1980er-Jahren. Aber erst EDEN ISS ist groß genug, um die gängige Astronautennahrung über einen längeren Zeitraum wirkungsvoll ergänzen und die mitgeführte Nahrungsmenge nachhaltig reduzieren zu können. Zudem wissen Weltraumpsychologen um die positive Wirkung frischer Nahrungsmittel auf die gestressten Crew-Mitglieder. Besonders wichtig ist schließlich, dass das Weltraumgewächshaus Kohlendioxid aufnimmt und frischen Sauerstoff bereitstellt. Paul Zabel ist überzeugt: „Aeroponik wird auf langen Missionen deutlich Masse einsparen und das Befinden der Teilnehmer verbessern.“

Der Fortschritt von EDEN ISS kann auf den Projekt-Accounts über Instagram und Facebook sowie über den Hashtag #MadeInAntarctica nachverfolgt werden.



Mit scharfem Blick für Kontaktlinsen

Mit weltweit rund 19.000 Mitarbeitern ist Alcon der führende Anbieter im Bereich Augenheilkunde. Einer der wichtigsten Technologiestandorte des Unternehmens ist das Werk Alcon/CIBA VISION GmbH im bayerischen Großwallstadt. Hier ist die Brunel Spezialistin Carolin Puß für die Qualifizierung und Validierung von Produktionsanlagen im Rahmen eines Projektauftrags im Einsatz.

Text › Robert Uhde



Porträt Carolin Puß

Carolin Puß (36) hat vor ihrer Tätigkeit bei der Alcon/CIBA VISION GmbH zunächst eine Ausbildung zur Chemisch-Technischen Assistentin absolviert und anschließend Pharmazie in Marburg sowie Biopharmazeutische Technologie in Gießen studiert.

Mitten in der Fertigungshalle nimmt Carolin Puß die neu installierte Industriespülmaschine genauestens in Augenschein, die zur Vorreinigung von Materialien oder Gefäßen vorgesehen ist. Im Rahmen einer Erstqualifizierung überprüft sie dabei, ob bei der soeben erfolgten Reinigung von Plastikküvetten, also Gefäßen für optische Untersuchungen, die hohen Hygienebestimmungen der aus dem Pharma-Bereich stammenden Good Manufacturing Practice eingehalten wurden: „Es muss zum Beispiel sichergestellt sein, dass während des Reinigungsvorganges kein Wasser in der Maschine stehen bleibt“, verdeutlicht Puß. „Um zu überprüfen, ob die Anlage an dieser

Stelle den zuvor im Lastenheft formulierten Anforderungen gerecht wird, erstellen wir unter anderem spezielle Qualifizierungspläne, die dann von den für die Erstabnahme zuständigen Projektingenieuren durchgeführt werden.“ Sobald alle Vorgänge ordnungsgemäß laufen und detailliert dokumentiert sind, ist die neue Maschine qualifiziert und kann in den operativen Betrieb gehen. Seit Ende 2016 ist die Pharmatechnikerin bei der Alcon/CIBA VISION GmbH mit Aufgaben rund um die Qualifizierung betraut. Gemeinsam mit zwei weiteren Kollegen und weiteren Projektingenieuren unterstützt sie bei der Aufrechterhaltung des qualifizierten und validierten Zustandes der Produktionsanlagen.

Die CIBA VISION GmbH gehört zur Division Alcon (Hauptsitz Fort Worth, Texas/USA) des internationalen Gesundheitsunternehmens Novartis (Basel/Schweiz). Alcon stellt innovative Produkte bereit, die Menschen zu einem besseren Sehvermögen und damit zu einer Erhöhung der Lebensqualität verhelfen. Innerhalb von Alcon ist der Standort Großwallstadt ein Kompetenzzentrum für die Forschung und Entwicklung, Herstellung und Logistik von Kontaktlinsen. Hier werden mit mehr als 1.400 Mitarbeitern auf Hightech-Produktionsanlagen jährlich mehrere 100 Mio. Ein-Tages Kontaktlinsen der DAILIES®-Familie entwickelt, produziert und vertrieben. „Um die benötigte Stückzahl



Als Schnittstelle im Rahmen der Anlagenqualifizierung und -validierung agiert Carolin Puß stets im engen Austausch mit den jeweils zuständigen Projektingenieuren – so wie hier während einer Optimierungsanalyse für noch bessere Fertigungsprozesse.

herstellen zu können, stehen hier im Werk vollautomatische Produktionsanlagen bereit, die verschiedene Technologien integrieren – darunter Förderbänder, modernste Roboter oder Maschinen zur Verpackung“, erklärt Carolin Puß, während sie beim Rundgang durch die Werkshalle sämtliche Vorgänge aufmerksam begutachtet. „Der gesamte Prozess muss dabei durchgängig qualifiziert sein und den Auflagen der international geltenden Food and Drug Administration entsprechen.“ Zentraler Bestandteil ihrer Arbeit vor Ort ist der dokumentarische Nachweis der Funktion und Qualifikation der Produktionsanlagen auf Basis spezifischer Testpläne. Bei allen Arbeitsschritten steht sie dabei in engem Austausch mit den für den Prozess verantwortlichen Projektingenieuren. Häufig ist Carolin Puß mit Optimierungen neuer Prozesse befasst: „Verbesserungsmöglichkeiten

können beispielsweise im Vorfeld der Einführung einer neuen Produktlinie ausfindig gemacht werden.“ In diesem Rahmen ergründet sie zunächst mögliche Potenziale. Dazu werden die Angaben im Logbuch überprüft und anhand der vorliegenden statistischen Prozessdaten oder der Fehlermeldungen untersucht, was bisher zu welchem Zeitpunkt genau geschehen ist. „Die meisten dieser Tätigkeiten erledige ich vom PC aus, wo sämtliche Daten erfasst sind“, berichtet die gebürtige Hessin.

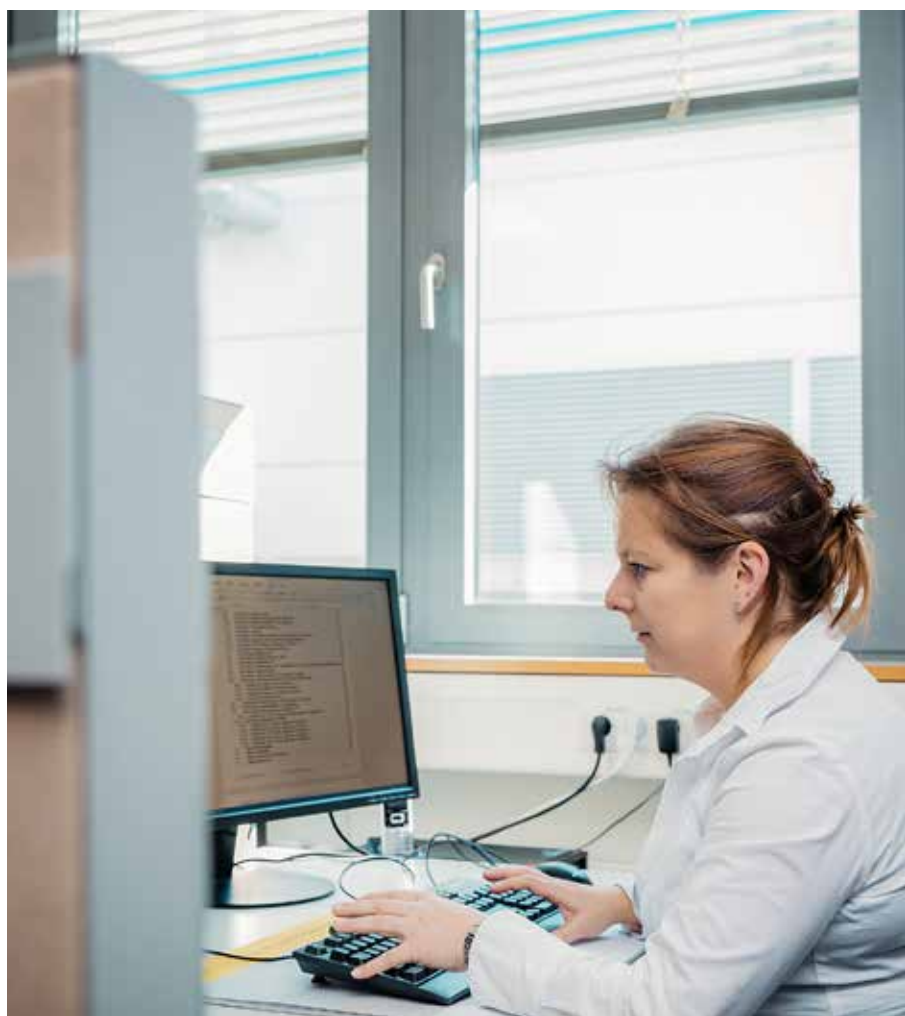
Ist ein Ansatzpunkt geortet, überlegt Carolin Puß gemeinsam mit den für den betreffenden Bereich zuständigen Projektingenieuren, wie der Prozess an dieser Stelle weiter optimiert werden kann. In vielen Fällen handelt es sich aus Qualitätssicht um unkritische Ursachen, die schnell gefunden und von den Kollegen zügig abgearbeitet werden können:

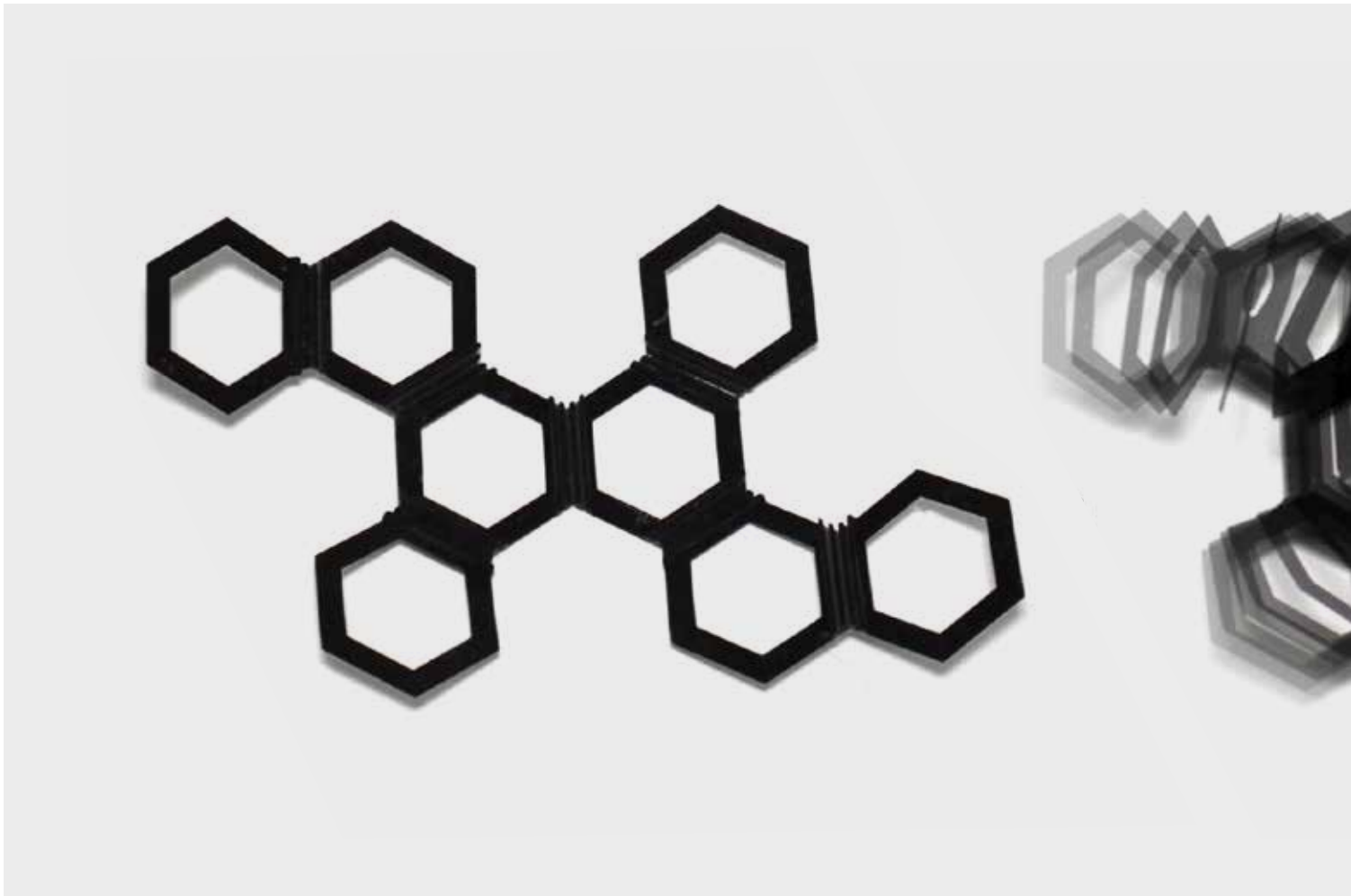
„Häufig ist dabei regelrechte Detektivarbeit notwendig“, so Puß, die bei ihrer Arbeit gern in unterschiedlichste Datensätze abtaucht. „Das erfordert neben umfassender Kenntnis über die verschiedenen Produktionsstufen und konkretem Fachwissen im Bereich Qualitätsmanagement auch viel praktische Erfahrung und einen möglichst guten Einblick in die vorhandene Technik.“ Ersteres bringt sie schon durch ihr Studium mit, bei dem sie gelernt hat, wie biopharmazeutische Wirkstoffe hergestellt, gereinigt, analysiert, zubereitet und verpackt werden.

Reibungsloser Betrieb 24 Stunden am Tag

Die Optimierung von bestehenden Prozessen beansprucht den größten Teil der Arbeitszeit von Carolin Puß. „Die Aufgabe kann dann zum Beispiel lauten, den Prozessablauf eines Handling-Roboters zu optimieren.“ Gemeinsam erstellt das Team die dazu notwendigen Pläne und ist auch für sämtliche weitere organisatorische Schritte verantwortlich – vom Einreichen des Änderungsantrages bis zur Erstellung der Dokumentation. „Erst wenn alle Schritte erfolgreich absolviert sind, ist die Anlage validiert und darf ein verkaufsfähiges Produkt herstellen, das den hohen Qualitätsanforderungen entspricht.“

Als große berufliche Herausforderung nennt Carolin Puß die Notwendigkeit zum gewissenhaften Arbeiten unter hohem Zeitdruck. Wichtig hierbei ist neben einem perfekten Zeitmanagement und einem optimierten Datenhandling auch eine stetige, umfangreiche Risikoanalyse: „Meine Kollegen nennen mich deshalb auch schon mal scherzhaft ‚Das schlechte Gewissen‘“, berichtet Carolin Puß augenzwinkernd. Und das nicht ohne Grund: „Wir müssen 24 Stunden am Tag einen reibungsfreien Betrieb gewährleisten und angesichts der hohen Produktnachfrage teure Ausfallzeiten vermeiden. Dafür stehen wir fortwährend in der Pflicht, jeden einzelnen Schritt zu belegen und zu dokumentieren, um ein konstant hohes Qualitätsniveau für unsere Kunden zu gewährleisten.“





4D-Druck: Gegenstände werden lebendig

Beim Ausloten der Potenziale des 3D-Drucks, also des schichtweisen Aufbaus komplexer Körper, haben Wissenschaftler die vierte Dimension entdeckt: die Zeit. Im Rahmen des 4D-Drucks wird den additiv gefertigten Strukturen die selbstständige Umwandlung in einen neuen Zustand einprogrammiert. Bislang noch in der experimentellen Frühphase, könnte der 4D-Druck künftig die industrielle Produktion revolutionieren – und unseren Alltag.

Text › Dr. Ralf Schrank



Es klingt nach Science-Fiction, könnte jedoch schneller als gedacht zur Realität von morgen werden: Ein in den einsetzenden Regen gehaltener Kugelschreiber, der sich eigenständig zum Regenschirm entfaltet und wieder zur handlichen Form einrollt, sobald der Regen vorüber ist. Die neue Schrankwand, die sich zu Hause von selbst zusammenbaut. Oder der intelligente Schuh, der sich beim Anziehen automatisch an die individuelle Fußform anschmiegt sowie Elastizität und Belastbarkeit einzelner Zonen gezielt einstellt – je nachdem, ob der Benutzer steht, geht, läuft, tanzt oder springt. Alles ohne teure und fehleranfällige Sensoren, Motoren, Prozessoren und Stromzufuhr von außen! 4D-Druck heißt die

Fertigungstechnik, die Materialien intelligent macht, indem sie die Fähigkeit zu selbstständigen späteren Transformationen mitdruckt. Noch handelt es sich bei der Technik um Modellstudien. Forscher experimentieren seit etwa zehn Jahren mit diversen Werkstoffen, die 3D-Drucker verarbeiten können: Metalle, Kunststoffe, Hydrogele. Das Funktionsprinzip ist dabei immer gleich: Per 3D-Druck, dem computergesteuerten additiven Aufbau dreidimensionaler Werkstücke mithilfe von Schmelz- und Härtingsprozessen, wird die zur Transformation erforderliche Energie im Material gespeichert und die neue Form vorprogrammiert. Ein äußerer Stimulus, zum Beispiel eine Temperaturänderung, löst dann die Verwandlung aus.

Ganz neu ist die Idee allerdings nicht. Materialien mit „Gedächtnis“ sind seit Langem bekannt. Werden zum Beispiel zwei Metalle form- und stoffschlüssig verbunden, die sich bei einer Temperaturänderung unterschiedlich stark ausdehnen, krümmt sich der Verbund bei Temperaturerhöhung und streckt sich wieder, wenn die Temperatur sinkt – der sogenannte Bimetalleffekt. Auch Nickel-Titan-Legierungen verfügen über eine Art Erinnerungsvermögen. Selbst nach starker Verformung kehren sie in ihre Ursprungsform zurück.

Solche Memory-Effekte und Formgedächtnislegierungen nutzt auch der 4D-Druck. Pionier auf diesem Gebiet ist Skylar Tibbits, der am MIT in Cambridge, Massachusetts,

Kleines Objekt mit großer Wirkung: Das von Dr. Stefan Kaierle in der Arbeitsgruppe am Laser Zentrum Hannover entwickelte 4D-Cochlea-Implantat ist etwas kleiner als eine Fingerspitze. Die Hörprothese aus Nickel-Titan-Legierungen wandelt Schall mittels aufgesetzter Elektroden in elektrische Impulse um, durch die der Hörnerv in der Cochlea (Innenohr) stimuliert wird.



lehrt und den Begriff 2013 geprägt hat. Das wirklich Neue für ihn ist, dass der 3D-Druck jetzt die Möglichkeit bietet, den Materialien das spätere Transformationsverhalten als vierte Dimension während der Fertigung gezielt mitzugeben. „Das ist wie Robotik ohne Kabel und Motoren“, erklärt Tibbits. Mit seinem Forscherteam am Self-Assembly Lab arbeitet er seit einigen Jahren an diversen 4D-Druck-Projekten. Zum Beispiel entstand für Airbus die Studie eines Maschinenteils aus programmierbarer Carbonfaser, das sich im Inneren einer Turbine je nach Temperatur oder Windgeschwindigkeit so verbiegt, dass die Luftdurchströmung immer optimal ist. Zusammen mit Geosyntec aus Boston hat Tibbits zudem eine intelligente Wasserleitung mit einer Wandung entwickelt, die sich selbstständig ausdehnen oder zusammenziehen kann.

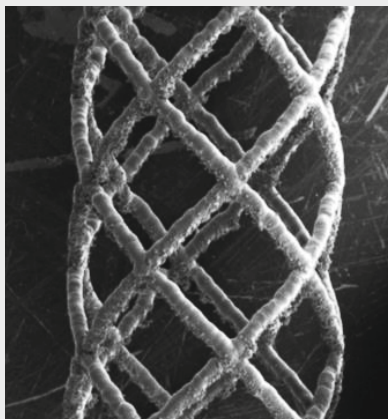
Der Rohrdurchmesser passt sich ohne Sensoren und Ventile an die gerade durchzuschleusende Wassermenge an. Denkbar ist sogar die Weiterentwicklung zur Schlauchpumpe, die ohne jede Mechanik Wasser in eine Richtung transportiert, indem sich das Rohr periodisch verengt und weitet.

Vierte Dimension für maximalen Erfolg

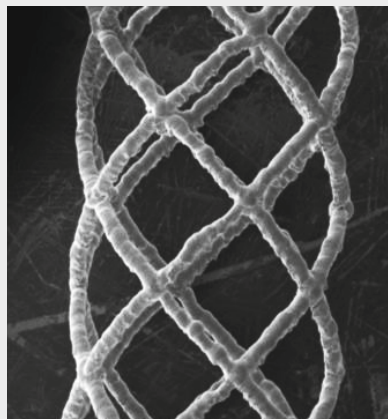
Doch auch hierzulande schreitet die Forschung voran: So entwickelt Dr.-Ing. Stefan Kaierle mit seiner Arbeitsgruppe vom Laser Zentrum Hannover in Zusammenarbeit mit der örtlichen Medizinischen Hochschule ein 4D-Cochlea-Implantat aus Nickel-Titan-Legierungen. Cochlea-Implantate sind Hörprothesen, die die Aufgabe der Haarzellen

im Ohr übernehmen, indem Elektroden den Hörnerv stimulieren. Da die Einführung der Elektroden in die Cochlea (Hörschnecke) erhebliches Geschick der Chirurgen erfordert, setzt die Arbeitsgruppe um Dr. Kaierle genau an dieser Stelle an: Sie fertigt Elektroden aus dem Memory-Metall so, dass diese eine Niedrig- und eine Hochtemperaturform annehmen können. Der Experte erläutert die Idee: „Der Chirurg setzt die leicht zu implantierende zusammengefaltete Niedrigtemperaturform ein. Bei moderater Wärmezufuhr entfaltet sich diese in der Cochlea zur wirksamen Hochtemperaturform.“ Dank dieser Technik kann die Erfolgsaussicht einer OP vergrößert werden. Im Vorfeld wird mittels Computertomografie ein dreidimensionales Bild des Innenohres erstellt. Daraus werden die beiden idealen Memory-Formen errechnet und dann das

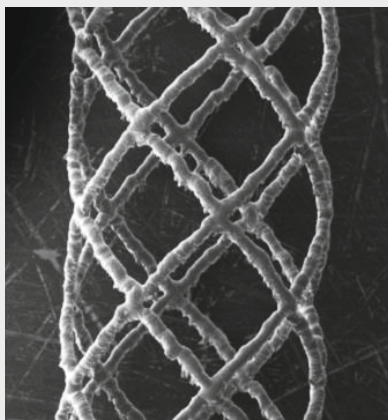
Stents aus Nickel-Titan- Formgedächtnislegierung

 2 mm
 


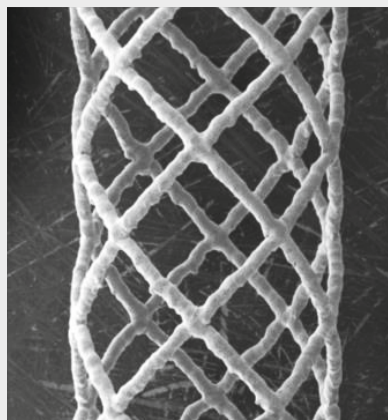
unbehandelt



sandgestrahlt



chemisch entgratet



sandgestrahlt und chemisch entgratet



Porträt Stefan Kaierle

Dr.-Ing. Stefan Kaierle studierte Elektrotechnik an der RWTH Aachen. 1998 ging er ans Fraunhofer-Institut für Lasertechnik in Aachen. Seit 2012 ist er Leiter der Abteilung Werkstoff- und Prozesstechnik am Laser Zentrum Hannover (LZH). Hier ist er darüber hinaus seit letztem Jahr Koordinator des Geschäftsfelds Additive Fertigung. Zudem leitet er Niedersachsen ADDITIV – Zentrum für additive Fertigung und ist seit April dieses Jahres geschäftsführender Vorstand am LZH.

Implantat mithilfe eines 3D-Druckers individuell gefertigt. „Wir haben gezeigt, dass unsere Idee im Prinzip funktioniert. Aber wir müssen den Transformationsprozess noch besser verstehen, um die Dynamik der Entfaltung in der Cochlea gezielt steuern zu können“, so Dr. Kaierle zum Stand der Entwicklung. Tatsächlich verschiebt schon eine geringe Veränderung der Nickel-Titan-Zusammensetzung die Aktivierungstemperatur für die Transformation. Final angestrebt wird ein Implantat mit mehreren aufeinander abgestimmten Schichten und

unterschiedlichen Transformationstemperaturen. Die vierte Dimension, die gesteuerte zeitliche Formveränderung, könnte dann per 3D-Druck mit Pulvergemischen unterschiedlicher Zusammensetzung im Implantat vorprogrammiert werden. Dass auch Textilien die vierte Dimension beherrschen können, zeigt das Team um Prof. Dr.-Ing. Thomas Gries, Inhaber des Lehrstuhls für Textilmaschinenbau und Direktor des Instituts für Textiltechnik der RWTH Aachen. „Wir übertragen den Bimetalleffekt auf Kunststoffe, indem wir

auf Textilfasern Mikrostrukturprofile aufbringen, die wir mittels 3D-Druck schichtweise aus unterschiedlichen Kunststoffen aufbauen“, erläutert er. Bei externer Beeinflussung verformen sich die Profile und damit die an ihnen haftenden Textilien. Wenn dabei eine Kunststoffkomponente erweicht, sich während der Formänderung mit verformt und danach wieder erstarrt, wird die neue Gesamtform stabilisiert. Als die Transformation auslösende Stimuli kommen neben Temperatur auch Feuchtigkeit, mechanische Bewegung oder Licht infrage.



Porträt Thomas Gries

Univ.-Prof. Prof. h.c. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Thomas Gries (54) hat Maschinenbau an der RWTH Aachen studiert. Parallel zur Promotion absolvierte er das Studium der Wirtschaftswissenschaften. Sechs Jahre war er international im Großanlagenbau tätig. Seit 2001 ist Prof. Gries Direktor des Institutes für Textiltechnik an der RWTH Aachen. 2013 wurde ihm in Moskau die Ehrenprofessur der Lomonosov Moscow State University verliehen.

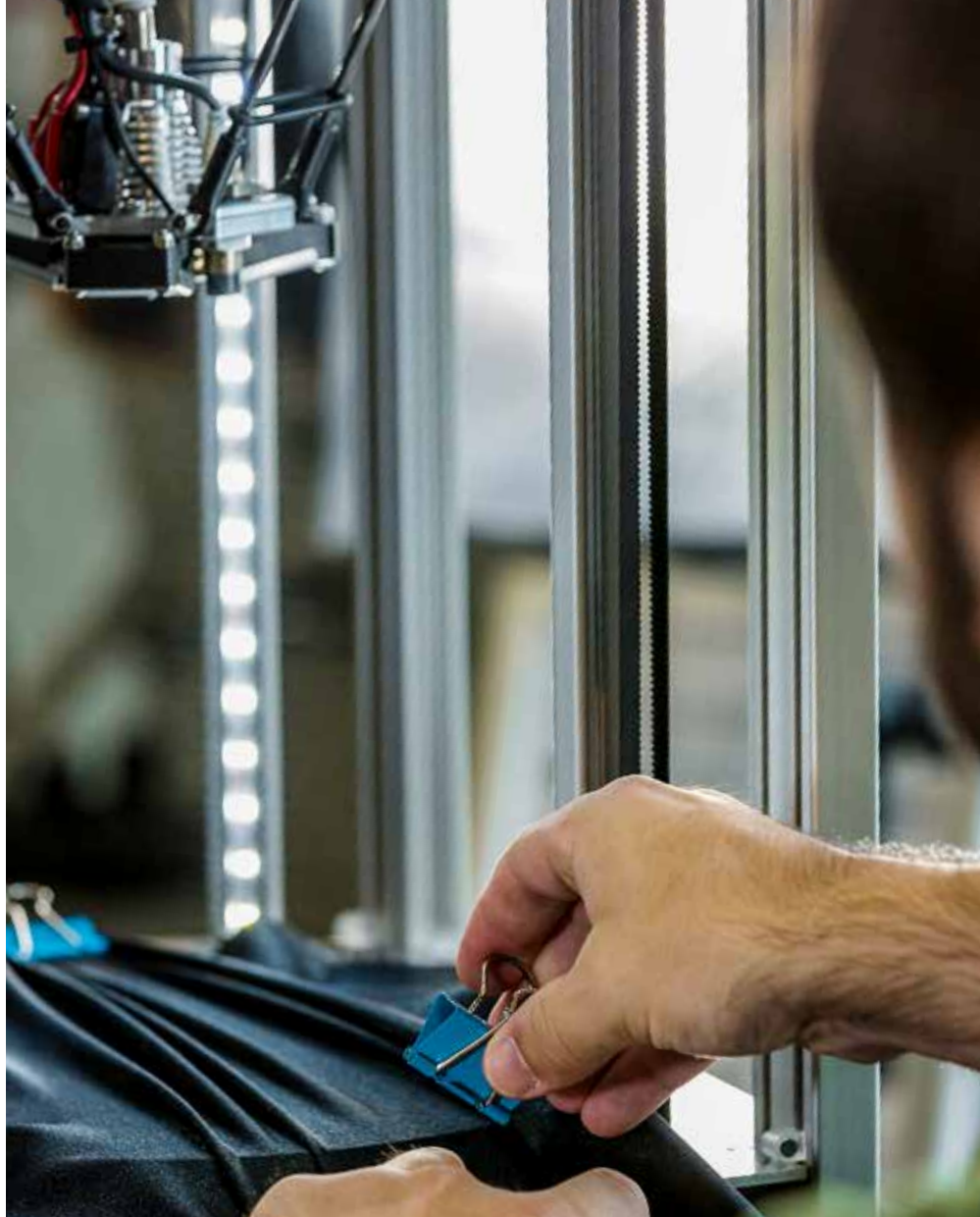


Entwicklungsziel ist zum Beispiel eine Outdoor-Jacke, die bei höherer Außentemperatur oder bei Schweißabsonderung selbstständig Lüftungsklappen öffnet. Oder die textile Mittelkonsole eines Autos, die sich mittels mechanischer Belastung zur Mulde formt, sobald eine Sonnenbrille oder ein anderer Gegenstand darauf abgelegt wird. Vor die Fensterfassade eines Gebäudes könnte eine grobporige, fast durchsichtige 4D-Textilie gespannt werden, die ihre Poren bei Sonneneinstrahlung schließt und die Fenster abschattet – ohne Motor und elektrischen Strom.

Die Aachener Textiltechniker spielen darüber hinaus noch einen anderen Trumpf aus:

Indem sie die elastische Textilie vorspannen, also die Fasern dehnen, speichern sie Energie, die sie als Federkräfte später programmierbar freisetzen können. Prof. Gries weist auf einen weiteren Vorteil hin: „Die Herstellung von 4D-Textilien ist ohne Probleme hochskalierbar: Ob wir eine Mikrostruktur auf ein paar Quadratzentimeter Stoff auftragen oder auf eine hundert Meter lange Bahn, macht technisch keinen Unterschied.“ Dennoch sind auch 4D-Textilien noch nicht praxisreif. Derzeit müssen der Faser-Kunststoff-Verbund optimiert und die richtigen Profilmuster ermittelt werden, die den Textilien das gewünschte Bewegungsverhalten verleihen.

Für Skylar Tibbitts stehen die Potenziale der 4D-Materialien aber außer Frage. „Bislang“, meint er, „benutzen wir wenig effiziente, energie- und zeitintensive sowie fehleranfällige Holzhammermethoden, um komplexe Dinge herzustellen. Mit programmierbaren Materialien bringen wir die Dinge dazu, sich selbst zusammenzubauen, zu reparieren und zu vervielfältigen.“ Vorbild ist für ihn die Natur. Ein Protein aus 2 Mio. Bausteinen faltet sich in zehn Mikrosekunden zu einer biologisch wirksamen Struktur. Eine DNA mit 3 Mrd. Basenpaaren wird bei der Herstellung einer neuen menschlichen Zelle in einer Stunde kopiert. Dagegen, rechnet er vor, braucht ein Wolkenkratzer mit 1 Mio.



Der Bimetalleffekt, also die Veränderung eines Materials bei großen Temperaturunterschieden, kann mittels 3D-Drucker (Foto linke Seite) auch auf Textilien übertragen werden. Werden die elastischen Textilien per Hand vorgespannt, sprich die Fasern gedehnt, speichern sie zudem Energie, die sie später programmierbar freisetzen können (Foto rechte Seite).

Bauteilen 2,5 Jahre Bauzeit, ein Raumgleiter, der Menschen ins Weltall bringt, mit 2,5 Mio. Bauteilen eine Bauzeit von 5 Jahren.

Die Vision: Autos aus dem 4D-Drucker

Seine Vision ist eine 4D-Fertigung, bei der der 3D-Drucker den Bauteilen das „Wissen“ um ihren späteren Einsatzort, die Einbauanleitung sowie die dort anzunehmenden Eigenschaften und Funktionen vollumfänglich mitgibt. Es werden nur noch kleine Teilelemente gefertigt, die später allein durch lokale Interaktion komplexe Strukturen

bilden, Fehlerkorrekturen vornehmen und sogar ohne integrierte Computerchips rechnen können. Wohin die Entwicklung gehen könnte, zeigt die Studie des Konzeptfahrzeugs Next 100 von BMW. Das Auto, so die Wunschvorstellung der BMW-Designer, wird nicht mehr in Einzelteilen gefertigt, sondern den 4D-Drucker, die Fertigungsmaschine der Zukunft, in einem Stück verlassen. Der Drucker wird alle erforderlichen Rohstoffe wie Metalle, Silizium, Kunststoffe und Glas verarbeiten – und selbstredend auch eigenständig formverändernde Strukturen produzieren. Dies könnten zum Beispiel kompakte Radkästen sein, die der Lenkbewegung folgen oder eine Knautschzone, die weich

oder starr wird, je nachdem ob sie auf einen Fußgänger oder eine Wand prallt. Die ersten 4D-Produkte, die Form, Eigenschaften und Funktion von selbst zeitlich verändern können, werden wohl in wenigen Jahren in unseren Alltag Einzug halten. Sie werden die Kosten für Lagerung, Verpackung, Transport und Reparatur senken, unsere Kleidung, Gebäude und Autos intelligenter machen und in der Medizin neue Operationstechniken ermöglichen. Aber es wird sicher noch etliche Jahre intensiver Forschung brauchen, bis sich beurteilen lässt, ob 4D-Techniken das Zeug haben, die industrielle Fertigung zu revolutionieren.

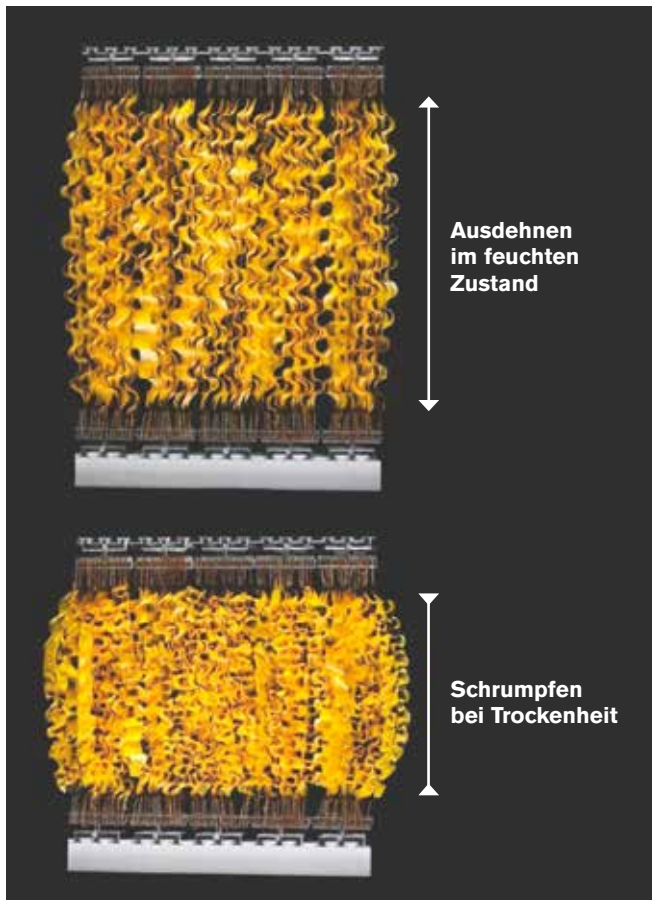


In 90 Minuten nach Australien

Texte › Jann Raveling

Der SpaceLiner könnte die Strecke von Frankfurt am Main nach Sydney von heute 20 Stunden auf 90 Minuten verkürzen. Wirklichkeit wird diese Vision wohl aber erst in 20 bis 30 Jahren. Bereits seit 2005 arbeitet das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt an dem Konzept ultraschneller Interkontinentalflüge. Der zweistufige Passagiertransporter erhält Schub von elf Raketentriebwerken – neun im abtrennbaren Booster, zwei im Orbiter. Als Antrieb dienen flüssiger Sauerstoff und Wasserstoff, der zu Wasser verbrennt. Sowohl Booster als auch Orbiter sind wiederverwendbar, um Kosten

zu sparen und die Umwelt zu schonen. Nach vertikalem Start steigt der SpaceLiner auf 80 km Höhe und beschleunigt dabei innerhalb von zehn Minuten auf über zwanzigfache Schallgeschwindigkeit. Gleitend legt er den Rest des Fluges zurück. Auf die bis zu hundert Passagiere wirken dabei Kräfte von maximal 2,5 g – geringer als bei Raketentests von Weltraummissionen. Bis zur Realisierung haben die Forscher jedoch noch einige Herausforderungen zu meistern – insbesondere die hohen Gesamtkosten von 30 Mrd. € und die Zuverlässigkeit wiederverwendbarer Raketentriebwerke.



Strom aus Verdunstung dank Bakterien

Eine neue regenerative Energiequelle erschließen derzeit Forscher der Columbia University: Sie haben ein Gerät entwickelt, das aus Verdunstung Energie gewinnt. Kern des hydromechanischen Verfahrens sind Sporen des Heubakteriums *Bacillus subtilis*. Sie nehmen je nach Luftfeuchtigkeit in kürzester Zeit Wasser auf und geben es wieder ab. Auf einer Folie aufgetragen entsteht ein künstlicher Muskel, der durch Kontraktion in ersten Versuchen Dioden oder Sensoren mit Energie versorgt. Der Wirkungsgrad liegt zwar noch bei 1 % und es fehlt ein ausgereifter Weg zur effizienten Stromumwandlung. Doch nach Bewältigung dieser Hürden winkt ein riesiges theoretisches Potenzial: Allein in den USA könnten über 69 % der Energieleistung – 325 GW – gedeckt werden. Die Leistungsdichte liegt bei bis zu 10 W pro m², dreifach höher als bei der Windenergie. Künftige Verdunstungskraftwerke könnten zudem trockene Regionen mit eingefangener Kondenswasser versorgen.



Verkehrskreuzung der Zukunft

Ein Fußgängerüberweg, der sich dynamisch an die Bedürfnisse vor Ort anpasst – ein solcher Prototyp wurde vom Londoner Stadtplanungsbüro Umbrellium Ltd entwickelt und im Herbst 2017 im Südwesten der Stadt erfolgreich getestet. Bei der Stigmergic Adaptive Responsive Learning (kurz: STARLING) Crossing formen in die Straße integrierte LEDs je nach aktueller Verkehrslage Warnschilder und weitere Markierungen. Sammeln sich etwa viele Fußgänger am Straßenrand, projiziert ein von Kameras gespeistes neuronales und selbstlernendes Computernetzwerk in Echtzeit einen breiteren Zebrastreifen. Sobald Radfahrer sich nähern, zeigen die LEDs eine separate Radspur an. Im Vergleich zu herkömmlichen Kreuzungen soll die intelligente STARLING Crossing die Flexibilität und Sicherheit für Personen außerhalb geschützter Fahrzeuge im Stadtverkehr erhöhen. Ob aus dem Prototyp eines Tages Realität wird, steht aufgrund der hohen Kosten noch nicht fest.



Segel setzen für gemeinsamen Erfolg

Sieben Teams, zwölf Etappen und insgesamt 45.000 Seemeilen von Alicante rund um den Globus bis nach Den Haag – das Volvo Ocean Race zählt zu den härtesten Segelregatten der Welt. Mit dabei: das Team Brunel. Denn beim Segeln wie auch beim Engineering stehen Begeisterung für Hightech, eine reibungslose Zusammenarbeit und der pure Wille zum Erfolg im Fokus. Dies unterstreichen die Einblicke ins Crew-Leben an Bord.

Text › Bastian Korte



02

01

Alle Teams starten mit der baugleichen Segelyacht Volvo Ocean 65. Das 20 m lange Boot wurde über sieben Monate hinweg in etwa 36.000 Arbeitsstunden fertiggestellt. 120 Bootsbauer und 70 Zulieferer waren daran beteiligt.

02

Skipper Bouwe Bekking (am Ruder) und seine neunköpfige Crew leben und arbeiten von Oktober 2017 bis Juni 2018 auf engstem Raum zusammen. Kommunikation und eine positive Stimmung sind demnach enorm wichtig.

03

Damit beim Wettlauf um wertvolle Sekunden und Seemeilen alle Handgriffe sitzen, wurden die geeignetsten Experten für jede Position im Vorfeld sehr sorgfältig ausgewählt.

04

Trotz der Hektik des Rennens gibt es auch ruhigere Momente an Bord – wertvolle Zeit, um die Stiefel zu trocknen.



03



04



05

Ohne technologische Hilfsmittel geht heutzutage auch im Segelsport nichts mehr. Tägliche Downloads der Wetterprognose gehören für Navigator Andrew Cape zum festen Crew-Alltag.

06

Kleine Reparaturen und Instandhaltungsarbeiten an der Segelyacht müssen aufgrund der extremen Materialbelastung auch während der Fahrt umgesetzt werden – so wie hier die Fixierung des Auslegerendes.

07

Je nach Rennverlauf kann das Frühstück mitunter sehr kurz und spartanisch ausfallen.

08

Die Segler sind im Wechsel jeweils vier Stunden aktiv und vier Stunden zum Pausieren unter Deck. Doch auch während der Ruhephasen ist jeder Einzelne stets im Stand-by-Modus.

09

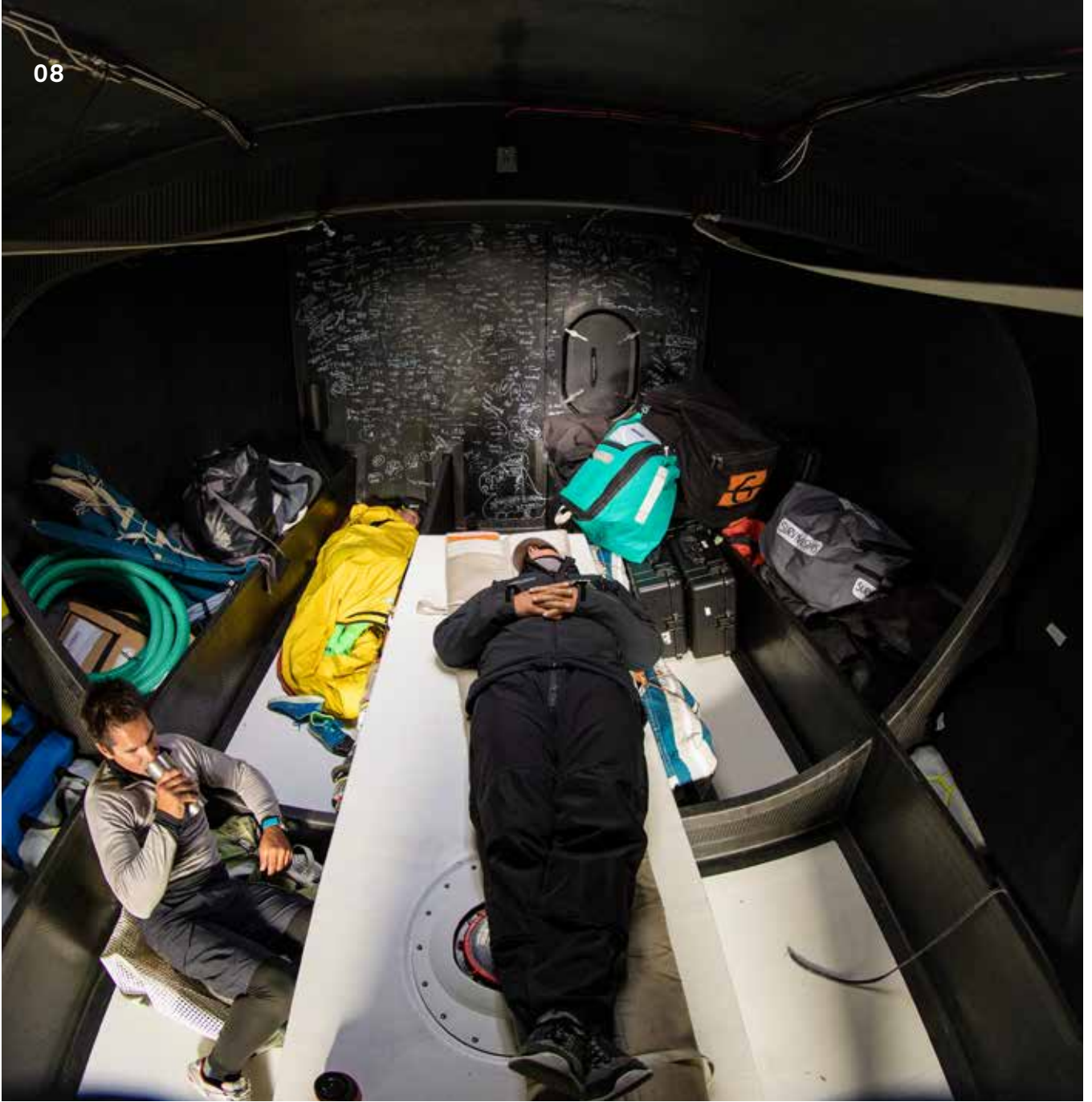
Wie in jedem anderen projektbasierten Team herrschen auch bei der Crew feste Abläufe und Verantwortlichkeiten, denn Ordnung muss sein. Dies gilt auch für kleinste Details.

10

Jedes Teammitglied verbrennt während einer Etappe pro Tag bis zu 7.000 Kalorien. Dies macht eine effiziente Nahrungsaufnahme unabdingbar. Die hochkalorische Nahrung der Segler ist deshalb vortportioniert, gefriergetrocknet und wird mit Wasser zubereitet.



08



09



10





11



12



13





14

11

An Bord ist jeder Spezialist für sein Fachgebiet. Dennoch werden im Sinne des Teamworks auch Aufgaben der Kollegen übernommen – so wie hier Kyle Langford, der sonst den Posten des Trimmers innehat.

12

Eine Segelregatta bringt Extremsituationen auf hoher See mit sich, bei denen jeder an seine Grenzen geht – oder wie hier über den Bug.

13

Bereits zum vierten Mal sponsert Brunel das Segelteam beim Volvo Ocean Race.

14

Die hier zu sehende Winsch besteht aus einer Trommel, einer Hauptwelle, einem Getriebe und einer Kurbel. Sie dient beispielsweise zur Spannung von Leinen und vervielfältigt dabei die Kraft des Seglers.

15

Kurs bestimmen, Segel setzen und dann volle Fahrt voraus!



15



Der Mann mit den zündenden Ideen

Mit Sprengstoff und Waffenlieferungen stieg Alfred Nobel zu einem der reichsten Unternehmer Europas auf, bevor er dem wichtigsten Friedenspreis der Welt seinen Namen verlieh – ein charakteristischer Widerspruch eines Lebenswegs, den unbändiger Erfindergeist und literarisches Interesse ebenso kennzeichneten wie persönliche Schicksalsschläge und bis heute überlieferte Legenden.

Text › Gerrit Reichert

Es war ein Schlüsselerlebnis auf einer zweijährigen Bildungsreise Alfred Nobels quer durch Forschungslabore in Deutschland, den USA und Frankreich, das sein Interesse für den Sprengstoff weckte: Im Paris der frühen 1850er-Jahre stand Ascanio Sobrero vor ihm, gezeichnet von schweren Gesichtsverletzungen, die er bei seinen Experimenten erlitten hatte. Denn wenige Jahre zuvor hatte der Italiener das Nitroglyzerin entdeckt, es jedoch geheim gehalten, da er es aufgrund der vielfachen Sprengwirkung im Vergleich zum Schwarzpulver für zu gefährlich hielt. Nobel war fortan fasziniert von dem Gedanken, den hochexplosiven Flüssigstoff beherrschbar zu machen.

Bis dahin stand der 17-Jährige, drittältester von vier Söhnen, im Schatten seines Vaters Immanuel Nobel, der sich aus armen Verhältnissen hochgearbeitet hatte. 1842 zog

die Familie von Stockholm ins russische St. Petersburg, wo der Vater zum erfolgreichen Unternehmer für Militärtechnik aufstieg. Er war es auch, der Alfred Nobel auf die Studienreise schickte, um sein vorhandenes Technik- und Chemie-Interesse zu fördern – und gleichermaßen das Faible des jungen Mannes für die Literatur einzudämmen. Mit Erfolg, denn das nimmermüde Erfinder- und Unternehmertalent übertrug sich auf Sohn Alfred. Zurück in der schwedischen Hauptstadt trieb er ab 1859 die Produktion von Nitroglyzerin in der väterlichen Firma voran. Immer mit dem Ziel, die farblose und bereits bei transportbedingter Erschütterung sofort detonierende Flüssigkeit für Technik und Wirtschaft nutzbar zu machen. Denn die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts war die große Zeit des Berg-, Straßen- und Eisenbahnbaus, überall mussten gigantische Erdmengen bewegt werden.



Anfang der 1860er-Jahre reiste Alfred Nobel darum erneut nach Deutschland. Auf einer Zeche in Dortmund experimentierte der dank eines Privatlehrers fließend Deutsch, Russisch, Französisch und Englisch sprechende Schwede mit dem Einsatz klassischer Sprengstoffe unter Tage. Im Ergebnis erfand Alfred Nobel die Initialzündung. Dem eigentlichen Explosivstoff wird dabei eine separate Sprengkapsel vorangesetzt, die das Initial des Explosionsprozesses unmittelbar vom Detonationskörper auf die Kapsel verlagert. Bereits durch die Trennung von Zündung und Explosion wurde der

Vorgang deutlich sicherer. Zurück in Stockholm wollte Nobel seine Erkenntnisse auf das Nitroglycerin anwenden. Einen entsprechenden Patentantrag für das sogenannte Sprengöl stellte er im Juli 1864. Stolz vermerkte er in seinen Notizen: „Ich bin der Erste, der diese Stoffe aus dem wissenschaftlichen in den industriellen Bereich gebracht hat.“ Doch wenige Wochen später folgte die Tragödie: Sein jüngerer Bruder Emil, der gerade erst das Abitur bestanden hatte, wollte die Erfindung im Versuchslabor der väterlichen Fabrik womöglich einigen Angestellten vorführen. Dabei explodierten

die in unmittelbarer Nähe gelagerten 125 kg Nitroglycerin – die fünf Personen, die sich im Labor befanden, kamen ums Leben. Alfred Nobel, der sich am Schicksalstag nicht in der Firma befand, äußerte sich zum frühen Tod seines Bruders nie. Er galt als verschlossen, arbeitete meist allein und häufig gleich mehrere Tage am Stück. In Folge der Explosion verfügte die Stadt einen Umzug der Produktion des Familienunternehmens an einen Standort außerhalb Stockholms. Zu diesem Anlass gründete Alfred Nobel auch eine zweite Betriebsstätte im Dorf Geesthacht nahe Hamburg – sein erstes eigenes

16

**16**

Arbeiter befüllen Löcher mit Dynamit beim Bau des Panamakanals, der mit einer Länge von insgesamt 82 km in den Jahren von 1881 bis 1914 entstand.

17

Keine ungefährliche Aufgabe: Angestellte um 1897 in der Nobel's Explosives Company im schottischen Ardrossan, der damals größten Dynamitfabrik der Welt.

Unternehmen. Hier forschte er auf einem Kahn auf der Elbe und machte nach der Initialzündung seine zweite bedeutende Entdeckung. Der Legende nach berichteten ihm Arbeiter von einem Bahntransport, bei dem eine Auspolsterung mit Kieselgur ausgelafenes Nitroglycerin aufsog und so eine Explosion verhinderte. Nobel selbst dementierte das. Viel plausibler scheint, dass er mit seinem Umzug nach Norddeutschland die Kieselgur überhaupt erst kennenlernte, da die Substanz speziell hier in großem Stil abgebaut und über die Elbe verschifft wurde. Nobel fand heraus, dass sich das flüssige Nitroglycerin unter Zugabe von einem Viertel Kieselgur sowie Natriumcarbonat zu einer formbaren Masse verwandelte und seine notorische Explosionsgefahr verlor – Nobels Sicherheitspulver war geboren. Der Erfinder verlieh ihm kurz darauf den Namen Dynamit, abgeleitet vom griechischen Wort Dynamis für Kraft. Es revolutionierte

die Arbeitsweise für Großbauprojekte wie den Panamakanal und setzte zum Siegeszug rund um den Globus an. Kontinuierlich verfeinerte Alfred Nobel das Verfahren, unter anderem sorgte die Hinzufügung von Kollodiumwolle und Kampfer zu einer Ausdehnung der Sprengkraft von 6.000 m auf 8.000 m pro Sekunde.

90 Dynamit-Fabriken in 20 Ländern

Ganze 355 Patente meldete Nobel an, viele davon zu Nitroglycerin, Dynamit oder der Sprenggelatine, mit der der Schweizer Gotthard-Tunnel von 1872 bis 1882 gebaut wurde. Im Deutsch-Französischen Krieg von 1871 bediente Nobel beide Seiten. Als der schwedische Unternehmer wenige Jahre später Hamburg wieder verließ, galt er mit 90 Fabriken in 20 Ländern



als einer der reichsten Europäer. Derweil berührte die Kehrseite seiner Sprengstoffe, ihre auf Menschen tödliche Wirkung, Alfred Nobel immer mehr. Seine Ansicht, gerade militärische Stärke würde durch Abschreckung den Frieden sichern, schien sich nicht zu bewahrheiten. Diese Einsicht verstärkte eine persönliche Begegnung: In Paris arbeitete die Pazifistin Bertha von Suttner zwei Wochen lang für ihn als Privatsekretärin. Daraus entwickelte sich eine lebenslange Beziehung zu der Frau, die unter anderem das viel beachtete Werk „Die Waffen nieder“ schrieb. Als Alfreds Bruder Ludvig darüber hinaus starb und eine französische Zeitung die beiden verwechselte und indem sie schrieb „Der Kaufmann des Todes ist tot“, traf ihn dies genauso ins Mark wie die über 1.000 Attentate, die allein 1892 in Westeuropa mithilfe seines Dynamits verübt wurden.

So versuchte der sensible Feingeist mit dem

Sinn für Literatur am Ende seines Lebens zunächst einmal, seinen inneren Konflikt aus technischer Begabung und kreativer Berufung durch das Schreiben von Romanen und Dramen im italienischen Sanremo zu befrieden. Darüber hinaus verfügte Alfred Nobel testamentarisch, dass der gesamte Ertrag seines Lebens fortan allein dem Frieden dienen solle. Zugutekommen solle es dem, der „am meisten oder am besten auf die Verbrüderung der Völker und die Abschaffung oder Verminderung stehender Heere sowie das Abhalten oder die Förderung von Friedenskongressen hingewirkt hat“. Fünf Jahre nach Nobels Tod 1896 wurden die ersten Nobelpreise für Physik, Chemie, Medizin, Literatur und Frieden ausgelobt. Wiederum vier Jahre darauf erhielt Bertha von Suttner als erste Frau der Welt den Friedensnobelpreis des Mannes, dem sie maßgeblich zur späten Erkenntnis verholfen hat.

Meilensteine der Sprengstoffentwicklung

10. Jahrhundert: Schwarzpulver

In China werden erstmalig Salpeter, Holzkohle und Schwefel zu Pulver gemixt und für Explosionen verwendet. Das Schwarzpulver verbreitet sich schnell und bleibt bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts das einzige Sprengmittel.

1847: Nitroglycerin

Der italienische Arzt und Chemiker Ascanio Sobrero stellt erstmals Nitroglycerin her. Weil er dessen Explosivkraft für unberechenbar erachtet, hält er seine Erfindung zunächst geheim.

1866: Dynamit

Durch die Beimischung von Kieselgur, einer pulverförmigen Substanz aus den Schalen fossiler Kieselalgen, gelingt es Alfred Nobel, Nitroglycerin zu binden und so gefahrlos portionierbar und transportabel zu machen. Der neue Sprengstoff hat auf Anhieb die fünffache Kraft von Schießpulver.

1889: TNT

Ende des 19. Jahrhunderts gelang der Dynamit AG, vormals Alfred Nobel & Co., die großtechnische Produktion des Sprengstoffs Trinitrotoluol (TNT) – einer der bekanntesten chemisch homogenen, also nur aus einer Komponente bestehenden Explosivstoffe. Noch heute ist TNT ein wichtiger militärischer Sprengstoff, der nur durch Initialzündung – etwa durch eine Sprengkapsel – zur Detonation gebracht werden kann.

2007: Vakuumbombe

Die russische Variante gilt als bislang stärkste konventionelle Bombe. Der eingesetzte Sprengstoff wird dabei mit dem Sauerstoff der Luft verbrannt. Mit einer Sprengwirkung von 44 t TNT übertrifft die Vakuumbombe sogar die kleinste bisher gebaute Atombombe.

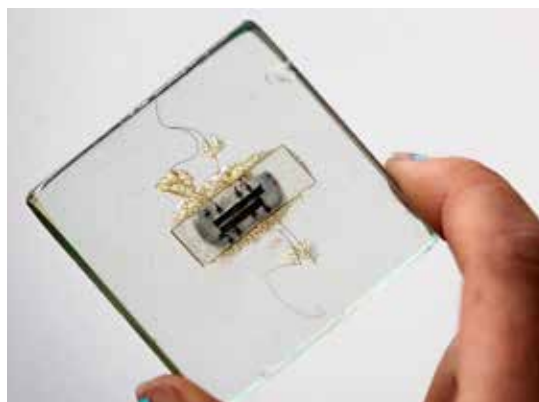
Eine Idee, worum es hier geht?



Eines ist sicher: Etwas Gleichförmigeres haben Sie niemals zuvor gesehen. Allein das Silizium, aus dem die rundeste Kugel der Welt besteht, ist etwa eine Million Euro wert. Nur wenigen Privilegierten ist es gestattet, sie zu berühren. Denn ihr Zweck ist von immenser Bedeutung: Die Sphäre dient der exakten Gewichtsdefinition eines Kilogramms. Das Kilogramm ist die einzige Maßeinheit,

die durch ein Objekt definiert wurde. Seit fast 130 Jahren lagert das wie ein Schatz gehütete Ur-Kilogramm aus Platin in einem Keller nahe Paris. Nach ihm sind alle Waagen weltweit geeicht. Jedoch verliert diese Vorlage aus unerklärlichen Gründen an Gewicht – bisher um die Masse eines Staubkorns. Aber bereits dieser Verlust hätte etwa bei der Bestimmung von Goldreserven erhebliche Auswirkungen.

Also erschufen Wissenschaftler die ein Kilogramm schwere Siliziumkugel und zählten die in ihr enthaltenen Atome durch Hochrechnung aus. Je gleichmäßiger dabei die Form, desto genauer das Ergebnis. Fortan kann auch diese Atomanzahl als Maßstab für die Einheit des Kilogramms fungieren – ein Referenzobjekt bräuchte es nicht mehr.



Wer hat's erfunden? Mikrochip und Taschenrechner

Text › Bastian Korte

Im Sommer 1958 revolutionierte Jack Kilby mit einfachsten Mitteln unsere Informationstechnologie – und zwar zunächst aus reinem Zeitvertreib. Denn als Berufseinsteiger bekam der Elektrotechnik-Ingenieur bei Texas Instruments noch keinen Urlaub. Allein im Forschungslabor des bis dahin auf Transistortechnik spezialisierten Unternehmens entwickelte er den ersten Mikrochip der Welt: ein Stück Germanium mit einigen Drähten auf einer Glasplatte, etwa so groß wie eine Büroklammer. Doch wurden die sogenannten integrierten Schaltkreise selbst unter Experten eher mit fragenden Blicken quittiert. Also suchte Kilby in den folgenden

neun Jahren nach einer konkreten Anwendung und präsentierte 1967 den ersten Taschenrechner. Der Prototyp im Buchformat war zwar über ein Kilogramm schwer, arbeitete aber im Batteriebetrieb und gab Ergebnisse auf einem schmalen Streifen Thermopapier aus. Zuvor brauchten Rechner für mathematische Grundoperationen einen Stromanschluss und wogen das 20-Fache. Doch wieder ignorierten seine Vorgesetzten das riesige Potenzial. So erkannten zuerst japanische Konzerne wie Canon die Marktchancen und fertigten erste Taschenrechner in Serie. In Deutschland kosteten diese anfangs rund 2.000 D-Mark – so viel wie ein

solider Gebrauchtwagen. Jack Kilby wurde ab 1970 freigestellt, um sich vollständig seinen Erfindungen und der Lehre widmen zu können. Jedoch wurde der Amerikaner erst Jahrzehnte später offiziell gewürdigt, etwa im Jahr 1990 mit der National Medal of Technology aus den Händen von US-Präsident George Bush senior (rechts im Bild) oder mit dem Physik-Nobelpreis eine Dekade später. Bis heute ist das nach ihm benannte Labor bei Texas Instruments eine Wallfahrtsstätte für Technik-Begeisterte.



Der Tausendsassa aus Wuppertal

Tobias Gerbracht ist ein wahres Multitalent: Der 20-Jährige gewann als bisher Einziger in der 52-jährigen Wettbewerbsgeschichte zweimal in Folge in unterschiedlichen Kategorien bei Jugend forscht. Er lehrt zudem an der Junior Uni Wuppertal, studiert Industrial Design, ist Werkstudent und führt Auftragsarbeiten für Firmen durch.

Text › Jann Raveling

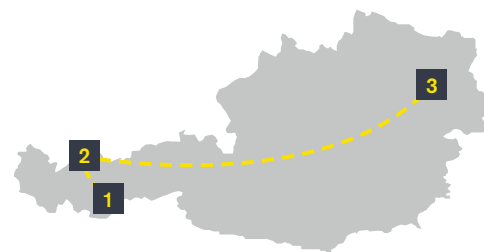
„Ich finde Zukunftstechnologien spannend, versuche stets weitgefächert zu denken und Lösungen für aktuelle Probleme zu finden“, beschreibt Tobias Gerbracht sich selbst. Seine Leidenschaft gilt der Mechanik und dem Design, der Kombination aus Schönem und Nützlichem. Geweckt wurde sie bereits früh durch Baukästen, Technik-Spielzeug und spätere Kurse an Schüler-Universitäten. Zu seinem ersten Forschungserfolg inspirierten ihn jedoch Science-Fiction-Filme und Dokumentationen über zukünftige Hologramm-Anwendungen.

Mit einem Augmented-Reality-Projektor zur Erzeugung realistischer Hologramme gelang dem Wuppertaler 2016 der Durchbruch bei Jugend forscht: Ein selbst konstruierter Beamer projiziert ein zuvor berechnetes Hologramm eines Objektes in den Raum, das frei bewegbar, interaktiv und ohne Spezialbrille sichtbar ist. „Ein vergleichbares Produkt gibt es nicht auf dem Markt“, weiß Gerbracht. Den Prototyp entwarf er mit Materialien, die er sich aus der Schule lieh. Für Jugend forscht verbesserte er den aus mehr als hundert individuell angefertigten Einzelteilen bestehenden Projektor in über 650 Arbeitsstunden. Die Komponenten konstruierte und optimierte er mit CAD-Programmen und ließ sie maschinell fertigen.

2017 wiederholte Gerbracht dann seinen Sieg bei Jugend forscht mit einer Messstation für Molekülkonzentrationen in der Luft wie etwa CO₂, Ozon oder Stickoxide. Sie ist genauer, schneller und misst ganze Bereiche, während alle gängigen Stationen lediglich zur punktuellen Messung in der Lage sind. Sein Erfolgsrezept: eine leuchtstarke Lampe, deren Lichtstrahl via Spiegel über mehrere Kilometer zum Ausgangspunkt zurückgelenkt und dort von einem Spektrografen analysiert wird. Das zurückgeworfene Licht weist je nach Zusammensetzung der Messstreckenluft ein verändertes Spektrum auf. Auslöser für die Konstruktion waren die zahlreichen Debatten rund um Abgase in den vergangenen Jahren. „In den Diskussionen ist mir der Mangel an genauen Daten aufgefallen, also wollte ich ein flächendeckendes Verfahren entwickeln“, erläutert Gerbracht. Erfolgreich getestet hat er die Station bereits in seiner Heimatstadt, um Daten für den geplanten Bau einer Schnellstraße zu liefern. Nach drei Jahren Konstruktion gibt er das Projekt jedoch aufgrund seines Studiums nun in die Hände seiner ehemaligen Schule. Ob er bei seinem Ideenreichtum später ein eigenes Unternehmen gründen möchte, weiß er noch nicht: „Mir ist primär wichtig, innovative Technik zu entwickeln, um so mein Hobby zum Beruf zu machen!“

Tour de Technik Österreich

Technologische Meilensteine und spektakuläre Bauwerke:
In Österreich erwarten technikinteressierte Besucher zahlreiche
Entdeckungen abseits der bekannten Sehenswürdigkeiten.
Unsere Kurztipps für eine Sightseeing-Tour der besonderen Art.



1

Wildspitzbahn am Pitztaler Gletscher

Widrige Bedingungen in über 3.000 m Höhe erforderten während des Baus der höchsten Seilbahn Österreichs größte Ingenieurskunst: Für das tonnenschwere Baumaterial wurde ein eigener Zufahrtsweg errichtet, der über den Gletscher führte. Die Strecke musste für die Lkw täglich neu präpariert werden.



2

Hängebrücke highline179 in Tirol

Rund 70 t schwer und komplett aus Stahl gefertigt: Die eindrucksvolle Fußgänger-Hängebrücke südlich von Reutte spannt sich in 114 m Höhe auf einer Länge von 406 m über den Fernpass. Sie verbindet die Burgruine Ehrenberg mit dem Fort Claudia.



3

Die Kuffner-Sternwarte in Wien

Die Sternwarte beherbergt bedeutende astronomische Instrumente, darunter das Heliometer aus dem Jahr 1893 – bis heute das weltweit größte seiner Art. Konzipiert als Messinstrument, diente es vor allem zur Entfernungsermittlung von Fixsternen zur Erde.

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 / 2 Ausgaben pro Jahr, Auflage 27.000 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

Druck

Druckerei Girzig + Gottschalk GmbH, Bremen

Fotografie (Copyrights)

GfG / Gruppe für Gestaltung GmbH (Umschlag: Übersicht Magazintitel, Umschlag: 3. Statement von links, S. 1, S. 3, S. 4 Mitte, S. 28–30, S. 31 oben), Thomas Gries (Umschlag: 1. Statement von links, S. 36), Foto Feldmann (Umschlag: 2. Statement von links, S. 9 rechts), André Paetzel (Umschlag: 4. Statement von links, S. 7 unten), Laser Zentrum Hannover e.V. (Umschlag: 5. Statement von links, S. 34–35), dpa Picture-Alliance GmbH (Umschlag: 6. Statement von links, S. 4 rechts, S. 18–19), Christian Berg (S. 4 links, S. 15), DLR (S. 5 oben, S. 24–27, S. 38), action press GmbH & Co. KG (S. 5 Mitte, S. 7 oben, 16), Rich Edwards / Volvo Ocean Race (S. 5 unten, 04, 06, 07, 09, 10, 12, 14), Alamy Stock Photo (S. 6, S. 9 links, S. 10 links und Mitte, S. 11 oben links, S. 46–47, 17, S. 51 rechts unten, S. 53), Siemens AG (S. 10 rechts), Robert Bosch GmbH (S. 11 unten links), Herrenknecht AG (S. 11 oben rechts), Bayer AG (S. 11 unten rechts), Cofely Deutschland GmbH (S. 12–13), The Global Goals Campaign (S. 14), iStock (S. 16–17), Erhard Neubert (S. 20–21), Robin Kittel (S. 22 links), Giuseppe Palumbo (S. 22 rechts), Burkhard Feddeck (S. 23 links), Jens Thomas (S. 23 Mitte), Thomas Krekelberg (S. 23 rechts), CIBA VISION GmbH (S. 31 unten), Self-Assembly Lab, MIT (S. 32–33), RWTH Aachen (S. 36 rechts, S. 37), Columbia University (S. 39 links), Umbrellium Ltd (S. 39 rechts), Ainhoa Sanchez / Volvo Ocean Race (01), Ugo Fonolla / Volvo Ocean Race (02, 03, 05), Tom Martienssen / Volvo Ocean Race (08), Martin Keruzore / Volvo Ocean Race (11, 13, 15), CSIRO (S. 50), ullstein bild – AP (S. 51 links), REUTERS / Brendan McDermid (S. 51 rechts oben), Stiftung Jugend forscht e.V. (S. 52)



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