



Der SPEZIALIST

Das Magazin für Technik und Management

Der Spezialist feiert! In feinem Zwirn, umfangreicher denn je und vollgepackt mit spannenden Inhalten präsentiert sich diese Ausgabe von Der Spezialist. Der Anlass: Das Magazin erscheint in diesem Herbst bereits zum 20. Mal. Blicken Sie mit uns zurück, hinter die Kulissen und in die technologische Zukunft.

LIEBE LESERINNEN UND LESER!

Sie haben es sicher auf den ersten Blick gesehen: Der Spezialist ist diesmal etwas Besonderes, denn wir feiern die 20. Ausgabe! Seit sieben Jahren befasst sich das Magazin mit Themen aus Technik, Wirtschaft und Wissenschaft. Eine spannende Zeit, in der sich Der Spezialist stark entwickelt hat – genau wie unser Unternehmen. Schließlich sind wir trotz zwei internationaler Wirtschaftskrisen in den vergangenen zehn Jahren auf 100 Standorte in 35 Ländern gewachsen. Darauf sind wir stolz und möchten Sie durch unser Magazin daran teilhaben lassen.

Bei aller Veränderung gibt es sowohl in unserem Unternehmen als auch bei Der Spezialist eine Konstante: Der Fokus liegt auf dem Menschen. Das zeigt sich in den Berichten über die internationalen Projekte unserer Experten, in den Interviews mit Branchenkennern, den Artikeln über herausragende Tüftler der Vergangenheit sowie in den Porträts über Querdenker und Jungforscher. Permanent sucht unser Redaktionsteam weltweit nach Themen und Menschen, deren Tun und Wirken beeindruckt oder gar inspiriert. So gibt Der Spezialist einerseits Einblicke in das Unternehmen Brunel, andererseits in die Welt der Ingenieure und Techniker.



Ganz egal, ob Der Spezialist über einen Experten für Ölbohrungen in Kanada, einen IT-Entwickler in Rostock oder ein Projekt in Australien berichtet: Die Artikel sind immer echt, authentisch und mitten aus dem Brunel Leben. Sicher ein Grund dafür, warum das Magazin bei unseren Kunden wie Mitarbeitern so beliebt ist und bei Brunel Neueinsteigern stets großes Interesse weckt.

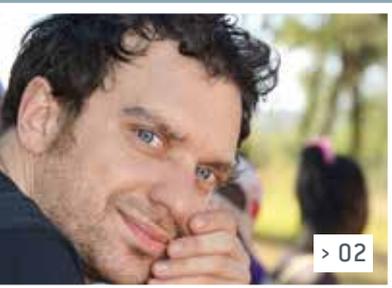
Ich wünsche Ihnen viel Freude mit dieser 20. Ausgabe von Der Spezialist!

Ihr
Dr. Ralf Napiwotzki

KÖPFE DIESER AUSGABE



> **01 DR. NIKOLAI KASHAEV [35]** trat an der Staatlichen Technischen Universität Bauman in Moskau in die Fußstapfen seiner Vorbilder: Auch der Weltraumpionier Sergei Korolev und der Flugzeugentwickler Andrei Tupolev hatten hier studiert. Weil aber die russische Luft- und Raumfahrt kaum noch Chancen bot, nutzte Kashaev im Jahr 2000 ein Auslandsstipendium, um seine Ingenieurkarriere in Deutschland zu beginnen. Nach dem Diplom am Bremer Institut für angewandte Strahltechnik promovierte er 2005 mit magna cum laude. Als Leiter der Abteilung Fügen und Bewerten am Institut für Werkstofforschung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht ist er seinen Vorbildern immer noch nahe. Über seine Beiträge zur Gewichtsreduzierung im Flugzeugbau lesen Sie mehr ab Seite 36.



> **02 CLEMENS BRAUER [33]**, im „echten Leben“ Berechnungsingenieur für die Automobilindustrie, hat schon zu Studienzeiten sein Interesse an sozialen Projekten und an der Entwicklungsarbeit entdeckt. Für die Ingenieure ohne Grenzen war er jetzt fünf Wochen lang als Projektverantwortlicher in Simbabwe Hauptstadt Harare, um dort zwei Bildungseinrichtungen mit einer sicheren Strom- und Wasserversorgung auszustatten. „Vieles gibt es dort einfach nicht zu kaufen“, berichtet Brauer, „wenn etwas fehlt, kann man nicht mal eben in den Baumarkt um die Ecke gehen.“ Wie er und seine Mitstreiter es trotzdem schafften, in diesem ungewöhnlichen Umfeld zwei Fotovoltaik-Anlagen mit Batteriespeichern sowie eine Wasserpumpe zu installieren, lesen Sie ab Seite 60.



> **03 CHRISTOPH NOLDEN [28]** hat seine Schulzeit in Bonn verbracht. Nach seiner Bundeswehrzeit in Karlsruhe und seiner Ausbildung zum staatlich geprüften Techniker mit Schwerpunkt Elektrotechnik an der Rheinischen Akademie in Köln ist er inzwischen wieder in der ehemaligen Bundeshauptstadt angekommen. Seit April 2012 ist er für Brunel bei der SAW Instruments GmbH tätig und dabei insbesondere für die Bereiche Elektronik sowie Inbetriebnahme zuständig. Neben seinen unterschiedlichen Tätigkeiten im Labor, Büro oder Produktionsraum schätzt er dort auch seine Außentermine beim Kunden. Denn als gebürtiger Rheinländer hat er auch beruflich gerne mit Menschen zu tun. Mehr dazu lesen Sie auf Seite 20.

SCHAUPLÄTZE DIESER AUSGABE

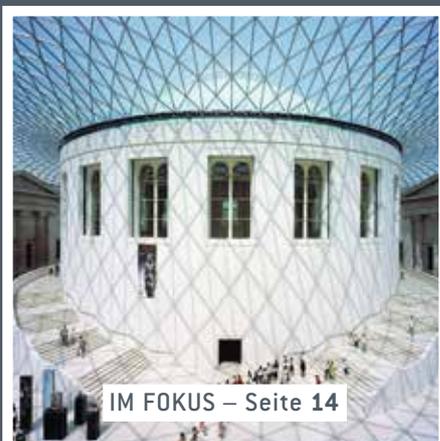
Vor der Nordwestküste Westaustraliens unterstützen Experten von Brunel Technical Services eines der bedeutendsten Erdgasprojekte der Welt – Seite **44**



INHALT

DER SPEZIALIST

- Seite **6** Rückblick: Ausgabe #01 bis #07
- Seite **14** Im Fokus: Glas – Der Allround-Werkstoff mit Zukunft
- Seite **20** Spektrum: Spurensuche mit der Surface-Acoustic-Wave-Technologie
- Seite **24** Querdenken: Gut zugehört ist halb gewonnen
- Seite **27** Kompetenz: E-Bikes – In 80 Sekunden zum Testergebnis
- Seite **30** Rückblick: Ausgabe #08 bis #13
- Seite **36** Forschung: Grüner Fliegen
- Seite **42** Kompakt: Kurzmeldungen und Termine
- Seite **44** Internationales Projekt: Australien – Rohstoffe im Überfluss
- Seite **50** Im Dialog: Low-Power Elektronik und Energy Harvesting – Ein erfolgreiches Team
- Seite **54** Rückblick: Ausgabe #14 bis #19
- Seite **60** Spektrum: Fünf Wochen für eine Zukunft voller Energie
- Seite **64** History: Michael Faraday – Vom Buchbinder zum Elektrotechnikexperten
- Seite **68** Internationales Projekt: Afrika – Öl aus den Tiefen der Meere
- Seite **72** 24 Stunden: Ein Projektmanager zwischen den Kontinenten
- Seite **76** Ausblick: Jugendforscher – Ein Herz für die Medizintechnik



IM FOKUS – Seite 14



FORSCHUNG – Seite 36



SPEKTRUM – Seite 60

19 18 16 WAS MACHT EIGENTLICH ... 14

RÜCKBLICK AUF 19 AUSGABEN VON DER SPEZIALIST

Viele Interviewpartner wurden für 20 Ausgaben von Der Spezialist gesucht, unzählige Fotos geschossen, Gespräche geführt und Texte geschrieben. Damit verbunden sind viele Erinnerungen: An Artikel, die großes Leserfeedback hervorgerufen haben. An Spezialisten, die sich als medienscheu bezeichneten – und doch vor der Kamera aufblühten. An Themen, zu denen es so viel Bildmaterial gab, dass es für einen Bildband gereicht hätte.

Quer durch diese Ausgabe finden Sie 19 Spezialisten, die das Magazin mit ihrem Know-how unterstützt und bereichert haben. Gemeinsam blicken wir zurück: auf Top-Themen der vergangenen sieben Jahre sowie allgemeine wirtschaftliche Entwicklungen, auf das internationale, dynamische Wachstum Brunels sowie auf den Werdegang unserer Spezialisten.



JAN ARIE VAN BARNEVELD (62)

Als die erste Ausgabe von Der Spezialist erschien, war Jan Arie van Barneveld bereits einige Jahre im Unternehmen: Als CEO von Brunel International N. V. leitet er seit 2000 die weltweiten Geschäfte. „Unser Ziel war und ist es, ein lebendiges Magazin mit einem ganz eigenen Blick auf Technologie- und Managementthemen herauszubringen“, erläutert der Niederländer. Zwar hat er dem Spezialisten (noch) kein Interview gegeben, ist dafür aber vor der Kamera aktiv: In regelmäßigen Videopodcasts berichtet er über die Entwicklung Brunels.

AUSGABE # 01
MÄRZ 2005

TOP-THEMEN Der wahre Konstrukteur
des Eiffelturms

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** IWF korrigiert Wachstums-
prognose für Deutschland
deutlich nach unten

A photograph of photographer Tom Kleiner sitting on a metal bucket in a grassy field. He is wearing a black V-neck sweater over a white t-shirt and blue jeans. To his left is a large studio light on a stand. To his right is a camera on a tripod. The background shows a wide, open landscape under a clear sky.

TOM KLEINER (45)

„Mein Anspruch ist es, besondere Fotos zu machen und meine Motive – ob Mensch oder Landschaft – authentisch darzustellen.“ Fotograf Tom Kleiner hat ein Händchen dafür, die Faszination des Normalen aufzuspüren, das Ungewöhnliche im Gewöhnlichen zu erfassen. Sich selbst bezeichnet er als Entdecker: „Ich bin immer auf der Suche nach dem perfekten Moment und dem perfekten Bild.“ Eine Einstellung, mit der er das Magazin Der Spezialist seit der ersten Ausgabe bereichert.

AUSGABE # 02
JUNI 2005

TOP-THEMEN Deutsche Forscher entwickeln ein Tsunami-Frühwarnsystem

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** Beschluss der Länder-Kultusminister: Neue Rechtschreibung zum 1.8. verbindlich

AUSGABE # 03
OKTOBER 2005

TOP-THEMEN Das Reich der Mitte avanciert zu einem Land der Superlative

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** 10.000 Zuschauer:
Weltgrößtes Passagierflugzeug A380 landet in Frankfurt



HERMANN TILKE (57)

Hermann Tilke in seinem Büro in Aachen anzutreffen, ist gar nicht so einfach. Denn der Diplom-Ingenieur für Bauingenieurwesen baut auf der ganzen Welt Renn- und Teststrecken. Meist ist er nur für wenige Tage in der Stadt, in der er 1983 sein Unternehmen gründete. Seitdem hat Tilke Ingenieure & Architekten eine rasante Entwicklung durchgemacht: Neben Aachen, Olpe (Nordrhein-Westfalen) und Berlin ist das Unternehmen in den Vereinigten Arabischen Emiraten, Bahrain, Aserbaidschan, Mexiko und Kasachstan vertreten.

A portrait of Willi Fuchs, a middle-aged man with short brown hair and glasses, wearing a dark suit, a light blue striped shirt, and a dark tie. He is looking slightly to the right of the frame. The background is a blurred office setting.

AUSGABE # 04
FEBRUAR 2006

TOP-THEMEN Biologische Verbundstoffe:
Leichtgewichte für die
Automobilbranche

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** ifo-Geschäftsklimaindex
steigt überraschend von
101,8 auf 103,3 Punkte

WILLI FUCHS (55)

Mit der EU-Kommission diskutiert Dr. Willi Fuchs über das Thema Qualifikation und Mobilität von Fachkräften in Europa, mit der Bundesregierung über die Energiewende. Der Rat des VDI Direktors ist gefragt – auch über die Grenzen Europas hinweg: Jüngst vertrat er den VDI in Brasilien und Saudi-Arabien. Bei seinen Dienstreisen trifft Dr. Fuchs immer wieder auf Journalisten. Mit ihnen spricht er ebenso gern, wie sie ihm zuhören. Denn der VDI Direktor ist bekannt für seine knackigen Statements.



AUSGABE # 05
JUNI 2006

TOP-THEMEN Product Lifecycle Management steigert die Wettbewerbsfähigkeit

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** ifo-Geschäftsklimaindex: Euphorie der Fußballweltmeisterschaft steckt deutsche Wirtschaft an

JAN BRAND (64)

Noch bevor Jan Brand sein Architekturstudium in Delft abschloss, gründete er 1975 das Personaldienstleistungsunternehmen Multec, den Vorgänger von Brunel. Multec wuchs schnell, Brand erhielt verlockende Übernahmeangebote – und lehnte ab. „Ich wollte ein großes Unternehmen hinterlassen, das in einigen Generationen noch eine Rolle spielt.“ Erst 2000 zog sich der passionierte Segler vollends aus dem operativen Geschäft zurück, ist Brunel aber als Anteilseigner und Berater nach wie vor eng verbunden.

UWE RITSCHEL (52)

„Die letzten Jahre waren mit großen Herausforderungen und Mühen verbunden – aber sehr erfolgreich.“ Als Geschäftsführer der Windrad Engineering GmbH entwickelte Ritschel Konzepte für komplette Windkraftanlagen. Seit 2011 nennt sich das auf 30 Experten angewachsene Unternehmen Nordex Advanced Development und ist u. a. auf den Offshore-Windenergie-Bereich spezialisiert. Während Dienstreisen nach China, Indien oder Korea an der Tagesordnung sind, „sind Interviews und Fotoshootings eher die Ausnahme.“



AUSGABE # 06
OKTOBER 2006

TOP-THEMEN Der Stirling-Motor: Eine Erfindung von 1816 erlebt ihren zweiten Frühling

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** OPEC beschließt Kürzung der Ölfördermenge – und der Ölpreis zieht an

AUSGABE # 07
FEBRUAR 2007

TOP-THEMEN Klein, kleiner, Nano: High-tech im Alltag

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** Phishing: Banken und Ermittlungsbehörden arbeiten zunehmend enger zusammen

A portrait of Peter Bolz, a middle-aged man with glasses, wearing a dark suit jacket over a dark shirt. He is standing in a dark environment, with a bright circular light source visible in the foreground, possibly a car headlight. The background is dark and out of focus.

PETER BOLZ (54)

Seit Peter Bolz 2007 – hier im Lichtlabor von Brunel Car Synergies – die Geschäfte der Prüf- und Testeinrichtung übernahm, wurde deren Leistungsspektrum erweitert: Ursprünglich lag das Stammgeschäft im Automotive-Bereich, heute wird das Know-how auch auf die Windkraft- und Schiffbau-Branche angewendet. „Für diese Entwicklung war die Zusammenarbeit innerhalb des Brunel Netzwerks entscheidend“, sagt der routinierte Redner, der vor Vorträgen immer noch Lampenfieber hat. „Das ist gut so. Sonst kann man die Zuhörer nicht fesseln.“



GLAS DER ALLROUND-WERKSTOFF MIT ZUKUNFT

Mit seiner 9.000-jährigen Geschichte ist Glas einer der ältesten Werkstoffe der Menschheit. Jahrtausendlang hauptsächlich im Kunsthandwerk eingesetzt, ist das transparente Material seit dem 20. Jahrhundert aus unserem Alltag nicht mehr wegzudenken. Kombiniert mit Hightech bietet Glas auch für die Zukunft revolutionäre Möglichkeiten.

TEXT > Jörg Riedel



Schon bei der Ersteröffnung im Jahr 1850 war das British Museum ein Sinnbild für die Größe des britischen Empires. Acht Architekten haben sich in den vergangenen 150 Jahren immer wieder an diesem Allerheiligsten versucht. Die spektakulärste Veränderung von Lord Norman Foster mit Unterstützung des Glas- und Stahlbauspezialisten Waagner-Biro fand jedoch im Jahr 2000 statt: die Überdachung des bis dato für die Öffentlichkeit nicht zugänglichen Innenhofs mit einer ungewöhnlichen Freiformfläche. Über 3.300 dreieckige Glaspaneele bilden seitdem den damals größten überdachten Innenhof Europas, den jährlich rund 5,5 Millionen Museumsbesucher bestaunen können. Durch den Umbau konnte der öffentliche Raum des Museums nahezu verdoppelt werden. Das verglaste Dach umfasst 5.900 Quadratmeter und besteht aus 4.878 verschiedenen Stäben, 1.566 unterschiedlichen Knoten sowie 3.312 Isolierglasscheiben mit einem Gesamtgewicht von etwa 800 Tonnen. Zum Hof gehört auch die neu errichtete, 65 Meter hohe südliche Säulenhalle, die als Foyer dient.



> 04



PORTRÄT

In den Neunzigerjahren beschäftigte sich Dr. Johann Overath an verschiedenen beruflichen Stationen mit Themen wie Abfallwirtschaftskonzepten, Immissionsschutz sowie Energie- und Umweltmanagementsystemen. 2002 wurde er stellvertretender Leiter der Geschäftsstelle des Bundesverbandes Glasindustrie e.V., deren Hauptgeschäftsführer er seit Anfang 2006 ist.

> 04

Die Glashütte Döbern gehört mit ihren 150 Mitarbeitern in der Lausitz zu den letzten noch aktiven Hütten.

Monatlich werden hier rund 200 Tonnen Glas produziert.

> 05

Rund 3.000 Quadratmeter Glas sind in der 23 Meter hohen und 40 Meter breiten Kuppel des Bundestags verarbeitet. Das Besondere: Ein trichterförmiges Lichtumlenkelement mit 360 Spiegeln bringt zusätzliches Tageslicht in den Plenarsaal. Umgekehrt transportiert der bis ins Plenum reichende Trichter die Abluft des Saales nach oben ins Freie.



> 05



Glas entsteht durch Schmelzen von natürlichen anorganischen Rohstoffen. Dazu zählen Quarzsand (70%) sowie Soda (13%), Kalk (10%) und geringe Mengen Dolomit, Feldspat und Pottasche. Funde zeigen, dass der durchsichtige Stoff schon während der Steinzeit vor etwa 9.000 Jahren produziert wurde. Etwa 3.000 v.Chr. begannen die Ägypter mit der organisierten Fertigung von Gefäßen oder Schmuckstücken aus Glas und im 12. Jahrhundert wurde in Europa das Fensterglas erfunden. Die einfachen Scheiben waren jedoch unrein und brüchig. Die Herstellung von qualitativ besserem Fensterglas war sehr aufwendig und wurde überwiegend in Kirchen und repräsentativen Gebäuden eingesetzt. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts ließ sich dünnes Flachglas schließlich in größeren Mengen wirtschaftlich produzieren – Glas wurde zum Massenprodukt.

GLASINDUSTRIE AUF WACHSTUMS- KURS

Weltweit gehört die Glasindustrie zu den Wachstumsbranchen. „Verantwortlich dafür sind die sich schnell entwickelnden Märkte in China, Südostasien und Südamerika“, erläutert Prof. Dr.-Ing. Udo Ungeheuer, Präsident des Bundesverbandes Glasindustrie e.V. „Die hohe Nachfrage nach Glas, vor allem im Elektronikbereich, in der Automobilindustrie sowie für Solaranlagen hat der Branche geholfen, die krisenbedingten Einbußen von 2008 zu überwinden.“ 2010 lag der Gesamtumsatz in Deutschland bei 9,29 Milliarden

Euro und damit um 10,7 Prozent höher als 2009. Auch der Exportwert deutscher Glaswaren stieg 2010 gegenüber dem Vorjahr um knapp 10 Prozent auf 4,6 Milliarden Euro. Dabei legte vor allem der Export nach USA und China zu. Die Beschäftigungszahlen stiegen im selben Zeitraum um 3,2 Prozent auf rund 53.000 Mitarbeiter. In der EU steht die deutsche Glasindustrie damit uneinholbar auf Platz eins, bezogen sowohl auf die Beschäftigten (2010: Platz zwei Frankreich mit circa 20.000 Mitarbeitern) als auch auf die Produktion (2010: Deutschland 7,2 Millionen Tonnen, Frankreich 4,6 Millionen). Von diesem positiven Trend profitiert die gesamte deutsche Glasindustrie, die in sechs Bereiche eingeteilt wird: die Flachglasindustrie mit einfachen Fenstern oder Windschutzscheiben, die Flachglasveredelung und -verarbeitung mit Sicherheitsglas oder Spiegeln, die Behälterglasindustrie, die Gebrauchs- und Spezialglashersteller mit Bildröhren oder Displays, die Kristall- und Wirtschaftsglasindustrie mit Trinkgläsern sowie die Mineralfaserindustrie mit Dämmmaterial.

Der technologische Fortschritt in ihren Abnehmerbranchen verlangt von den Glasherstellern permanente Innovation. In der Baubranche ist derzeit die Energieeffizienz zentral. Hier muss die Flachglasindustrie den Ingenieur- und Baufirmen Antworten auf Herausforderungen wie effektiven Wärme- und Sonnenschutz geben. Eine der neuesten Entwicklungen im Wärmeschutz ist das sogenannte Low-E-Glas (Low Emissivity = niedrige Wärmeabstrahlung). Eine Beschichtung aus hauchdünnen Metallen oder Metall-



verbindungen ermöglicht einen niedrigen Wärmedurchgangskoeffizienten, den U_g -Wert. Dieser entspricht bei modernem Isolierglas derzeit mit $0,6 \text{ W/m}^2\text{K}$ ungefähr dem Isoliervermögen von Mauerwerk ($0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$). Während Wärmedämmglas das Licht der Sonne zwar durchlässt, jedoch keine Wärme nach außen abgibt, vermindern Sonnenschutzgläser die Sonneneinstrahlung und damit die Überhitzung der Räume. Der Schutz entsteht, indem bei der Schmelze dem Glas Eisen- oder Kupferoxyd beigemischt werden. „Neu ist die Kombination aus Wärme- und Sonnenschutz“, erläutert Dr. Johann Overath. Sie bietet den Bauunternehmen und damit der Flachglasindustrie ganz neue Perspektiven. Ein eindrucksvolles Beispiel für den Einsatz der Kombi-Gläser ist das 2012 fertiggestellte Theater in Gütersloh: Dessen Südfassade besteht aus einer 1.000 Quadratmeter großen Glasfläche. Hier wurde Isolierglas als Dreifach-Verglasung aus einer Kombination aus Sonnen- und Wärmeschutzglas eingesetzt. Zukunftschancen ergeben sich vor allem für die Entwickler von sogenannten Hybridsystemen. „Das sind Verglasungen, mit denen beispielsweise auch warmes Wasser oder mittels Fotovoltaik Strom gewonnen wird“, erklärt der Physiker Dr. Helmut Weinländer vom Bayerischen Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE Bayern).

NEU: SELBSTREINIGENDE NANO-BESCHICHTUNG

Neben der Isolierung ist auch die Reinigung und Pflege von modernen großflächigen Glasfassaden wichtig: Denn der Verbrauch an Wasser sowie chemischen Reinigungsmitteln erzeugt Kosten und belastet die Umwelt. Die Lösung: selbstreinigende Gläser. 2002 erstmals auf dem Markt, wurden ihre Oberflächeneigenschaften immer weiter verbessert. Aktuell unterschieden werden hydrophobe, hydrophile und fotokatalytische Oberflächen

sowie die Nanobeschichtung. Während hydrophobe Oberflächen aufgrund einer dünnen organischen Beschichtung beispielsweise mit fluoriertem Silan (eine Sili- ciumverbindung) Wasser und Schmutz abstoßen, tritt bei hydrophilen Oberflächen das Gegenteil ein: Das Wasser bildet einen gleichmäßigen Film, der von der Oberfläche abläuft und keine Rückstände hinterlässt. Da nicht dauerhaft witterungsbeständig, werden hydrophobe Beschichtungen eher für den Innenbereich eingesetzt. Fotokatalytische Oberflächen sind mit Titanoxyd beschichtet. Sie setzen auf dem Glas liegende organische Verschmutzungen mithilfe der UV-Strahlen des Tageslichts; die Reste fließen mit dem Regenwasser ab. Zwar müssen auch fotokatalytische Oberflächen gereinigt werden – jedoch weniger oft.

Ein großes Potenzial bietet aktuell die Nanobeschichtung. Sie erzeugt eine Oberfläche, die ähnlich der einer Lotus- pflanze ist: Regelmäßige Erhöhungen und Vertiefungen in der Schicht wechseln sich ab, das Wasser formt sich zu kugeligen Tröpfchen und perlt ab. Anfang 2012 stellten Wissenschaftler des Massachusetts Institute of Technology (MIT) eine selbstreinigende und zudem spie- gelfreie Nanobeschichtung vor. Sie besteht aus 1.000 Nanometer langen Nanozapfen, die an der Basis 200 Nanome- ter breit sind und nach oben spitz zulaufen. Für die Glasindustrie bieten sich mit dieser Beschichtung vielfältige Einsatzge- biete: Neben der Architektur sind das bei- spielsweise Solarzellen, die dank verspie- geltem und selbstreinigendem Glas noch mehr Licht absorbieren – und das dauer- haft. Denn ohne den Selbstreinigungsef- fekt verliert eine Solarzelle bereits im ers- ten halben Jahr 40 Prozent ihrer Leistung. Allerdings sind hier die Marktchancen für heimische Hersteller begrenzt: „Durch zu- nehmende Importe von Fotovoltaik-Pro- dukten – insbesondere aus Asien – sind die Absatzchancen für deutsche Produk- te erheblich gesunken“, erklärt Dr. Jo- hann Overath, Hauptgeschäftsführer des

Bundesverbandes Glasindustrie e.V. Große Chancen sieht er vielmehr für Her- steller von Spezialgläsern in Technologiepart- nerschaften. So bringt gerade der Glas- hersteller SCHOTT AG in der Kooperation mit dem Glasveredler BERLINER GLAS das weltweit einzige besonders blendfreie, dünne und zugleich ultraharte Spezial- glas auf den Markt. Dieses Glas ist beson- ders geeignet für Displays von Tablet-PCs und Smartphones. Displayglas bietet ei- nen großen Wachstumsmarkt für die Spe- zialglasindustrie, denn der Bedarf an im- mer dünnerem und gleichzeitig härterem und kratzsicherem Glas für Touchscreens steigt.

RECYCLING: HERAUSFORDERUNG UND MARKT ZUGLEICH

Galt bisher die Maxime, dass Glas sich bis zu 100 Prozent recyceln lässt und so ei- nen bedeutenden Beitrag zum Umwelt- schutz leistet, steht die Branche aktu- ell vor einer neuen Herausforderung: Be- schichtungen, Flüssigkristalle, Metalle und Kunststoffe verkomplizieren das Recycling. Denn die Kombination mit anderen Mate- rialien erschwert die Wiederaufbereitung. Jedoch führt die steigende Verwendung von beschichteten Gläsern auch beim Re- cycling zu technologischen Neuerungen. In vielen einzelnen Spezialbereichen. Ein Pionier auf diesem Gebiet ist die Solar- World AG in Bitterfeld. Sie baut an ihrem Standort derzeit eine Großanlage zum wertstofforientierten Recycling von So- larstrommodulen mit einer Kapazität von 30.000 Tonnen pro Jahr. „Auch die Bedeu- tung der Wiederverwertung von Display- glas wird steigen“, so Dr. Overath: „Da ent- sprechende Recyclingverfahren noch ent- wickelt werden müssen, sehen wir ein gro- ßes Innovationspotenzial mit Zukunft.“



PORTRÄT

Prof. Dr.-Ing. Udo Ungeheuer: Nach dem Abschluss seines Maschinenbaustudiums promovierte Udo Ungeheuer an der RWTH Aachen und leitete zwei Forschungsgruppen, bevor er bei BMW seine wirtschaftliche Laufbahn startete. 1994 wechselte er zum Technologiekonzern SCHOTT, dessen Vorstandsvorsitzender er seit 2004 ist. Zwei Jahre später wurde er zum Honorarprofessor an der Fachhochschule Mainz bestellt und 2009 Präsident des Bundesverbandes Glasindustrie e.V.

> 06

Das Theater in Gütersloh verfügt über eine 43 Meter lange und 24 Meter hohe Südfassade aus Glas. Aufgrund der Ausrichtung musste das Glas bei hoher Lichtdurchlässigkeit gleichzeitig optimalen Sonnenschutz bieten. Die Lösung: Eine Kombination aus Wärme- und Sonnenschutzglas.

> 07

SCHOTT Xensation™ Cover ist ein hochwertiges, ultrahartes Aluminosilikatglas mit hoher Kratzbeständigkeit und Bruchsicherheit. Damit ist es für den Einsatz als Deckglas in Touchscreen-Geräten wie Smartphones oder Tablet-PCs geeignet.



SPURENSUCHE MIT DER SURFACE-ACOUSTIC-WAVE-TECHNOLOGIE

Die SAW Instruments GmbH entwickelt, fertigt und vertreibt biosensorische Laborgeräte für die Life-Science-Forschung. Die Systeme basieren auf der markerfreien Analyse unterschiedlicher Proben mittels akustischer Wellen. Verstärkt wird das Unternehmen durch den Brunel Spezialisten Christoph Nolden, der für die Elektronik und die Montage der Geräte verantwortlich ist.

TEXT > Robert Uhde

O b in der pharmazeutischen Industrie, in der Hochschulforschung oder in Biotech-Unternehmen – überall, wo Zusammensetzungen oder Veränderungen von biologischen Substanzen untersucht und gemessen werden, lassen sich Biosensoren einsetzen. Mit 17 Mitarbeitern konzipiert, entwickelt und vertreibt die SAW Instruments GmbH mit Sitz in Bonn-Bad Godesberg flexibel einsetzbare biosensorische Laborgeräte für Kunden aus dem In- und Ausland. Das Unternehmen wurde 2010 gegründet und geht aus einem R&D-Projekt (Research and Development) am Center for Advanced European Studies and Research in Bonn hervor. Statt auf herkömmliche optische Messmethoden setzt SAW Instruments auf den Einsatz der sogenannten Surface-Acoustic-Wave-Technologie (SAW), mit der sich kleinste Veränderungen von akustischen Oberflächenwellen zur Messung und Bestimmung verschiedenster Analyten heranziehen lassen. Je nach Anforderung bietet das Unternehmen drei flexibel einsetzbare Gerätetypen an, mit denen die Kundengruppen Academia, Biotech und Pharma adressiert werden.

Mit im Team von SAW Instruments ist seit April 2012 auch der Brunel Mitarbeiter Christoph Nolden. Der 28-jährige Techniker mit Schwerpunkt Elektrotechnik war bei SAW Instruments zunächst vor allem für die Inbetriebnahme und Prüfung der Geräte beim Kunden vor Ort vorgesehen. „Neben diesen Serviceleistungen habe ich mich im Rahmen meiner Einarbeitungszeit in den vergangenen Wochen aber regelrecht zum Allrounder entwickelt“, berichtet Nolden. Als weiterer Schwerpunkt ist inzwischen der komplette Bereich Elektronik hinzugekommen. Eine wichtige Aufgabe ist hier die Entwicklung der Layouts für die extern gefertigten Platinen, die mit speziellen Software-Programmen erfolgt. „Darüber hinaus bin ich für die technische und mechanische Überprüfung der ein- und ausgehenden Bauteile und Produkte, für die Montage der Geräte sowie für die gesamte Lagerverwaltung zuständig.“

Vor seiner Beschäftigung bei Brunel hat Christoph Nolden zunächst die Rheinische Akademie in Köln besucht und anschließend sechs Monate für einen medizintechnischen Betrieb in Bonn gearbeitet. Aktuell ist er bei SAW Instruments mit



PORTRÄT

Christoph Nolden (28): Nach seiner Ausbildung zum Informationselektroniker und zum Techniker mit Schwerpunkt Elektrotechnik an der Rheinischen Akademie in Köln war er zunächst im Bereich Medizintechnik tätig. Aktuell ist er für Brunel bei SAW Instruments beschäftigt.



> 08
 Im Labor der SAW Instruments GmbH setzt Brunel Mitarbeiter Christoph Nolden die fertiggestellten biosensorischen Laborgeräte zusammen und führt Funktionstests durch. Nach der anschließenden Installation beim Kunden nimmt er dort vor Ort erste Probemessungen vor.

der Installation und Prüfung eines Gerätes für ein Unternehmen aus der pharmazeutischen Forschung beschäftigt. „Vor der Bestellung war der Kunde mit verschiedenen Proben hier bei uns im Labor, um gemeinsam mit unseren Spezialisten aus der Chemie und Biologie zu überprüfen, ob unsere Systeme für seine Zwecke grundsätzlich geeignet sind“, berichtet Nolden. Nach erfolgreichen Tests wurde dann auch die Umsetzung spezieller Sonderfunktionen besprochen. Inzwischen sind die Geräte montiert und werden gerade beim Kunden installiert und getestet. Demnächst soll darüber hinaus auch eine Schulung der Mitarbeiter erfolgen.

Die Funktionsweise der handlichen, etwa 60×40×30 Zentimeter (B/T/H) großen Geräte ist einfach erklärt: Über eine Pipette sowie verschiedene Pumpen, Schläuche und Ventile wird zunächst eine variabel einstellbare Menge der Probe entnommen. Anschließend wird diese auf einen speziellen Sensorchip geleitet, auf dessen Oberfläche akustische Wellen laufen, mit denen die Probe wechselwirkt. Auf der Sensorchipoberfläche angebrachte Rezeptor- oder auch Empfänger-moleküle gewährleisten, dass diese Wechselwirkung nur mit den Molekülen der Probe erfolgt, die im Interesse der Untersuchung stehen: Denn sie binden nach dem Schlüssel-Schloss-Prinzip an die Probemoleküle. Das Messgerät wird je nach experimenteller

Fragestellung mit Sensorchips ausgestattet, auf deren Oberflächen sich die erforderlichen Empfänger-moleküle befinden. Moleküle, die nicht zum ausgewählten Rezeptortyp passen, werden von dem System ignoriert. Die spezifische Wechselwirkung wird in charakteristischen Kurven abgebildet und gibt so unter anderem Aufschluss über die Zusammensetzung der Probe.

VOLLSTÄNDIG AUTOMATISIERTE MESSUNGEN

„Aktuell sind die Geräte von SAW Instruments die einzigen uns bekannten, die eine Messung mit akustischen Oberflächenwellen bieten“, erklärt Christoph Nolden. Anders als bei optischen Messverfahren sind damit markerfreie Untersuchungen von komplexen Materialien wie Serum, Blut, klinischen Isolaten oder Fermentationsbrühen ohne oder mit geringem vorherigem Reinigungsaufwand möglich. „Außerdem können mit einer Probe acht verschiedene Messungen durchgeführt werden“, so Nolden. „Die verschiedenen Messungen laufen vollständig automatisiert ab.“

Durch die unterschiedlichen vorherigen Beschäftigungen sowie die Ausbildung an der Technikerschule fühlt sich Christoph Nolden insgesamt gut auf sei-





ne Aufgaben bei SAW Instruments vorbereitet. Über das Wissen im Bereich Elektronik im Allgemeinen sowie im Layouten von Platinen hinaus nennt er dabei vor allem handwerkliches Geschick beim Zusammenbauen der Komponenten als eine wichtige Basisqualifikation für seine Tätigkeit. „Als größte Herausforderung habe ich allerdings die Einarbeitung in die hochkomplexe Elektronik sowie das Zusammenspiel der verschiedenen Komponenten mit der eingesetzten Software erlebt“, so der Brunel Spezialist. „Letztlich ist es aber so, dass man als Elektroniker in den unterschiedlichsten Bereichen arbeiten kann. Denn die grundlegende Funktion der Bauteile unterscheidet sich eigentlich nicht.“

TEAMWORK UND FLEXIBILITÄT SIND IMMENS WICHTIG

Zu diesem umfangreichen technischen Know-how kommen verschiedene weitere Anforderungen: „Ganz wichtig ist die kollegiale Zusammenarbeit mit den verschiedenen Experten im Unternehmen“, erklärt Christoph Nolden und zählt die Bereiche Elektronik, Mechanik, Physik, Fluidik, Biologie, Chemie, Verwaltung und Leitung auf. „Die interne Koordination funktioniert reibungslos. Generell gilt, dass wir alle an

verschiedenen Fronten tätig sind, uns dabei aber gegenseitig unterstützen.“

Zusätzlich erfordert die Tätigkeit bei SAW Instruments ein hohes Maß an Flexibilität: „Letztlich pendele ich zwischen drei verschiedenen Arbeitsplätzen hin und her“, so Christoph Nolden. „Einen Teil meines Arbeitstages verbringe ich im Physikalabor, wo ich die verschiedenen Tests durchführe. Für die mechanischen Arbeiten steht mir dagegen der Produktionsraum zur Verfügung. Hinzu kommt die Tätigkeit am Computer im Büro, wo ich die Layouts für die Platinen entwickle und Bestellungen aufgebe.“ Als zusätzlicher vierter Arbeitsort kristallisiert sich zunehmend der Außendienst einsetz beim Kunden vor Ort heraus. „Bislang hatte ich zwei Einsätze innerhalb Deutschlands, als nächste Ziele wären aber auch Kundenbesuche in Russland oder Japan denkbar“, berichtet Nolden. Die Kommunikation würde dabei durchgehend auf Englisch erfolgen. „Damit habe ich aber bereits Erfahrung“, so der 28-Jährige, „denn bei meiner vorangegangenen Tätigkeit habe ich unter anderem bei einem Kunden in der ukrainischen Hauptstadt Kiew gearbeitet. Das hat mir gut gefallen. Man lernt etwas von der Welt kennen und erlebt andere Unternehmenskulturen.“

> 09

Die flexibel einsetzbaren biosensorischen Laborgeräte der SAW Instruments GmbH sind im In- und Ausland gefragt. Angeboten werden drei Standardgeräte, die sich je nach Kundenanforderungen um verschiedene Funktionen erweitern lassen.

> 10

Die Entwicklung der Layouts mit speziellen Software-Programmen zählt zu den Aufgaben von Elektroniker Christoph Nolden. Gefertigt werden die Platinen von einem externen Partner.

INFO

Das 2010 gegründete Unternehmen SAW Instruments mit Sitz in Bonn-Bad Godesberg entwickelt, fertigt und vertreibt biosensorische Laborgeräte für die Life-Science-Forschung. Die Systeme ermöglichen die Messung von Proteinen, Molekülen sowie Zellen mittels akustischer Wellensignale.



GUT ZUGEHÖRT IST HALB GEWONNEN

Das niederländische Projekt GAMBAS (**G**ames for the **B**lind **A**nd **S**ighted) hat in Kooperation mit vier Firmen ein Wii-Spiel für sehende und blinde Kinder entwickelt. Dank der verwendeten Bewegungssensorik wird damit die Motorik sehbehinderter Kinder gefördert. Darüber hinaus leistet das Spiel, das bereits mit mehreren Preisen ausgezeichnet wurde, einen wichtigen Beitrag zur Inklusion.

TEXT > Swantje Grigull

„Willkommen, Entdecker!“, tönt die tiefe Stimme aus dem Fernseh Bildschirm. Ole stellt sich auf das Balance Board seiner Wii und lehnt sich nach vorn – die Spielfigur auf dem Bildschirm geht geradeaus. „Es funktioniert“, ruft sein Bruder Eric, „lauf mal weiter!“ Der elfjährige Ole ist von Geburt an blind. Er spielt zum ersten Mal mit seinem achtjährigen Bruder Wii und ist begeistert. „Und was passiert, wenn ich mich nach hinten lehne?“ – „Jetzt gehst du wieder zurück“, erklärt ihm sein sehender Bruder. Dennoch wird schnell klar: „De Ontdekker“, niederländisch für „Der Entdecker“, sehend zu spielen bringt keinen Vorteil, denn die meisten Abenteuer muss die virtuelle Spielfigur Ben im unterirdischen und unbeleuchteten Labyrinth einer ägyptischen Fantasiewelt bestehen. Alle Spieler sind daher auf die Anweisungen der Computerstimme angewiesen. Das Wii-Spiel kombiniert visuelle und akustische Signale miteinander und richtet sich an Kinder wie Ole, die nun gemeinsam mit ihren sehenden Freunden und Geschwistern spielen können.

Dem Projektteam rund um Rob Willems, Diplom-Psychologe und Projektmanager bei der niederländischen Netzwerkorganisation Principal Blue, ist es nach gut zwei Jahren Entwicklungsarbeit gelungen, ein Spiel zur Förderung der motorischen Fähigkeiten blinder Kinder zu kreieren. Als einer der Projektpartner

war Principal Blue dabei für das Projekt- und Qualitätsmanagement sowie für die Werbung verantwortlich. „Physiotherapeuten haben herausgefunden, dass Blinde motorisch schlechter entwickelt sind als Sehende gleichen Alters“, erläutert Willems. Darum sei vor allem die bewusste und frühe Förderung blinder Kinder entscheidend. Unterschiedliche Studien belegen, dass sich Fein- und Grobmotorik am besten spielerisch trainieren lassen. „Leider gab es aber bisher kein Abenteuerspiel, das blinde und sehende Kinder gemeinsam spielen konnten“, so Willems weiter. Zwar gibt es audiobasierte Spiele, doch denen können wiederum sehende Kinder nur schwer folgen. „Deshalb entwickelten wir unsere Idee weiter zu einem Videospiel, das neben der Motorik auch die inklusive Bildung fördert“, beschreibt Willems die Motivation der Entwickler.

WII-SPIEL KOMBINIERT VISUELLE UND AKUSTISCHE SIGNALE

Seit Projektbeginn 2009 hat der 50-Jährige das Team aus 45 Personen koordiniert. Neben Principal Blue waren an der Spielentwicklung das Unternehmen MAD multimedia, die





PORTRÄT

Rob Willems ist Diplom-Psychologe und arbeitete von 2009 bis 2011 als Projektmanager für das Wii-Spiel „De Ontdekker“ bei Principal Blue. Der 50-Jährige ist selbstständiger Berater in der Informations- und Kommunikationstechnologie und als Dozent an der Hanze University of Applied Sciences in Groningen tätig. Er ist verheiratet und hat zwei Töchter.

Little Chicken Game Company sowie die Firma TNO für die Unterstützung der kreativen Entwurfsprozesse beteiligt. Darüber hinaus war die gemeinnützige Einrichtung Koninklijke Visio, ein anerkanntes niederländisches Zentrum für die Förderung blinder und sehbehinderter Menschen, eingebunden – und schließlich nicht zu vergessen die Kinder, die entscheidend am Entwicklungsprozess mitwirkten. Denn ein wichtiges Kriterium der Entwickler lautete, Familien mit blinden und sehenden Kindern am Arbeitsprozess zu beteiligen.

VOM LEGOSTEIN ZUM FERTIGEN KONZEPT – BLINDE KINDER ALS SPIELENTWICKLER

Mithilfe großer Legosteine bauten sie zunächst einen Rahmen, aus dem das Konzept für „De Ontdekker“ entstand. In Anlehnung an die Ideen der Kinder arbeitete das Team einen Handlungsstrang und die Ausstattung für das Spiel aus. Zudem testeten die Entwickler am Verhalten der Kinder, wie Orientierung und Bewegung am besten funktionieren. „Die Technologie des Wii Balance Boards basiert auf feinen Bewegungen – für uns die

ideale Basis, um die Motorikförderung zu gewährleisten“, erklärt Dipl.-Psych. Willems. Das Balance Board besteht aus betretbaren Sensorflächen. Neigt sich der Körper in eine Richtung, wird die Gewichtsverlagerung von dem Board gemessen. Die Daten werden dann per Bluetooth an die Konsole übertragen und beeinflussen das Spielgeschehen.

Bei der Entwicklung galt es, sowohl inhaltliche als auch technische Aspekte zu berücksichtigen: Können sehende und sehbehinderte Kinder das Spiel auf demselben Niveau spielen? Können sie Hindernisse und Mauern überwinden, ihre Position innerhalb der Umgebung bestimmen und wie reagieren sie auf die Orientierung per Geräusch? Rob Willems erinnert sich: „Die erste Version des Spiels war für sehende Kinder zu einfach. Daher haben wir den Sound gemeinsam mit der Firma Soundbase so spezialisiert, dass es auch für sie eine wirkliche Herausforderung wurde.“ Schließlich präsentierte MAD multimedia im Rahmen einer Sitzung der Koninklijke Visio School in Haren bei Groningen im Januar 2010 erstmals ein fertiges Konzept für das Wii-Spiel.

„Rechts! Lehn dich nach rechts!“ Jetzt ist es Ole, der seinem Bruder Anweisungen gibt. Und tatsächlich: Der Klang der Schritte ändert sich und Spielfigur Ben verschwindet im dunklen Tempel. Durch ein Zischen kündigt sich das nächste Hindernis an.



> 11

Das Gehör ist für einen blinden Menschen das wichtigste Sinnesorgan. Schon bei der Spielentwicklung wurden daher unterschiedliche akustische Signale ausgetestet. Sie dienen zusammen mit der Sprecherstimme der Orientierung im Spiel.

> 12

Mit AudiOdyssey wurde erstmals ein Wii-Spiel für Blinde entwickelt. Doch erst GAMBAS hat es geschafft, ein Spiel auf den Markt zu bringen, das sehende und blinde Kinder zusammenbringt.

„Achtung, eine Schlange!“ Eric reißt sein Bein hoch und Ben tut es ihm nach.

Das Spiel mit zehn Schwierigkeits-Leveln ist zurzeit auf Niederländisch und Englisch erhältlich. Finanzielle Unterstützung erhielten die Firmen unter anderem durch die Provinz Groningen und das niederländische Wirtschaftsministerium.

WII-SPIEL LÄSST AUCH ÄRZTE UND THERAPEUTEN AUFHORCHEN

Seit Markteinführung im Jahr 2011 gab es sehr gutes Feedback: Das Spiel wurde mit vielen Preisen ausgezeichnet, darunter dem „Oogfonds Innovatieprijs 2011“, dem „Best Collaboration Award 2011“ sowie dem „e-virtuoses Award 2012“ in der Kategorie „Best project“. Rob Willems, der

im letzten Jahr einen Vortrag über „Games for health“ in Boston hielt, ist optimistisch: „Wir bekommen viele Anfragen, beispielsweise aus den USA, Australien oder Neuseeland.“ Auch Ärzte und Physiotherapeuten interessieren sich für das Spiel, von dem mittlerweile 1.500 Stück produziert worden sind. 800 davon wurden bereits verkauft. „Natürlich werden wir damit nicht reich“, räumt Rob Willems ein, „aber die erhöhte Nachfrage gibt uns recht, dass der gesellschaftliche Aspekt der Inklusion immer wichtiger wird und es einen Markt für diese Spiele gibt.“

INFO

> Principal Blue ist eine Netzwerkorganisation mit 15-jähriger Erfahrung in Prozessoptimierung, Wissensmanagement, Innovation, Qualitätsmanagement und im Management von Veränderungsprozessen. Mit der Analyse der Geschäftsabläufe, dem Formulieren realistischer Ziele und der Unterstützung der Arbeitgeber bei der Einführung neuer Technologien werden sowohl die Leistungen einzelner Mitarbeiter als auch die eines gesamten Unternehmens optimiert.

www.explorergame.com

E-BIKES: IN 80 SEKUNDEN ZUM TESTERGEBNIS

Ob als umweltbewusstes Stadtfahrzeug oder als Sportgerät – elektrisch unterstützte Fahrräder liegen im Trend. Für die Hersteller wird eine automatisierte Qualitätsprüfung ihrer Motoren damit immer wichtiger. Die Schweizer GO SwissDrive AG hat deshalb die Brunel Car Synergies GmbH beauftragt, einen leistungsfähigen Prüfstand für ihre Radnabenmotoren zu entwickeln.

TEXT > Robert Uhde

Innerhalb weniger Jahre haben sich elektrisch unterstützte Fahrräder zu einem festen Bestandteil unserer Alltagsmobilität entwickelt. In Deutschland wurden 2011 mit rund 300.000 E-Bikes 50 Prozent mehr verkauft als im Vorjahr. Insgesamt sind damit bereits eine Million E-Bikes auf unseren Straßen unterwegs, die als bergtaugliches Sportrad, als Lastenrad oder als Stadtrad zum Einsatz kommen. Bei einem Großteil dieser sogenannten Pedelecs werden die Nabenmotoren direkt in die Felge des Hinterrades eingespeicht, wo sie sich beim Fahren stufenlos zu- und abschalten lassen. Damit ermöglichen sie bequemes Radfahren ohne übermäßigen Kraftaufwand.

Mit wachsendem Erfolg der Branche steigen die Ansprüche der Kunden an die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit der Motoren. Um diesen Qualitätsanforderungen und dem hohen Innovationsdruck ge-

recht zu werden, wird es für die Hersteller immer wichtiger, zeitnah zuverlässige Daten über den Entwicklungsstand ihrer Produkte zu erhalten. Statt der bisher üblichen manuellen Tests werden hierzu inzwischen auch Prüfstände eingesetzt, mit denen sich werksintern automatisierte Funktionsanalysen durchführen lassen.

PLATZSPARENDE ANLAGE FÜR AUTO- MATISIERTE TESTS

Diese Prüfstände müssen einfach zu bedienen sein und einen individuellen Funktionsumfang bieten. So haben die Unternehmen die Möglichkeit, ihre Produkte in unterschiedlichen Entwicklungsstadien sowie unter Berücksichtigung verschiedener zielgruppenspezifischer Belastungsszenarien zu überprüfen und zu op-

timieren. Denn ein E-Bike-Motor, der für ein Mountain-Bike vorgesehen ist, erfordert ein anderes Ansprechverhalten als ein Motor für ein Tourenrad.

Zu den Pionieren der E-Bike-Branche zählt die Schweizer GO SwissDrive AG, die hochwertige Radnabenmotoren fertigt. Um seine hohen Qualitätsstandards sicherzustellen, beauftragte das Unternehmen Mitte 2011 die Brunel Car Synergies GmbH mit dem Bau eines Prüfstandes. Inzwischen ist die Anlage nach rund sechsmonatiger Entwicklungszeit fertiggestellt, vor Ort in Gams bei St. Gallen montiert und in Betrieb genommen worden. Der platzsparende, von einem Aluminiumprofil-Rahmen umgebene Prüfstand ermöglicht eine weitgehend automatisierte Funktionsanalyse der fertiggestellten Radnabenmotoren. Er bietet eine Arbeitsfläche zum Ablegen der Prüflinge und integriert die gesamte Antriebs-, Mess-





> 13

> 13
Rund 900.000 E-Bikes sind bereits auf deutschen Straßen unterwegs. Während die Motorunterstützung für Pedelecs in der Stadt aufgrund von Versicherungsvorschriften auf 25 km/h limitiert ist, schaltet sich der E-Motor bei Sporträdern erst nach 45 km/h ab.

> 14
Die ergonomische Ausrichtung der Arbeitsfläche für den (hier schwarz lackierten) Prüfling ermöglicht eine einfache und schnelle Bedienung. Dabei entspricht die Größe des hellen Kunststoffringes des Prüfstandes genau der Passform des E-Motors und stabilisiert ihn so während der Prüfung.

und Steuerungstechnik. Für eine bequeme Handhabung ist die Anlage mit einem schwenkbaren Bedien-Panel mit Touchscreen ausgestattet.

NEUE STANDARDS FÜR DIE JUNGE E-BIKE-TECHNOLOGIE

Als große Herausforderung bei der Konzeption und Fertigung der Anlage gestaltete sich vor allem das komplexe Zusammenspiel der Kräfte und Momente, die von dem Nabenmotor aufgenommen und weitergeleitet werden. Diese Größen wirken konzentrisch in der Achse des Hinterrades. Um das Zusammenwirken des Motors mit der vom Fahrer aufgebrauchten Pedalkraft möglichst exakt abzubilden, war es nötig, sämtliche entsprechenden Momente ebenfalls konzentrisch auf den Nabenmotor zu übertragen. Dazu stehen in der Arbeitsfläche des Prüfstandes zwei un-



> 14

terschiedlich große, symmetrisch um eine gemeinsame Mitte angeordnete Ringe zur Verfügung. Der innere überträgt analog zur Pedalkraft des Radfahrers die Leistung des im Prüfstand integrierten Antriebsmotors auf den Freilauf des E-Bike-Motors. Der äußere dient zur Aufnahme des zu prüfenden Nabenmotors und nimmt das Gesamtantriebsmoment aus dem Nabenmotor und der simulierten Pedalkraft auf. Darüber hinaus kann bei Bedarf ein zusätzlicher Abtriebsmotor nachgerüstet werden, der den Fahrwiderstand der Straße simuliert.

Während der rund 80-sekündigen Belastungstests erfolgen nach dem Aufspielen der Firmware zunächst ein einfacher Funktionstest des Motors sowie ein zusätzlicher Test der im Nabenmotor integrierten Drehzahlsensoren. Nach dieser Referenzfahrt werden das vom Antriebsmotor aufgebrauchte Drehmoment und das vom Prüfling intern gemessene Drehmoment miteinander verglichen. Bewe-



gen sich die Werte innerhalb bestimmter Grenzen, belegt das die korrekte Messung und Übertragung des Drehmoments – der Motor kann ausgeliefert werden. Nach Abschluss der Tests werden die aufgezeichneten Daten protokolliert und archiviert.

Eine Besonderheit war außerdem das Zusammenspiel der Radwelle mit dem Gehäuse. Denn bei einem gewöhnlichen Elektromotor steht das Gehäuse still und die Welle wird angetrieben. In diesem Fall ist es genau umgekehrt: Im Betrieb dreht hier das Motorengehäuse um die im Hinterbau des Fahrrades befestigte Welle. Nicht zuletzt aufgrund dieser Eigenheit sowie der relativ jungen E-Bike-Technologie bedeutete die Entwicklung und Planung des Prüfstandes ziemliches Neuland für unsere Ingenieure. Bisher realisierten wir meist deutlich größere Anlagen mit wesentlich höheren Leistungen – beispielsweise Prüfstände für PKW- oder Schiffsmotoren. Die Nutzung und Weiterentwicklung dieses Know-hows garantier-

te die termingerechte Umsetzung sämtlicher Kundenanforderungen und dient nun als Basis für weitere Prüfstände für E-Bike-Motoren. Denn mit einer Anpassung des Gehäuses kann die Anlage für andere Hersteller umgerüstet werden. Diese setzen sich auch mit anderen Trends auseinander: Zum Beispiel wird mithilfe der Rekuperation die beim Bremsen des Fahrrads erzeugte Energie zum regenerativen Aufladen der eingebauten Akkus genutzt. Die damit mögliche Erhöhung der Reichweite könnte der E-Bike-Branche in den kommenden Jahren zweistellige Zuwachsraten und uns bei Brunel Car Synergies neue Aufgaben bescheren.

PORTRÄT

Thomas Puls (42) war nach seinem Studium zunächst in der Montage- und Antriebstechnik bei Thyssen-Krupp Krause tätig. 2002 hatte er das erste Mal mit Brunel zu tun, damals jedoch noch als Kunde. 2006 wechselte der gelernte Maschinenbauer zu Brunel Car Synergies, wo er nun den Bereich Prüfstandbau leitet.



AUSGABE # 08
JUNI 2007

TOP-THEMEN Unternehmensmanagement: Kreativität und Gestaltung werden zu zentralen Elementen

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** Laser: Das unverzichtbare Werkzeug in Forschung und Technik feiert 50-jähriges

SVEN LORENZ (49)

Für Sven Lorenz hatte die Artikelerstellung für Der Spezialist nachhaltige Bedeutung: „Es hat viel Spaß gemacht und mich ein Stück weit zu mir selbst gebracht.“ Ihm sei es wichtig, „der Seele von Menschen und Dingen auf den Grund zu gehen.“ Heute arbeitet er freiberuflich als Diplom-Ingenieur und als Familienberater bei familylab sowie als Mediator. In dieser Eigenschaft sind Gespräche mit Medien zwar häufig, aber nicht immer erquickend: „Gute Interviews sind leider rar.“

MICHAEL KISSLING (30)

Michael Kissling ist dem Rennsport treu geblieben: Als Student gründete er 2005 das Rennteam der Uni Stuttgart. Als Teamleiter kümmerte er sich damals neben der Technik auch mit Begeisterung um die Pressearbeit. Heute ist der Diplom-Ingenieur als Performance Engineer im BMW Team RMG in der DTM im Einsatz. Sein Aufgabenfeld: die Messdatenerfassung und -auswertung mit dem Ziel, „das Auto des amtierenden Meisters Martin Tomczyk auf der Rennstrecke noch schneller zu machen.“

AUSGABE # 09
OKTOBER 2007

TOP-THEMEN Im Windschatten der Formel 1: Formula Student begeistert Nachwuchsingenieure

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** Der Physik- und der Chemie-Nobelpreis gehen an deutsche Forscher





DR. STEFANIE ANTEBOTH (35)

Als „ausgesprochen erfrischend“ hat Dr. Stefanie Antebboth ihr Fotoshooting für Der Spezialist in Erinnerung. Ihr damaliges Aufgabengebiet in der Abteilung Gesamttriebwerksmechanik bei Rolls-Royce beschreibt sie als „besonders interessant“. Heute arbeitet die promovierte Ingenieurin beim Deutschen Patentamt als Patentprüferin – eine „außergewöhnlich spannende und verantwortungsvolle Aufgabe, bei der ich nah an den neuesten Entwicklungen bin und Trends in der Luftfahrttechnik erkennen kann.“

AUSGABE # 10
FEBRUAR 2008

TOP-THEMEN Die Zukunft der Batterie ist grün: Energiespeicher aus Zucker und Papier

DAS BEWEGTE DIE BRANCHE Starker Euro erschwert die Lage europäischer und insbesondere deutscher Exporteure

AUSGABE # 11
JUNI 2008

TOP-THEMEN Auto mit Gehirn: Forscher arbeiten an selbstständig fahrenden Autos

DAS BEWEGTE DIE BRANCHE Rekord: Hohe Öl- und Nahrungsmittelpreise treiben Euro-Inflation auf vier Prozent

SEBASTIAN RITZLER (40)

Seit 2006 wird Sebastian Ritzler mit Preisen für seine Arbeit gekürt und hat entsprechend viel Kontakt zu Medienvertretern. Ein Umstand, der dem Industriedesigner gefällt: Er umgibt sich gern mit Menschen und stellt sie in den Mittelpunkt seiner Arbeit. Als Mitbegründer der Agentur gravity GmbH verfolgt er den Ansatz der human-centered innovation: „Wir denken vom Menschen aus und entwickeln so innovative Ideen für Produkte und Dienstleistungen, die für die Nutzer einfach begreif- und erlebbar sind.“



AUSGABE # 12
OKTOBER 2008

TOP-THEMEN Operation Schiffsverlängerung: Kreuzfahrtriesen werden „auf Länge“ gebracht

DAS BEWEGTE DIE BRANCHE Deutschland: Zahl der Arbeitslosen erstmals seit 16 Jahren wieder unter 3 Millionen

CHRISTIAN HOLZER (36)

In den Neunzigerjahren stand Christian Holzer im Profi-Kader des TSV 1860 München. Heute verantwortet er als Vorstandsmitglied der Impire AG und der Cairos AG maßgeblich die Entwicklung und Etablierung des Goal-Line-Technology-Systems: Mithilfe von Magnetfeldern erkennt es, ob ein (Fuß-)Ball tatsächlich die Torlinie überquert hat. Der Zertifizierungsprozess läuft und Holzer ist mit Fußball-Ligen in der ganzen Welt ebenso im Gespräch wie mit Sportjournalisten. Denn: „PR gehört natürlich zum Geschäft.“

AUSGABE # 13
MÄRZ 2009

TOP-THEMEN Superjet 100: Das erste neu gebaute Passagierflugzeug Russlands geht in Serie

DAS BEWEGTE DIE BRANCHE Mit 627 Windrädern geht in Texas der weltgrößte Windpark in Betrieb

PROF. HELMUT NEUNZERT (75)

Mit seinen 75 Jahren ist Prof. Helmut Neunzert immer noch rund um den Globus in Sachen Mathematik unterwegs: Als Mitbegründer des heutigen Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik sucht er nach neuen klugen Köpfen, nimmt an wissenschaftlichen Treffen teil oder Auszeichnungen entgegen. Auch als Interviewpartner ist er gefragt – sehr zu seiner Freude: „Ich bin überzeugt, dass die Wissenschaft die Öffentlichkeit über ihr Tun informieren muss und deshalb die Medien braucht.“



GRÜNER FLIEGEN

Werkstoffe und innovative Konstruktionsdesigns, effizientere Triebwerke und alternative Treibstoffe: Unter dem Schlagwort „Grüner Fliegen“ forscht die Luftfahrtbranche in viele Richtungen, um den Kohlendioxidausstoß zu verringern. Die ökonomisch wichtigste Maßnahme ist zugleich auch die ökologisch wirksamste: Denn die Einsparung von Treibstoff senkt auch den Schadstoffausstoß.

TEXT > Dr. Ralf Schrank



Die International Air Transport Association (IATA) hat für ihre rund 240 Mitglieds-Airlines drei richtungsweisende Ziele formuliert: Die Reduktion des Treibstoffbedarfs und damit des Kohlendioxid-ausstoßes um mindestens 25 Prozent bis 2020 (verglichen mit dem Jahr 2005), kohlenstoffneutrales Wachstum ab 2020 sowie den Bau eines vollkommen emissionsfreien Flugzeugs innerhalb der nächsten 50 Jahre. „Diese Vorhaben sind nur zu realisieren, wenn Wissenschaft und Industrie auf breiter Ebene interdisziplinär und praxisnah zusammenarbeiten“, meint der Biologe Dr. David Walmsley von der Leuphana Universität Lüneburg und Mitglied des Kompetenztandems Plattform für nachhaltige Biokerosin-Produktion im Innovations-Inkubator der Universität. Im Rahmen dieses Projekts entwickeln Forscher aus den Bereichen Volks- und Betriebswirtschaft, Politologie, Agrarwissenschaften, Biologie, Ökologie und Geografie gemeinsam mit Industrieunternehmen nachhaltige Wertschöpfungsketten für Biokerosin.

BALD 3,3 MILLIARDEN PASSAGIERE PRO JAHR

Walmsley und seine Kollegen suchen nach schnellen Lösungen, denn das Wachstum im Luftverkehr ist ungebremst: Die Arbeitsgemeinschaft Deutscher Verkehrsflughäfen (ADV) gibt für 2010 und 2011 einen Zuwachs des deutschen Passagieraufkommens von jeweils etwa fünf Prozent gegenüber dem Vorjahr an. Weltweit wird sich die Anzahl der Passagiere nach Angaben der IATA von 2009 bis 2014 um 800 Millionen auf 3,3 Milliarden pro Jahr erhöhen. Bei der Luftfracht ist ein ähnliches, wenn auch schwächeres Wachstum zu beobachten. Und: Der jährliche Kerosinbedarf für den weltweiten Luftverkehr dürfte bis 2030 auf 350 Millionen Tonnen steigen; 2010 lag er noch bei 250 Millionen Tonnen.



Zugleich scheint der Treibstoffverbrauch moderner Jets auf den ersten Blick immer noch exorbitant hoch, obwohl er in den letzten 40 Jahren laut IATA bereits um 70 Prozent gesenkt wurde. 310.000 Liter Kerosin passen in die Tanks des Airbus-Flagschiffs A380 – das sind fast 250 Tonnen. Allein in der kurzen Start- und Steigflugphase verbraucht ein modernes Großraumflugzeug etwa 4.000 Liter Kerosin – mit der gleichen Menge Benzin legt ein Kompaktauto 80.000 Kilometer zurück. Allerdings sitzen im A 380 bei voller Auslastung 853 Passagiere und auf so mancher Fernstrecke ist das Auto kein wirklicher Konkurrent zum Flieger, weil Meere Start und Ziel trennen. Deshalb sind Verbrauchsangaben in Litern pro Passagier (inklusive Gepäck) und 100 Kilometern aussagekräftiger: Laut Werksangaben können moderne Flugzeuge wie der Airbus 380 auf drei Liter pro Passagier und 100 Kilometer kommen. Diese Verbrauchswerte werden jedoch nur bei Mittelstreckenflügen unter idealen Bedingungen wie optimaler Flughöhe und besten Wetterbedingungen erreicht. Bei Kurzflügen unter 400 Kilometern schlägt die treibstoffintensive Phase von Start und Steigflug negativ zu Buche, bei Langstreckenflügen über 2.000 Kilometern wirkt sich das Mitführen großer Mengen Kerosins negativ aus.

ZWEI MILLIONEN NIETEN SORGEN FÜR GEWICHT

„Entsprechend wichtig ist die Verringerung des Flugzeuggewichts“, erläutert Dr. Jorge dos Santos. Er leitet die Abteilung Festphasen-Fügeprozesse des Helmholtz-Zentrums Geesthacht (HZG) und ist sicher: „Die Erfahrungen mit dem Einsatz carbon-faserverstärkter Kunststoffe (CFK) deutet in jüngster Zeit darauf hin, dass diese Bauweise möglicherweise eher für größere Langstreckenflugzeuge geeignet ist. Somit wird die Luftfahrtindustrie für



> 15



PORTRÄT

Dr. rer. nat. David Walmsley (35) studierte an der Goethe-Universität, Frankfurt/Main, Biologie. Nach zweijährigem Intermezzo als Forschungsleiter in der Lebensmittelindustrie arbeitete er ab 2006 als Doktorand an der University College Dublin in Irland auf dem Gebiet der Biogeochemie. Seit 2011 ist er am Institut für Ökologie der Leuphana Universität, Lüneburg, Mitglied im Kompetenztandem Biokerosin des Innovations-Inkubators Lüneburg.

> 15

Laserschweißen: Der Einsatz kooperierender Roboter gewährleistet eine effiziente Arbeitsweise und maximale Flexibilität.

> 16

Mit über 50 Prozent Verbundwerkstoffanteil senkt die A350 XWB den Treibstoffverbrauch gegenüber Konkurrenzmodellen um rund ein Viertel. Die obere Flügelschale beispielsweise wird aus Kohlefaserverbundwerkstoff (CFK) produziert, der mit einem sogenannten Tapeleger schichtweise verbunden wird.

Mittel- und Kurzstreckenflugzeuge wieder verstärkt auf hochfeste Aluminiumlegierungen setzen, die vor allem Lithium und Magnesium-Scandium als Legierungselemente enthalten.“ Um solche Legierungen gewichtssparend zu verbinden, entwickeln er und seine Kollegen neue Fügeverfahren. Denn die mehr als zwei Millionen Niete, die die Flugzeugteile in größeren Maschinen zusammenhalten, sind viel zu schwer.

Dos Santos möchte eine 1991 patentierte Fügeverfahren in der Luftfahrt etablieren, die sich im Schiffbau und bei der Herstellung von Schienenfahrzeugen bereits bewährt hat: das Rührreibschweißen (Friction Stir Welding, FSW). Ein rotierender Stift wird unter Druck über die zu verbindenden Teile, vornehmlich Aluminiumlegierungen, geführt. Die Reibungswärme erzeugt im Nahtbereich Temperaturen, die um 10 bis 20 Prozent unter dem Schmelzbereich der Fügepartner liegen. Die Werkstoffe schmelzen nicht, sondern werden lediglich plastifiziert und regelrecht miteinander verrührt. Der HZG-Ingenieur ist von den Vorteilen überzeugt: „FSW ist im Vergleich zu Schmelzschweißverfahren

eine verblüffend einfache und robuste Technik.“ Wegen des geringen Wärmeintrags ist die Qualität der Schweißnähte hoch und gut reproduzierbar. Es kommt nicht zu Poren- und Rissbildungen, zur Entmischung oder zum Abbrand von Legierungsbestandteilen. Größtes Handicap für das FSW sind derzeit noch die langwierigen Abnahmeverfahren in der Luftfahrtindustrie. So ist noch nicht ausreichend untersucht, wie sich Ermüdungsrisse im Bereich von FSW-Nähten im Flugbetrieb ausbreiten.

Dos Santos' Kollege Dr. Nikolai Kashaev, Leiter der Abteilung Fügen und Bewerten, setzt dagegen auf eine Schweißtechnik, die in der Bearbeitung von Stahlblechen längst etabliert ist. Allerdings muss auch sie für Leichtbaulegierungen noch optimiert werden: das Laserschweißen. Zur Herstellung von unteren Rumpfstrukturen setzt Airbus das Verfahren bereits ein. „Aber“, so Kashaev, „für obere Rumpfbereiche müssen wir noch das Schadenstoleranzverhalten der lasergeschweißten Strukturen verbessern.“ Die Laserschweißversuche am HZG zielen da-



> LEINDOTTER

Der Leindotter ist eine einjährige Pflanze, die sich auch als Zwischenfrucht eignet. In der Luftfahrt werden Gemische aus herkömmlichem Kerosin und aus Leindotter gewonnenem Kraftstoff bereits getestet.



> MACAUBA-PALME

Die Macauba-Palme ist in kombinierten Forst- und Weidegebieten Südamerikas weit verbreitet und kann über das ganze Jahr hinweg Blüten und Früchte tragen. Sie gilt als vielversprechende Quelle für Hydrogenated Renewable Jet Fuel.



> ACKER-HELLERKRAUT

Die meist einjährige Pflanze Acker-Hellerkraut kommt vor allem auf nährstoffreichen Ackerböden oder Freiflächen vor. In Mitteleuropa weit verbreitet, könnte sie auf zeitweise ungenutzten Ackerflächen gezielt angebaut werden.

rauf ab, durch geeignete Prozessführung unerwünschte Effekte wie den Abfall der Festigkeit oder das Auftreten von Poren und Rissen im Schweißbereich zu vermeiden und dennoch eine hohe Wirtschaftlichkeit des Schweißens von Leichtbaulegerungen zu erreichen. Zur Prüfung der Schweißnähte kann das Kashaev-Team auch auf innovative Methoden zugreifen. So untersuchen sie am Deutschen Elektronen-Synchrotron (DESY) in Hamburg Eigenspannungen in den Schweißnähten, die entscheidenden Einfluss auf die Entstehung und Ausbreitung von Ermüdungsrissen bei zyklischer Belastung haben. Aus dem Beugungsmuster, das beim Beschuss mit harter Röntgenstrahlung entsteht, lassen sich die Schweiß Eigenspannungen berechnen.

Der Einsatz immer leichterer Werkstoffe ist eine Strategie des „Grüner Fliegen“, die Nutzung nachhaltig produzierten Biokerosins eine andere. Das Interesse der Branche an alternativen Treibstoffen ist groß, vor allem weil die Luftfahrt seit Anfang des Jahres in den Handel mit Emissionszertifikaten eingebunden ist.

Trotzdem hat zum Beispiel die Lufthansa im Januar 2012 einen groß angelegten Probebetrieb mit Biokerosin eingestellt. Der Grund: Das Angebot an nachhaltigen und zertifizierten Biotreibstoffen reicht für den Routinebetrieb nicht annähernd. „Deshalb konzentrieren wir uns im Lüneburger Kompetenztandem auf Lösungen, die in überschaubarer Zeit realisierbar sind“, betont der Leuphana-Forscher Dr. David Walmsley.

DAS ZIEL: BIO-KEROSIN OPTIMAL PRODUZIEREN

Im Fokus des u. a. mit EU-Mitteln geförderten Kompetenztandems steht das aus Pflanzenölen gewonnene Hydrogenated Renewable Jet Fuel (HRJ). Die HRJ-Herstellung in industriellem Maßstab ist technisch erprobt, „nur stehen keine nachhaltigen Pflanzenölquellen in ausreichender Menge zur Verfügung“, so Walmsley. Zwei aussichtsreiche Quellen prüfen die Lüneburger gerade: die ölreichen Früchte

der Macauba-Palme, die in kombinierten Forst- und Weidegebieten Südamerikas weitverbreitet ist, sowie Acker-Hellerkraut und Leindotter, die als bisher kaum kultivierte, einjährige anspruchslose Pflanzen auf zeitweise ungenutzten Ackerflächen gezielt angebaut werden könnten.

„Die europäischen Fluggesellschaften haben sich in der EU Flightpath Initiative das Ziel gesetzt, bis 2020 zwei Millionen Tonnen Biokerosin jährlich zu verwenden“, erklärt Walmsley, „zehn Prozent des dafür benötigten Grundstoffes könnte dabei theoretisch in Niedersachsen in Zweikulturnutzungssystemen produziert werden.“ Nur drei Jahre haben sich Walmsley und seine Kollegen gegeben, um die Wertschöpfungskette von der Saatgutherstellung über den Anbau bis zur Rohölgewinnung ökonomisch, ökologisch und sozial zu optimieren. Ein Unternehmen, das die wissenschaftlichen Erkenntnisse wirtschaftlich umsetzen soll, ist bereits ausgegründet. Walmsley ist optimistisch: „Marktfähiges Biokerosin, dessen Nachhaltigkeit zertifiziert ist, kommt in den nächsten Jahren auf jeden Fall!“



PORTRÄT

Nach beruflichen Stationen in Brasilien und Schottland arbeitet Dr.-Ing. Jorge Fernandez dos Santos (59) seit 1986 am Institut für Werkstoffforschung des Helmholtz-Zentrums Geesthacht. Bis 2006 fungierte er als Group Manager im Bereich Fügechnik und leitet seitdem die Abteilung Festphasen-Fügeprozesse. Zudem hält der gebürtige Brasilianer Gastvorträge an Universitäten und verfasst Fachartikel.

> 17

In den vergangenen 40 Jahren hat die Luftfahrtbranche die Kraftstoffeffizienz bereits um 70 Prozent erhöht. Davon allein um 16 Prozent zwischen 2001 und 2008.

> 17



CO₂-NEUTRALE STÄDTE BIS 2025?

Bereits heute lebt mehr als die Hälfte der Weltbevölkerung in Städten, wo etwa drei Viertel aller CO₂-Emissionen produziert werden. Doch die Bemühungen um Klimaneutralität wachsen und der Titel „erste CO₂-neutrale Stadt“ ist weltweit hart umkämpft. Einer der Favoriten ist Masdar City, eine Ökostadt, die derzeit im Emirat Abu Dhabi entsteht. Ursprünglich für 2017 geplant, sollen dort nun frühestens in 15 Jahren 47.000 Menschen CO₂-neutral leben. Konkurrenz kommt aus Kopenhagen: Die zur „grünen Stadt Europas 2014“ gekürte Metropole will bis 2025 klimaneutral sein. Die größten Herausforderungen liegen in der Energieeffizienz von Gebäuden – hier werden 40 Prozent der Energie verbraucht – sowie im Verkehr. Bereits 2015 soll sich daher die Hälfte der Kopenhagener mit dem Rad fortbewegen. Auch in Deutschland

streben viele Städte die Klimaneutralität an. In Düsseldorf, Karlsruhe und Freiburg etwa soll der CO₂-Verbrauch bis zum Jahr 2050 um 80 Prozent auf zwei Tonnen pro Kopf gesenkt werden.



Mitten in der Wüste: Auch Angela Merkel besichtigte während ihrer Reise durch die Golfstaaten die Baustelle von Masdar City. Die Ökostadt soll frühestens 2027 fertiggestellt werden.

WER HAT'S ERFUNDEN? DAS KINO



Vor 150 Jahren, am 19. Oktober 1862, wurde in Frankreich ein Erfinder geboren, der die Unterhaltungsindustrie nachhaltig prägen sollte: Auguste Lumière gilt gemeinsam mit seinem Bruder Louis als Erfinder des Kinos. Während sich Ende des 19. Jahrhunderts viele Unternehmer in der Filmprojektion versuchten, gelang den Brüdern Lumière am 28. Dezember 1895 die erste kommerzielle Filmvorführung vor größerem Publikum. Möglich war dies durch den Kinematografen – ein Patent, das Filmkamera, Kopiergerät und Projektor vereinte. Bei ihrer ersten Vorstellung im Pariser Grand Café präsentierten die Lumières mehrere selbst gedrehte Kurzfilme. Ihr Cinématographe verfügte schon damals über die noch heute wesentlichen Elemente eines Filmprojektors. Neuartig war der Greifermechanismus, der den Zelluloidfilm, angetrieben über eine Nockenwelle, mithilfe der Perforationslöcher weitertransportierte. Dabei wurde das 17 Meter lange Filmband mit einer Frequenz von 16 Bildern pro Sekunde abgespielt.

Auguste Lumière (1862–1954)

INTERNATIONALE BRANCHENKOMPETENZ – BRUNEL VOR ORT



7.–9. NOV. 2012

Die FMB in Bad Salzungen ist eine wichtige Innovationsmesse für Zulieferer des Maschinenbaus. Am Brunel Stand B33 in Halle 20 sind Fachbesucher herzlich eingeladen, sich über Produktentwicklungen und Industriedienstleistungen zu informieren.

www.forum-maschinenbau.com

26.–28. FEB. 2013

Bei der **embedded world Exhibition & Conference in Nürnberg**, der weltweit größten Fachmesse ihrer Art, ist auch Brunel mit einem Stand vertreten. Lassen Sie sich von unseren Experten branchenübergreifend zu Soft- und Hardware-Dienstleistungen der Embedded-Technologien beraten!

www.embedded-world.de

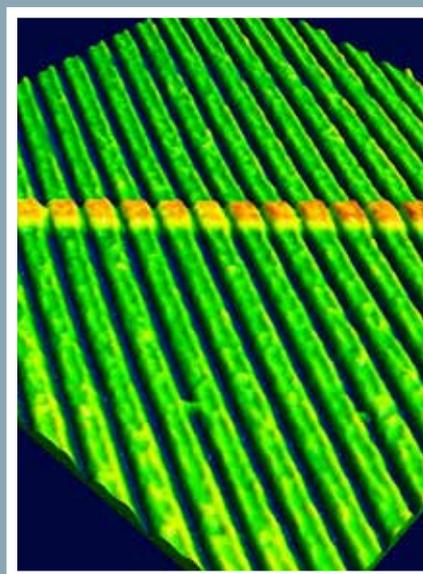
26. FEB. – 1. MRZ. 2013

Die **Intec Leipzig** ist die Fachmesse für Fertigungstechnik, Werkzeugmaschinen- und Sondermaschinenbau. Ob aus der Automobilindustrie, der Elektronik oder der Energieerzeugung – auch Brunel stellt seine breite Branchenkompetenz vor und berät Sie persönlich vor Ort.

www.messe-intec.de

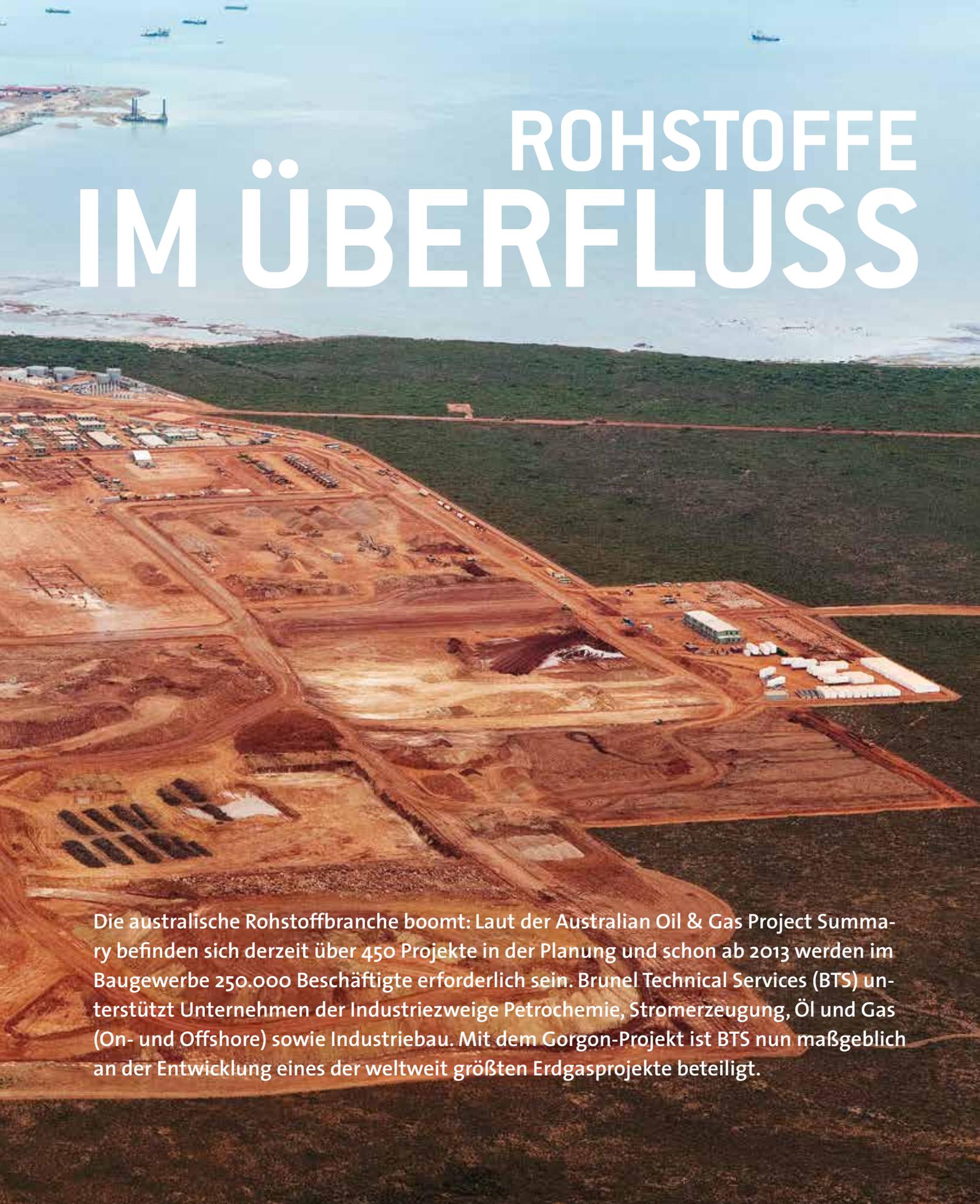
ELEKTRONIKBAUTEILE MIT GEDÄCHTNIS

Der bereits 1971 beschriebene Memristor geriet in der Wissenschaft zunächst in Vergessenheit. Dabei soll das elektronische Speicherbauteilchen genau das Vergessen verhindern: Memristoren (zusammengesetzt aus „memory“ und „resistor“) sind winzige Bauelemente. Anders als Transistoren können sie sich die Menge und Richtung des durchgeflossenen Stroms merken, auch bei Unterbrechung der Stromzufuhr. Die Verbindung wird stärker, je öfter sie benutzt wird – ähnlich wie Synapsen des menschlichen Gehirns, deren Signalübertragung effizienter wird, je öfter sie aktiviert werden. Inzwischen forschen Teams aus aller Welt an der Technologie. Denn mit dem Lerneffekt sind Computer denkbar, die von ihrer Programmierung abweichen und eigene Entscheidungen treffen. Mit höherer Speicherkapazität auf kleinerer Fläche eignen sich die Bauelemente vor allem für den Einsatz in digitalen Speicherchips, etwa in der Medizintechnik. Auch die Luft- und Raumfahrt zeigt Interesse, da Memristoren sehr energiesparend sind.



Memristoren könnten schon bald Speichertechnologien wie den USB-Flash-Speicher ersetzen – und das bei deutlich mehr Datenkapazität auf kleinerer Fläche. Computernutzern würde dank ihrer Merkfähigkeit zeitaufwendiges Booten erspart bleiben.





ROHSTOFFE IM ÜBERFLUSS

Die australische Rohstoffbranche boomt: Laut der Australian Oil & Gas Project Summary befinden sich derzeit über 450 Projekte in der Planung und schon ab 2013 werden im Baugewerbe 250.000 Beschäftigte erforderlich sein. Brunel Technical Services (BTS) unterstützt Unternehmen der Industriezweige Petrochemie, Stromerzeugung, Öl und Gas (On- und Offshore) sowie Industriebau. Mit dem Gorgon-Projekt ist BTS nun maßgeblich an der Entwicklung eines der weltweit größten Erdgasprojekte beteiligt.

6

UNTERNEHMEN SIND AM GORGON-PROJEKT BETEILIGT

CHEVRON, EXXONMOBIL, SHELL, SOWIE OSAKA GAS, TOKYO GAS UND CHUBU ELECTRIC POWER. ZU DEN BRUNEL KUNDEN ZÄHLEN EXXONMOBIL UND CHEVRON



DAS GORGON-PROJEKT WIRD 11 GASFELDER MIT VERMUTETEN ERDGASRESSOURCEN VON INSGESAMT ÜBER

40 Bill.

KUBIKFUSS UMFASSEN.

DAS ENTSpricht RUND 25% DER BEKANNTEN GASRESSOURCEN AUSTRALIENS

DIE GASFELDER BEFINDEN SICH RUND

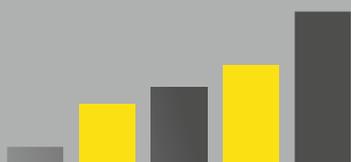
130

KILOMETER VOR DER NORDWESTKÜSTE WESTAUSTRALIENS

DER EINSATZ DES GORGON LNGS (LIQUEFIED NATURAL GAS) KANN IM VERGLEICH ZUR NUTZUNG VON KOHLE DIE WELTWEITE EMISSION VON TREIBHAUSGAS UM

45 Mio.

TONNEN PRO JAHR SENKEN



GORGON WIRD IN DEN KOMMENDEN

40

JAHREN EIN WICHTIGER PFEILER DER AUSTRALISCHEN WIRTSCHAFT SEIN

DIE UNTERNEHMENSBERATUNG ACIL TASMAN VERMUTET, DASS DAS PROJEKT ALLEIN IN DEN ERSTEN 30 JAHREN SEINER LAUFZEIT RUND

53,6 Mrd.

EURO ZUM AUSTRALISCHEN BRUTTOINLANDSPRODUKT BEITRAGEN WIRD

DIE GESAMTKOSTEN DES PROJEKTS WERDEN AUF RUND 41,9 MRD. EURO GESCHÄTZT. INSGESAMT WERDEN MEHR ALS 6.000 ARBEITSPLÄTZE ENTSTEHEN

450 DAVON SIND MIT BRUNEL
SPEZIALISTEN BESETZT



AUSTRALIENWEIT SIND
DERZEIT **1.000** BRUNEL
MITARBEITER IN DER
ROHSTOFFBRANCHE IM EINSATZ

**BTS – GANZHEITLICHE
UNTERSTÜTZUNG
FÜR DIE ROHSTOFF-
BRANCHE**

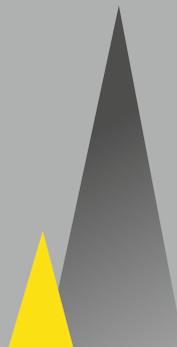


„Die positive Entwicklung der australischen Rohstoffbranche erhöht den Bedarf an Fachkräften und wird zur Folge haben, dass dieser Sektor hinter der Gesundheits- und Altenpflege der zweitgrößte Anbieter neuer Arbeitsplätze wird“, erläutert Craig Follett. Der Australier leitet bei Brunel Technical Services (BTS) die Abteilung für Offshore-Projekte. Der Unternehmensbereich von Brunel Energy betreibt Niederlassungen in den wachsenden asiatischen und australischen Märkten. BTS ist darauf spezialisiert, weltweit Fachpersonal, Kaufleute und Handwerker wie Aufseher und Meister, Schweißer, Mechaniker, Elektroinstallateure, Elektriker, Kranführer und Gerüstbauer an EPC-Lieferanten (EPC = Engineering, Procurement and Construction) und Bauunternehmer zu vermitteln. „Wir verwalten den Einsatz unserer Fachkräfte sowie die gesamte damit verbundene Logistik – und zwar weltweit“, macht Follett deutlich. Ein Spezialgebiet von BTS ist das Bereitstellen von Personal für die Errichtung von Untersee-Pipelines, wie beim Gorgon-Projekt im North West Shelf des ressourcenreichen Staates Westaustralien.

DIE INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA) PROGNOSTIZIERT, DASS DER BEDARF AN ERDGAS BIS ZUM JAHR 2030 UM MEHR ALS

67%

WACHSEN WIRD



Nach einer Gesamtbauzeit von drei bis vier Jahren soll das Gorgon-Projekt Ende des kommenden Jahres zum Abschluss kommen. Bereits ab 2014 ist die erste Gasförderung vorgesehen. Das Projekt umfasst den Bau einer Gasverflüssigungsanlage auf Barrow Island, die zunächst bis zu 15 Millionen Tonnen Flüssiggas jährlich er-

PORTRÄT

Craig Follett verantwortet für BTS alle Offshore- und Bauprojekte in ganz Australien. Der gelernte Schweißer war zunächst beim Militär, bevor er zu Brunel kam. Nach mittlerweile acht Jahren im Unternehmen lobt er vor allem sein loyales und engagiertes Team: „Wir arbeiten sehr erfolgreich zusammen.“

zeugen soll. Darüber hinaus ist eine Erdgasförderungsanlage mit einer Kapazität von 300 Terajoule Erdgas pro Tag für die Versorgung des Bundesstaates Westaustralien geplant. „Unser Aufgabenspektrum umfasst die Vermittlung von 450 Arbeitern an Allseas Australia, einen langjährigen Kunden“, erläutert Craig Follett und fügt hinzu: „Aufgrund der kontinuierlichen Beschäftigungslage, die wir unseren Fachkräften in den vergangenen Jahren bieten konnten, verfügen wir über zahlreiche erfahrene Mitarbeiter – und eben solche sind bei wichtigen Großprojekten wie Gorgon sehr gefragt.“



Die BTS-Experten werden auf den Rohrverlegungsschiffen Lorelay und Solitaire sowie auf den Multifunktionsschiffen Highland Navigator und Calamity Jane stationiert sein. Alle vier Schiffe sind in den Bau von Offshore-Pipelines eingebunden. „Brunel Energy wird darüber hinaus weitere Gorgon-Bauunternehmer wie Chevron, KJV, Hatch, Clough und GE mit Fachpersonal unterstützen“, ergänzt Follett, dessen Mitarbeiter bereits seit August 2011 im Einsatz sind. In Fünferteams reisten Schweißer für rund eine Woche ins niederländische Rotterdam, um dort an den Schweißmaschinen von Allseas geschult zu werden. Einen Monat spä-

ter begannen weitere BTS-Mitarbeiter bereits mit der Errichtung von Betonfundamentplatten vor der Küste Australiens – eine Aufgabe, die von dem Versorgungsschiff Highland Navigator übernommen wurde. Ein Teil der BTS-Fachleute verließ das Schiff nach Beendigung dieser Aufgabe wieder, einige Experten sind nach wie vor auf dem Highland Navigator beschäftigt. „Diese beiden Beispiele machen deutlich, wie umfassend die Koordination der Projekteinsätze ist“, sagt Craig Follett. Sie umfasst sowohl die Ausbildung und Einarbeitung inklusive der Terminplanung sowie der Buchung von Flügen und Unterkünften als auch die Lohnabrechnungen und Schichtplanung. „Und natürlich zählen zu unserer ganzheitlichen logistischen Unterstützung auch ärztliche Untersuchungen unserer Mitarbeiter sowie die Themen Arbeitsschutzkleidung, Visumvorgaben oder Arbeitsgenehmigungen“, fasst der 40-Jährige zusammen.

Um die sorgfältige Durchführung von Schulungs- und Einarbeitungsprogrammen zu gewährleisten, haben BTS und Allseas bereits im Vorfeld des Bauprojekts eng zusammengearbeitet. So musste auch der Einsatz auf der Lorelay, dem größten Rohrverlegungsschiff von Allseas, und auf der Solitaire detailliert vorbereitet sein. Pro Tag sind hier 103 Mitarbeiter von BTS an Bord der Lorelay. Um jedoch die dreiwöchigen Arbeitsschichten im Rotationssystem auf dem Schiff zu ermöglichen, sind insgesamt 206 Arbeiter erforderlich. Die Lorelay nahm im November 2011 ihre Arbeit auf, einen Monat später folgte die Calamity Jane, auf der 36 BTS-Experten in einem Zwei-Schicht-System arbeiten. Beide Schiffe werden ihren Einsatz voraussichtlich mit Ablauf des Jahres beenden. Sobald die Arbeiten auf der Lorelay abgeschlossen sind, zieht deren Besatzung auf die Solitaire um und die Crew wird um weitere BTS-Spezialisten aufgestockt. Denn auf dem Rohrverlegungsschiff werden pro Tag 220 BTS-Arbeiter benötigt und der fortlaufende Bedarf beläuft sich auf rund 440 Mitarbeiter.

„Da es sich bei Gorgon um ein sehr bekanntes Projekt handelt, hat dieser Vertragsabschluss große Bedeutung für uns“, verdeutlicht Craig Follett. Denn es ist das erklärte Ziel von BTS, sich als Branchenführer im Bereich der Rohstoffversorgung zu etablieren. Bereits im Dezember 2011 arbeiteten mehr als 1.000 BTS-Arbeitskräfte in der Rohstoffbranche auf dem australischen Kontinent. Zur selben Zeit waren zudem noch sieben Bauschiffe mit BTS-Crews im Einsatz. Erst kürzlich erhielt das Unternehmen die Bewilligung einer Arbeitsvereinbarung durch die australische Regierung. Diese ermöglicht es, ausländische Fachkräfte für Arbeiterpositionen in Australien zu vermitteln. In Verbindung mit einem bereits existierenden Tarifvertrag für Angestellte kann BTS nun ausländische Experten sowohl für fachliche und gewerbliche als auch für handwerkliche Tätigkeiten einsetzen – „eine einzigartige Chance“, wie Follett betont: „Denn zuvor lag unser Spezialgebiet auf der Vermittlung von Arbeitskräften für Offshore-Projekte wie Gorgon. Nun können wir unsere Dienstleistungen erweitern und Arbeitskräfte für On- und Offshore-Projekte anbieten.“

Denise Freeman, Geschäftsführerin von BTS, betont in diesem Zusammenhang die große Bedeutung von erfahrenem Personal, auch im Account Management: „Wir haben hier einige Mitarbeiter, die bereits eine ganze Weile in der Branche gearbeitet haben – heutzutage eine Seltenheit.“ Entsprechend ist BTS sowohl für seine Erfahrung als auch für seine umfassenden Dienstleistungen sowie die enge Zusammenarbeit mit seinen Kunden bekannt. „Darauf legen wir ebenso großen Wert wie auf die kontinuierliche Weiterbildung sowie die Unterstützung unserer Arbeitskräfte anhand von Programmen wie beispielsweise dem Safe Supervisor Competence Program, kurz SSCP“, erläutert Freeman. SSCP wurde 2011 offiziell ins Leben gerufen. Ziel des Programms ist es, Unternehmen der Offshore-Öl- und -Gasindustrie darin zu bestärken, die Überprüfung



> 19

wesentlicher Sicherheitsprobleme voranzutreiben, voneinander zu lernen und Vorschläge zur Verbesserung der Arbeitssicherheit zu erarbeiten. Zweimal im Jahr treffen sich die teilnehmenden Unternehmen im westaustralischen Perth, um sich dort auf Foren auszutauschen. „Das Gorgon-Projekt hat gezeigt, dass wir diesbezüglich auf dem richtigen Weg sind“, sagt Denise Freeman.

Vor Kurzem hat BTS zudem das BTS Apprentice Training Scheme eingeführt. „Wir betrachten dieses branchenweit erste Ausbildungsprogramm als wichtige Investition in die Vermittlung von Experten für den zukünftigen steigenden Arbeitskräftebedarf“, sagt Denise Freeman. Das gemeinnützige Programm hat das alleinige Ziel, hiesige Lehrlinge auszubilden sowie Arbeitnehmer weiterzubilden, um so die Langlebigkeit der Offshore-Branche zu fördern. In den kommenden vier Jahren wird BTS im Rahmen der laufenden Offshore-Projektvereinbarungen mindestens fünf Lehrlinge pro Jahr ausbilden. „Für uns beginnt jetzt eine sehr spannende Zeit“, sagt Denise Freeman, „denn diese Initiative ist sehr weitreichend und langfristig wichtig für die gesamte Branche – und wir sind diejenigen, die sie ins Leben gerufen haben.“

> 18 + 19

Seit Beginn des Projekts überprüfen die Techniker und Ingenieure permanent, ob die Konstruktion über und unter Wasser sowie alle Systeme reibungslos funktionieren. Sie sind rund um die Uhr und bei jedem Wetter im Einsatz.

PORTRÄT

Denise Freeman stieg 1998 bei Clough Engineering in die Bauwirtschaft ein. Nach Stationen bei DOF Subsea und AGC Industries wechselte sie 2011 als Geschäftsführerin zu Brunel Technical Services.



LOW-POWER-ELEKTRONIK UND ENERGY HARVESTING: EIN ERFOLGREICHES TEAM

Beim Energy Harvesting wird Strom aus Licht, Vibrationen, Druck oder Temperaturunterschieden gewonnen. So lassen sich autarke Mikrosysteme oder drahtlose Sensoren wartungsfrei betreiben. Über die Möglichkeiten und Perspektiven dieser Technologie sprachen wir mit Prof. Dr. Jürgen Schwager von der Hochschule Reutlingen und mit Dr. Peter Harrop vom britischen Unternehmen IDTechEx.

INTERVIEW > Robert Uhde

Wenn von neuen Formen regenerativer Energiegewinnung die Rede ist, dann spielt Energy Harvesting eine immer größere Rolle. Was genau bezeichnet der Begriff?

Jürgen Schwager Konkret meint Energy Harvesting die Gewinnung von elektrischer Energie in kleinem Umfang aus dem Umfeld elektronischer Geräte für deren Betrieb. Den meisten Anwendungen liegen dabei vier physikalische Prinzipien zugrunde: Nach dem Induktionsgesetz werden zum Beispiel Bewegungen elektrodynamisch in elektrische Energie umgewandelt. Bei Vibrationen lässt sich der Piezoeffekt nutzen, bei Sonnenlicht und in hellen Räumen können Solarzellen als photovoltaische Energiewandler eingesetzt werden. Zudem gibt es die Umwandlung von Wärmeströmung in elektrische Energie. Diese Prinzipien sind zwar seit etwa zweihundert Jahren bekannt, liefern aber durchweg nur relativ wenig Strom, weshalb sich Energy Harvesting erst jetzt entwickelt hat: Heute sind wir in der Lage, Low-Power-Elektronik zu bauen, die mit extrem wenig Strom betrieben werden kann.

Welche Möglichkeiten bietet diese Technik?

Peter Harrop Die Übergänge zu anderen Formen der nachhaltigen Energiegewinnung sind in einigen Bereichen fließend, das gilt insbesondere für die Fotovoltaik. Beim Energy Harvesting geht es allerdings nicht darum, große Mengen an Ökostrom zu gewinnen, sondern um die Versorgung kleiner elektronischer Systeme, die komplett autark betrieben werden können. So können beispielsweise in großen Gebäuden enorme Kosten für die Verlegung von Kabeln oder für Batteriewechsel eingespart werden.

Jürgen Schwager Diesen großen Vorteil bezeichnen wir als „Install and forget“. Daneben gibt es Anwendungen, die mit Energy

Harvesting überhaupt erst möglich werden. Denn durch ihre geringe Größe und die Wartungsfreiheit können die Systeme auch an schwer zugänglichen Stellen montiert werden. Ein Beispiel hierfür ist ein Funksensor zur Abgasmessung an einem Industrieschornstein: Wird der Sensor konventionell mit Batterie betrieben, muss in regelmäßigen Abständen eine Person möglicherweise unter großer körperlicher Anstrengung einen Batteriewechsel vornehmen. Dieser gewaltige Aufwand entfällt durch das Energy Harvesting. Zudem bin ich optimistisch, dass durch erhöhte Wirkungsgrade der Energiewandler und intelligente energiesparende Konzepte künftig weitere Anwendungen erschlossen werden. Eine rasante Entwicklung erleben hier derzeit vor allem die sogenannten Wireless Sensor Networks. Denn es gelingt zunehmend, Funksysteme zu bauen, die mit immer kleineren Energiemengen betrieben werden können.

Kann Energy Harvesting bereits als etabliert bezeichnet werden?

Peter Harrop Das lässt sich pauschal kaum beantworten, denn der Entwicklungsstand der einzelnen Anwendungen ist sehr unterschiedlich. Viele Produkte gehören zum festen Bestandteil unseres Alltags – Solar-Taschenrechner, piezoelektrische Gasanzünder oder Fahrraddynamos. In den vergangenen Jahren sind viele weitere Anwendungen hinzugekommen: So sind inzwischen die meisten Autos mit Elektro- oder Hybridantrieb in der Lage, einen Teil der Bewegungsenergie beim Bremsen zum Aufladen der Batterien zu verwenden. In Kombination mit leistungsfähigeren Akkus erwarte ich, dass sich die Reichweite von Elektroautos in den nächsten fünf bis zehn Jahren von heute 160 Kilometern verdoppeln wird. Dies wird wiederum zu einer deutlich höheren Akzep-

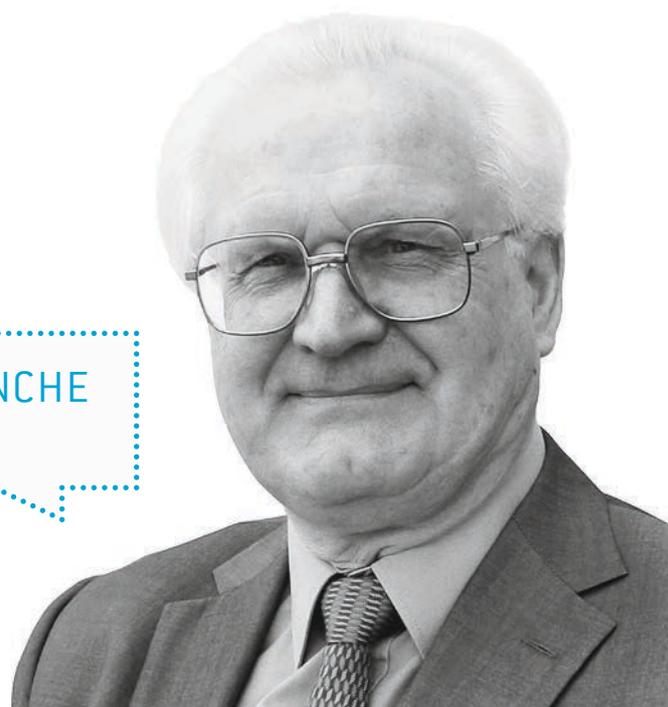


IN DER MEDIZIN WIRD ES
ZAHNREICHE INNOVATIVE
ANWENDUNGEN GEBEN.

DIE ZUKUNFT DER BRANCHE
SIEHT SEHR GUT AUS.

PORTRÄT

Prof. Dr. Jürgen Schwager (63) lehrt im Studienbereich Mechatronik an der Hochschule Reutlingen. Er arbeitet insbesondere zu den Schwerpunkten Energy Harvesting, Low Power Wireless und Fahrerlose Transportsysteme (FTS). www.harvesting-energy.de

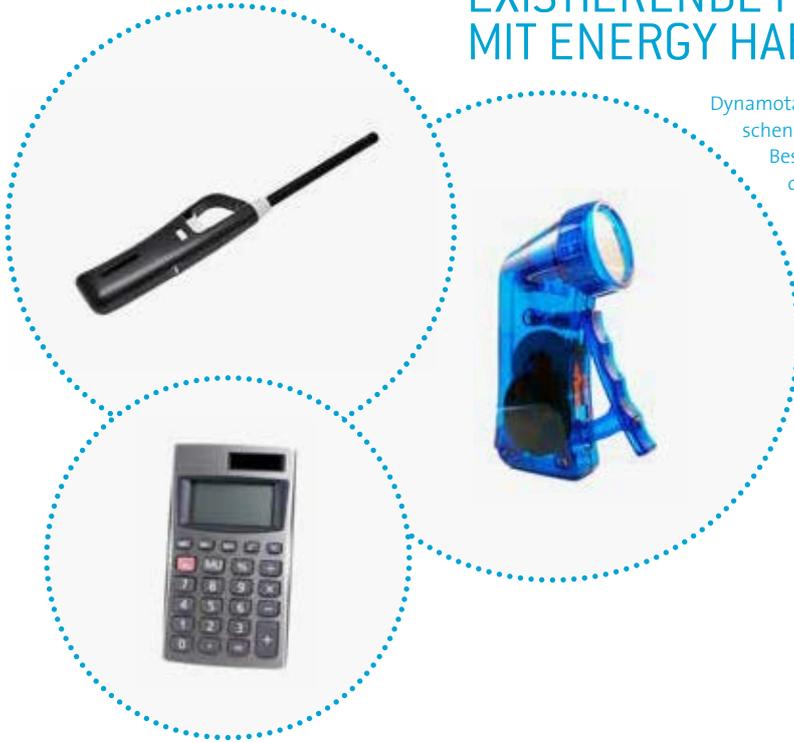


PORTRÄT

Dr. Peter Harrop (73): Gründer und Geschäftsführer der IDTechEx Ltd. mit Sitz in Cambridge, Boston und Dresden. Zuvor hat er als Chief Executive des US-amerikanischen Unternehmens Mars Electronics gearbeitet. Harrop hat zahlreiche Bücher geschrieben und hält international Vorträge zu den Themen Energy Harvesting, Energiespeicherung und Elektrofahrzeuge.



EXISTIERENDE PRODUKTE, DIE BEREITS MIT ENERGY HARVESTING ARBEITEN



Dynamotaschenlampe, piezoelektrische Gasanzünder oder Solar-Taschenrechner – viele Energy-Harvesting-Produkte sind bereits fester Bestandteil unseres Alltags. Dieses Ziel haben auch die Entwickler des Soccer: Der Fußball speichert Bewegungsenergie und wandelt sie in Strom um. Eingesetzt werden soll der Ball in Ländern, in denen das Stromnetz marode, die Fußballbegeisterung aber groß ist. Denn mit der an einem Fußballnachmittag erspielten Energie können am Abend Lampen oder Smartphones gespeist werden.

PRODUKTE MIT HOHEM ENTWICKLUNGSPOTENZIAL

Der menschliche Körper ist ein erstaunliches kleines Kraftwerk: Er erzeugt Bewegungsenergie und Wärme. Dieses Reservoir kann künftig etwa Implantate wie Herzschrittmacher mit Strom versorgen. Noch werden diese Geräte mit Batterien betrieben, genauso wie die Fühler, die in Kraftfahrzeugen den Reifendruck messen. Große Automobilhersteller treiben die Technologie des Energy Harvesting daher ebenso voran wie Unternehmen der Konsumelektronik. Piezoelektrische Dünnschichtgeneratoren beispielsweise können in Tastaturen integriert werden und Funktastaturen so mit Strom versorgen.



tanz von Elektro- und Hybridfahrzeugen führen und den Automobilmarkt entsprechend beeinflussen.

In welchen weiteren Branchen sehen Sie künftig besonders große Dynamik?

Jürgen Schwager Großes Potenzial und viel Bewegung sehe ich vor allem bei Gebrauchsgeräten wie Fernbedienungen oder kabellosen Tastaturen. Aber auch in der Medizin wird es zahlreiche innovative Anwendungen geben. Ich denke da zum Beispiel an Herzschrittmacher, die allein durch die Vibrationen des Herzens betrieben werden. Bislang müssen die Patienten alle fünf Jahre operiert werden, um die Batterien auszutauschen. Das könnte dank Energy Harvesting bald der Vergangenheit angehören.

Wie wird sich der Markt in den kommenden zehn Jahren entwickeln?

Peter Harrop Sehr gut! Weil diese Technologie auf so unterschiedliche Weise genutzt werden kann, haben wir eine umfangreiche Marktanalyse erstellt und dabei 160 erfolgreiche Anwendungen für Energy Harvesting in 31 Ländern untersucht. Die Analyse zeigt, dass der weltweite Umsatz im Bereich Energy Harvesting bis 2022 von aktuell rund 660 Millionen US-Dollar auf annähernd fünf Milliarden US-Dollar anwachsen wird. Große Zuwächse erwarten wir dabei im Bereich Konsumelektronik und Fahrzeuge. Deutschland wird seine führende Rolle in der Gebäudeautomation weiter ausbauen.

Was bedeutet dieser positive Trend für Unternehmen, die sich als Anbieter auf dem Markt etablieren wollen?

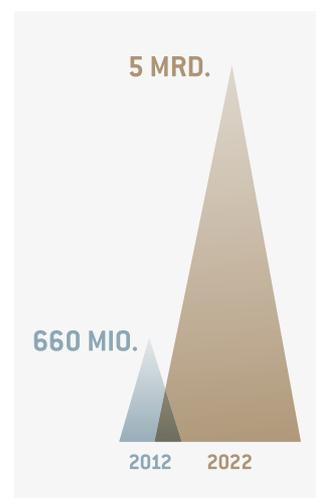
Peter Harrop Energy Harvesting ist eine zunehmend global nachgefragte Technologie. Große Chancen bestehen daher insbesondere für Unternehmen, die intelligente und integrative Lösungen für den weltweiten Markt entwickeln. Besonders relevant sind aus meiner Sicht multiple Anwendungen, die unterschiedliche Energieformen wie Elektrodynamik und Foto-

voltaik miteinander verbinden und somit eine deutlich bessere Zuverlässigkeit bieten. Dazu gehören zum Beispiel Mobiltelefone, die sich durch Bewegen aufladen und die mit ausklappbaren Solarzellen ausgestattet sind. Um den steigenden Qualitätsanforderungen sowie dem Innovationsdruck gewachsen zu sein, sind aktuelle Kenntnisse in den Bereichen Elektronik, Elektrotechnik, Interface-Elektronik und Materialwissenschaften ebenso wichtig wie Erfahrungen im internationalen Vertrieb. Wenig Perspektiven sehe ich dagegen für Unternehmen, die versuchen, mit Billigprodukten gegenüber der Konkurrenz zu bestehen.

Und inwiefern wird die Entwicklungszusammenarbeit der Industrien beeinflusst, die Energy-Harvesting-Produkte nutzen?

Jürgen Schwager Die Entwickler müssen sich mit drei Teilgebieten beschäftigen: Erstens mit der Frage, welche Energiemengen die heute verfügbaren Energiewandler bereitstellen können. Hierzu muss der Angebotsmarkt permanent beobachtet werden. Zweitens sollte das eigene Produkt, also der Energieverbraucher, möglichst stromsparend aufgebaut werden. In diesem Bereich ist derzeit besonders viel Bewegung, wie das Beispiel Bluetooth Low Energy für die energiesparende Vernetzung von Funksendern zeigt. Drittens müssen sich die Entwicklungsabteilungen sofern nötig mit dem Thema Energiespeicherung auseinandersetzen. Hier haben sie die Wahl zwischen Kondensatoren, konventionellen aufladbaren Batterien oder Dünnschicht-Batterien. Um in den verschiedenen Teilgebieten die neuesten Techniken aufzugreifen und in die Entwicklung neuer oder optimierter Produkte einfließen lassen zu können, sind regelmäßige Weiterbildungen immens wichtig.

Meine Herren, wir danken Ihnen für das Gespräch!



Weltweiter Umsatz im Bereich Energy Harvesting in den nächsten zehn Jahren (in US Dollar).



AUSGABE # 14
AUGUST 2009

TOP-THEMEN Neue Lasertechnologie für die Datenübertragung zwischen Erde und Weltraum

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** Luft- und Raumfahrt: Unternehmen feilen an Sicherheit und Effizienz

NORBERT GROTKE (38)

Das Aufgabengebiet von Norbert Grotke hat sich in den vergangenen Jahren verändert. Das operative Geschäft überlässt der Niederlassungsleiter zunehmend seinem Team, während er sich um die strategische Ausrichtung des wachsenden Frankfurter Standorts sowie um das Coaching seiner Mitarbeiter kümmert. Einen Ausgleich zum Berufsleben findet er in der Zen-Meditation – und lässt seine Mitarbeiter und Kunden daran teilhaben: Alle zwei Wochen lädt er zu Meditationsabenden in die Frankfurter Niederlassung ein.

AUSGABE # 15
APRIL 2010

TOP-THEMEN Schwimmende Häuser?
Ein Designer über
die Mobilitätskonzepte
der Zukunft

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** Deutsche Anlagen: Mit
428,2 Millionen Tonnen
CO₂ niedrigster
Ausstoß seit 2005

JEROEN EKKEL (38)

Als General Manager von Brunel Niederlande gibt Jeroen Ekkel häufig und gerne Interviews. Bei Fotoshootings lautet seine Maxime eher „Let's get it over with.“ Der Fokus solle auf dem Geschäft liegen, nicht auf seiner Person. Dabei hätte der Familienvater einiges zu erzählen. Ob in seinen zehn Jahren als Business Line Manager oder heute als General Manager: Jeroen Ekkel hat europaweit bereits unzählige Dienstkilometer absolviert, Menschen getroffen und Städte kennengelernt.

BERND WACKER (46)

Als Lehrling rüstete Bernd Wacker Bergbaumaschinen mit Automatisierungsgeräten aus, heute ist er Technologiechef der Siemens-Sparte Minerals. Seine Kunden sind im Bergbau unter anderem in Chile aktiv. Als wir ihn 2010 interviewten, richtete er seinen Blick eher auf Nordamerika, denn er entwickelte ein wasser- und energiesparendes Verfahren zur Gewinnung von Bitumen aus Ölsand. „Das Thema lag mir sehr am Herzen“, blickt Wacker zurück, „und ich habe dem Spezialist gern Rede und Antwort gestanden.“

AUSGABE # 16
OKTOBER 2010

TOP-THEMEN Schiff-, Anlagen- und Stahlbau: Die Zukunft liegt auf dem Wasser

DAS BEWEGTE DIE BRANCHE Bauwirtschaft und Automobilbau spüren Stahlpreisanstieg um bis zu 50 Prozent



AUSGABE # 17
APRIL 2011

TOP-THEMEN Vorbild Natur – kürzere
Entwicklungswege dank
Bionik

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** Zusätzliche Nachfrage
nach Getreide und Raps:
Macht E10 Lebensmittel
teurer?

DANIEL KLENKE (53)

„Mein berufliches Spezialgebiet? Da lege ich mich ungern fest“, sagt Daniel Klenke. Der Diplom-Ingenieur arbeitet sich gern in neue Thematiken ein und bezeichnet sich selbst als „Allrounder für den Anlagenbau im Ausland“. Gerade kommt der 53-Jährige von einem sechsmonatigen USA-Aufenthalt wieder. Hier hat er als Bauleiter das aktuell größte privat finanzierte Bauprojekt des Landes unterstützt. Bis zu seinem nächsten Einsatz widmet er sich nun seinem Hobby: die Pflege seiner Autos und Motorräder.



AUSGABE # 18
OKTOBER 2011

TOP-THEMEN Urban Mining: Die Stadt als Rohstofflager

DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE Nord-Stream-Pipeline soll bald jährlich 55 Milliarden Kubikmeter Gas liefern

DR. RER. NAT. JOHN KETTLER (32)

Die Endlagerung von hochradioaktiven Abfällen ist eine globale Herausforderung, mit der sich Dr. John Kettler seit fünf Jahren beschäftigt. Mit der Transmutation haben er und sein Team ein wegweisendes Konzept entwickelt, an dem auch die Politik großes Interesse hat: Aktuell arbeitet der mehrfach ausgezeichnete Wissenschaftler an einer Studie, auf deren Basis entschieden werden soll, ob die gezielte Umwandlung von Atomkernen in Deutschland weiterverfolgt wird.

ANDREAS BUNDE (52)

„In den letzten Jahren haben wir unser Team vergrößert und geschult, unsere internationale Zusammenarbeit im Offshore-Bereich vorangetrieben und unser Leistungsspektrum im Anlagenbau erweitert“, berichtet Dipl.-Ing. Andreas Bunde. Über seine Arbeit zu referieren – ob in Interviews oder bei Podiumsdiskussionen – ist für den Leiter von Brunel Transport & Energy Routine. Das gilt zwar nicht für Fotoshootings, aber: „Im Falle des Spezialisten habe ich den Fotografen nicht einmal bemerkt. Das war sehr angenehm.“

AUSGABE # 19
APRIL 2012

TOP-THEMEN Die IT-Trends der Zukunft
– Innovationstreiber für
die Arbeitswelt

**DAS BEWEGTE
DIE BRANCHE** Deutsche Wirtschaft
trotzt der Euro-Schulden-
krise und schafft
neue Arbeitsplätze



FÜNF WOCHEN FÜR EINE ZUKUNFT VOLLER ENERGIE

In fünf Wochen installierten Experten der Ingenieure ohne Grenzen in Simbabwe's Hauptstadt Harare eine Fotovoltaik-Anlage sowie eine Wasserpumpe. Der Einsatz der von Brunel unterstützten Fachleute ermöglicht es zwei sozialen Einrichtungen, nachhaltig und produktiv ihrer Arbeit nachzugehen: benachteiligten Kindern, Jugendlichen und Frauen den Weg in eine bessere Zukunft zu weisen.

TEXT > Anne-Katrin Wehrmann



„Wenn ich sehe, was die Menschen dort alles schaffen, möchte ich einfach auch etwas dazu beitragen“, erklärt Clemens Brauer sein Engagement in den Townships von Simbabwe Hauptstadt Harare. Zusammen mit drei Mitstreitern von der Stuttgarter Regionalgruppe des Vereins Ingenieure ohne Grenzen war der diplomierte Umwelttechniker ab Ende April fünf Wochen lang in den Einrichtungen Shingirirai Trust und Glen Forest Development Centre im Einsatz. Ziel der beiden aus privater Initiative von Einheimischen gegründeten Institutionen ist es, benachteiligten Kindern und Jugendlichen, viele von ihnen Aids-Waisen, sowie Frauen zu neuen Perspektiven zu verhelfen. Unter anderem werden Kindergartenplätze und warme Mahlzeiten bereitgestellt, Aus- und Fortbildungskurse angeboten sowie Verdienstmöglichkeiten geschaffen. Das alles ist kein einfaches Unterfangen, wenn tagsüber aufgrund der maroden Infrastruktur ständig der Strom ausfällt und außerdem kein Wasser zum Kochen sowie für die sanitären Einrichtungen vorhanden ist. Dann müssen viele Büroarbeiten nachts erledigt werden, sobald der Computer wieder läuft, und das Wasser muss in Kanistern hergetragen werden.

WERTSCHÖPFUNG SOLLTE VOR ORT ERZIELT WERDEN

„Mithilfe eines aus Fotovoltaik-Anlagen und Batteriespeichern bestehenden Backup-Systems sollen die teilweise mehrtägigen Stromausfälle überbrückt sowie eine Grundversorgung der wichtigsten elektronischen Geräte gewährleistet werden“, fasst Clemens Brauer zusammen. In Glen Forest musste darüber hinaus eine neue Wasserpumpe installiert und an die Notstromversorgung angeschlossen werden – die alte Pumpe wurde während der politischen Unruhen nach den Präsidentschaftswahlen 2008 gestohlen. Insgesamt

kostete das Projekt 30.000 Euro, mitfinanziert von der Brunel GmbH.

Um direkt mit den Arbeiten beginnen zu können, hatten Clemens Brauer und Sebastian Nuber, ein Ingenieur für Elektrotechnik, bereits im Vorjahr die Situation vor Ort begutachtet und anhand von Messungen den Energiebedarf der beiden Einrichtungen bestimmt. Zurück in Deutschland, spielte ein achtköpfiges Projektteam anschließend verschiedene Varianten durch und entschied, welche Geräte an das Back-up-System angeschlossen werden sollten: neben der Wasserpumpe vor allem Lampen, Laptops und Nähmaschinen. Auf der Suche nach der geeigneten Technik schauten sich die Ingenieure in Simbabwe um: „Zum einen wäre der Transport einer Wasserpumpe sowie einer Fotovoltaik-Anlage nach Afrika sehr aufwändig gewesen und die Zölle hätten hohe Kosten verursacht“, erläutert Brauer, „zum anderen war es uns wichtig, dass die Wertschöpfung vor Ort erzielt wird.“ Durch Zufall stießen sie im Osten Simbawbes auf einen deutschen Fotovoltaik-Händler, der ihnen acht 50-Watt-Panels mit zwei Batterien für Shingirirai und sechs 130-Watt-Panels mit drei Batterien für Glen Forest verkaufte. Zudem sagte er ihnen seine Unterstützung zu, sollte es einmal technische Probleme geben. „Die Panels funktionieren praktisch genauso wie die, die in Deutschland verwendet werden“, so Brauer, „nur dass die Energie ausschließlich für den Eigenverbrauch erzeugt und nicht ins Netz eingespeist wird.“ Die installierten Anlagen sind daher mit Laderegeln ausgestattet, die die Speicherung des Stroms regeln und mit Wechselrichtern, die ihn bei Bedarf verfügbar machen.

Als die Gruppe im Frühjahr mit reichlich Werkzeug bepackt in Harare eintraf, erwartete sie zunächst eine ungeplante Herausforderung: Aus der Not heraus hatten die Einheimischen kurz zuvor eine von Nachbarn gestiftete Wasserpumpe eingebaut, die allerdings für die geplante Solarstrom-Notversorgung eine viel zu



PORTRÄT

Clemens Brauer (33) hat in Berlin und Bamberg Umwelttechnik studiert und arbeitet jetzt als Berechnungsingenieur für die Automobilindustrie. Bei den Ingenieuren ohne Grenzen ist er seit Anfang 2010 Mitglied. In Simbabwe war er schon einmal direkt nach seinem Studium, als er im Rahmen eines Praktikums ein Umweltmanagementsystem für Hotels an den Victoriawasserfällen mitentwickelte.

> 20

Alle ziehen an einem Strang: Im Glen Forest Development Centre helfen Schüler bei der Verlegung eines Kabels.



> 22



> 21

> 21

Gemeinsam suchten die deutschen Ingenieure und die einheimischen Handwerker Lösungen für Herausforderungen. So war für die Fotovoltaik-Anlage für Shingirirai Trust eine Unterkonstruktion notwendig, da die Dächer nicht die gewünschte Ausrichtung zur Sonne haben.

> 22

Damit nicht mehr Wasser gefördert wird, als der Wassertank fassen kann, muss noch ein Füllstandsmesser installiert werden.



> 23

starke Leistung und damit einen zu hohen Stromverbrauch hatte. „Wir brauchten eine Tauchpumpe mit relativ niedriger Leistung, die angesichts der Brunnentiefe von 40 Metern zugleich eine hohe Förderhöhe haben musste“, erläutert Brauer, der die Projektverantwortung innehatte. Das Gerät wurde wieder ausgebaut und in der benachbarten Krankenstation installiert, wodurch der Zeitplan gehörig durcheinandergeriet. In Glen Forest seilten die Experten anschließend die in Simbabwe gekaufte und zu den speziellen Anforderungen passende 370-Watt-Pumpe in das Brunnenloch ab. Die neue Anlage kann innerhalb von fünf Stunden den vorhandenen 5.000 Liter fassenden Wassertank füllen – dank des Anschlusses an das Back-up-System auch bei Stromausfällen. Um einen erneuten Diebstahl zu verhindern, wurde das Brunnenhäuschen entsprechend gesichert.

MEISTER IM IMPROVISIEREN: DIE AFRICAN LADDER

Bei angenehmen 20 bis 25 Grad Celsius – in Simbabwe setzte gerade der Winter ein – widmete sich das Team mit tatkräftiger Unterstützung einheimischer Handwerker der nächsten Aufgabe: der Installation der Solaranlagen auf den Dächern der beiden Einrichtungen. Die Kommunikation klappte reibungslos, da Englisch Amtssprache in Simbabwe ist. Weniger störungsfrei gestaltete sich hingegen die Stromversorgung – immer wieder behinderten Stromausfälle die Arbeiten. Um die vor Ort ausgeliehenen Bohrmaschinen und Schweißgeräte nutzen zu können, wurden daher Generatoren besorgt. Auch für fehlende Leitern wurde eine Lösung gefunden: übereinandergestapelte Tische und Stühle, die sogenannte African Ladder. Für eine optimale Energieausbeute der Solaranlagen hatten die Fachleute mit Blick auf den Winkel der Sonneneinstrahlung

darauf zu achten, dass die Solarpanels in einem Neigungswinkel von etwa 18 Grad angebracht wurden. Während in Glen Forest die Dachfläche schon nahezu perfekt ausgerichtet war, musste für Shingirirai zunächst eine Aufständering angefertigt werden. „Sobald uns hierfür auch nur ein paar Schrauben fehlten, ging angesichts der schlechten Straßenverhältnisse gleich ein halber Nachmittag für den nötigen Einkauf verloren“, blickt Brauer zurück. Zusätzliche Zeitverluste ergaben sich dadurch, dass die Rahmen für die Panels mehrfach falsch geliefert wurden.

Trotz der Widrigkeiten schaffte die Gruppe, zu der neben Brauer und Nuber auch Jonas Koch und Philipp Leube gehörten, alles, was sie sich für die fünf Wochen vorgenommen hatte. Damit die Menschen in Shingirirai und Glen Forest einen dauerhaften Vorteil haben, sollen sie selbst für den Fortbestand der Anlagen sorgen: Das beinhaltet sowohl die Pflege und Wartung als auch den Ersatz von Verschleißteilen. Die Gäste aus Deutschland haben dafür Schulungen veranstaltet und eigens angefertigte Handbücher zurückgelassen. Die Finanzierung der später benötigten Ersatzteile wollen die beiden Einrichtungen unter anderem durch Computerdienstleistungen oder durch die Vermietung von aufladbaren Lampen sichern. „Unser Begriff von Nachhaltigkeit umfasst technische, wirtschaftliche, sozialpolitische und ökologische Aspekte“, erläutert Brauer. Doch auch für ihn selbst sei der Aufenthalt in Simbabwe sehr wertvoll gewesen: „Wir sind extrem freundschaftlich aufgenommen worden, haben super mit den Menschen dort zusammengearbeitet und viel gelacht – das war eine unheimlich tolle Erfahrung.“

INFO

Der 2003 gegründete Verein Ingenieure ohne Grenzen ist eine gemeinnützige Hilfsorganisation, die ingenieurtechnische Hilfsprojekte in Entwicklungsländern plant und durchführt. Darüber hinaus unterstützt sie andere Organisationen sowie Bedürftige durch Wissenstransfer. Zu den Vereinsmitgliedern gehören sowohl aktive Ingenieure und Studenten des Ingenieurwesens als auch Unterstützer und Sponsoren.

> 23

Im Glen Forest Development Centre liegen die Dächer günstiger, sodass die Fotovoltaik-Module ohne Unterkonstruktion entsprechend der Sonneneinstrahlung direkt auf dem Dach montiert werden können.



Autodidakt Faraday: Während seiner Buchbinderlehre beginnt er, die Bücher, die er bindet, auch zu lesen. Sein physikalisches Wissen eignet er sich selbst an und wird 1833 – ganz ohne Studium – zum Professor ernannt. Zwei seiner ersten Vorlesungen behandelten übrigens auch eine Antriebsmaschine von Isambard Kingdom Brunel.



MICHAEL FARADAY: VOM BUCHBINDER ZUM ELEKTROTECHNIKEXPERTEN

Michael Faraday hatte nie eine universitäre Ausbildung genossen, und doch erarbeitete sich der Brite die Position eines weltweit geachteten Experimentalphysikers. Kaum ein anderer Wissenschaftler hinterließ so detaillierte Aufzeichnungen seiner Experimente und kam dabei fast ohne Mathematik aus. Die moderne Elektrotechnik wäre ohne Faradays grundlegende Arbeiten undenkbar.

TEXT > Marco Heinen

Obwohl ihm die Mathematik stets fremd blieb, entdeckte Michael Faraday zahlreiche physikalische Phänomene, die den technischen Fortschritt nachhaltig prägten. Neben der elektromagnetischen Rotation und Induktion entdeckte er den Diamagnetismus und befasste sich mit der Wechselwirkung von Magnetismus und Licht sowie den elektromagnetischen Feldlinien. Nach ihm sind nicht nur der Faradaykäfig, sondern auch die Grundgesetze der Elektrolyse benannt. Faraday war ein Mann der Tat, der seine Erkenntnisse aus der genauen Beobachtung heraus gewann. Während seiner Ausbildung hatte er auch Isaac Watts' Ausführungen „The Improvement of the mind“ über die Erziehung des Verstandes gelesen. Diese Hinweise zum wissenschaftlichen Arbeiten prägten Faraday: Erkenntnisse kritisch hinterfragen, starke Beweise suchen und auf der Suche nach Neuem niemals aufgeben. Bereits in jungen Jahren galt er als hervorragender Didaktiker und Redner.

GLÜCK UND VITAMIN B VERHELFFEN ZUM SPRUNG IN DIE WISSENSCHAFT

Als Michael Faraday im September 1791 als drittes von vier Kindern des Schmieds James Faraday und seiner Frau Margaret in Newington, einem heutigen Stadtbezirk von London, geboren wurde, hatte die industrielle Revolution England bereits verändert. Bei der Erforschung der Elektrizität gab es bis dato jedoch

nur kleine Erfolge: Der Italiener Luigi Galvani experimentierte 1780 mit Froschschenkeln, die sich durch Berührung von Kupfer und Eisen zusammenziehen, und schuf damit die Grundlage für die Entwicklung elektrochemischer Zellen. Um 1800 entwickelte sein Landsmann Alessandro Volta mit der voltaschen Säule einen Vorläufer der Batterie. Schließlich gelang 1820 dem Dänen Hans Christian Ørsted ein Experiment, bei dem er die Wirkung elektrischen Stroms auf eine Magnethöhle nachwies. Drei Entdeckungen, die einen wichtigen Beitrag zum Verständnis des damals noch unerforschten Phänomens der Elektrizität leisteten.

Während seiner Buchbinderlehre las der 14-jährige Michael Faraday 1805 einen Band der Encyclopaedia Britannica, der damals wichtigsten Sammlung wissenschaftlicher Erkenntnisse. Die Beschreibung einer Reibungselektroskopmaschine zur Erzeugung von Elektrizität fesselte ihn so sehr, dass er versuchte, das Modell des Naturwissenschaftlers Joseph Priestley nachzubauen.

Fünf Jahre später besuchte Faraday, ermutigt von seinem Buchbindermeister George Riebau, private Vorträge der City Philosophical Society, die Handwerkern und Lehrlingen den Zugang zur Wissenschaft ermöglichte. Hier standen die Elektrostatik, der Galvanismus und Experimente des damals in England führenden Chemikers Sir Humphry Davy, Dozent an der Royal Institution of Great Britain, auf dem Programm. Es war eine Kombination aus Glück und den Beziehungen seines Meisters, die Faraday den Zutritt zu Davys Vorträgen verschaffte. In jeder Vorlesung machte sich der junge Buchbindergeselle genaue Aufzeichnungen und



> 24

Mit der Erfindung seines Generators hat Faraday gezeigt, dass Strom auch mit Magneten erzeugt werden kann – die Grundlage unserer heutigen Stromversorgung. Und so funktioniert Faraday's Disc Electrical Generator (Unipolarmaschine): Eine Kupferscheibe rotiert durch das magnetische Feld zwischen den Polen eines Hufeisen-Magneten. Die Kraftlinien des Magneten schneiden ständig den Leiter, sodass zwischen Achse und Rand der Kupferscheibe eine nutzbare Spannung entsteht.



> 24

> 25



SIR HUMPHREY DAVY.

> 25

„Faraday ist die schönste Entdeckung, die ich je gemacht habe“, soll Sir Humphry Davy einmal gesagt haben. Bis er 1812 in den Adelsstand erhoben wurde, lehrte er zehn Jahre lang als Professor an der Royal Institution. Mit der Entdeckung der Alkalimetalle als chemische Elemente gilt Davy als Wegbereiter der Elektrochemie.

bewarb sich damit Ende 1812 bei der Royal Institution, der er bis zu seinem Tod am 25. August 1867 treu bleiben sollte. Am 1. März 1813 stellte ihn Davy als seinen Laborgehilfen ein. Gemeinsam bereisten Lehrmeister und Assistent zunächst zwei Jahre Europa, wo sie Wissenschaftlern wie André-Marie Ampère und Joseph Louis Gay-Lussac begegneten.

gebend für die Drehrichtung ist. Seine erste, zunächst anonyme, Veröffentlichung dazu in „The Quarterly Journal of Science, Literature and the Arts“ im September 1821 sowie ein weiterer Artikel zwei Monate später beeindruckten die Fachwelt. Bereits 1825 wurde Faraday zum Labordirektor der Royal Institution berufen.

FARADAYS FORSCHUNG INSPIRIERT DIE MATHEMATIK UND SETZT MASSSTÄBE FÜR DIE MODERNE ELEKTROTECHNIK

Seinen ersten großen Erfolg feierte Faraday mit der Entdeckung der „elektromagnetischen Rotation“, die Grundlage, die später zur Entwicklung des Elektromotors führte: In einer einfachen Versuchsanordnung ließ er einen drehbar aufgehängten Draht in einem mit Quecksilber gefüllten Gefäß um einen Stabmagneten kreisen. Dabei änderte sich die Rotationsrichtung je nach Position von Plus- und Minuspol. Faraday bewies damit, dass die Ausrichtung der magnetischen Pole ausschlag-

gebend für die Drehrichtung ist. Seine erste, zunächst anonyme, Veröffentlichung dazu in „The Quarterly Journal of Science, Literature and the Arts“ im September 1821 sowie ein weiterer Artikel zwei Monate später beeindruckten die Fachwelt. Bereits 1825 wurde Faraday zum Labordirektor der Royal Institution berufen.

Sechs Jahre später gelang ihm seine wohl wichtigste Entdeckung, die bis in die Gegenwart ausstrahlt: Mit der elektromagnetischen Induktion fand er das Wirkprinzip des Transformators, der als Bauelement aus der Elektrotechnik nicht mehr wegzudenken ist. Um einen Ring aus weichem Eisen, das sich besonders gut magnetisieren lässt, wand er Spulen. Während er auf der einen Seite ein Galvanometer zur Messung der Stromstärke anlegte, schloss er an die Spulen der anderen Seite eine star-

**> 26**

In der Weihnachtsvorlesung „Naturgeschichte einer Kerze“ dozierte Michael Faraday über die physikalischen Grundlagen der Kerzenflamme. Sogar Charles Dickens veröffentlichte eine Zusammenfassung in seiner Wochenzeitschrift. 1861 auch als Buch erschienen, ist die Vorlesung das beste Beispiel für Faradays didaktische Fähigkeiten.

ke Stromquelle mit einem Schalter an. Das Öffnen und Schließen des Stromkreises führte zu Ausschlägen des Galvanometers: Der Strom, der durch die Spulen auf der einen Seite floss, magnetisierte das Eisen derart, dass auch in den gegenüberliegenden Spulen Elektrizität messbar wurde. Das war der Beweis, dass sich Magnetismus in Strom umwandeln ließ – die elektromagnetische Induktion war gefunden. Der Physiker James Clerk Maxwell, der sich ab 1855 mit Faradays Arbeiten beschäftigte, übertrug diese Entdeckungen in mathematische Gleichungen, die sogenannten Maxwellgleichungen.

Das Phänomen, dank welchem Faradays Name schließlich weltweite Be-

rühmtheit erlangte, geht auf einen Versuch von 1836 zurück: Der Forscher umwickelte einen Holzkubus mit Kupferdrähten und Zinnfolie. Er kletterte mit einem Elektroskop in das Holzgestell und ließ von außen Strom anlegen. Das Gerät reagierte nicht. Faraday konnte keine Spannung feststellen und fand damit den elektrostatisch abgeschirmten Raum. Heute findet der Faradaykäfig Anwendung bei der Abschirmung von Messinstrumenten, elektrischen Leitungen oder dem Blitzschutz von Gebäuden. Und nicht zuletzt gibt er Autofahrern das gute Gefühl, auch bei starken Gewittern in ihrem Fahrzeug sicher zu sein.

MEILENSTEINE

- Circa 600 v. Chr.** Thales von Milet reibt Bernstein – altgriechisch *élektron* – an einem Tierfell und beobachtet, dass Fell und Stroh daran haften bleiben.
- 1672** Otto von Guericke konstruiert einen Apparat zur Erzeugung elektrischer Ladung mittels Reibung. Wichtigstes Element seiner „Elektrisiermaschine“ ist eine drehbare Schwefelkugel.
- 1780** Alessandro Volta konstruiert die voltasche Säule: Aus Kupfer, Zink und einem Elektrolyten wird erstmals ohne Reibung Strom erzeugt.
- 1866** Werner von Siemens baut die erste Dynamomaschine. Sie beruht auf dem von Faraday entdeckten Prinzip der elektromagnetischen Induktion.

TIEFEN

CAUTION
ROAD USER !!
CRANE PASSING
ALONG THIS PATH



A large, complex metal structure, likely an offshore oil rig, is shown against a blue sky with light clouds. The structure is composed of many interconnected beams and platforms, extending from the water's surface upwards. The foreground shows a dark blue sea. The overall scene is industrial and maritime.

ÖL AUS DEN DER MEERE

Rund 80 Prozent der Projekte, die die etwa 120 Spezialisten von Brunel Nigeria bereits realisiert haben, sind Offshore-Erdöl-Projekte. Zu den Kunden des 2003 eröffneten Standorts zählen Marktführer wie Shell, Total oder ExxonMobil. Diese und weitere Unternehmen werden mit Ingenieuren für die Tiefseeförderung oder für die Inbetriebnahme von Offshore-Anlagen, mit Vormännern für den Deckbetrieb oder mit Terminal-Mitarbeitern unterstützt. Seit 2007 sind diese und weitere Spezialisten auch im Usan-Projekt in Nigeria im Einsatz.



**DAS ÖLFELD USAN
LIEGT RUND**

100

**KILOMETER
VOR DER SÜDÖSTLICHEN
KÜSTE NIGERIAS.**

**AN DER ERSCHLIESSUNG DES ÖLFELDS USAN IST
EIN ROHÖLAUFBEREITUNGSSCHIFF (FLOA-
TING PRODUCTION, STORAGE AND OFFLOADING
VESSEL, FPSO) BETEILIGT. ES IST AUF DIE
VERARBEITUNG VON**

180.000

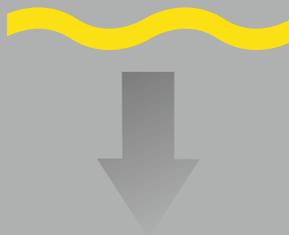
**BARREL ROHÖL TÄGLICH
AUSGELEGT UND KANN 2 MILLIONEN BARREL ÖL
ZWISCHENLAGERN.**

MIT DER ERDÖLPRODUKTION ERWIRTSCHAFTET NIGERIA

20% SEINES BIP.

Angesichts der schwindenden Vorräte an fossilen Rohstoffen auf dem Festland ist das Usan-Projekt von großer Bedeutung für Nigeria. Die Rohölreserven des Landes belaufen sich auf 37,2 Milliarden Barrel, für die die USA der größte Abnehmer sind. Auch ein Großteil des Öls aus dem Usan-Ölfeld fließt in die USA sowie

nach Asien. Darüber hinaus fungiert das Projekt als wichtiger Arbeitgeber: Laut Informationen des Betreibers wurden bis Anfang 2012 allein in Nigeria über 500.000 Mannstunden Ingenieurstätigkeit und über 14 Millionen Mannstunden Bau- und Montageleistungen geleistet.



**USAN WURDE 2002 ENTDECKT UND WIRD VON
TOTAL BETRIEBEN. DIE GESCHÄTZTEN
GESAMTKOSTEN DES PROJEKTS BELAUFEN
SICH AUF**

8 Mrd.

US-DOLLAR.

**USAN IST EIN TIEFSEEPROJEKT. DIE WASSERTIEFE
LIEGT ZWISCHEN**

750 UND 850

METERN.



MIT EINER HÖHE VON 150 METERN, EINER LÄNGE VON 320 METERN UND EINER BREITE VON 61 METERN IST DAS ROHÖLAUFBEREITUNGSSCHIFF (FPSO) EINES DER GRÖSSTEN SEINER ART WELTWEIT. ES HAT EINE FLÄCHE VON

4 FUSSBALLFELDERN.

DIE GESCHÄTZTEN RESERVEN VON USAN BELAUFEN SICH AUF

500 Mio. BARREL ÖL.



INSGESAM GIBT ES

4

BRUNEL STANDORTE IN AFRIKA: NIGERIA, ANGOLA, LIBYEN UND TSCHAD.

BRUNEL NIGERIA: ONSHORE OFFICE FÜR OFFSHORE-LÖSUNGEN

Tiefseeprojekte wie Usan erfordern den Einsatz von Spezialschiffen wie das FPSO. Diese schwimmenden Anlagen sind so ausgestattet, dass alle Vorgänge direkt an Bord möglich sind: Von der Verarbeitung über die Lagerung bis hin zur Weiterleitung des Öls. Über eine Verladeboje, an die das FPSO das Rohöl zuvor über gesonderte Schlauchleitungen gepumpt hat, können Tanker das Öl direkt übernehmen. Der Bau eines solch komplexen Rohölaufbereitungsschiffs erfordert Fachwissen in den Bereichen Schiffbau, Schiffmaschinenbau und Maschinenbau. Als Spezialist für Erdölprojekte kann Brunel Nigeria diese erforderlichen Kenntnisse bereitstellen – jederzeit und weltweit.

IN JEDER PHASE WAREN ODER SIND

18–30



SPEZIALISTEN VON BRUNEL AM BAU DES FPSO BETEILIGT: DIE ENTWICKLUNG BEGANN 2007 IN PARIS, DIE PRODUKTION ERFOLGTE IN ULSAN (KOREA) UND SEIT ANFANG 2012 FÖRDERT UND PRODUZIERT DAS FPSO ÖL IN NIGERIA.



EIN PROJEKTMANAGER ZWISCHEN DEN KONTINENTEN

Zwei Rechner und zwei Telefone – das sind die Werkzeuge, mit denen Dr. Zbigniew Marciniak täglich arbeitet. Als Projektleiter verantwortet er die Entwicklung einer Software für die 3-D-Visualisierung einer Steuerungseinheit für schwere Maschinen – parallel in Australien und in Deutschland.

TEXT > Stine Behrens

Die Arbeitstage von Dr. Zbigniew Marciniak beginnen früh: Wie am heutigen Dienstag schaltet er jeden Morgen um etwa 7.20 Uhr seinen Arbeitsplatzrechner und sein Notebook an. Zum einen hat der promovierte Ingenieur für Produktionstechnik kein Problem mit dem frühen Aufstehen. Zum anderen sind die Morgenstunden der beste Zeitpunkt, um Telefonate mit seinen Kollegen in Australien zu führen. Denn die stehen bereits kurz vor dem Feierabend, wenn ihr Projektleiter im über 16.500 Kilometer entfernten Ruhrgebiet sein Büro betritt. „Ich werde häufig gefragt, ob die Zeitverschiebung eine Herausforderung darstellt“, berichtet Dr. Marciniak. „Tatsächlich nehme ich sie mittlerweile kaum noch wahr. Denn es ist alles eine Frage der Organisation: Telefonkonferenzen führen wir in der Früh durch, der Großteil der Kommunikation findet per Mail statt und ich bin häufig in Australien vor Ort.“

Der Brunel Spezialist leitet für einen namhaften Hersteller von Maschinen und Anlagen für den Bergbau zwei Entwicklungsprojekte parallel – eins im australischen Sydney und eins in Deutschland. Kern beider Projekte ist die Entwicklung einer Software für die 3-D-Visualisierung einer Steuerungseinheit für schwere Maschinen. Dr. Marciniak: „So ist es möglich, die Arbeit der Maschinen von jedem Ort aus in Echtzeit in quasi fotorealistischer Darstellung zu verfolgen.“ Fünf bis zehn interne Experten plus externe Software-Dienstleister arbeiten an jedem der Projekte mit. Sie alle informieren den Projektleiter kontinuierlich über Fortschritte oder Probleme. Rund zweieinhalb Stunden lang liest und beantwortet er an diesem Vormittag die sowohl auf Deutsch als auch auf Englisch verfassten E-Mails der Maschinenbaukonstruktoren und Software-Programmierer. „Zwar ähneln sich die Inhalte der Projekte, die fachlichen He-

rausforderungen sind jedoch sehr unterschiedlich“, erklärt Dr. Marciniak, „denn in Down Under werden konkrete Anforderungen eines Kunden erfüllt; die Arbeitsgruppe in Deutschland entwickelt dagegen eine allgemeine Software, die später für verschiedene Kunden und auf unterschiedliche Maschinentypen anwendbar ist.“

TEAMWORK IST DIE BASIS FÜR INNOVATIVE TECHNOLOGIEN

Eine der E-Mails druckt der Projektleiter direkt aus: Ein Programmierer des australischen Projekts kündigt an, dass möglicherweise aufgrund eines noch ungeklärten Fehlverhaltens des Systems eine Deadline überschritten wird. Den Ausdruck nimmt der Projektleiter mit in die wöchentliche Statusbesprechung, die

7.12

Dr. Zbigniew Marciniak auf dem Weg zu seinem Büro. Er unterstützt einen namhaften Hersteller von Maschinen und Anlagen für den Bergbau bei der Entwicklung neuer Technologien.



9.55

Über das Treppenhaus erreicht Dr. Marciniak nur einen Teil seiner Kollegen. Denn der Brunel Spezialist leitet derzeit zwei Entwicklungsprojekte: eins in Deutschland, eins in Australien.



12.05

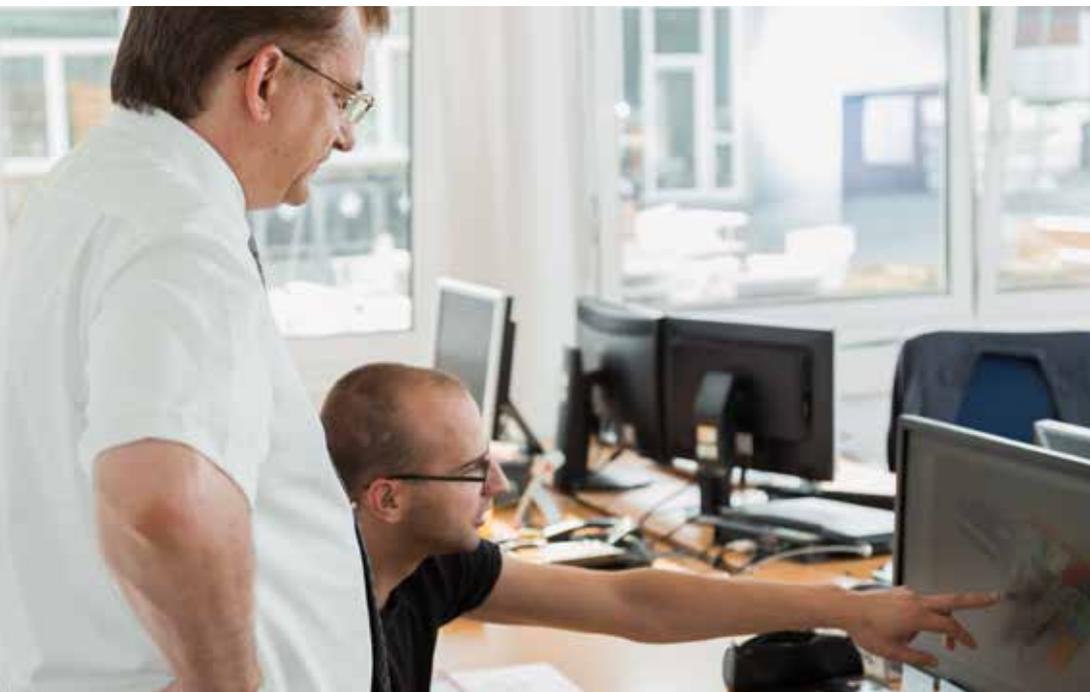
Experten im Gespräch: Auf dem Weg in die Kantine diskutiert Dr. Marciniak mit einem Kollegen aktuelle Projekte.





14.45

Das Telefon, ein Smartphone, ein Arbeitsplatzrechner sowie ein Notebook sind die Werkzeuge von Dr. Marciniak. Dank dieser Geräte steht er permanent mit seinen Kollegen sowie den Dienstleistern in Kontakt.



15.30

Auf leistungsstarken Rechnern wird der Prozess geprüft. Von Deutschland aus wird die Entwicklung Down Under unterstützt.



18.15

Nach einem erfolgreichen Arbeitstag steigt Dr. Marciniak wieder in sein Auto. Einen Teil seiner Arbeit trägt er immer bei sich: Ohne Smartphone verlässt der Projektleiter nie das Haus.

um 10 Uhr im Konferenzraum stattfindet. Anwesend sind sowohl Vorgesetzte von Dr. Marciniak als auch Informatiker und Ingenieure, die an den beiden prestigeträchtigen Innovationsprojekten mitarbeiten. Nachdem Dr. Marciniak sie über den Status quo informiert hat, wird das Problem des australischen Kollegen diskutiert. Die Lösung: Ein Software-Experte aus dem deutschen Team soll kurzfristig in die kontinentübergreifende Fehlersuche eingebunden werden. „Dieser interne Know-how-Austausch ist meiner Erfahrung nach sehr wichtig und funktioniert hier stets zügig und unkompliziert“, zeigt sich der Projektleiter zufrieden.

DR. MARCINIAK: „TRANSPARENZ IST VON GROSSER BEDEU- TUNG“

Zurück an seinem Schreibtisch informiert er alle betreffenden Spezialisten via E-Mail über die neue Herausforderung sowie den Lösungsweg. Anschließend nimmt er die Abweichung vom Projektverlauf in die Dokumentation auf. Als Verantwortlicher hat er alle Arbeitsstrukturen auf Monate im Voraus vorgegeben. Permanent kontrolliert er die Fortschritte und dokumentiert jede Veränderung. Eine Routineaufgabe, die ebenso zeitintensiv wie wichtig ist. Denn: „Transparenz ist neben Teamwork aus meiner Sicht von großer Bedeutung für die erfolgreiche Umsetzung solch umfassender und in diesem Fall auch wegweisender Projekte.“

Um kurz nach 12 Uhr geht er zur Kantine, die sich im Nebengebäude befindet. Hier trifft er sich mit Kollegen aus anderen Bereichen des Unternehmens. Immer mit dabei: Sein iPhone. „Das Handy ist mein ständiger Begleiter, auch nach Feierabend“, berichtet er. Allerdings versucht er, sowohl während der Mittagspause als auch nach 20 Uhr keine dienstlichen E-Mails mehr zu checken oder Telefonate

zu führen. Trotzdem ist es in seiner Funktion wichtig, immer erreichbar zu sein.

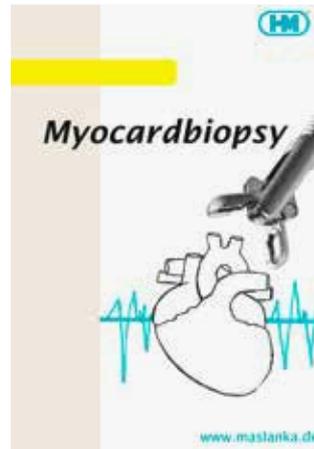
Um 13 Uhr weckt der erfahrene Projektleiter seine Rechner wieder aus dem Energiesparmodus. Auf dem leistungsstarken Arbeitsplatzrechner kann Dr. Marciniak den Entwicklungsprozess der 3-D-Software überprüfen. Das Notebook fungiert als tragbares Büro: Hierüber läuft seine schriftliche Kommunikation sowie die Terminkoordination. Jetzt zeigt der digitale Kalender an, dass sich Dr. Marciniak den frühen Nachmittag für ein wichtiges Thema geblockt hat: Die Auswahl eines Dienstleisters für das in Deutschland abzuwickelnde Projekt. Denn während das australische Team bereits seit dem vergangenen Sommer an der Software für die dreidimensionale Darstellung der virtuellen Realität arbeitet, befinden sich die deutschen Entwickler noch in der Anfangsphase. Die Entscheidung, mit welchem Zulieferer für die Visualisierungssoftware zusammengearbeitet wird, ist ein langwieriger Prozess. Zwei Firmen hat der Projektleiter in den vergangenen Wochen begutachtet, zwei weitere folgen. „Ich vergleiche nicht nur deren Angebote und Vorschläge für Timings, sondern prüfe auch genau, welches Unternehmen unsere Anforderungen fachlich und personell erfüllen kann“, fasst er zusammen.

Idealerweise soll wie in Australien auch in Deutschland nur mit einem externen Partner zusammengearbeitet werden, „um eine schlanke und zügige Umsetzung sicherzustellen.“ Da er demnächst erneut nach Sydney fliegen wird, setzt Dr. Marciniak gegen 15.45 Uhr seine bereits vor Wochen begonnenen Vorbereitungen der Dienstreise fort. Fünf Arbeitstage lang wird er dort sein, vom Land allerdings nicht mehr sehen, als den Flughafen, sein Hotel, die unternehmenseigene Niederlassung sowie die Entwicklungsräume des Software-Zulieferers. Ziel der Reise ist die detaillierte Verifikation der Projektfortschritte sowie konkrete Reviews der einzelnen Software-Module. Dabei hält er natürlich permanent Kontakt zu den Spezia-

listen, die in Deutschland die Entwicklung der neuen Software weiter vorantreiben. Um den straffen Zeitplan zu organisieren, erstellt Dr. Marciniak für jedes Meeting eine Agenda und sendet diese im Vorfeld mit der Bitte um Kommentare an alle Teilnehmer. Fünf von ihnen haben in den vergangenen 24 Stunden geantwortet und der Projektleiter verbringt die nächsten zwei Stunden mit der Anpassung der Tagesordnungspunkte.

TEAMWORK, TRANSPARENZ – UND PERFEKTE ORGANISATION

Seine beiden Rechner sind bereits runtergefahren, als kurz nach 18 Uhr das Telefon auf seinem Schreibtisch klingelt: Ein für den morgigen Vormittag angesetztes Status-Meeting wird auf den Nachmittag verschoben. Für Dr. Marciniak bedeutet dies, dass er ein dort geplantes Treffen mit einem internen Experten für Sensorik verlegen muss. Auf dem Weg zu seinem Wagen informiert er den Kollegen per E-Mail und trägt die Terminänderung in den Kalender seines Smartphones ein, das mit seinem Notebook synchronisiert ist. Alles nur eine Frage der Organisation.



JUGENDFORSCHER BLICKEN IN DIE ZUKUNFT: EIN HERZ FÜR DIE MEDIZINTECHNIK

Im Rahmen des Querdenkerwettbewerbs der IHK Schwarzwald-Baar-Heuberg lud die Firma H. + H. Maslanka Chirurgische Instrumente GmbH Jugendliche aus ganz Deutschland dazu ein, eine anatomische Herzzeichnung anzufertigen. Die 18-jährige Laura Schimpf aus Sachsen-Anhalt überzeugte mit ihrem Entwurf und gewann das Preisgeld in Höhe von 150 Euro. Für die Schülerin jedoch viel wichtiger: Ihre Zeichnung ziert heute eine Produktbroschüre für formbare Biopsiezangen.

TEXT > Laura Schimpf

Wenn ich in meiner Freizeit nicht gerade zeichne oder Plakate für Veranstaltungen in unserem Ort gestalte, bin ich immer auf der Suche nach künstlerischen Wettbewerben. Denn Kunst ist neben Musik und Mathe mein Lieblingsfach und wird an unserem Gymnasium mit Spezialzweig Kunst auch stark gefördert. So stieß ich auf die Ausschreibung der Firma Maslanka, die ein neues Motiv für einen Kardiologie-Flyer suchte. Und was passte hier besser als eine Herzzeichnung? Natürlich hatten wir im Biologieunterricht bereits den Aufbau des Herzens behandelt, doch das lag schon ein paar Jahre zurück. Also suchte ich selbst nach geeigneten Vorlagen und wie sonst auch, wenn ich detailgetreue Dinge zeichne, ist hier das Internet meine Quelle Nummer eins. Also sah ich mir zunächst anatomische Abbildungen von Herzen an und fing an zu zeichnen. Meine Idee war, den Herzmuskel mit einer Herzfrequenzlinie zu verbinden, schließlich war die Zeichnung ja für ein medizintechnisches Produkt gedacht, mit dem

Chirurgen Gewebeproben aus dem Herzmuskel entnehmen können. Um diesen Aspekt anzudeuten, wollte ich neben dem Herzen auch Hände in die Zeichnung integrieren. Besonders schwierig war es, die richtige Zusammenstellung zu finden. Denn das Bild sollte zwar die Blicke des Betrachters auf sich ziehen, aber dennoch nicht kitschig wirken. Schließlich reichte ich mehrere Entwürfe ein, jeweils etwas variiert in Form und Farbe. Als mir nach ein paar Wochen mitgeteilt wurde, dass einer meiner Entwürfe zum Siegerbild erkoren wurde, freute ich mich riesig. Richtig stolz war ich aber, als ich dann den gedruckten Flyer mit meinem Herzmotiv in den Händen hielt. Endlich mal ein Wettbewerb, bei dem die Beiträge auch umgesetzt werden! Ob ich später mal einen medizintechnischen Beruf wähle oder lieber meine künstlerische Ader auslebe, weiß ich noch nicht. Mein letztes Praktikum habe ich in einem Wasserlabor absolviert. Nun muss ich bis zum Abitur herausfinden, wofür mein Herz wirklich schlägt.

Impressum

AUSGABE 20 || Oktober 2012

REDAKTIONSANSCHRIFT

Brunel GmbH | Redaktion Der Spezialist
Airport City | Hermann-Köhl-Str. 1 | 28199 Bremen
der-spezialist@brunel.de
t. +49 421 169 41-14

HERAUSGEBER

Brunel GmbH

VERANTWORTLICHER REDAKTEUR (V. I. S. D. P.)

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

REDAKTION

DIALOG Public Relations, Bremen

GESTALTUNG

GfG / Gruppe für Gestaltung GmbH, Bremen

FOTOGRAFIE (COPYRIGHTS)

Sofern nicht abweichend, alle Angaben als Bildnummern:

GfG / Gruppe für Gestaltung (Titel, U2, S. 3, 03, S. 7–5. 9, S. 11–5. 13, S. 20–S. 21, 08–10, S. 29–S. 35, S. 54, S. 56 (Hintergrund: Technisches Denkmal Schaufelradbagger 1452-SRs, Hagenwerder) S. 57–S. 59, S. 73–S. 74, U3), Nikolai Kashaev (01), Clemens Brauer (02, S. 5, 20–23, S. 61), Nigel Young / Foster + Partner (S. 5, S. 14–S. 15), ddp images (S. 5, 15–16, S. 42), Willi Fuchs (S. 10), Johann Overath (S. 16), pa picture alliance (04), Thinkstock (05, S. 18–S. 19, S. 25, S. 52, U4), Wikipedia (06/Steffan Sturm, S. 40/Fornax/Carla Antonini, S. 42/P'TIFLOUV), imago/photo2000 (07), Udo Ungeheuer (S. 19), Reuters (S. 68–S. 69), Rob Willems / Principal Blue (S. 25, 11–12), GO SwissDrive AG (S. 27, 13), Brunel Car Synergies (14, S. 29), Getty Images (S. 36–S. 37, 17, S. 64, 24, 26), David Walmsley (S. 39), Jorge Fernandez dos Santos (S. 41), Hewlett Packard (S. 43), Chevron Corporation (S. 44–S. 45, 18–19), Jürgen Schwager (S. 51), Peter Harrop (S. 51), Shutterstock (S. 52), Jeroen Ekkel (S. 55), Wikimedia Commons (25), Laura Schimpf (S. 76), Robert Uhde (U3), Ralf Schrank (U3)

DRUCK

Druckerei Girzig + Gottschalk GmbH, Bremen

ERSCHEINUNGSWEISE

2 Ausgaben/Jahr, Auflage 30.000 Stück

Brunel



INFOPOST
Ein Service der Deutschen Post

ALLEMAGNE Port payé

Brunel GmbH | Airport City | Hermann-Köhl-Str. 1 | 28199 Bremen



Brunel GmbH
Airport City
Hermann-Köhl-Str. 1
28199 Bremen

t. +49 421 169 41-14
brunel.de
der-spezialist@brunel.de