

# Der Spezialist

DAS MAGAZIN FÜR TECHNIK UND MANAGEMENT

**FAIR:** Mit einem Beschleunigerkomplex dem Atomkern auf der Spur

**24 Stunden:** Ein Qualitätsmanager zwischen den Kontinenten

**Flüssigerdgas:** Innovativer Kraftstoff für eine saubere Schifffahrt

Im vergangenen Jahr haben technische Maßnahmen zur Beeinflussung des Klimas unglaubliche

”

**28 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> neutralisiert.**

“



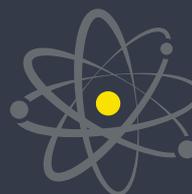
Das entspricht der Beseitigung von sechs Millionen Autos aus dem Straßenverkehr.

Um den inneren Aufbau von Atomkernen erforschen zu können, arbeiten

”

**weltweit 3.000 Experten am Beschleunigerkomplex**

“



Facility for Antiproton and Ion Research. Darunter auch zwei unserer Brunel Experten.

Übrigens, unter unseren 109 Standorten in 37 Ländern befinden sich auch

”

**vier internationale Recruitment Center:**

“



in Manchester (UK), Singapur, Houston (USA) und Eindhoven (Niederlande).

# Liebe Leserinnen und Leser,

400 Milliarden Euro – dieses Potenzial wird der deutschen Automobilindustrie in den kommenden Jahren vorhergesagt. Schließlich investieren die Unternehmen derzeit massiv in neue Technologien, um autonomes Fahren oder umweltgerechtere Antriebe Wirklichkeit werden zu lassen. Diese Entwicklung haben wir antizipiert und reagieren darauf mit der Bündelung unserer werkvertraglichen Kompetenzen im Automobilbereich: mit der Zusammenlegung unserer Entwicklungszentren Brunel Car Synergies und Brunel Communications unter dem Dach von Car Synergies. Künftig werden in Bochum, Hildesheim und München umfassende Leistungen vom Testen und Validieren von Komponenten über den Bau von Prüfständen bis hin zum Hardware- und Software-Design angeboten. Damit begleiten wir Optimierungen und Innovationen vornehmlich im Automotive-Sektor, aber auch in der Agrar- und Bahntechnik sowie in der Luft- und Raumfahrt.

Doch nicht nur in der Automobilbranche herrscht Bewegung: In der Schifffahrt nehmen innovative Antriebslösungen mittels Flüssigerdgas (LNG) Fahrt auf. Für diese Ausgabe haben wir uns daher von den Verantwortlichen für den Bau einer LNG-Bunkeranlage sowie einer LNG-Hybrid-Barge auf den neuesten Stand bringen lassen (S. 10). In der Luftfahrt dagegen experimentiert man derzeit mit elektrischen Antrieben – sie sind umweltfreundlich und laut Experten wie Prof. Rolf Henke, Professor für Luft- und Raumfahrttechnik an der RWTH Aachen, bedeutsam für die Energiewende (S. 18).

Kern beider Ansätze ist das Thema Nachhaltigkeit, das auch für uns bei Brunel einen hohen Stellenwert hat: So beziehen wir den Strom für unsere Niederlassungen vornehmlich aus erneuerbaren Energien und sparen durch das digitale Erfassen von Personaldokumenten Mengen an Papier. Außerdem setzen wir auf umweltbewussteres Bahnfahren, wodurch allein 2014 über 85.000 Kilogramm CO<sub>2</sub> vermieden werden konnten.

An dieser Ausgabe von Der Spezialist hat mich am nachhaltigsten der Artikel über den Niederländer Boyan Slat beeindruckt: Der 21-Jährige versucht, mit einer selbst erdachten Auffangvorrichtung die Weltmeere von Plastikmüll zu befreien (S. 40). Genau dieser Mut und Ehrgeiz ist es, den wir brauchen, um die Welt täglich ein kleines Stückchen besser zu machen – und zwar nachhaltig.

Viel Freude beim Lesen dieser Ausgabe wünscht

**Markus Eckhardt**

Geschäftsführer



# Köpfe dieser Ausgabe



Sollte man **André Röse** (37) mit einem Wort beschreiben, wäre „vielseitig“ passend: Er studierte Pädagogik und Wirtschaftspsychologie, arbeitete als Offizier bei der Bundeswehr, sowie als wissenschaftlicher Mitarbeiter und Lehrbeauftragter an Hochschulen. Bei aller Vielfalt fand er schnell seine Berufung: Das Qualitätsmanagement, das er bei der Bundeswehr kennenlernte, im Hochschulwesen vertiefte und heute bei WMF für die Produktionswerke für Konsumgüter verantwortet. Einen typischen Arbeitstag erleben Sie ab Seite 36.



Die Luft- und Raumfahrt fasziniert **Prof. Rolf Henke** (59) seit jungen Jahren: Er studierte, forschte und lehrte in diesem Bereich im In- und Ausland, arbeitete zudem 21 Jahre in verschiedenen Funktionen bei Airbus. Heute ist er Mitglied des Vorstandes des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR). So gestaltet er die Forschung in diesem Bereich maßgeblich mit. Mit *Der Spezialist* sprach er über Perspektiven des elektrischen Fliegens (Seite 18). Sein Fazit: Das E-Mobility-Netzwerk zwischen Forschung und Wirtschaft ist in Deutschland hervorragend aufgestellt.



**Prof. Dr. Ghaleb Natour** (55) ist Direktor des Zentralinstituts für Engineering, Elektronik und Analytik – Engineering und Technologie am Forschungszentrum Jülich und unterrichtet als Professor an der RWTH Aachen Nachwuchsforcher. Er hat in Heidelberg studiert und promoviert, war Gastwissenschaftler am dortigen Max-Planck-Institut für Kernphysik und leitete den Bereich Engineering & Technology bei den Philips Forschungslaboratorien Aachen. Das Jülicher Institut arbeitet u. a. an einem Beschleunigerkomplex – unterstützt von zwei Brunel Experten (Seite 24).

# Schauplätze dieser Ausgabe



Der aufgrund hoher Müllverschmutzung „Great Pacific Garbage Patch“ genannte Nordpazifikwirbel ist das erste Säuberungsziel des Meeresliebhabers und Visionärs Boyan Slat. **Seite 40**

# Inhalt

<b>Forschung</b> .....	6
Die künstliche Beeinflussung des Weltklimas	
<b>Im Fokus</b> .....	10
LNG: Schiffskraftstoff der Zukunft	
<b>Profil</b> .....	16
Von Mannheim in die weite Welt	
<b>Im Dialog</b> .....	18
Über den Wolken elektrisch mobil	
<b>Wissen</b> .....	22
Galaktische Giganten	
<b>Spektrum</b> .....	24
Dem Atomkern auf der Spur	
<b>History</b> .....	30
Lise Meitner: Die Grande Dame der Kernphysik	
<b>Kompakt</b> .....	34
Per Skype durch die Welt der Sprachen   Brunel bündelt Entwicklungskompetenzen   Wer hat's erfunden?	
<b>24 Stunden</b> .....	36
Qualität ist keine Frage des Geschmacks	
<b>Querdenken</b> .....	40
Ein 21-Jähriger räumt den Ozean auf	
<b>Kompetenz</b> .....	43
Brunel Spezialisten: Modernes Recruiting kennt keine Grenzen	
<b>Ausblick</b> .....	46
Mikroorganismen gegen die Hungersnot	
<b>Termine</b> .....	47



Im Fokus – Seite 10



Spektrum – Seite 24



Forschung – Seite 6

### Wolkenverdichtung über Ozeanen verstärken

Das Zerstäuben von Salzwasser über dem Meer soll die Verdichtung reflektierender Wolken verstärken.

### Aerosole in die Stratosphäre einbringen

Das Einbringen von Schwefelpartikeln in die Stratosphäre soll reflektierende Schwebeteilchen erzeugen.

### Hochpumpen von nährstoffreichem Wasser in den Ozeanen

Das Hochpumpen an die Meeresoberfläche soll das Algenwachstum verstärken. Die Algen spalten den Kohlenstoff ab und nehmen ihn beim Absinken mit in die Tiefe.

### Rückstrahlkraft erhöhen

Im Weltall installierte Spiegel oder künstlich aufgehellte Flächen sollen die Sonnenstrahlung zurückwerfen.

### Aufforsten und ggf. Biokohle herstellen

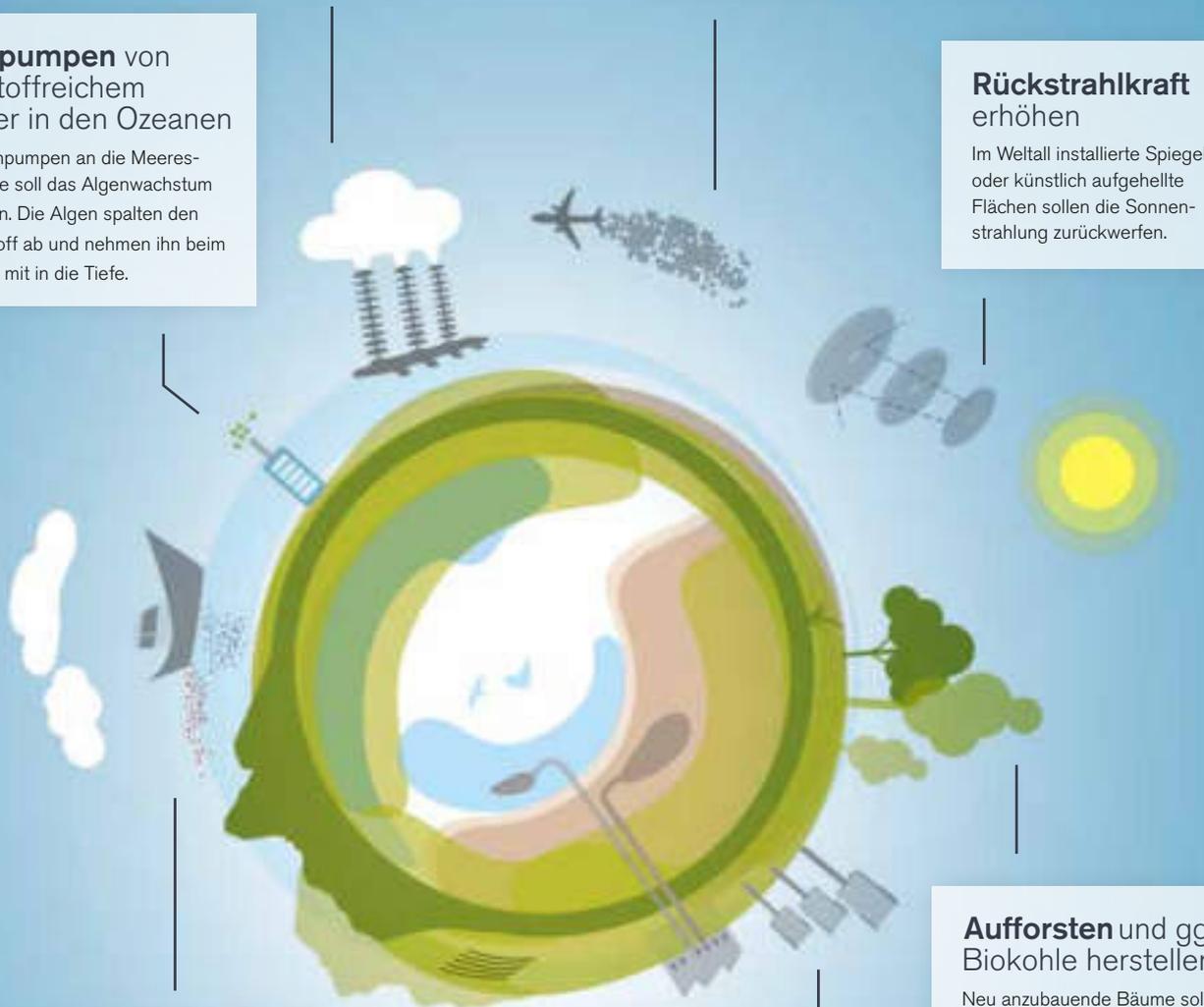
Neu anzubauende Bäume sollen fotosynthetisch Kohlenstoff binden, das in Biokohle langfristig fixiert werden kann.

### Ozeane düngen

Durch die Düngung soll das Algenwachstum angeregt werden. Die Algen sollen fotosynthetisch große Mengen an  $\text{CO}_2$  in Kohlenstoff und Sauerstoff spalten und nach ihrem Absterben mit dem Kohlenstoff auf den Meeresboden sinken.

### Künstliche Bäume aufstellen

$\text{CO}_2$  aus der Luft soll chemisch gebunden, gespeichert und beispielsweise zu Methanol oder Kunststoffen verarbeitet werden.



# Die künstliche Beeinflussung des Weltklimas

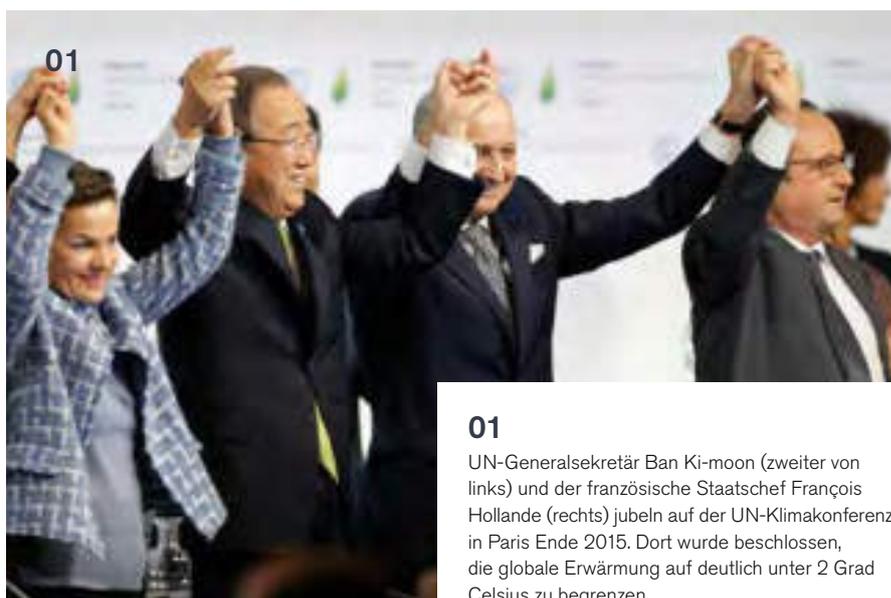
Experten fürchten, dass die derzeitigen weltweiten Anstrengungen zur Verringerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes nicht reichen, um die globale Erwärmung zu stoppen. Eine Lösung: Climate Engineering. In den 1960er-Jahren ist diese künstliche Beeinflussung des Weltklimas in einer Klimastudie für das Weiße Haus erstmals im Gespräch gewesen, heute wird sie heißer diskutiert denn je.

**Text** › Dr. Ralf Schrank

Im Juli 2012 schüttete der US-Amerikaner Russ George hundert Tonnen Eisensulfat in den Pazifischen Ozean vor der Westküste Kanadas, um das Algenwachstum und folglich die Fotosynthese anzuregen. Zwar kostete ihn die nicht genehmigte Aktion seinen Job, aber: Während der Lachswanderung ein Jahr später wurden mehr als viermal so viele Fische wie in den Jahren zuvor gezählt. Der höhere Eisengehalt des Wassers hatte das Nahrungsangebot für die Fische erhöht und gleichzeitig CO<sub>2</sub> verbraucht. „Obwohl das marine Phytoplankton einen geringen Anteil an der Biomasse der Erde hat, kommt es für etwa die Hälfte der globalen Fotosynthese auf und bindet damit effizient Kohlenstoff in den Meeren“, erläutert Prof. Dr. Thomas Leisner, Direktor am Institut für Meteorologie und Klimaforschung des Karlsruher Instituts für Technologie. „Welche Folgen eine großskalige Düngung für das marine Ökosystem und die sensible Nahrungskette im Meer hätte, ist jedoch nicht abzuschätzen.“ Zudem haben Feldversuche gezeigt, dass der größere Teil des gebundenen Kohlenstoffs nicht mit dem toten Phytoplankton zum Meeresboden sinkt, sondern in die

Nahrungskette zurück gelangt und durch Atmung und Verwesung wieder zu CO<sub>2</sub> wird. Der Meeresdüngung haftet damit der gleiche Makel an wie allen Maßnahmen des Climate Engineering (CE): Sie gehen meist nicht über Konzeptstudien hinaus, ihre Auswirkungen auf die Ökologie der Erde sind kaum

abschätzbar. „Zur Kontrolle großskaliger Experimente fehlt eine weltweit anerkannte Organisation. Außerdem mangelt es am gesellschaftlichen Konsens, ob CE-Maßnahmen gewünscht sind. Eine entsprechende gesellschaftliche Diskussion hat bisher nicht stattgefunden“, sagt Stefan Schäfer,



**01**

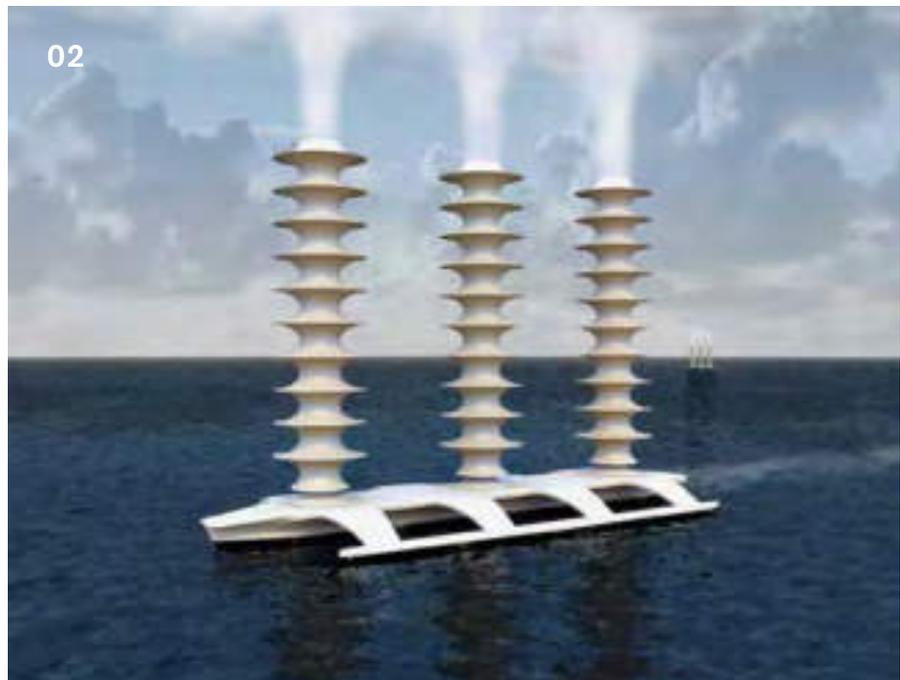
UN-Generalsekretär Ban Ki-moon (zweiter von links) und der französische Staatschef François Hollande (rechts) jubeln auf der UN-Klimakonferenz in Paris Ende 2015. Dort wurde beschlossen, die globale Erwärmung auf deutlich unter 2 Grad Celsius zu begrenzen.

## 02

So könnte das Design eines unbemannten Schiffes aussehen, das aus dem Meerwasser Wolken produziert, die Sonnenstrahlen reflektieren sollen. Entworfen wurde es von Stephen Salter, emeritierter Professor der Universität Edinburgh.

## 03

Im Weltall installierte Reflektoren, beispielsweise Geflechte aus Aluminium-Fäden oder reflektierenden Scheiben, könnten zu einer Reduzierung der solaren Einstrahlung an der Erdoberfläche führen.



Politikwissenschaftler und CE-Spezialist am Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS) in Potsdam. Immerhin haben sich die 194 Vertragsstaaten der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen Ende 2010 dem Zwei-Grad-Ziel verpflichtet: der Begrenzung der globalen Temperaturzunahme auf weniger als 2 Grad Celsius gegenüber dem Wert vor Beginn der Industrialisierung um 1850. Auf der jüngsten Klimakonferenz in Paris im Dezember 2015 wurde dieses Ziel

mit einem Weltklimavertrag eindrucksvoll bekräftigt. „Aber selbst, wenn jetzt alle Vertragsstaaten tatsächlich massiv aus den fossilen Energien aussteigen, ist nicht klar, ob dies ausreichen würde, um den Temperaturanstieg auf 2 Grad Celsius zu begrenzen – geschweige denn auf 1,5 Grad Celsius“, glaubt Schäfer. Denn aktuelle Klimamodelle zeigen, dass die Wahrscheinlichkeit dafür steigt, den globalen Temperaturanstieg zu stoppen, wenn neben der Emissionsreduktion

auch Maßnahmen des CE mit eingerechnet werden. Hierzu zählen zwei Ansätze: die Eingriffe in den Strahlungshaushalt der Erde (Radiation Management, RM) sowie die Entfernung von Treibhausgasen aus dem Klimasystem, wobei das Carbon Dioxide Removal (CDR), also die Entfernung von CO<sub>2</sub>, zumindest in Ansätzen bereits technisch erprobt ist. Im Rahmen von RM-Maßnahmen kann die globale Sonneneinstrahlung verringert (Solar Radiation Management, SRM) oder

die thermische Abstrahlung der Erde verstärkt werden (Thermal Radiation Management, TRM).

Die weltweit am meisten diskutierte SRM-Technik ist, Schwefeldioxid-Aerosole in der Stratosphäre freizusetzen, die Sonnenstrahlen ins All reflektieren, bevor diese die Atmosphäre erreichen. „Große Vulkanausbrüche“, so Prof. Dr. Leisner, „haben den Wirkungsmechanismus bestätigt. Aber der Aufwand wäre enorm: Es müssten einige Millionen Tonnen Schwefel pro Jahr in 15 bis 25 Kilometer Höhe transportiert werden.“

## „Keiner dieser Eingriffe ist erprobt“

Futuristischer und wesentlich teurer wäre die Installation von Reflektoren an bestimmten Stellen im Weltraum, um Sonnenlicht um die Erde herumzuleiten. Erdnahes SRM zielt dagegen auf die niedrigen Stratocumuluswolken, die Sonnenlicht in den Weltraum reflektieren. International wird von Forschern erörtert, bestehende Wolken durch das Einbringen von Aerosolen zu verdichten und ihre Lebensdauer zu verlängern. Durch das Verdüsen von Meerwasser in die Atmosphäre ließen sie sich möglicherweise auch gezielt erzeugen. Eine Methode des TRM wäre, hohen Cirruswolken das Kristall Bismutiodid zuzuführen, um sie aufzulösen. Dieser Wolkentyp reflektiert thermische Strahlung zur Erde zurück. Prof. Dr. Leisner ist jedoch vorsichtig: „Keiner dieser Eingriffe ist erprobt und die Kosten sind nicht kalkuliert. Um die Folgen abschätzen zu können, müssen wir die Dynamik von Wolken und ihre Einflüsse auf den Strahlungshaushalt der Erde viel besser verstehen.“

Die Methoden des CDR wirken zwar mittelbarer als RM, hier sind allerdings einige Maßnahmen bereits erprobt: neben der Meeresdüngung beispielsweise das direkte Auswaschen von CO<sub>2</sub> aus der Luft mit großtechnischen Absorbentien, das Binden von CO<sub>2</sub> durch eine beschleunigte Verwitterung von Gesteinen oder die biologische Kohlenstoff-Fixierung durch Aufforsten. Das bei der

letzten Methode entstehende Holz speichert Kohlenstoff längerfristig, sofern es nicht verbrannt, sondern zum Haus- und Möbelbau verwendet oder zu Biokohle (Pflanzenkohle) verkohlt wird. Dr. Vivian Scott, wissenschaftlicher Mitarbeiter am Grant Institute der Universität Edinburgh, setzt auf eine CDR-Technik, die direkt bei den CO<sub>2</sub>-Verursachern ansetzt: „Weil die Umstellung industrieller Prozesse auf Null-CO<sub>2</sub>-Emission meist technisch nicht möglich ist, sollten wir das entstehende CO<sub>2</sub> abfangen, bevor es in die Atmosphäre gelangt.“ Diese CO<sub>2</sub>-Sequestrierung (engl. Carbon Capture and Storage, CCS) könnte den CO<sub>2</sub>-Ausstoß bei der Erzeugung von Energie, Stahl, Zement, Chemikalien oder Papier massiv senken. Das Treibhausgas würde zum Beispiel in den Kraftwerken bei seiner Entstehung abgefangen, in tiefe Sedimentschichten verpresst und dort dauerhaft gelagert. Während es in Deutschland bislang kaum Pilotprojekte gibt, sind die USA und Kanada Vorreiter des CCS: Hier werden diese Techniken bereits wirtschaftlich genutzt, indem das abgefangene CO<sub>2</sub> zur Ausbeutesteigerung bei Ölbohrungen in den Boden injiziert wird.

Dr. Scott schätzt, dass CCS die Betriebskosten für bestehende Anlagen und die

Investitionen für neue Anlagen um rund zehn Prozent erhöhen würde, ist jedoch der Überzeugung, „dass zukunftsorientierte Industriegesellschaften ihr Augenmerk bei der Produktion hochwertiger Güter wie Energie und Stahl weniger auf Kosteneffizienz, sondern auf CO<sub>2</sub>-Effizienz richten sollten. Die Koppelung von CCS mit der Gewinnung von Bioenergie könnte nach unseren Berechnungen sogar zu einer negativen CO<sub>2</sub>-Bilanz führen.“ Erste Schritte sind getan: Nach Angaben des Global CCS Institute in Melbourne haben bestehende CCS-Anlagen im vergangenen Jahr 28 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> neutralisiert. Das entspricht der Entfernung von knapp sechs Millionen Autos aus dem Straßenverkehr. Auch Klimaexperte Prof. Dr. Leisner kann sich den Einstieg ins CE daher am ehesten über CCS vorstellen. „Es geht jedoch nicht allein darum, was wir tun können, sondern vor allem darum, was wir tun wollen. Fest steht nur: Wir können nicht nichts tun.“



### 04

Der britische Verband der Maschinenbauingenieure schlägt künstliche Bäume vor, die mittels absorbierender Materialien (z. B. NaOH) das CO<sub>2</sub> aus der Luft entfernen sollen.

# LNG: Schiffskraftstoff der Zukunft

Ob Straße, Schiene, Wasser oder Luft: Der Verkehr ist derzeit für rund 22 Prozent der Treibhausemissionen verantwortlich. Die Verbrennung von Schweröl auf Schiffen hat dabei einen überproportional hohen Anteil am Ausstoß von Stickoxiden, Schwefel und Feinstaubpartikeln. Ein ganzes Paket politischer Maßnahmen soll das nun ändern – mit dem Flüssiggas LNG.

**Text** › Gerrit Reichert



05



## 05

Flüssigerdgas (engl. liquefied natural gas, kurz: LNG) ist auf  $-162$  Grad Celsius gekühltes, verflüssigtes und auf ein Sechshundertstel seines ursprünglichen Volumens komprimiertes Erdgas. Es hat eine hohe Energiedichte und gilt als umweltschonendster Kraftstoff für die Schifffahrt.

## 06

LNG-Tankstellen liefern in der Regel flüssiges und gasförmiges Erdgas: In Tieftemperaturtanks wird das LNG gespeichert, für die Flüssigbetankung genutzt oder unter Druck verdampft und als komprimiertes Erdgas abgegeben.

**C**ontainerkrise hin oder her – das Schiff ist das wichtigste Transportmittel und wird es auch bleiben. Aktuell werden 90 Prozent aller Güter zu Wasser um den Globus befördert. Allein für die deutschen Seehäfen wird in den nächsten Jahren mit einem kontinuierlichen Wachstum von über drei Prozent gerechnet, so die „Seehäfenprognose 2030“ der IHK Nord. Gegenwärtig transportieren 55.000 Handelsschiffe weltweit Nahrungsmittel, Konsumgüter und Rohstoffe. Unsere Umwelt zahlt dafür den Preis: Schweröl, der herkömmliche, günstige und darum immer noch gängige Kraft- und Energiestoff für Schiffe, erzeugt bei der Verbrennung überproportional viele Stickoxide (NOx), Schwefel (SOx) und Feinstaubpartikel. So produziert ein einzelnes schwerölbetriebenes Kreuzfahrtschiff in einer Stunde den Feinstaubausstoß von mehreren Zehntausend Autos.

Seit der zweiten Hälfte der 1990er-Jahre hat die Internationale Seeschiffahrtsorganisation (IMO) darum die Vorgaben für die Verbrennung stufenweise verschärft. Seit 2015 gilt: Auf Nord- und Ostsee, der sogenannten Sulphur Emission Control Area (SECA), darf der Schwefelgehalt der Schiffstreibstoffe nur noch 0,1 Prozent betragen. Schweröl-Antriebe können mit einer so

06



genannten Scrubber-Technik ausgerüstet werden, die die Schadstoffe aus der Luft filtert und als Sondermüll dem Meer oder den Häfen zuführt. Die Technik gilt als schwierig, umweltpolitisch bedenklich und aufgrund der hohen Kosten von fünf bis sieben Millionen Euro pro Schiff als Übergangslösung. Der europäische Gesetzgeber favorisiert deswegen die Umstellung auf Flüssiggas. So könnte das Liquefied Natural Gas (LNG) mittelfristig den Schiffsdieselmotor Low Sulphur Marine Gas Oil (LS-MGO) ablösen. Dieser ist gegenwärtig die Alternative zu Schweröl mit einem Schwefelgehalt unter 0,1 Prozent. Allerdings liegt sein Stickoxid-Ausstoß oberhalb der Vorgabe für die US-Schifffahrt. Außerdem ist Schiffsdiesel der teuerste Antriebsstoff und die zukünftigen Umweltvorgaben werden ihn weiter verteuern.

Mit der Richtlinie 2014/94/EU traf die Europäische Union (EU) 2014 eine Vorentscheidung zugunsten von LNG. Bis Herbst 2016 sollen alle Mitgliedstaaten einen nationalen Strategierahmen definieren, wie bis 2030 auf Flüssiggas als Kraftstoff, vor allem für Schiffe, aber auch für Lkws und die Industrie, umgestellt werden kann. In Hamburg wurde im Februar 2014 dazu die Maritime LNG Plattform gegründet. Ihr Ziel ist es,



hierzulande die Rahmenbedingungen für LNG zu verbessern und mitzugestalten. So unterstützt die Plattform das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur bei der Erstellung des nationalen Rahmenplans „Clean Power For Transport“, der bis November 2016 für die EU-Kommission erarbeitet wird. Demnach soll bis 2020 europaweit ein LNG-Tankstellennetz mit dem Namen „Blue Corridor“ für Lastkraftwagen und bis 2030 eine LNG-Infrastruktur auf See, in den Häfen und an Land entstehen.

## In Norwegen ist LNG selbstverständlich

„LNG ist seit 55 Jahren erprobt und erfolgreich im Einsatz, sie gilt als ausgereift und sicher“, sagt Georg Ehrmann, Geschäftsführer der Maritimen LNG Plattform. Die stetige Weiterentwicklung der LNG-Antriebstechnologie hat ihr Ansprechverhalten mittlerweile dem Dieselmotor gleichgestellt. Der größte Unterschied zwischen LNG und Diesel liegt neben der Umweltbilanz auch im Sicherheitskonzept. Anders als Diesel müssen LNG-Antriebe von einem explosions sicheren Raum umgeben sein. Der Grund: Beim LNG muss das auf  $-162$  Grad Celsius

tiefgekühlte Flüssiggas zunächst über Rohre an Deck gebracht werden. Hier wird das auf ein Sechshundertstel seines Volumens komprimierte Gas in speziellen Tanks gelagert. Obwohl tiefgekühlt, brodelt in ihnen das verflüssigte Erdgas wie kochendes Wasser. Entsprechend muss über Ventile Gas aus dem Tank entweichen können, damit Druck und Temperatur konstant bleiben. Zusätzliche Sicherheitsvorschriften bestimmen, dass sämtliche Gasleitungen in den LNG-Motoren doppelwandig umfasst werden müssen.

Sogenannte Mehrstoffmotoren können sowohl mit dem selbstzündenden Diesel als auch mit dem per Fremdzündung entflammten LNG betrieben werden. Im Unterschied zu Diesel aber verbrennt LNG schwefel- und rußfrei. Außerdem entstehen bei der Verbrennung 90 Prozent weniger Stickoxide und bis zu 25 Prozent weniger  $\text{CO}_2$  gegenüber Schweröl und Diesel. „In Norwegen ist LNG seit über zehn Jahren selbstverständlich. Entlang der Küste existiert längst ein lückenloses LNG-Bunkersystem, also ein Flüssiggas-Tankstellensystem für Schiffe“, erläutert Ehrmann. Auch Japan baut milliardenschwer eine riesige LNG-Tankerflotte auf, in Spanien spielt LNG bei der Energieerzeugung eine große Rolle: 35.000 US-Trucks sind bereits LNG-betrieben. Überall auf der Welt,



### Porträt Georg Ehrmann

Georg Ehrmann (49) ist Mitbegründer und Geschäftsführer der Ole von Beust Consulting GmbH & Co KG und arbeitet in der Kanzlei „von Beust Rechtsanwälte“. Der Jurist, der zehn Jahre lang die Rechtsabteilung eines mittelständischen Unternehmens leitete, ist außerdem seit 2014 Geschäftsführer der Umweltinitiative Maritime LNG Plattform e.V.



## 07

Der rund 300 Meter lange LNG-Tanker Arctic Voyager wurde 2006 gebaut und fährt aktuell unter der Flagge der Bahamas. Er ist Tanker des Typs „140,000 cbm“ und legt hier am Hafen von Rotterdam an.



## Porträt

### Frank Schnabel

Frank Schnabel (49) ist seit acht Jahren Geschäftsführer des Logistikdienstleisters SCHRAMM Group GmbH & Co. KG und der zur Unternehmensgruppe gehörenden Brunsbüttel Ports GmbH. Der Betriebswirt, der zuvor unter anderem als Direktor Materialwirtschaft für den Schiffbauer Aker Yards tätig war, ist außerdem Sprecher der Werkleiterrunde des ChemCoast Parks Brunsbüttel.

wo Erdgas gefördert wird, entstehen derzeit Anlagen, in denen es direkt gekühlt wird: in Katar, Mosambik, Russland, Australien, im Baltikum. „LNG ist die einzige Lösung“, gibt sich Ehrmann überzeugt. Nur: Warum boomt es allerorten, nur nicht in Deutschland?

Antworten gibt die Statistik: Zwar machen Containerschiffe nur zehn Prozent der Welt-handelsflotte aus, allerdings sind 40 Prozent aller in Deutschland gereederten Handelsschiffe Containerschiffe – damit das größte Containervolumen weltweit. Insofern traf die Finanzkrise von 2008 besonders die deutschen Reeder: „2008 hat das Thema LNG in Deutschland massiv verzögert“, weiß Georg Ehrmann. Erster Kostenfaktor auf den Schiffen sei der Kraftstoff, und die LNG-Antriebstechnik sei gegenüber Schweröl- und Dieselmotoren um etwa 25 Prozent teurer. „Allerdings wird ein Schiff auf 30 Jahre gerechnet und LNG refinanziert sich bereits nach etwa zehn Jahren“, rechnet Ehrmann vor und setzt daher auf ein Umdenken bei den Schiffsbetreibern.

Schließlich kann LNG nicht nur für den Antrieb, sondern auch für die Stromversorgung genutzt werden. In Hamburg wurde im Mai 2015 das erste schwimmende

LNG-Kraftwerk der Welt, die LNG-Hybrid-Barge, in Betrieb genommen. Das Hamburger Unternehmen Becker Marine Systems stand dabei vor der Herausforderung, die von den fünf Generatoren erzeugte Energiemenge von 7,5 Megawatt im Sommer bei 60 Hertz und 11 Kilovolt per Kabel je nach Bedarf in die Versorgungsnetze der Schiffe einzuspeisen. Im Winter wird der Strom dagegen bei 50 Hertz und 10 Kilovolt direkt zu einem Industriebetrieb an Land geleitet.

## Brunsbüttel als LNG-Knotenpunkt

Dabei galt es, die übliche Parallelität von Gasmotoren auf schwankende Spannungen und die unterschiedlichen Abnehmer einzustellen. Die Lösung: Die Generatoren fahren mit unterschiedlichen Drehzahlen. „An der Zulassung der LNG-Hybrid-Barge waren 23 Behörden beteiligt“, schüttelt Georg Ehrmann den Kopf. „Es bedarf in Deutschland besseren Know-hows und einheitlicher Standards in Bezug auf LNG!“

Elbabwärts, in Brunsbüttel, dem größten Industriepark Schleswig-Holsteins, treibt

Frank Schnabel als Geschäftsführer des Hafenerbetreibers Brunsbüttel Ports GmbH seit 2011 die Planungen zur Errichtung eines LNG-Importterminals voran. Der Standort scheint perfekt: Schifffahrtskreuz zwischen Nord-Ostsee-Kanal und Elbe, das größte zusammenhängende Industriegebiet Schleswig-Holsteins mit genügend Raum für die benötigte Fläche von bis zu 30 Hektar. Zudem herrscht vor Ort bereits ein großer Gasbedarf. „Der Elbehafen verfügt mit 14,80 Metern über ausreichend Tiefgang und über sicherheitsrelevante Erfahrungen im Umgang mit flüssigen Energieträgern und Chemikalien“, sagt Schnabel. Via Brunsbüttel könnte die gesamte LNG-Versorgung Deutschlands zu Wasser und zu Lande gesteuert werden. Hierzu liegt Thomas Bultjer, Regionalmanager der Entwicklungsgesellschaft Brunsbüttel mbH (egeb), eine entsprechende Potenzialanalyse für LNG am Standort Brunsbüttel vor, die sich auf das Bunkern und die Bereiche Industrierversorgung und

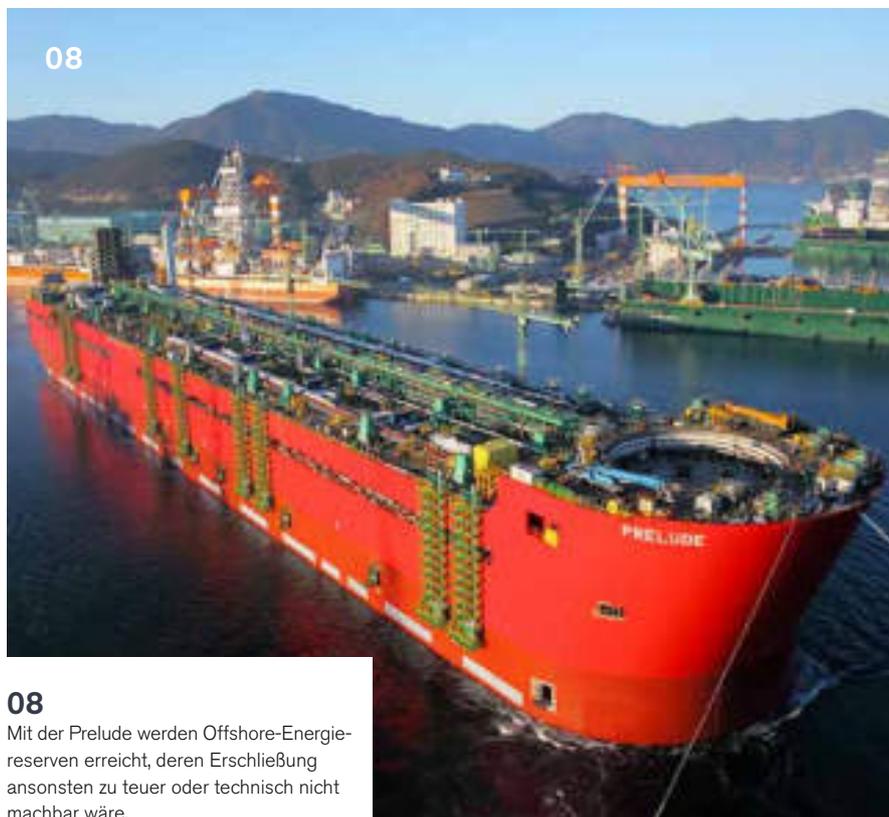
Importterminal bezieht. „Technische Herausforderungen waren nicht Gegenstand der Analyse“, sagt Bultjer. Voraussichtlich 2017 wird die Bundesregierung ein nationales LNG-Förderprogramm verkünden. Derweil ist die deutsche LNG-Wirtschaft nicht nur in Hamburg und Brunsbüttel in Bewegung. So will die Bremer HGM Energy GmbH im Industriehafen ein Flüssiggas-Tanklager errichten, zwischen Emden und Borkum sowie Cuxhaven, Hamburg und Helgoland verkehren erste LNG-getriebene Fähren. In Papenburg baut die Meyer Werft die weltweit erste Generation LNG-betriebener Kreuzfahrtschiffe. Georg Ehrmann ist optimistisch, dass bis 2020 „mindestens 50 zusätzliche Schiffe in Deutschland mit LNG betrieben und außerdem 250 Schiffe jährlich in deutschen Häfen mit LNG-Strom versorgt werden.“ Nach verschlafenem Start könnte sich so die deutsche maritime Wirtschaft doch noch an die Spitze der weltweit boomenden LNG-Entwicklung setzen.



## Porträt

### Thomas Bultjer

Thomas Bultjer (45) studierte Betriebswirtschaft sowie Politik- und Verwaltungswissenschaften in Kiel und Hagen. Seit 2015 ist er Regionalmanager der egeb Entwicklungsgesellschaft Brunsbüttel mbH. Zuvor war er in leitender Funktion in verschiedenen Unternehmen der Logistikbranche tätig.



## 08

Mit der Prelude werden Offshore-Energie-reserven erreicht, deren Erschließung ansonsten zu teuer oder technisch nicht machbar wäre.



## Brunel und Prelude

### Die größte LNG-Anlage der Welt

Die Flüssigerdgasanlage Prelude gilt als das größte schwimmende Bauwerk der Welt: Sie ist 488 Meter lang, 74 Meter breit und 90 Meter hoch, liegt rund 200 Kilometer vor der Westküste Australiens vor Anker und soll pro Jahr etwa 3,6 Millionen Tonnen verflüssigtes Erdgas (LNG) produzieren. Die speziellen Verankerungssysteme und Tanks der Prelude sind so ausgelegt, dass sie die Bewegungen des flüssigen LNG im Rumpf der Anlage auch bei starkem Seegang aushalten. Das Recruiting-Team von Mark Blacker, Business Development Manager bei Brunel Energy, sorgte dafür, dass über 100 technische Experten in alle Bereiche des Projekts eingebunden waren: 20 Planungsingenieure unterstützten die Designphase in Frankreich, 70 Experten die Inbetriebnahme und Konstruktion z.B. von Rohrleitungssystemen in Südkorea. Sowohl in die Bohrphase in Australien als auch in die unterseeischen Arbeiten in Malaysia waren Geologen und Qualitätsmanager eingebunden. „Der Kunde hat uns als Haupt-Recruiting-Dienstleister gewählt, weil wir länderübergreifend Spezialisten für komplexe Aufgaben an jedem Ort der Erde finden“, resümiert Blacker.



# Von Mannheim in die weite Welt

Seit über 40 Jahren ist der Industriemeister und Schweißfachmann Ludwig Henkensmeier in seinem Beruf tätig – und das fast auf der ganzen Welt: Indien, Afrika, Japan und Chile sind nur einige seiner Stationen.

**Text** › Stine Behrens

„Für mich ist die internationale Projektarbeit, wie Brunel sie bietet, die ideale Möglichkeit, meine Karriere und meine Begeisterung für die Ferne zu vereinen“, betont Ludwig Henkensmeier. Seit 40 Jahren arbeitet er in aller Welt, seit Anfang 2015 für Brunel. Zuletzt optimierte der 64-Jährige für einen langjährigen Brunel Kunden die Produktionsprozesse in einer Fabrik für Fluchtkammern in Santiago de Chile. Bis zu 20 Bergleute werden bei einem Unglück in diesen Kammern sicher geschützt und mehrere Tage lang mit Atemluft und Nahrung versorgt. „Meine Aufgabe war es, die Produktion so zu vereinfachen, dass in dem Werk künftig monatlich rund

40 Prozent mehr dieser hochwertigen Kammern fertiggestellt werden können“, erläutert der gebürtige Viernheimer, der vorher weltweit für Ingenieurbüros sowie Unternehmen der Öl- und Gasindustrie die Baustellenaufsicht, Projektierung und Bauüberwachung verantwortet hatte.

## Kommunikation auf allen Ebenen

Wichtig für seinen international ausgerichteten Job sind laut Ludwig Henkensmeier technisches Know-how, handwerkliche

### Santiago de Chile – Chile

Ludwig Henkensmeier führte Analysen und Machbarkeitsuntersuchungen durch. Außerdem optimierte und implementierte er Fertigungsmethoden von Fluchtkammern, die im Bergbau eingesetzt werden.

10

Fertigkeiten und Erfahrungswerte in der Bauüberwachung. Ebenso entscheidend sei jedoch die Fähigkeit, auf Augenhöhe zu kommunizieren: „Meine Ansprechpartner sind in der Regel Werks- oder Bauleiter – also Führungskräfte in einer Fabrik oder auf einer Baustelle. Meine Vorgaben für die Baustellenorganisation oder Optimierung von Prozessen müssen jedoch andere umsetzen: Schweißer, Anlagenmechaniker, Geräteführer, Elektroniker, Monteure. Es ist mir daher unheimlich wichtig, auch mit ihnen ins Gespräch zu kommen – bei einem Kaffee oder einer meiner Runden über die Baustelle oder durch das Werk. Verschiedene



### Burnpur – Indien

Henkensmeier verantwortete das Engineering und die Inbetriebnahme einer Kokereianlage. Zudem bildete er einheimische Schweißer aus.

### Warri – Nigeria

Neben der Baustellenaufsicht und Projektierung lagen auch Schweißarbeiten sowie die Erneuerung von Feuerrohren in verschiedenen Ölraffinerien in Henkensmeiers Verantwortungsbereich.

## Ludwig Henkensmeier, berufliche Stationen



- 1 Tampere, Finnland
- 2 Manchester, Großbritannien
- 3 Londonderry, Nordirland
- 4 Mailand, Italien
- 5 Barcelona, Spanien
- 6 Weingarten, Österreich
- 7 Warri, Nigeria
- 8 Tokio, Japan
- 9 Burnpur, Indien
- 10 Santiago de Chile, Chile

Sprachen zu sprechen, heißt nicht nur, auf Deutsch, Englisch und Spanisch, sondern auch interkulturell und auf allen Ebenen kommunizieren zu können.“ Auch in Chile ist Ludwig Henkensmeier dieser Maxime gefolgt, hat intensiv mit den heimischen Handwerkern gesprochen und gemeinsam mit ihnen sogar selbst zu den Werkzeugen gegriffen: Denn sein Optimierungskonzept umfasste unter anderem mit Hilfsvorrichtungen versehene Fertigungstische. Die Einzelteile der Fluchtkammern können hierauf einfacher und schneller zusammengesetzt und die Produktivität so maßgeblich gesteigert werden. Die ersten dieser Tische hat der

passionierte Handwerker, der in der Vergangenheit auch schon Schlosser und Schweißer ausgebildet hat, nach seinem Entwurf eigenhändig zusammengebaut.

### Auf nach Australien und Neuseeland

Ganz gleich, ob Südamerika, Europa, Afrika oder Asien: Ludwig Henkensmeier kann stets auf die Unterstützung aus der Heimat zählen, denn seine Frau besucht ihn bei jedem seiner Einsätze. Gemeinsam sammeln sie Erinnerungen, von denen sie

daheim ihren fünf Enkelsöhnen berichten, mit denen sie fast jedes freie Wochenende auf den Fußballplatz gehen. „Die Jungs sind quasi mein Hobby, immer ganz gespannt auf neue Geschichten und auch ein wenig stolz auf ihren Opa, der schon fast die ganze Welt gesehen hat“, freut sich Ludwig Henkensmeier, in dessen Vita noch Australien und Neuseeland fehlen. Diese Länder hat er sich als nächste Ziele gesetzt. „Denn“, so viel steht für den 64-Jährigen fest, „ich möchte noch einige Jahre weiterarbeiten, um noch mehr spannende Projekte auf der ganzen Welt begleiten zu können.“

# Über den Wolken elektrisch mobil

Elektrisch betriebene Flugzeuge könnten einen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten – eine der zentralen Herausforderungen der kommenden Jahrzehnte. Erste Prototypen fliegen bereits, doch sind sie auch die Zukunft? Darüber haben wir mit Prof. Rolf Henke, Vorstand Luftfahrt des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), gesprochen.

**Text** › Robert Uhde

**Weltweit arbeiten Unternehmen und Forschungseinrichtungen an Technologien, um Flugzeuge elektrisch anzutreiben. Warum gerade jetzt?**

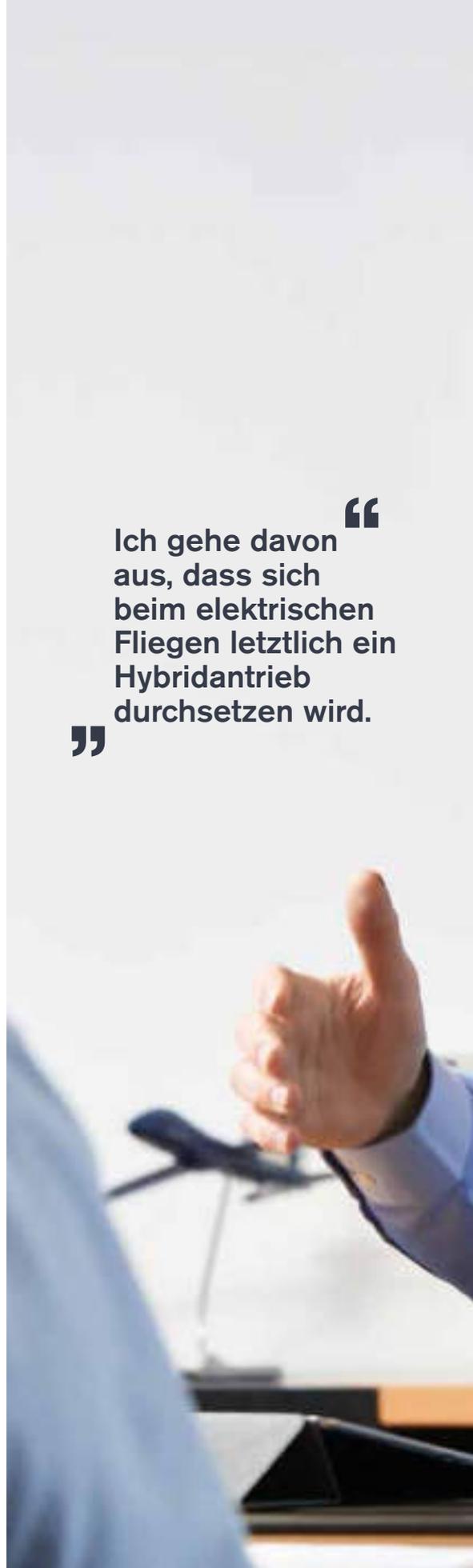
Zunächst muss man festhalten, dass das elektrische Fliegen keine neue Idee ist, sondern schon seit Beginn der Fliegerei diskutiert wird. Aber erst jetzt, mit den aktuellen technischen Möglichkeiten und den immer leistungsfähigeren Batteriesystemen gewinnt das Thema an größerer Bedeutung. Auch der politisch-gesellschaftliche Druck zur Reduzierung des Kohlendioxidausstoßes spielt in Bereichen wie der Gebäudewirtschaft oder im Automobilbau eine immer wichtigere Rolle. Da ist es fast zwangsläufig, dass auch in anderen Industriezweigen wie der Luftfahrt nach neuen, umweltfreundlicheren Technologien geforscht wird. Schließlich gehen immerhin rund zwei Prozent des

weltweiten Kohlendioxidausstoßes auf das Konto der Luftfahrt. Zur außerdem erhofften geringeren Lärmbelastigung muss man allerdings sagen, dass bei Verkehrsflugzeugen der Großteil des Fluglärms im vorderen Teil des Triebwerks durch den Fan entsteht. Und der wäre auch mit einem Elektroantrieb nötig.

**Das DLR hat 2009 das Forschungsflugzeug Antares DLR-H2 als erstes bemanntes und ausschließlich mit Brennstoffzellen angetriebenes Flugzeug vorgestellt. Welche weiteren Ansätze gibt es?**

Die Antares DLR-H2 war ein wichtiger Meilenstein für uns. Ein weiterer Schritt, nunmehr in Richtung Hybridantrieb und in diesem Fall in der Kombination Batterie plus Brennstoffzelle, soll jetzt mit dem viersitzigen Brennstoffzellenflugzeug HY4 folgen.

“  
Ich gehe davon aus, dass sich beim elektrischen Fliegen letztlich ein Hybridantrieb durchsetzen wird.  
”





## **Porträt**

### **Prof. Rolf Henke**

Prof. Rolf Henke (59) arbeitete viele Jahre bei Airbus und wechselte 2006 als Professor für Luft- und Raumfahrttechnik an die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule (RWTH) Aachen. Seit 2010 ist er Mitglied des Vorstandes des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) und seit 2013 außerdem Präsident der Deutschen Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt – Lilienthal-Oberth e.V. (DGLR).



Der 80-kW-Elektromotor wird eine Reisegeschwindigkeit von 145 Kilometern pro Stunde und eine Höchstgeschwindigkeit von 200 Kilometern pro Stunde ermöglichen. Der Erstflug dieses hybriden Passagierflugzeuges ist für Mitte des Jahres vom Stuttgarter Flughafen aus geplant. Es gibt viele weitere Ansätze innerhalb der Branche, wie das Solarflugzeug Solar Impulse2, das im vergangenen Sommer mit dem Start zu einer Weltumrundung für Aufsehen sorgte. Spannend sind auch der batteriebetriebene E-Genius der Universität Stuttgart und der ebenfalls batteriebetriebene Zweisitzer E-Fan des Flugzeugbauers Airbus, der ab 2018 erhältlich sein soll.

**Welche technischen Herausforderungen müssen die Ingenieure in den kommenden Jahren bewältigen, damit sich das elektrische Fliegen weiter etablieren kann?**

Ein ganz entscheidender Aspekt ist natürlich die Weiterentwicklung der Speichertechnologie. Hier erleben wir aktuell riesige

Fortschritte, aber selbst wenn wir die aktuellen Leistungssteigerungen als Basis für den weiteren Prozess zugrunde legen, wird es noch mindestens zwanzig Jahre dauern, bis wir ein richtig großes Flugzeug elektrisch antreiben können. Große Herausforderungen stellen auch die stark schwankenden Antriebsleistungen beim Start, im Steigflug, beim Reiseflug und bei der Landung dar. Objektiv betrachtet sind Batterien hierfür also gar nicht geeignet, weshalb ich davon ausgehe, dass sich beim elektrischen Fliegen letztlich ein Hybridantrieb durchsetzen wird: Die Grundleistungen würden mit Batterien gedeckt und für die Lastspitzen bei Start oder Landung sowie für das Laden der Batterien würde eine andere Versorgungsquelle zur Verfügung stehen.

**Welche weiteren Probleme müssen gelöst werden?**

Unabhängig davon, welches System sich auf Dauer durchsetzen wird, müssen wir klären, wie sich die Batterie möglichst optimal mit dem Flugzeugrumpf und dem Antrieb

verbinden lässt. Hier sind in erster Linie die Bereiche Strukturintegration, Antriebs- und Systemtechnik sowie Aerodynamik gefragt. Verwunderlich ist in diesem Zusammenhang, dass gerade diese Integration, also das Zusammenspiel der verschiedenen Bausteine zu einer schlüssigen Gesamtlösung, hierzulande nicht als eigene Wissenschaft betrachtet wird. Dabei ist gerade dieses Zusammenwirken grundlegend für alle anderen Entwicklungen. Als dritte große Herausforderung für die Zukunft des elektrischen Fliegens sehe ich die Optimierung der Bodenprozesse, also die Bereiche Betankung und Aufladung der Batterien sowie Wartung und Reparatur.

**Sie sagten, Sie gehen davon aus, dass sich Hybrid-Lösungen auf Dauer durchsetzen werden. Welche Varianten gibt es in diesem Bereich?**

Um die Lastspitzen im Flugbetrieb abzufedern und ein Laden der Batterien zu ermöglichen, arbeiten wir schon seit Jahren mit Brennstoffzellen. Als Alternativen kämen Gasturbinen



## 09

Mit der HY4 möchte das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt ab Sommer 2016 in die Zukunft fliegen: Dann nämlich soll das mit einem Wasserstoff-Brennstoffzellen-Batterie-System angetriebene viersitzige Passagierflugzeug zu seinem Erstflug starten. Die Doppelrumpfkonstruktion ermöglicht eine optimale Verteilung der Antriebskomponenten und eine höhere Zuladung.

## 10

Prof. Rolf Henke kennt beide Seiten: Industrie und Wissenschaft. So war er parallel zu seiner Arbeit bei Airbus als Lehrbeauftragter für Flugzeugbau an der Hochschule Bremen tätig sowie in verschiedenen nationalen und internationalen Luft- und Raumfahrt-Arbeitsgemeinschaften aktiv.

infrage, auf die wir auch in den kommenden Jahren nicht verzichten werden können. Bei dem neuen Ansatz würde es sich aber nicht um die heute bekannten großen Maschinen unter dem Flügel handeln, sondern um kleinere Anlagen, die im Rumpfbereich untergebracht sind. Genutzt werden diese schon heute beim Prinzip des More Electric Aircraft. Dabei wird elektrischer Strom aus der Triebwerksenergie gewonnen und als Antriebsquelle für Subsysteme verwendet, die noch hydraulisch oder pneumatisch funktionieren. Ein Beispiel hierfür sind elektromechanische Systeme für die Flugsteuerung. Diesen vielversprechenden Ansatz sollten wir im Auge behalten. Den Bereich Fotovoltaik sehe ich dagegen eher als Zugabe, hier ist die Leistungsdichte gegenwärtig noch zu gering.

### **Welchen Markt sehen Sie für die E-Fliegerei – und wie sehen die nächsten Schritte in diesem Bereich aus?**

Konkrete Prognosen zur Wirtschaftlichkeit oder zur weiteren Entwicklung können heute nicht seriös formuliert werden, da dieser Sektor noch zu sehr in den Anfängen steckt. Aktuell denken wir beim DLR über eine Allianz mit verschiedenen Hochschulen nach, um gemeinsam einen Entwurf eines 30- bis 60-sitzigen Regionalflugzeugs zu erarbeiten. Aber das ist schon sehr weit gedacht. Ich denke, wir werden uns Schritt für Schritt weiter vorantasten müssen. Dabei können wir von jedem der vorhandenen Prototypen etwas lernen. Die weiteren Stationen auf unserem Weg werden Forschung, Forschung und noch mal Forschung sein – und zwar im

Verbund mit Universitäten, die sich mit der Grundlagenforschung der Speichertechnik auseinandersetzen, und der Industrie, die die Anwendungsthemen vor Augen hat. In Deutschland ist dieses Netzwerk auch dank der Forschungsförderung gut aufgestellt und sucht weltweit seinesgleichen. Diese Basis müssen wir durch verschiedene Programme im Bereich E-Mobility weiter fördern und ausbauen, damit wir die großen Herausforderungen der Zukunft intelligent beantworten und neue Lösungen für das Fliegen von morgen entwickeln können.

**Herr Prof. Henke, vielen Dank für das Gespräch!**

# Galaktische Giganten

Sie bestehen aus mehreren hundert Milliarden Sternen und rasen mit bis zu einer Million Kilometern pro Stunde durchs All. Sie verschmelzen miteinander oder türmen sich zu Superhaufen auf: Galaxien sind die gigantischsten Objekte des Universums. Der Astronom Edwin Hubble teilte sie 1936 mit seiner heute noch gebräuchlichen Hubble-Sequenz in vier Typen ein.

**Text** › Jörg Riedel

-  = Alter (in Jahren)
-  = Größe (Ø in Lichtjahren)
-  = Entfernung zur Erde (in Lichtjahren)

**Andromeda**

  
9.000.000.000

  
140.000

  
2.500.000

## Spiralgalaxien

Mit ihren spiralförmig geschwungenen Armen prägt die Spiralgalaxie unsere Vorstellung von einem Sternsystem. Wobei der Blickwinkel entscheidend ist: Denn von der Seite betrachtet, ähnelt diese Galaxie einer Scheibe mit einer Bulge in der Mitte. Hier kreisen die Sterne mit etwa 300 Kilometern pro Sekunde um den Mittelpunkt der Galaxie, einem zumeist massereichen schwarzen Loch. Die Spiralgalaxie **Andromeda** können wir mit bloßem Auge erkennen. Sie wird in rund vier Milliarden Jahren mit der Milchstraße verschmelzen, denn sie jagt mit etwa 400.000 Kilometern pro Stunde auf sie zu. Damit ist sie 113-mal schneller als der US-Düsenjet Blackbird, der mit über 3.500 Kilometern pro Stunde durch die Luft schießt.

## Milchstraße



NGC 1132

## Große Magellan'sche Wolke (GMW)

## Kleine Magellan'sche Wolke (KMW)



## Balkenspiralgalaxien

Unsere Heimatgalaxie, die vierarmige **Milchstraße**, mit ihren 100 bis 300 Milliarden Sternen, zählt zu den Balkenspiralgalaxien. Deren Merkmal ist ein balkenförmiges Zentrum. Die Milchstraße gehört zu den Galaxien mittlerer Größe und verdankt ihren Namen dem altgriechischen Wort „gala“ für Milch, da ihr sichtbarer Teil wie ein Streifen verschütteter Milch aussieht. Dass unsere Heimatgalaxie keine gewöhnliche Spiral-, sondern eine Balkenspiralgalaxie ist, wissen wir gesichert erst seit 2005: Damals gelang US-Astronomen durch die Kombinationen von mehreren tausend Einzelaufnahmen des Spitzer-Weltraum-Infrarot-Teleskops ein noch nie da gewesener Blick in das Zentrum unserer Milchstraße.

## Elliptische Galaxien

Etwa 100 Milliarden Galaxien sind per Teleskop sichtbar, rund 13 Prozent davon sind elliptische Galaxien. Ihre Struktur ist homogen und ihre elliptische Form ebenso unterschiedlich ausgeprägt wie ihre Größe. Entstanden sind elliptische Galaxien durch die Verschmelzung zweier oder mehrerer Galaxien – und sie wachsen stetig weiter: Aufgrund ihres Massereichtums verleiben sich die elliptischen Galaxien immer neue Galaxien ein und werden folglich eines Tages das Universum dominieren. Ein Beispiel für diese Verschmelzungen ist die außergewöhnlich große Galaxie **NGC 1132**. Sie befindet sich in einem gewaltigen Halo aus Dunkler Materie. Eine ähnliche Ansammlung von Dunkler Materie findet man sonst nur in ganzen Gruppen aus bis zu hundert Galaxien.

## Irreguläre Galaxien

Die irregulären Galaxien bilden eine Sonderklasse in der Hubble-Sequenz. Sie bestehen aus Sternen, Gas und Staub sowie einem hohen Anteil an interstellarer Materie, aus der wiederum neue Sterne entstehen. Von der Südhalbkugel der Erde aus sind besonders die beiden **Magellan'schen Wolken** gut erkennbar. Ihr Name geht zurück auf den Seefahrer Ferdinand Magellan, der sie 1519 als erster Europäer beschrieb. Sie besitzen wie alle irregulären Galaxien aufgrund ihrer geringen Gravitation keine besondere Symmetrie und auch kein Zentrum. Mit 15 bzw. fünf Milliarden Sternen sind die beiden Magellan'schen Wolken vergleichsweise sternreich: Viele irreguläre Galaxien enthalten weniger als eine Million Sterne.



Das Forschungszentrum im nordrhein-westfälischen Jülich zählt zu den größten interdisziplinären Forschungseinrichtungen Europas. Im dort angesiedelten Zentralinstitut für Engineering, Elektronik und Analytik – Engineering und Technologie (ZEA-1) wird am High Energy Storage Ring (HESR) gearbeitet – eine Art Rennbahn für elektrisch geladene Teilchen. Zu dem Team gehören M. Sc. Filip Zahariev, Prof. Dr. Ghaleb Natour, Dipl.-Ing. Salun Hamzic, Dipl.-Ing. Larisa Semke und Dr.-Ing. Frank Martin Esser (v. l.).



# Dem Atomkern auf der Spur

Der Beschleunigerkomplex Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) soll extreme Zustände wie die ersten Mikrosekunden nach dem Urknall im Labor nachbilden. 3.000 Experten aus mehr als 50 Ländern arbeiten seit 2011 an der Planung der 1,6 Milliarden Euro teuren FAIR-Anlage, die in Darmstadt ab etwa 2019 Schritt für Schritt in Betrieb gehen soll. Mit involviert: Experten von Brunel.

**Text** › Dr. Ralf Schrank

**F**AIR ist ein Verbund aus acht Beschleuniger- und Speicherringen mit insgesamt 3,5 Kilometern Strahlführung, der an die Anlagen der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) in Darmstadt angeschlossen wird. Die weltweit einmalige FAIR-Anlage wird Hochenergiephysikern die Möglichkeit bieten, vom Wasserstoff bis zum Uran, die Ionen aller Elemente einschließlich des Antiprotons zu beschleunigen. FAIR wird Ionenstrahlen mit bisher unerreichter Intensität und Qualität für eine Vielzahl von parallel laufenden Experimenten zur Verfügung stellen, damit Physiker den inneren Aufbau von Atomkernen und die Bindungskräfte in ihnen erforschen können.

Die Vergangenheit zeigt, dass die Forschung an Teilchenbeschleunigern oft erst nach Jahren zu alltagsrelevanten Ergebnissen führt. So nutzen Mediziner den um 1930 entdeckten schwachen Eigendrehimpuls von Atomkernen (Kernspin) heute bei bildgebenden Verfahren zur Darstellung innerer biologischer Strukturen (Magnettomografie) oder sie beschleunigen Kohlenstoffionen zur Tumorthherapie im Kopfbereich. Chemikern hat die Kernspinspektroskopie neue Wege der Strukturanalyse eröffnet.

Die Ionenstrahlen von FAIR könnten neue Methoden der Krebstherapie oder der Mikrostrukturierung von Werkstoffen ermöglichen, die für die Nanotechnik relevant sind. Manche Experimente werden Erkenntnisse für die Konstruktion von Fusionsreaktoren liefern, den Energiequellen der Zukunft.

Dr.-Ing. Frank Martin Esser, Teamleiter Konstruktion und Simulation am Forschungszentrum Jülich (FZJ), wirkt an der Konzeption einer wichtigen FAIR-Komponente mit und erläutert: „Das Institut für Kernphysik (IKP-4) des FZJ ist federführend mit der Planung und dem Bau des High Energy Storage Ring, kurz: HESR, beauftragt. In ihm sollen Protonen und Antiprotonen sowie andere geladene Teilchen je nach Experiment beschleunigt, abgebremst oder gespeichert werden.“ Prof. Ghaleb Natour, Direktor des Zentralinstituts für Engineering, Elektronik und Analytik, Institutsbereich Engineering und Technologie (ZEA-1) am FZJ, betont, „dass jedes Detail des HESR in enger Zusammenarbeit zwischen den Physikern und Ingenieuren der FZJ-Institute konzipiert und geplant wurde. Weltweit gibt es kaum eine Forschungseinrichtung, die derart viel physikalisches und technisches Know-how auf den Gebieten



## 11

Das GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung in Darmstadt betreibt eine der weltweit führenden Teilchenbeschleunigeranlagen. Ab 2019 soll hier in Hessen das Beschleunigerzentrum FAIR die Arbeit aufnehmen: Auf einer Fläche von 20 Hektar entsteht derzeit aus 600.000 Kubikmetern Beton und 35.000 Tonnen Stahl eines der größten Forschungsvorhaben der Welt. Die rote Linie stellt den unterirdischen Verlauf der künftigen Strahlführung dar.

## 12

Salun Hamzic (l.) und Filip Zahariev arbeiten – wie hier am Testtank – eng zusammen. Als Projektingenieur verantwortet Zahariev unter anderem die Bestellungen der Vakuumkomponenten oder Verbindungselemente für den Injektionskicker und nimmt eigenständig Umbauten am Prototyp vor.

Kernphysik, Beschleunigertechnik und Engineering bündelt wie wir.“ Gebaut werden die Komponenten im ZEA-1 aber auch von Kooperationspartnern in Deutschland, Frankreich und Rumänien.

Der HESR wird aus einer etwa 575 Meter langen Strahlstrecke bestehen und 44 Dipolmagnete werden den Ionenstrahl um das Oval lenken. Jeder dieser 4,2 Meter langen Magnete erzeugt ein extrem konstantes Magnetfeld und hat mit knapp 35 Tonnen das Gewicht eines Schwerlasters. 84 kleinere, aber immer noch jeweils fünf Tonnen schwere Quadrupolmagnete dienen zur Strahlfokussierung. Im Zusammenspiel mit weiteren Spezialmagneten zur Feinjustierung werden sie Ionen, die sich von der idealen Sollbahn entfernen, auf diese zurücklenken. Von den mehr als 192 Magneten des HESR sind vier mit einer Länge von je 36 Zentimetern eher Zwerge – aber dennoch die vielleicht größte technische Herausforderung: die Injektionskickermagnete. Dr. Esser ist Teilprojektleiter für die Vakuumtechnik des HESR. Er erläutert den physikalischen Hintergrund: „Antiprotonen lassen sich nur in Paketen zu jeweils  $10^8$  Teilchen erzeugen. Sinnvoll experimentieren kann man aber erst ab einer Teilchenzahl von  $10^{10}$ .“ In den

HESR müssen also weitere Teilchenpakete injiziert oder, wie der Name andeutet, „hineingekickt“ werden, ohne dass die Bahn der bereits im Ring gesammelten Antiprotonen gestört wird. Die Kickermagnete, die die neuen Teilchen in die HESR-Umlaufbahn einfädeln, müssen sich deshalb in ein hochpräzises Timing einfügen: Mit einer als Barrier Bucket bezeichneten Technik werden die im Ring befindlichen Teilchen, die für einen Umlauf etwa zwei Mikrosekunden ( $\mu$ s) brauchen, in einer Hälfte des Rings konzentriert. Für die Injektion eines neuen Pakets in die andere, leere Hälfte steht also etwa eine Mikrosekunde zur Verfügung.

„Das ist ausgesprochen wenig Zeit für einen Magneten“, weiß Diplomingenieur Salun Hamzic, der verantwortliche Konstrukteur für das Kickersystem. Der aus Montenegro stammende Brunel Mitarbeiter ist seit 2009 im Bereich Engineering und Technologie (ZEA-1) am FZJ tätig. „In einer viertel  $\mu$ s muss er ein stabiles Feld aufbauen, das dann eine halbe  $\mu$ s lang ein Teilchenpaket in den Ring dirigiert. Danach bleibt eine viertel  $\mu$ s zum Abklingen des Magnetfelds.“ Dann wird die Barriere aufgehoben, junge und alte Teilchen werden vermischt. Die Lösung: Der Kern eines Kickermagneten



besteht aus Ferrit, einem keramischen Werkstoff auf der Basis von Eisenoxid. Im Ferrit bilden sich auch bei schnellem Magnetisieren keine Wirbelströme, die den Aufbau des Magnetfeldes verzögern würden. Da auch zusätzliche Windungen der Magnetspule Verzögerungen bewirken würden, enthalten Kickermagnete nur eine einzige Windung. Um trotzdem ein ausreichend hohes Magnetfeld erzeugen zu können, ist für die Dauer der Injektion ein sehr hoher Strompuls von fast fünftausend Ampere erforderlich.

## Bis an die Grenzen des Machbaren

„Als wir 2011 mit der Konzeption des HESR-Injektionssystems begannen, saßen wir buchstäblich vor einem leeren Blatt Papier“, erinnert sich Hamzic. Das Injektionssystem besteht aus vier Kickermagneten, die hochpräzise positioniert sein müssen. „Eine fundamentale Weichenstellung war hierbei die Entscheidung, je zwei Magnete in zwei separaten Vakuumtanks unterzubringen statt alle vier in einem“, erläutert Hamzic. Die Magnete müssen in einem leichten Winkel zueinander stehen – ein einziger Tank hätte zu viel Platz weggenommen. Die Tanks, die aus rostfreiem Edelstahl mit sehr geringer magnetischer Permeabilität gefertigt sind, werden

ultrahochvakuumdicht mit einem Membranbalg verbunden, der kleine, beim Justieren der Tanks auftretende, Positionsänderungen zwischen den beiden ausgleicht. Heute ist das Injektionssystem zu einer hochkomplexen Anlage mit Pumpen, Ventilen und Dichtungen, Magnethalterungen, Hochspannungsdurchführungen, Positionier-, Justier-, Heiz- und Messeinrichtungen sowie Trage- und Hebevorrichtungen herangereift. In dieser Peripherie entfalten die vier unscheinbaren Magnete, die eine französische Firma nach Plänen des FZJ fertigt, ihre volle Wirkung. „Unsere Konstruktion bewegt sich an den Grenzen des technisch Machbaren“, betont Hamzic. Ein Beispiel sind die Halterungen für die Magnete, die sehr leicht, zugleich aber hochstabil sein und eine millimetergenaue Fixierung der Magnete ermöglichen müssen. Mit aufwendigen FEM-Berechnungen (Finite-Elemente-Methode) und mithilfe des ursprünglich für den Flugzeugbau entwickelten CAD-Systems CATIA (Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application) gelang diese „Quadratur des Kreises“.

Salun Hamzic arbeitet in einem Team von Ingenieuren des ZEA-1 unter der Leitung von Dr. Frank Martin Esser zusammen mit Wissenschaftlern aus der Beschleunigerphysik des FZJ – darunter auch der aus Bulgarien stammende Brunel Mitarbeiter und

## Porträts

### Larisa Semke

Dipl.-Ing. Larisa Semke (38) arbeitete bereits von 1999 bis 2002 als technische Zeichnerin für das Forschungszentrum Jülich, bevor sie nach dem Abschluss ihres Maschinenbau-Studiums als Konstruktionsingenieurin dorthin zurückkehrte.

### Salun Hamzic

Dipl.-Ing. Salun Hamzic (46) schloss sein Maschinenbau-Studium 1994 im ehemaligen Jugoslawien ab. Bevor er zu Brunel kam, sammelte er berufliche Erfahrungen unter anderem im Automobilsektor sowie in der Medizin- und Energieforschung.

### Filip Zahariev

M. Sc. Filip Zahariev (33) ist studierter Elektrotechnikingenieur. Der gebürtige Bulgare arbeitete bereits in der Nuklearmedizin und im Elektrobereich und ist seit rund einem Jahr beim FAIR-Projekt in der technischen Betreuung tätig.



Elektrotechnikingenieur Filip Zahariev sowie die ZEA-1-Mitarbeiterin und Maschinenbauingenieurin Larisa Semke. Filip Zahariev ist für das Budget-, Qualitäts- und Projektmanagement zuständig. Er führt Umbauten am Prototyp sowie Wartungen durch. Die von ihm erstellten Gantt-Charts (Balkenpläne) weisen den Teammitgliedern den Weg durch das komplexe Projekt. Mit der Spezifikation von Komponenten und der Auswahl geeigneter Lieferanten optimiert er die Projektergebnisse und ist enger Ansprechpartner von Salun Hamzic. Den 33-Jährigen Zahariev fasziniert an seiner Arbeit vor allem die Breite der Aufgabenstellung: „Ob es um eine einfache Bestellung geht oder um eine komplexe technische Aufgabe – die Herausforderung für mich ist, jeden Tag aufs Neue zusammen mit den Kollegen des FZJ die bestmögliche Lösung zu finden.“

Konstruktionsingenieurin Semke hat sich im HESR-Projekt auf das Ausheizen der Vakuumsysteme spezialisiert, was weitreichende Auswirkungen auf die Konstruktion der gesamten Anlage hat. Denn damit die hochbeschleunigten Ionen im HESR nicht durch Stöße mit neutralen Teilchen gebremst oder in solche umgewandelt werden, muss in der

Strahlstrecke ein sehr niedriger Druck von  $10^{-10}$  Millibar oder weniger erzeugt und aufrechterhalten werden. Zum Vergleich: Der Druck im erdnahen Weltraum ist bis zu tausend Mal größer.

## Enorme Ausdehnung beim Ausheizen

Frau Semke erläutert das Problem: „Bei der Erzeugung sehr niedriger Drücke begrenzt die Desorption von Gasen wie Wasserdampf aus den Gerätewänden den erreichbaren Enddruck. Durch das Ausheizen werden die Gase thermisch desorbiert und mit einer Turbomolekularpumpe aus dem Vakuumsystem entfernt – nur so kann der nötige Enddruck erreicht werden.“ In Abstimmung mit ihrem Team entwickelt Semke das Ausheizsystem für die gesamte HESR-Anlage. An Testständen optimieren sie die Ausheizprozeduren, die Temperaturmessung im Ultrahochvakuum (UHV) und die Form der geometrisch komplizierten Heizmanschetten, die exakt an die zu heizenden Bauteile angepasst werden mussten. Jedes Mal, bevor das Vakuum aufgebaut wird, erfolgt

das Ausheizen über mehrere Tage bei 250 Grad Celsius. „Neben der Steuerung und Überwachung des Ausheizvorgangs stellten die damit verbundenen Längenänderungen aller aufgeheizten Bauteile eine gravierende Herausforderung dar“, sagt Salun Hamzic und ergänzt: „Das knapp drei Meter lange Doppeltanksystem dehnt sich beim Ausheizen axial um 11,9 Millimeter aus. Das ist sehr viel für eine Konstruktion, für deren Komponenten eine millimetergenaue Justierung erforderlich ist.“

An einem eigens gebauten Testtank, einem exakten Abbild des späteren Injektionskickers, hat das Team von Dr. Esser die Erzeugung des UHVs einschließlich des Ausheizens bereits simuliert und optimiert sowie Problemstellen in der Konstruktion erfolgreich beseitigt. Zurzeit testet die französische Partnerfirma die Kickermagnete im Testtank. HESR-Teilprojektleiter Dr. Esser ist sicher, dass die Tests erfolgreich verlaufen „und wir auch diesen sensiblen Anlagenteil bald in Darmstadt installieren können. Die Fertigung und Auslieferung vieler anderer Bauteile laufen bereits.“



### 13

Salun Hamzic ist der verantwortliche Konstrukteur für den HESR-Injektionskicker. Dieser wurde bereits in Jülich in einem Testtank geprüft und befindet sich nun für weitere Tests in Frankreich. Der Vakuumtank aus rostfreiem Edelstahl ist mittlerweile mit geometrisch geformten Heizmanschetten verkleidet (Bild 12), um den Tank auf 250 Grad Celsius auszuheizen. Das Ziel: ein Ultrahochvakuum zu schaffen.

### 14

Larisa Semke ist auf das Ausheizen der Vakuumsysteme spezialisiert und entwickelte für den HESR eine spezielle Steuerung zur Realisierung unterschiedlicher Temperaturniveaus. Denn: Nicht alle Komponenten dürfen den gleichen Temperaturen ausgesetzt werden.

### 15

Vor Salun Hamzic (l.) und Filip Zahariev steht einer von drei Tankfüßen, die trotz ihres Einzelgewichtes von 12 Kilogramm und dem Stemmen des 1.000 Kilogramm schweren Tanks vertikal und horizontal verstellbar sind.



# Lise Meitner: Die Grande Dame der Kernphysik

In der öffentlichen Wahrnehmung stand Lise Meitner lange im Schatten ihres Forschungspartners Otto Hahn. Faktisch hatte die Physikerin aus Wien jedoch einen wesentlichen Anteil an der Entdeckung und theoretischen Deutung der Kernspaltung. Von den Amerikanern als „Mutter der Atombombe“ bezeichnet, setzte sie sich zeit ihres Lebens für die friedliche Nutzung dieser Energiequelle ein.

**Text** › Anne-Katrin Wehrmann

„Das Leben muss nicht leicht sein, wenn es nur inhaltsreich ist.“ Gemessen an diesem selbst gesetzten Motto dürfte Lise Meitner ihr Leben in der Rückschau als gelungen betrachtet haben. Leicht war es ganz sicher nicht, dafür aber umso reicher an Herausforderungen und herausragenden Forschungsarbeiten. Sie setzte sich als Frau in der Wissenschaft durch, musste als gebürtige Jüdin vor den Nationalsozialisten fliehen und fand als Erste eine Erklärung für die Kernspaltung. Nach dem Zweiten Weltkrieg wurde Lise Meitner mit zahlreichen Preisen und Ehrungen ausgezeichnet – nur den Nobelpreis erhielt sie trotz wiederholter Nominierungen nie.

Lise Meitner wurde 1878 als drittes von acht Kindern in Wien geboren. Schon als junges Mädchen wollte sie unbedingt die Natur verstehen und interessierte sich früh für naturwissenschaftliche Fragen. Die Matura durfte sie auf dem regulären Weg nicht ablegen, weil Mädchen damals der Zugang zu Gymnasien noch nicht erlaubt war. So ließ sie sich zunächst zur Französischlehrerin ausbilden, bevor sie sich schließlich mithilfe von Privatstunden auf ihre Reifeprüfung vorbereitete. Im Alter von 22 Jahren bestand sie

die Prüfung und war nun bereit für ein Universitätsstudium, zu dem Frauen in Österreich seit 1899 zugelassen waren.

## Die bedeutendste Phase der Physik

Wenige Jahre nachdem Wilhelm Röntgen die Röntgenstrahlen entdeckt, Marie Curie den Begriff Radioaktivität geprägt und Max Planck die Quantentheorie aufgestellt hatte, schrieb sich Lise Meitner an der Universität Wien für Mathematik, Philosophie und Physik ein. In letzterem promovierte sie Anfang 1906. Es war demnach eine spannende Zeit in der Wissenschaft, in der die Grundlagen für die moderne Physik gelegt wurden, und die junge Österreicherin befand sich mitdrin. Meitner begann sich für Radioaktivität und theoretische Physik zu interessieren. 1907 wechselte sie nach Berlin, wo sich im Umfeld von Max Planck einige der bedeutendsten Wissenschaftler jener Zeit versammelten. Obwohl Planck der Meinung war, dass die Natur „der Frau ihren Beruf als Mutter und Hausfrau vorgeschrieben“ habe, beeindruckte ihn Meitners Entschlossenheit:



## Meilensteine

### 1915

Im zweiten Jahr des Ersten Weltkriegs geht Meitner freiwillig als Röntgenschwester in ein Frontlazarett. Wann immer sie ein paar Tage Urlaub hat, kommt sie allerdings nach Berlin, um die vor dem Krieg mit Hahn begonnene Arbeit fortzuführen. 1917 kehrt Sie endgültig ans Institut zurück, da Otto Hahn ihr mitgeteilt hatte, dass ihre gemeinsame Abteilung sonst für militärische Zwecke genutzt würde.

### 1917

Schon seit Längerem haben Meitner und Hahn nach einem Stoff gesucht, der im Periodensystem der Elemente den bis dahin leeren Platz Nummer 91 ausfüllen kann. Auf Grundlage der bisherigen Forschungen ist bekannt, dass es sich um ein Element handeln muss, aus dem bei Abgabe radioaktiver Strahlung Actinium entsteht. 1917 werden die beiden schließlich fündig und nennen das von ihnen entdeckte Element Protactinium.

### 1934

Der italienische Kernphysiker Enrico Fermi beginnt mit Versuchen, das damals schwerste bekannte Element Uran durch Neutronenbeschuss zu verändern und daraus neue, schwerere Elemente zu schaffen. Er geht irrtümlich davon aus, durch Kernumwandlung sogenannte Transurane, also Elemente mit einer höheren Ordnungszahl als Uran, erzeugt zu haben.

### 1957

Meitner nimmt mit dem Orden „Pour le mérite“ eine der höchsten deutschen Auszeichnungen in Empfang. Für ihre herausragenden Forschungsleistungen erhält sie bis zu ihrem Tod insgesamt mehr als 20 wissenschaftliche sowie öffentliche Preise und Ehrungen.

### 16

Die jahrzehntelange, ländergrenzenübergreifende Zusammenarbeit zwischen Lise Meitner und Otto Hahn begann 1907. Beide verband eine tiefe Freundschaft, sie vertrauten und schätzten einander.

Er erlaubte ihr die Teilnahme an seinen Vorlesungen und ernannte sie fünf Jahre später zu seiner Assistentin. Bereits im Herbst 1907 begann Lise Meitners langjährige, erfolgreiche Zusammenarbeit mit dem Chemiker Otto Hahn, der in Berlin am Institut des Nobelpreisträgers Emil Fischer mit radioaktiven Substanzen forschte und dafür physikalische Unterstützung suchte. Zwar war Fischer Frauen in der Wissenschaft gegenüber ähnlich skeptisch wie Max Planck, stimmte aber Otto Hahns Anfrage zu – unter der Bedingung, dass Meitners Arbeit auf Hahns kleines Labor beschränkt bleiben und sie zu den übrigen Institutsräumen keinen Zugang haben würde.

Von Anfang an machte sich das Duo durch die Veröffentlichung zahlreicher Untersuchungen einen Namen, die sich vor allem mit der Strahlung radioaktiver Substanzen und den dabei entstehenden Zerfallsprodukten befassten. Die Forschungsbedingungen verbesserten sich deutlich, als Hahn 1912 die Leitung der Abteilung für Radioaktivität am neu gegründeten Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie übernahm, wo Meitner ein Jahr später zum wissenschaftlichen Mitglied ernannt wurde. Die Physikerin ging voll in ihrer Arbeit auf und dachte nie daran, zu heiraten und eine Familie zu gründen. „Dafür hatte ich einfach keine Zeit“, sagte sie später Freunden gegenüber. Und so kletterte sie mit ihrer Forschung zu Alpha-, Beta- und Gammastrahlen und den damit verbundenen Kernprozessen auf der Karriereleiter weiter nach oben: 1918 wurde sie Leiterin der radiophysikalischen Abteilung am Institut, 1922 habilitierte sie, 1926 wurde sie außerordentliche Professorin an der Universität Berlin.

## Die Flucht nach Schweden

Der erste große Einschnitt kam 1933, als Lise Meitner nach der nationalsozialistischen Machtergreifung die Lehrbefugnis entzogen wurde. Wegen der guten Arbeitsbedingungen am Institut blieb sie dennoch zunächst

in Berlin und setzte ihre Forschung mit Hahn fort. Die von ihr initiierte Suche nach den Transuranen (s. Meilensteine) sollte am Ende zur Entdeckung der Kernspaltung führen, doch die erlebte Meitner nur noch aus der Ferne mit: Nach der Annexion Österreichs durch Deutschland 1938 war sie aufgrund ihrer jüdischen Abstammung in besonderer Gefahr. Überstürzt floh sie über die Niederlande nach Schweden, wo sie eine Anstellung am Nobelinstitut für Physik fand.

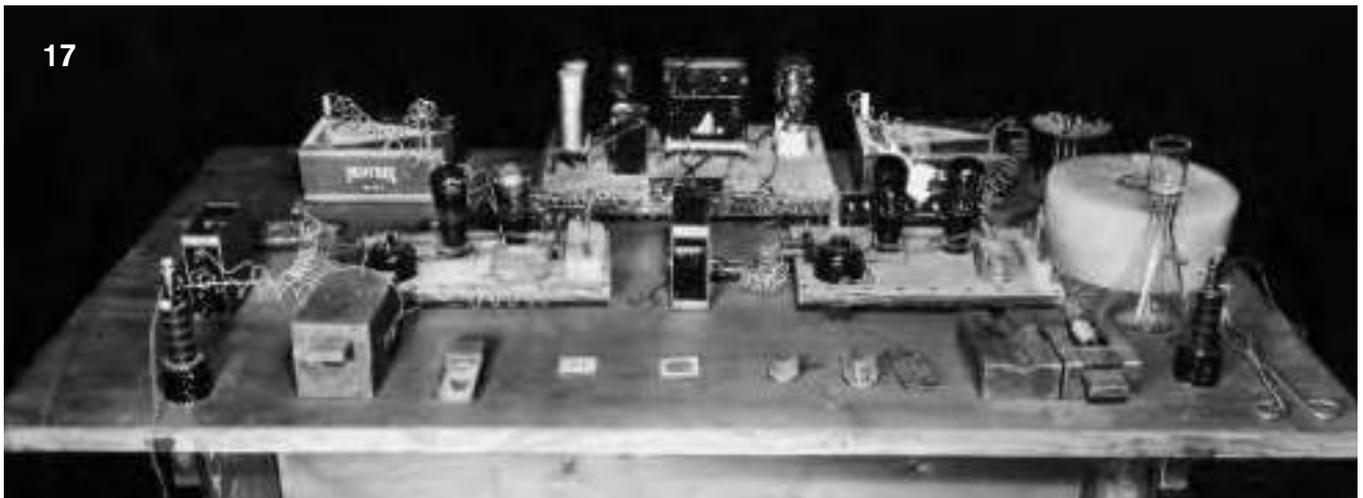
## Auch Einsteins Formel wurde zurate gezogen

Der enge Kontakt zu Hahn blieb – Lise Meitner unterstützte ihn nun per Post, aber nicht minder engagiert. So berichtete ihr Hahn in Briefen, dass er Uran-Kerne durch Beschuss mit Neutronen zum „Zerplatzen“ gebracht habe und die dabei entstandenen Spaltprodukte wegen ihrer unerwarteten Eigenschaften nicht einordnen könne. „Vielleicht kannst Du irgendeine phantastische Erklärung vorschlagen“, schrieb er nach Stockholm. Und Meitner konnte: Gemeinsam mit ihrem Neffen Otto Robert Frisch, ebenfalls Physiker, erarbeitete sie Anfang 1939 die erste theoretische Erklärung der Kernspaltung, deren Begriff die beiden damit zugleich prägten. Ihre Theorie besagte, dass bei der Spaltung neue Atomkerne entstehen, die zusammen eine geringere Masse haben als der ursprüngliche Atomkern. Mit Einsteins Formel  $E=mc^2$  ließ sich auch die dabei frei werdende Energie berechnen.

Meitner erkannte sofort, dass eine neue Energiequelle entdeckt war. In Amerika begann daraufhin die Entwicklung der Atombombe, und während die Physikerin dort später als Mutter derselben gefeiert wurde, setzte sie selbst sich bis zu ihrem Lebensende für eine friedliche Nutzung der Atomenergie ein. Otto Hahn erhielt für die Entdeckung der Kernspaltung den Chemienobelpreis 1944, während Lise Meitner leer ausging. Er habe den Preis „voll verdient“, schrieb sie an

eine Freundin – zeigte sich aber zugleich enttäuscht, dass ihr Beitrag an den Forschungsarbeiten nicht hinreichend gewürdigt wurde. Von 1947 bis 1960 übernahm Lise Meitner eine Professur in Stockholm, doch wirklich glücklich wurde sie in Schweden nie. „Wenn ich von den politischen Problemen absehe, waren meine in Deutschland verbrachten Jahre die schönsten meines Lebens“, sagte sie 1955 in ihrer Dankesrede für den Otto-Hahn-Preis. Sie starb 1968 kurz vor ihrem 90. Geburtstag in Cambridge.





### 17

An diesem Tisch gelang den deutschen Wissenschaftlern Otto Hahn und seinem Mitarbeiter Dr. Friedrich Wilhelm Strassmann im Herbst 1938 die erste Uran-Kernspaltung durch Neutronenbeschuss. Die benötigte theoretische Erklärung für den Kernspaltungsprozess lieferte Lise Meitner nach ihrer Flucht im Sommer des gleichen Jahres aus dem schwedischen Exil.

### 18

Die beiden passionierten Wissenschaftler im Jahr 1928 in ihrem Labor im Berliner Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie. Hahn leitete dort die Abteilung für Radioaktivität, Meitner arbeitete als wissenschaftliches Mitglied.

Io sono uno specialista in questo campo!

Je suis un spécialiste dans ce domaine!

Ich bin Spezialist auf diesem Gebiet!



## Per Skype durch die Welt der Sprachen

**Text** › Insa Lohmann

„Mit einem BabelFisch im Ohr versteht man augenblicklich alles, was einem in irgendeiner Sprache gesagt wird“, heißt es im SciFi-Film „Per Anhalter durch die Galaxis“. Während Douglas Adams, der Autor der Romanvorlage, Sprachbarrieren mithilfe eines kleinen Lebewesens namens BabelFisch überwinden wollte, setzen IT-Experten heute auf moderne Technik: Der Microsoft Skype Translator arbeitet mit einer

Spracherkennungs- und Sprachsynthesefunktion sowie einem Übersetzungsprogramm. Seine Anwender können vor einem Bildschirm sitzend per Videochat in Echtzeit kommunizieren: Die Übersetzung wird akustisch und schriftlich übermittelt. Derzeit ist der Übersetzer für Englisch, Spanisch, Französisch, Deutsch, Italienisch und Mandarin erhältlich, bis zu 40 weitere Sprachen sollen folgen.

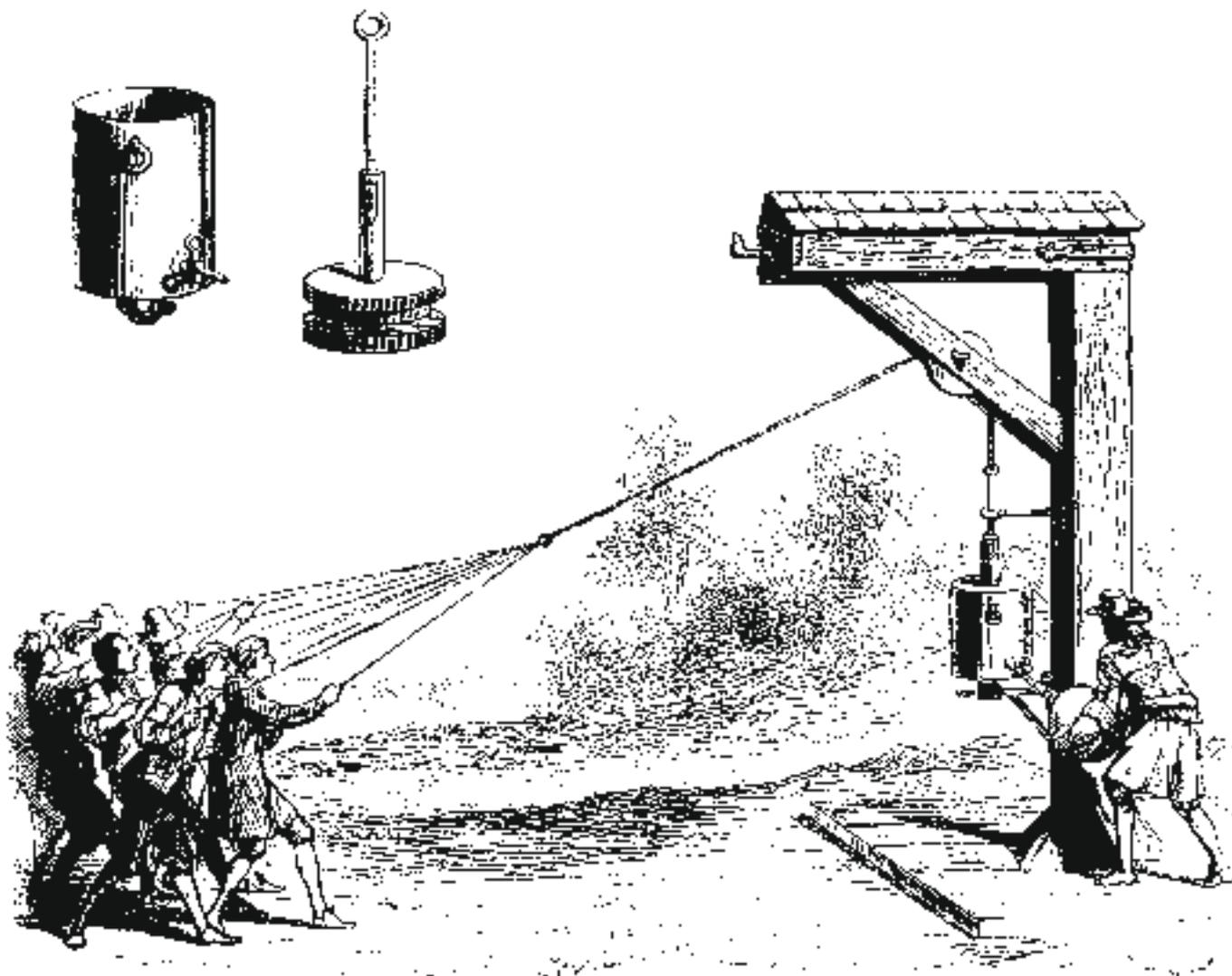


## Brunel bündelt Entwicklungskompetenzen

**Text** › Stine Behrens

Brunel richtet seine werkvertraglichen Kompetenzen künftig stärker auf den Automobilbereich aus: Mit der Anfang 2016 vollzogenen Leistungsbündelung der Prüf-, Test- und Entwicklungszentren Brunel Communications und Brunel Car Synergies GmbH bietet der Ingenieurdienstleister umfassende Projektlösungen für die Fahrzeugindustrie. „Durch individuelle Werkverträge und Leistungen können wir die Effizienz, Flexibilität und Innovationsfähigkeit unserer Kunden noch gezielter steigern“, erklärt Peter Bolz, Geschäftsführer der neuen Brunel Car Synergies GmbH.

Der nach DIN EN ISO/IEC 17025 und DIN EN ISO 9001 zertifizierte Entwicklungsdienstleister plant, an den Standorten Bochum, Hildesheim und München bis 2018 um 30 Prozent zu wachsen. Auch das Team von 98 Mitarbeitern soll um 25 neue Experten ergänzt werden. „Unser Portfolio umfasst die Berechnung und Konstruktion, den Bau von Prüfständen und die Prototypenfertigung, das Projekt- und Safety-Management, die Hardware-, FPGA- und Software-Entwicklung sowie Tests und Validierungen einzelner Komponenten“, fasst Bolz zusammen.



## Wer hat's erfunden? Die Luftpumpe

Text › Insa Lohmann

Im 17. Jahrhundert diskutierten Gelehrte intensiv darüber, ob der Raum zwischen Erde und Weltall von Leere oder mit einer unbekanntem Materie gefüllt sei. Der wissenschaftstüchtige Politiker und Jurist Otto von Guericke sagte über sich selbst, dass er sein „brennendes Verlangen, die Wahrheit über dieses fragwürdige Etwas zu ergründen, nicht mehr eindämmen, geschweige denn

stillen konnte, ohne einen Versuch darüber anzustellen.“ Mittels verschiedener Versuche wollte er das Geheimnis des Vakuums lüften – und erfand dabei die Kolbenvakuumpumpe: Um ein künstliches Vakuum zu schaffen, baute der experimentierfreudige Magdeburger eine Wasserspritze mit dem Ziel um, einen Behälter luftleer zu pumpen. Die Engländer Robert Boyle und Robert

Hooke entwickelten dieses Prinzip weiter, mittels dessen wir heute beispielsweise Fahrradreifen aufpumpen: Beim Hochziehen füllt das Einlassventil im Kolben den Pumpenraum mit Luft, beim Herunterdrücken öffnet sich das Reifenventil, damit Luft in den Reifen einströmen kann.

**06:05**

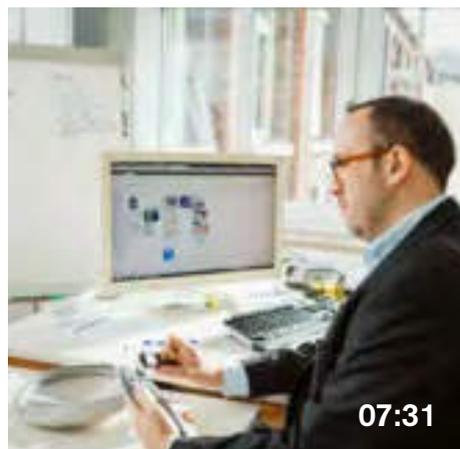
André Röse telefoniert auf dem Weg zur Arbeit mit dem Qualitätsmanagement-Verantwortlichen aus Shanghai.

**07:31**

Nachdem er einige E-Mails beantwortet hat, prüft Röse den Durchmesser einer Kochsignal-dichtung am Griff eines Schnellkochtopfes.

**08:52**

Das Qualitätsteam bereitet im Konferenzraum die morgige Schulung asiatischer Kollegen vor.



# Qualität ist keine Frage des Geschmacks

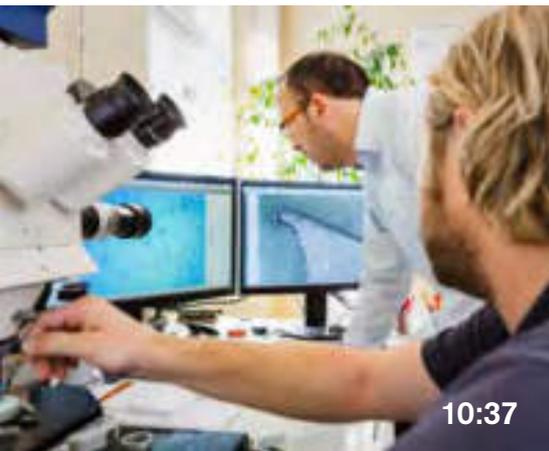
Abweichungen an Besteck und Kochgeschirr erkennt André Röse in Sekundenschnelle: Der Brunel Spezialist ist Qualitätsleiter beim Haushaltswaren-Hersteller WMF und beweist täglich seinen geschärften Blick sowie sein Kommunikationstalent. Denn er ist weltweit der Hauptansprechpartner für WMF-Mitarbeiter, -Partner und -Lieferanten bei Qualitätsfragen.

**Text** › Stine Behrens

Sobald der Wecker von André Röse um 5.30 Uhr klingelt, dreht sich seine Welt um Küchenequipment: Seit rund einem Jahr leitet der Brunel Mitarbeiter bei WMF das Qualitätsmanagement der Produktionswerke für Konsumgüter. Schon kurz nach dem Aufstehen checkt der zertifizierte Qualitätsmanager und Auditor seine E-Mails. „Meine Kollegen in Asien sind uns sieben Stunden voraus, die muss ich aufholen“, erläutert Röse, der für die Werke in Geislingen, Riedlingen, Hayingen und Diez sowie in Heshan (China) zuständig ist. Der studierte Diplom-Pädagoge und Wirtschaftspsychologe ist

zudem der Qualitätskontakt für Lieferanten weltweit sowie für die WMF-Mitarbeiter in Asien. Von dort stammen auch die neuen acht E-Mails in seinem Postfach. Auf die eine reagiert André Röse direkt, als er um kurz nach 6 Uhr im Morgengrauen in sein Auto steigt und den Qualitätsmanagement-Verantwortlichen aus Shanghai anruft. Er berichtet Röse von mehreren Kundenfragen zur Beschichtung von Pfannen, die sich bei falscher Handhabung ablösen kann. Die beiden beschließen weitere Schulungen für Verkäufer von WMF-Produkten im asiatischen Raum: Sie sollen gezielter erkennen, ob

falsche Reinigungsmethoden die Beschichtungen gelöst haben und die Kunden entsprechend beraten können. Anfragen wie diese aus Shanghai sind bei André Röse tägliches Geschäft: „Die asiatischen Kollegen informieren mich, wenn zu einem Produkt gehäuft Probleme oder Anwenderfragen auftauchen. Zum einen überlegen wir gemeinsam, wie wir diese beheben oder Gebrauchsanweisungen eindeutiger formulieren. Zum anderen unterstütze ich auf Basis dieser Informationen in Deutschland die Entwicklung und Herstellung von Produkten, damit diese noch besser den Gepflogenheiten in



asiatischen Küchen entsprechen“, erklärt André Röse.

Als er um 7 Uhr in seinem Büro ankommt, ist es bereits hell – und sein Postfach wieder voll: 19 weitere E-Mails sind angekommen, von denen viele die Schulung asiatischer Kollegen betreffen, die morgen im WMF-Hauptsitz in Geislingen stattfindet. André Röse kennt sie alle von seinem letzten Besuch in Singapur und Shanghai persönlich: Erst vor wenigen Wochen hat er das dortige Managementteam und die Verkaufsorganisation hinsichtlich

Qualitätsthemen geschult und mit ihnen die Ansprüche asiatischer Haushalte an Kochgeschirr besprochen. Morgen wird er ihnen eine detaillierte Einweisung in die WMF-Schnellkochtöpfe geben, deren Funktionen erläutern und die Qualitätssicherung im Rahmen des Produktionsprozesses vorstellen. Neben André Röse wird die Delegation den ganzen Tag über von verschiedenen Kollegen aus dem Qualitätsmanagement betreut und durch das Werk Geislingen geführt. Um die Abläufe final durchzusprechen, trifft sich die Runde um 8.30 Uhr

im Konferenzraum, unweit von Röses Büro.

Rund zwei Stunden später absolviert der 37-Jährige einen seiner regelmäßigen Besuche im mechanischen Prüflabor. Dort überprüft der studierte Metallograf Jens Schiller gerade per Mikroskop die Verarbeitung und Schichtdicke einer Topfoberfläche. Das Fazit: Die Anzahl der Schlacken und Poren liegt im definierten Bereich. Die Maschinen, die zur Herstellung des Topfes eingesetzt werden, arbeiten also einwandfrei und müssen nicht nachjustiert werden. André Röse ist zufrieden, denn als Qualitätsmanager ist er für die qualitätssichernde Begleitung aktueller und künftiger Serienfertigungen verantwortlich. „Da der Anspruch an unsere Serienproduktion sehr hoch ist, prüfen wir die Produktion und Grenzmuster regelmäßig“, erläutert er 25 Minuten später auf dem Weg vom Labor zur Fertigungskontrolle. Hier wählt er zusammen mit seinem Geislinger Qualitätssicherungsteam Töpfe und Griffe aus für seine in wenigen Tagen anstehende Besprechung mit seinem Vorgesetzten Martin Geiger, Vice President Quality and Environmental Protection Consumer WMF Group. Bei dem Meeting werden die beiden Grenzmuster überprüfen und entscheiden, ob diese der definierten Qualität entsprechen oder ob in den Fertigungsverfahren Anpassungen vorgenommen werden müssen.

Um 11.40 Uhr trifft sich André Röse in der Kantine mit drei Kollegen aus dem Einkaufsteam.



**19**  
André Röse und Ignaz Biegert stellen sicher, dass die Laufbänder und deren Rollen nicht schon bei der Produktion Mängel an den Topfdeckeln verursachen.



Bei Lasagne gehen sie den Ablauf des um 15.15 Uhr anstehenden Meetings für ein Lieferantenaudit durch. „Der europäische Zulieferer arbeitet seit einigen Jahren für WMF und soll eine größere Stückzahl liefern. Hierzu bereiten wir einen Vor-Ort-Termin sowie das Audit vor und legen ein Vorgehen fest, um systematisch Fragen zu klären, wie: Verfügt das Unternehmen über die Kapazitäten und das Know-how, um die zusätzliche Leistung zu erbringen? Wurde in der Vergangenheit die gewünschte Qualität geliefert und wurden Termine eingehalten? Gibt es Risikofaktoren zu berücksichtigen, woher bezieht der Zulieferer beispielsweise seine Rohstoffe? Anhand objektiver Kriterien wie diesen entscheiden wir, in welchem Umfang wir den Auftrag vergeben“, sagt Röse, als er nach dem Mittagessen sein geliebtes Kaffeegespräch in der WMF-Kaffeelounge führt.

## Der Austausch mit Kollegen: unerlässlich

Wie jede Woche diskutiert er bei einem Espresso mit Thomas Rieger, der für den Vertrieb im asiatischen Raum zuständig ist, aktuelle Vertriebsthemen wie Reklamationen, Bestellungen oder Kundenanfragen. Um 12.35 Uhr ist André Röse zurück in seinem Büro. Er führt einige Telefonate und

beantwortet 13 neue E-Mails, bevor er um 15.10 Uhr erneut den Konferenzraum betritt. Im Anschluss an das einstündige Auditmeeting hat er im sieben Gehminuten entfernten Wareneingangsprüflabor einen Termin mit dem Prüflplaner und Wareneingangsleiter Ignaz Biegert. Er verantwortet diverse Mess- und Prüfgeräte zur Qualitätssicherung von Komponenten wie Silikonringen, Dichtungen oder Griffen. Die beiden Männer überprüfen, ob die heute angelieferte Null-Serie eines Lieferanten für Messergriffe den Qualitätsstandards von WMF gerecht wird. „Die Griffe werden unter anderem hinsichtlich der Genauigkeit des Durchmesser getestet“, erläutert Röse. Es ist fast 17 Uhr, kurz vor Feierabend, und es klopft an der Tür: Seine Kollegin aus dem Qualitätsmanagement legt ihm ein Küchenmesser zur Begutachtung in die Hände. Es wurde von einem Kunden reklamiert. Doch mithilfe eines Handmikroskops und geschultem Blick auf die verbogene Klingenspitze erkennt André Röse: „Dem Grat und der Form der Stauchung nach wurde das Messer fallen gelassen – es liegt kein Produktionsfehler vor.“ Noch vor einem Jahr – so ist er sich sicher – hätte er dies nicht erkannt.

### 10:37

Im mechanischen Prüflabor prüft André Röse die Verarbeitung und Schichtdicke einer Topfoberfläche.

### 11:03

Mit scharfem Blick kontrolliert er in der Fertigungskontrolle zwei Töpfe in Hinblick auf die gewünschten WMF-Qualitätsstandards.

### 12:23

Bei einem Kaffee bespricht André Röse mit dem für den asiatischen Vertrieb verantwortlichen Thomas Rieger aktuelle Themen wie Reklamationen.

### 16:17

Gemeinsam mit Ignaz Biegert untersucht Röse frisch gelieferte Messergriffe.

### 16:50

Eine Kollegin legt dem Qualitätsmanager ein vom Kunden reklamiertes Küchenmesser vor.

### 17:06

Feierabend! André Röse macht sich auf den Weg nach Hause.



## Porträt Boyan Slat

Boyan Slat (21) besuchte eine bilinguale Schule in den Niederlanden und brach 2013 sein anschließendes Raumfahrtstudium ab, um sich ganz seinem Projekt zu widmen: The Ocean Cleanup. Er gewann bereits zahlreiche Preise, so wurde er 2013 beim Intel EYE50 Top Thinkers Wettbewerb zu einem der 20 „Most Promising Young Entrepreneurs“ erklärt.

# Ein 21-Jähriger räumt den Ozean auf

Etwa 70 Prozent der Erdoberfläche bestehen aus Ozeanen und dort schwimmen auf jedem Quadratkilometer zigtausende Plastikteile. Seevögel verenden an Kunststofffasern, Schildkröten fressen Plastiktüten statt Quallen und Fische halten Mikro-Plastikteile für Plankton. Die tödliche Gefahr bedroht über die Nahrungskette auch die Menschen. Doch einer nimmt den Kampf auf: der Niederländer Boyan Slat.

**Text** › Jörg Riedel

„Da draußen schwimmt eine tickende Zeitbombe“, schildert Boyan Slat seine Eindrücke nach einer Expedition zum Nordpazifikwirbel. Mit etwa 30 Schiffen sammelten er und sein Team im August 2015 Daten über das Strömungsverhalten von Plastikmüll. Der Driftstrom im Norden des Pazifischen Ozeans heißt wegen der besonders großen Menge an Plastikteilen auch Great Pacific Garbage Patch (großer pazifischer Müllfleck): Auf einer Fläche von etwa der Größe Mitteleuropas kreisen bis zu 100 Millionen Tonnen Kunststoffmüll. „Der überwiegende Teil besteht noch aus großen Stücken, die jedoch in immer kleinere und gefährlichere Partikel zerfallen“, erklärt Slat, für den der Müll auf den Ozeanen „derzeit eine der größten ökologischen Herausforderungen“ ist. Für sein Engagement zur Säuberung der Ozeane wurde der Niederländer 2014 von den Vereinten Nationen mit ihrem wichtigsten Umweltpreis, dem Champion of the Earth Award, ausgezeichnet.

Boyan Slat's Mission begann mit einem Tauchurlaub in Griechenland: Die Menge des Plastikmülls unter Wasser entsetzte den damals 16-jährigen Schüler, fast genauso erschütternd empfand er jedoch, dass es keine Lösung für das Problem gab. „Die meisten Experten sagten mir, dass sich da

nichts machen ließe und es viel zu teuer sei, den Müll aus dem Wasser zu fischen“, erinnert er sich. Dies weckte den Ehrgeiz des technikbegeisterten Delfters, der sich seit Kindheitstagen eigentlich eher für den Raketenbau interessierte. Nur ein Jahr später stellte er bei einem niederländischen Schülerwettbewerb die Idee vor, mithilfe der Meeresströmung den Müll einzusammeln. 2012 präsentierte er sein Vorhaben bei einer Konferenz für Technologie und Innovationen in seiner Heimatstadt.

## Ein riesiges V mit 50 km langen Armen

Sein Grundgedanke: Statt aufwendig mit Schiffen und Netzen die Ozeane nach Plastik zu durchfischen – und durch Beifang auch Leben zu vernichten – soll die Meeresströmung das Plastik durch eine Auffangvorrichtung treiben. Durch das Internet verbreitete sich Slat's Konferenzvortrag rasend schnell, erreichte bislang über zwei Millionen Menschen weltweit und machte den einfachen und gleichzeitig gigantischen Plan bekannt – wird er umgesetzt, entsteht das größte künstliche Objekt auf den Ozeanen.

Noch existieren nur Grafiken von der Anlage und mögliche Optimierungen sind nicht ausgeschlossen. Sie sieht aus wie ein riesiges V im Meer: Zwei schlauchförmige, 50 Kilometer lange Arme schwimmen auf der Wasseroberfläche in einem 120-Grad-Winkel zueinander. Sie bestehen aus jeweils sechs Meter langen, miteinander verbundenen Plastik-Schwimmkörpern. Die beiden Arme werden alle 60 Meter mit Tauen am bis zu 4.000 Meter tiefen Meeresboden verankert und mit Bojen über Wasser gehalten. An ihren unteren Seiten sind vorhangartige Kunststoffbarrieren befestigt, die bis in zwei Meter Tiefe reichen. Die Arme stehen quer zum Driftstrom des Meeres, der den Plastikmüll gegen die Barrieren treiben soll. Meerestiere sowie Plankton würden unter der Barriere hindurchtauchen, so Slat's Idee. Nur die Plastikteile sollen entlang der Barriere weiterwandern bis an die Spitze des Winkels. Dort befindet sich eine 20 Meter hohe und 11,4 Meter breite turmförmige Plattform aus Metall im Wasser, die zwecks Stabilität 40 Meter unter die Meeresoberfläche reicht und separat verankert ist. Die Plattform ist mit einer Solaranlage und einem Förderband versehen, mit dem die Plastikpartikel aus dem Wasser geholt und in den 3.000 Kubikmeter großen Hohlraum des Turmes transportiert werden. Alle

20



## 20

Im Rahmen der 2015 abgeschlossenen Machbarkeitsstudie wurde im Maritime Research Institute Netherlands (MARIN) ein Modell des Ocean Cleanups mit 20 Meter langen Fangarmen den Bedingungen auf hoher See ausgesetzt: Wellen, Strömungen, Wind, Salzwasser. Das Modell ist das größte, das jemals in dem niederländischen Forschungsinstitut getestet wurde.

## 21

Mithilfe der in bis zu 4.000 Metern Tiefe verankerten Kunststoffbarrieren kann der Nordpazifikwirbel innerhalb von zehn Jahren von 42 Prozent des Mülls befreit werden.

21



sechs Wochen, wenn der Turm voll ist, soll der Plastikmüll auf ein Schiff verladen und ans Festland gebracht werden. Geplant ist, dass eines Tages auf jedem der fünf Ozeane solch eine Anlage arbeitet.

Boyan Slat's Idee begeistert viele Menschen. Trotzdem bezweifeln einige Experten die Realisierbarkeit. Gerade die Verankerung der Barrieren in 4.000 Meter Tiefe „ist extrem materialaufwendig und teuer. Auch die geplante Haltbarkeit von 10 Jahren ist illusorisch“, so der Meeresbiologe Dr. Mark Lenz vom Kieler GEOMAR-Institut. Dr. Lars Gutow vom Alfred-Wegener-Institut für Meeresforschung in Bremerhaven befürchtet, „dass die wenigen außergewöhnlich hohen Wellen auf hoher See der Sache das Genick brechen könnten.“ Außerdem würden mehr Lebewesen in Form von Plankton und Algen an den Barrieren zerstört als es Slat darstellt. Gegenüber der Kritik gibt sich der 21-Jährige selbstbewusst: „Man kann den Ist-Zustand verteidigen oder an einer Lösung arbeiten. Ich bevorzuge Letzteres.“ Um sich ganz seiner Vision zu widmen, unterbrach er sein Studium der Raumfahrt und sammelte über

Crowdfunding in nur sechs Monaten über zwei Millionen Euro. Damit konnte er eine umfangreiche Machbarkeitsstudie durchführen und 2013 sein Unternehmen The Ocean Cleanup gründen. Dort arbeiten inzwischen 100 Personen überwiegend ehrenamtlich am zweiten Schritt: Der Entwicklung eines Prototyps mit zwei Armen von je zwei Kilometern Länge, der 2016 an der japanischen Küste für zwei Jahre zu Testzwecken ins Wasser gehen soll. Bis zum dritten Schritt, dem Bau einer echten Anlage, dauert es noch – denn es fehlen Investoren. Schließlich liegen die Kosten bei etwa 350 Millionen Euro pro Anlage, schätzt Boyan Slat: „Das ist viel Geld, aber immer noch um das 35-Fache günstiger als die konventionellen Methoden, mit Schiffen und Schleppnetzen Müll einzusammeln“. Die Anlage sei eine ideale Ergänzung zur bestehenden Küstensäuberung, zumal sich ein Teil der Herstellungskosten durch den Gegenwert des Mülls refinanzieren ließe. Er ist davon überzeugt, dass er seinen Plan bald realisieren wird: „Wir haben das Problem durch Technologie verursacht, also können wir es damit auch lösen.“

# Brunel Spezialisten: Modernes Recruiting kennt keine Grenzen

Die Weltwirtschaft rückt immer mehr zusammen, sodass die Konkurrenz um Spezialisten wächst – und das weltweit. Brunel baut daher seit über 40 Jahren ein globales Netzwerk auf, um unabhängig von Ländergrenzen qualifizierte Experten zu finden. Neben drei Global Recruitment Centern in Manchester, Singapur und Houston spielt dabei das Global Sourcing Center in Eindhoven eine zentrale Rolle.

**Text** › Robert Uhde

In Zeiten der Internationalisierung ist es für Unternehmen branchenübergreifend entscheidend, vor Ort auf den internationalen Personalmärkten vertreten zu sein – oder mit einem Partner zusammenzuarbeiten, der diese Anforderung erfüllt. Seit 40 Jahren rekrutiert Brunel weltumspannend hoch qualifizierte Spezialisten und organisiert seine globale Personalsuche mithilfe eines unternehmensweit verwendeten Extended-Relationship-Management-Systems (XRM): Es führt sämtliche Kandidateninformationen und Kundenanforderungen zusammen und ermöglicht so einen ganzheitlichen Echtzeit-Überblick über jeden Kunden sowie über alle Brunel Spezialisten und Bewerber. „Darauf basierend erfolgt unsere Personalsuche auf verschiedene Weisen“, erläutert Lina Rodenbeck, Personalreferentin am Brunel Hauptsitz in Bremen. Innerhalb des eigenen Landes rekrutieren unsere 109 in 37 Ländern vertretenen Standorte ihre Mitarbeiter eigenständig. „Sucht aber beispielsweise ein in Deutschland ansässiges Kundenunternehmen einen Mitarbeiter mit speziellen Qualifikationen und Auslandserfahrungen oder

einen Experten für ein Projekt im Ausland, dann gibt es drei Wege: Entweder findet unsere zuständige deutsche Niederlassung einen passenden Kandidaten in Deutschland, sie wendet sich an einen Brunel Standort im jeweiligen Zielland oder – wenn nicht vorhanden – an unser unternehmenseigenes Global Sourcing Center (GSC) im niederländischen Eindhoven.“ 2013 gegründet, ist das auf die Geschäftsfelder Technik und IT sowie Marketing und Kommunikation fokussierte GSC enger Partner der über 40 deutschen Niederlassungen: „Aufgrund der geografischen Lage arbeiten wir vorrangig mit den Niederlanden, Belgien und Deutschland zusammen“, verdeutlicht Johan Martin de Vries, Manager des GSC und erklärt, dass neben dem GSC weitere spezialisierte Global Recruitment Center existieren: „Das 1996 eröffnete, auf den Offshore-Bereich fokussierte Center in Singapur sowie das 2011 gegründete Global Recruitment Center Manchester (UK) mit seiner Expertise im Energiesektor und hier vor allem in der Öl- und Gaswirtschaft. 2015 wurde schließlich aufbauend auf diese beiden das Global Recruitment Center



## Porträt Johan Martin de Vries

Johan Martin de Vries (46) studierte Betriebswirtschaft und Kommunikation an der Hanze Hogeschool Groningen (Niederlande) und war anschließend als Manager sowie als Sourcing- und Qualitätsmanager bei einem internationalen Personaldienstleister tätig, bevor er 2013 zu Brunel kam.

## Unsere internationalen Recruitment Center

- 1 Eindhoven, Niederlande
- 2 Manchester, Großbritannien
- 3 Houston, USA
- 4 Singapur, Singapur



„Aufbauend auf unser weitreichendes internationales Netzwerk können wir geeignete Kandidaten auch kurzfristig finden, auswählen und Unternehmen vorstellen.“



### Porträt

#### Lina Rodenbeck

Lina Rodenbeck (35), Volljuristin, LL.M., arbeitet seit 2013 bei Brunel als Personalreferentin für den Bereich Recht. Studiert hat die gebürtige Hamburgerin in Münster und Heidelberg, ihr Referendariat absolvierte sie in Düsseldorf.

in Houston als Plattform für den amerikanischen Markt eröffnet.“ Sowohl Johan Martin de Vries als auch Lina Rodenbeck sehen sich als Partner der deutschen Brunel Niederlassungen.

### Brunel klärt Fragen zu Versicherungen und Arbeitserlaubnis

Die Juristin Rodenbeck organisiert mit ihren Kollegen in der Personalabteilung im Falle einer Entsendung von deutschen Mitarbeitern ins Ausland alle administrativen Schritte. „Unser Aufgabenspektrum reicht von der Anfertigung des Arbeitsvertrages über die Prüfung sämtlicher Fragen hinsichtlich

Arbeitnehmerüberlassung, Steuerrecht oder Arbeitsrecht bis hin zur Unterstützung bei der Beantragung eines Visums“, erläutert sie. „Der Kunde und betreffende Mitarbeiter werden demnach bei Entsendungen bestmöglich von uns unterstützt.“ Auch das GSC in Eindhoven übernimmt für die Brunel Kunden alle administrativen Aufgaben. Außerdem unterstützt das Team die Personalsuche der deutschen Niederlassungen, wenn diese innerhalb der Bundesrepublik oder des weltweiten Standortnetzwerkes nicht fündig werden: „Aufbauend auf unseren vielfältigen internationalen Verbindungen können wir auch kurzfristig geeignete Kandidaten finden, auswählen und dem Unternehmen vorstellen“, betont de Vries. „Ist eine Auswahl erfolgt, dann klären wir in enger Zusammenarbeit mit dem Kunden und der anfragenden



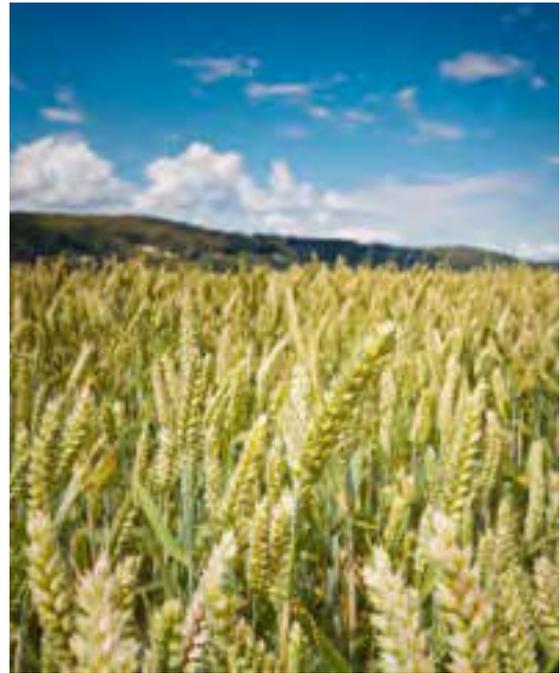
Niederlassung sämtliche finanziellen und steuerlichen Fragen sowie Details zu Versicherungen und Arbeitserlaubnis.“ Zuletzt hat das Global Sourcing Center eine Brunel Niederlassung unterstützt, deren Kunde seinen Hauptsitz in Deutschland hat und der aktuell einen Standort in China aufbaut. „Konkret gefragt waren zwei Kraftwerksexperten für Notstromaggregate, die sowohl über langjährige Erfahrungen mit mechanischen Zusatzsystemen und den chinesischen Vorgaben für Nuklearanlagen verfügen, als auch fließend Englisch sprechen und zudem aus der Region stammen“, berichtet Johan Martin de Vries. „Denn ihre Aufgaben liegen nicht nur in der technischen Betreuung und Weiterentwicklung der Anlagen, sondern auch darin, ein Team vor Ort aufzubauen und anzuleiten. Deswegen müssen ihnen die

lokale Mentalität und Arbeitsweise vertraut sein.“ Entsprechend der länderspezifischen Anforderungen wandte sich der zuständige Account Manager der deutschen Brunel Niederlassung an Johan Martin de Vries und sein Team.

## Deutscher Kunde sucht chinesische Ingenieure

„Wir sind direkt in die lokalen Arbeitsmärkte eingestiegen. Aufgrund unserer globalen Erfahrung in der Personalsuche wissen wir nahezu überall auf der Welt, wo wir nach einem Kandidaten schauen müssen: Neben gängigen Portalen gibt es viele Suchbörsen, die mit Arbeitsämtern kooperieren und unzählige Job-Foren, die teilweise

hochspezialisiert sind und in denen sich Experten mit besonderem Wissen austauschen. Hier werden auch Jobangebote gepostet – aber nur von den Unternehmen, die diese Foren auch kennen“, schmunzelt de Vries. In einem solchen Forum sind er und seine Kollegen fündig geworden und haben zehn passende Systemingenieure gefunden. „Nach einer Vorauswahl haben wir mit sechs Spezialisten ausführliche Bewerbungsgespräche via Skype geführt und rund zwei Wochen nach Eingang der Anfrage unsere detaillierten Beurteilungen an den Kunden geliefert“, fasst de Vries zusammen. „Auf dieser Basis hat der Kunde selbst weitere Skype-Interviews mit den Kandidaten geführt und anschließend seine Entscheidung gefällt.“



## Mikroorganismen gegen die Hungersnot

Sophie Healy-Thow, Émer Hickey und Ciara Judge besuchen noch die Schule, haben aber schon mehr Preise gewonnen als manch erfahrener Wissenschaftler. Denn die Entdeckung der drei Irinnen könnte die Welt verändern und Hungersnöte besiegen: Mit einem Bakterium wollen sie den Ernteertrag von Getreide um bis zu 74 Prozent erhöhen und testeten hierzu bereits über 13.000 Samen.

**Text** › Daniela Schneider

**D**rei Jahre lang hatten die Teenager an ihrem Projekt gearbeitet, bevor sie 2014 bei der Google Science Fair in San Francisco den ersten Platz in der Kategorie der 15- und 16-Jährigen gewannen. Bei dem weltweiten Wissenschafts- und Technologiewettbewerb überzeugten sie die Jury mit ihrem Konzept, mittels Bodenbakterien namens Rhizobium den Ernteertrag von Getreidesorten wie Gerste und Hafer zu erhöhen – ohne zusätzliche Düngemittel. Als Émer Hickey ihr unbekannte Knollen an den Erbsenpflanzen ihrer Mutter im Biologieunterricht der Kinsale Community School untersuchte, entdeckte sie gemeinsam mit Ciara Judge und Sophie Healy-Thow in den Auswucherungen das Bodenbakterium Rhizobium. Es wandelt Stickstoff aus der Luft in organische Stoffe wie Ammoniak um, das wiederum wie Düngemittel auf bestimmte Pflanzen wirkt. Kurz darauf hörten die Freundinnen im Geografieunterricht von der Hungersnot im Jahr 2011 am Horn von Afrika und begannen, auf eigene Faust zu forschen: Sie testeten über 13.000 Samen auf ihre Reaktion mit Rhizobium. „Wir haben uns fast im gesamten Haus und Garten von Ciara ausgebreitet“, sagt Émer Hickey und fügt lachend

hinzu: „Auch in der Schule durften wir uns breitmachen.“ Zwar kennen sie nun den positiven Einfluss von Rhizobium auf ausgewählte Getreidearten, doch vor einer kommerziellen Anwendung müssen weitere, groß angelegte Tests durchgeführt werden, um die Auswirkung der Bakterien ausreichend zu belegen. „Derzeit konzentrieren wir uns jedoch auf unser letztes Schuljahr und werden das Projekt nach dem Schulabschluss wieder aufnehmen“, sagt Sophie Healy-Thow.

Seit ihrem Sieg bei der Google Science Fair hat sich für die drei viel verändert: Sie engagieren sich im von ihnen mitgegründeten Digital Youth Council für die Förderung naturwissenschaftlicher Schulfächer und nehmen weltweit an Symposien und Events wie dem Europäischen Innovationspreis teil. Sophie Healy-Thow gründete außerdem die Non-Profit-Organisation Seeds2Feed, eine Austauschplattform für mikrobiologische Ansätze zur Nahrungssicherstellung. Damit kommt sie ihrem Traum, die Nahrungsmittelknappheit zu bekämpfen, ein großes Stück näher: „Ich möchte vor allem junge Menschen erreichen und für dieses wichtige Thema sensibilisieren.“

## Brunel vor Ort



### 13.–14. April 2016: Wind & Maritim in Rostock

Organisiert vom WindEnergy Network e.V. werden auf der 5. Zukunftskonferenz Wind & Maritim aktuelle Markt- und Technologietrends in der Windenergie diskutiert. Als Partner des Networks ist Brunel ebenfalls vor Ort – sprechen Sie uns gern im Vorfeld an!

[www.wind-energy-network.de](http://www.wind-energy-network.de)

### 25.–29. April 2016: Hannover Messe

Die Hannover Messe ist die wichtigste Industriemesse der Welt und steht 2016 unter dem Motto „Integrated Industry – Discover Solutions“. Welche Lösungen Brunel für die Herausforderungen der Industrie 4.0 bietet, erfahren Sie auf unserem Stand B72 in Halle 17.

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



### 9.–14. August 2016: Formula Student Germany

Die Formula Student Germany ist das Top-Event für Nachwuchsingenieure im Automobilbereich. Brunel unterstützt bundesweit zehn Rennteams und auch die Veranstaltung auf dem Hockenheimring. Seien Sie dabei, wenn auf der Rennstrecke um Siege gekämpft wird!

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

## 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 28.000 Stück

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

Johan Arie van Barneveld, CEO, Brunel International N.V., Brunel GmbH

### Redaktion und Gestaltung

GfG / Gruppe für Gestaltung GmbH, Bremen

### Fotografie (Copyrights)

Sofern nicht abweichend, alle Angaben als Bildnummern:

GfG / Gruppe für Gestaltung (Titel, S.3, S.4, S.34, S.36–39), Axel Hess (S.4, S.5, S.24–25, 12, S.27, 14–15), iStock (S.5, S.10–11, 5–6, S.22–23, S.34, S.46), Shutterstock (S.5, 3), Institut for Advanced Sustainability Studies (S.6), Reuters (1), NASA (2, S.22–23), Institution for Mechanical Engineering (4), Georg Ehrmann (S.13), dpa Picture-Alliance (7, 17), Frank Schnabel (S.14), Thomas Bultjer (S.15), Samsung Heavy Industries/AFP (8), Ludwig Henkensmeier (S.17), Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (9), Gregor Hübl (S.4, S.18–19, 10), ESA (S.22–23), S. Brunier/ESO (S.22–23), GSI Helmholtzzentrum für Schwerionenforschung (S.26), Forschungszentrum Jülich (S.28), AIP Emilio Segre Visual Archives/Brittle Books Collection (16), Imago Stock (18), Alamy Stock Photo/liszt collection (S.35), The Ocean Cleanup (S.40–41, 20–21), Johan Martin de Vries (S.43), Lina Rodenbeck (S.44), Andrew Federman/Google for Education (S.46), Brunel GmbH (S.47)

### Druck

Druckerei Girzig + Gottschalk GmbH, Bremen

# Brunel



**INFOPOST**  
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