

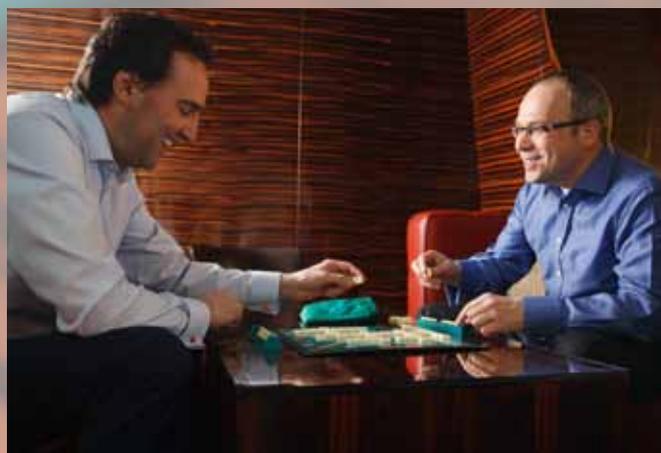
Der SPEZIALIST

Das Magazin für Technik und Management

Wachstumsmarkt Offshore-Windkraft Herausforderungen für die Wirtschaft
IT-Trends der Zukunft Innovationstreiber der Arbeitswelt
Technisches Neuland auf See Einmalige Reparaturlösung für die Ölplattform Siri



Beim Scrabble ist es ein bisschen wie im Job:
Es braucht Sprachkenntnisse und eine gute
Portion Fantasie und Einfallsreichtum, um zu
gewinnen.



Als europäische Doppelspitze sind sie ein guter Beleg für die sich wandelnde Arbeitswelt: General Manager Gerjan Mazenier und Dr. Ralf Napiwotzki.

Arbeitsplatz Europa

Für unsere Urlaubsreisen sind die Grenzen in Europa schon lange offen. Für den Arbeitsmarkt fallen sie zunehmend, wodurch die Grundidee Europas als großer Wirtschaftsraum mehr und mehr auch in den Köpfen der Menschen ankommt. Zwar stehen wir auf dem Weg zu einer internationalen Arbeitswelt noch ganz am Anfang, bei Brunel haben wir die Weichen dafür bereits gestellt. Schließlich müssen sich unsere Kunden schon heute im globalen Wettbewerb durchsetzen. Auf der anderen Seite wandeln sich auch die Arbeitsformen, sie werden abwechslungsreicher, flexibler und verstärkt international. Das passt letztlich gut zu den Erwartungen der Menschen, denn ein Job ist heute nicht mehr nur ein Job. Mitarbeiter suchen Herausforderungen, wollen viele Erfahrungen sammeln und zunehmend international arbeiten.

Für uns als Manager liegt die Kunst darin, uns entsprechend für Kunden und Mitarbeiter aufzustellen: Den Unternehmen müssen wir einerseits ein Netzwerk bieten, das den grenzüberschreitenden Zugang zu Know-how ermöglicht. Unsere Mitarbeiter erwarten andererseits eine große Vielfalt attraktiver Projekte. Zudem tragen wir auch soziale Verantwortung, unser internationales Know-how für einen guten Zweck einzubringen. Darum unterstützt Brunel beispielsweise die „Ingenieure ohne Grenzen“.

Auf unseren Geschäftsreisen in Europa fällt uns auf, auch wenn Ländergrenzen kaum noch eine Rolle spielen, bleiben kulturelle, strukturelle und gesetzliche Unterschiede. Selbst wenn diese nicht groß sind, ist es wichtig, auf sie einzugehen und sie zu respektieren. Für uns gilt dies besonders im Hinblick darauf, dass Brunel in den nächsten Jahren allein in Europa 20 neue Standorte eröffnet. Wir wollen nah am Kunden sein, uns vor Ort vernetzen und dabei ist es uns wichtig, die regionalen Kulturen und Werte zu wahren.

Unsere Aufgabe als Manager ist es, die Zusammenarbeit und das Miteinander ohne Begrenzungen zu ermöglichen. Beispielhaft dafür porträtiert Der Spezialist in jeder Ausgabe Brunel Mitarbeiter, die dieses Miteinander während ihrer täglichen Arbeit sowohl auf lokaler Ebene als auch bei internationalen Projekteinsätzen leben. Und auch die Brunel Kompetenzrunde in dieser Ausgabe zum Thema Windenergie zeigt, dass wir den heutigen Herausforderungen der Wirtschaft am effektivsten durch eine grenzübergreifende Zusammenarbeit begegnen können.



Wir wünschen Ihnen nun eine gute Lektüre!

Köpfe dieser Ausgabe



> **01 KOLJA OSTROWSKI [37]** ist der Brunel Experte in Sachen Windenergie in Europa. Als Geschäftsbereichsleiter der Region Nord betreut er neben vier Standorten auch das Entwicklungszentrum Brunel Transport & Energy in Rostock. „Zugpferd der nordeuropäischen Wirtschaft ist neben der Konsumgüterindustrie und der Energietechnik vor allem die maritime Industrie. Hier kommt Deutschland eine Vorreiterrolle zu“, weiß der Maschinenbauingenieur. Nicht nur beruflich ist der gebürtige Bremerhavener mit den Küstenregionen vertraut: Schon seine beiden Großväter fuhren zur See. Heute gewinnen die Meere vor allem für die Offshore-Windkraft an Bedeutung. Deren Potenziale und Herausforderungen diskutiert Kolja Ostrowski gemeinsam mit seinen Kollegen ab Seite 34.



> **02 DR. GUY THERAULAZ [50]**, der Forschungsdirektor des Nationalen Zentrums für wissenschaftliche Forschung der Université Paul Sabatier in Toulouse, erforscht seit über 20 Jahren die Entstehung von Schwarmintelligenz. Seit seinem Studium der Neurobiologie begeistert er sich für die damals gerade aufkeimende Idee des künstlichen Lebens (Artificial Life), also der Vision, Eigenschaften von Lebewesen wie Reproduktion, Evolution oder Kommunikation per Computer zu simulieren. „Mir war klar, dass uns das Verständnis des kollektiven Verhaltens sozialer Insekten auch bei der Erforschung künstlicher Intelligenz weiterbringen würde“, so der Verhaltensforscher. Über den heutigen Stand der Swarming-Forschung lesen Sie weiter auf Seite 12.



> **03 JENS VOLLERS [45]**, Diplom-Ingenieur für Verfahrenstechnik, ist derzeit bei der Papenburger Meyer Werft eingesetzt und betreut den Bau von Kreuzfahrtschiffen. Wie im Ingenieurberuf zunehmend üblich, arbeitet der Brunel Spezialist projektbezogen als Teil eines Teams. „Jedes Schiff hat einen eigenen Charakter mit seinen ganz speziellen Herausforderungen“, berichtet er. Gelöst werden diese von Ingenieuren, Architekten und technischen Zeichnern. Den Informationsfluss innerhalb dieses Teams steuern die jeweiligen Baugruppenverantwortlichen – einer von ihnen ist Jens Vollers. So unterschiedlich die Kompetenzbereiche seiner Kollegen auch sein mögen: Der ersten Probefahrt fiebern sie alle gleichermaßen entgegen. Mehr dazu lesen Sie ab Seite 26.

Schauplätze dieser Ausgabe



Brunel Spezialisten weltweit im Einsatz:
Lesen Sie auf Seite **44** mehr über die internationalen
Projekte von Stephan Riemann.

Inhalt

DER SPEZIALIST

- SEITE 06 **Im Fokus: Die IT-Trends der Zukunft – Innovationstreiber für die Arbeitswelt**
- SEITE 12 **Forschung: Über die Intelligenz des Kollektivs**
- SEITE 17 **Kompakt: Aus unserer Sicht, Kurzmeldungen, Tipps, Termine**
- SEITE 20 **Spektrum: Operation Siri – technisches Neuland auf der Nordsee**
- SEITE 24 **Wissen: Smart Home – neue Technologien für intelligentes Wohnen**
- SEITE 26 **24 Stunden: Ein Schiff entsteht: Ein Tag mit Diplom-Ingenieur Jens Vollers**
- SEITE 30 **History: Die erste Programmiersprache der Welt**
- SEITE 34 **Kompetenz: Aufwind in Nordeuropa – Wachstumsmarkt Offshore-Windenergie**
- SEITE 38 **Wissen: Wussten Sie, dass die Brennstoffzelle schon 1838 entdeckt wurde?**
- SEITE 40 **Im Dialog: Cloud Computing: Dienstleistung mit Zukunftspotenzial?**
- SEITE 44 **Profil: Mit dem Werkzeugkoffer um die Welt**
- SEITE 46 **Querdenken: Vom Schiffshebewerk zum Stromspeicher**
- SEITE 50 **Ausblick: Jugendforscher blicken in die Zukunft: Die Evolution als Vorbild für optimierte Wasserkraft**

Impressum



Forschung – SEITE 12



Spektrum – SEITE 20



Kompetenz – SEITE 34



Die IT-Trends der Zukunft – Innovationstreiber für die Arbeitswelt

Moderne IT-Technologien sorgen für einen nachhaltigen Wandel. Längst haben sich völlig neue Formen der Kommunikation etabliert, eine steigende Mobilität und der Energiebedarf moderner Rechenzentren bestimmen die IT der kommenden Jahre. Welche Perspektiven sehen Unternehmen in dem Wandel der Informationstechnologie? Der Spezialist fasst die wichtigsten IT-Trends zusammen.

TEXT > Robert Uhde



PORTRÄT

Olav A. Waschkies ist stellvertretender Vorsitzender der Fachgruppe „Mobile“ im Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e.V. Seit 2000 ist der Betriebswirt beim Internetdienstleister Pixelpark AG tätig und verantwortet am Kölner Standort die Unit E-Commerce & E-Marketing.

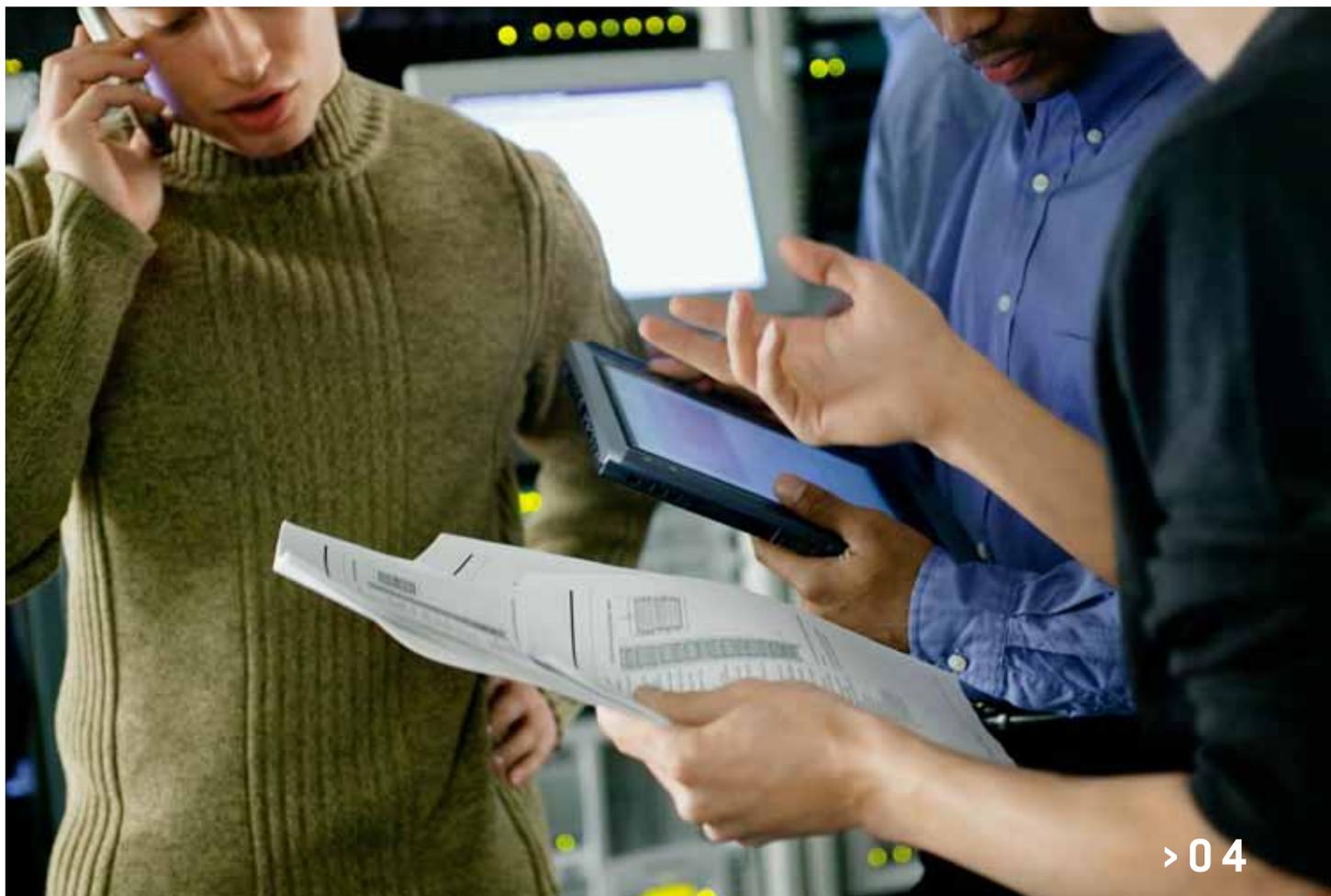
„Wer nur einen Augenblick darüber nachdenkt, wie unsere Arbeitswelt vor zehn Jahren aussah, der kann sich vorstellen, dass wir in den kommenden zehn Jahren erneut eine deutliche Veränderung erleben werden“, prophezeit Olav A. Waschkies, stellvertretender Vorsitzender der Fachgruppe „Mobile“ im Bundesverband Digitale Wirtschaft (BVDW) e.V. Befragt nach den IT-Trends der kommenden Jahre sind sich die CIOs (Chief Information Officer) mittelständischer Unternehmen nahezu einig: Die Zukunft ihres Unternehmens liegt vorrangig im Wandel der Arbeitswelt durch neue IT-Entwicklungen. Dies bestätigen aktuelle Studien wie etwa die „IT-Perspektiven 2020“. Als wichtige Innovationstreiber werden hier die steigende Mobilität

sowie der Klimawandel und eine ressourcenschonende IT genannt.

Aus den erwarteten Trends lassen sich konkrete Maßnahmen ableiten, die den Wandel der Arbeitswelt unmittelbar und nachhaltig beeinflussen. Viele Unternehmer setzen darauf, das eigenverantwortliche Handeln der Mitarbeiter zu stärken. Die gewohnte Präsenzkultur in deutschen Firmen könnte damit schon bald der Vergangenheit angehören. Stattdessen werde sich laut der Studie zunehmend der „Mobile Worker“ durchsetzen, der flexibel und unabhängig von Zeit und Ort seiner Tätigkeit nachkommt. Die technische Basis bilden moderne IT-Lösungen wie das Cloud Computing, die im Bedarfsfall eine vollständige IT-Infrastruktur über das Netz zur Verfügung stellen. Das tradierte Büro mit festen Arbeits- und Anwesenheitszeiten wird sich dabei immer mehr auflösen. Stattdessen stimmen sich die Kollegen per Chat ab, Meetings finden über Videokonferenzen statt und Mitarbeiter arbeiten flexibel in Anwendungen und Geschäftsprozessen, die aus der Cloud kommen.

MOBILITÄT ALS CHANCE UND HERAUSFORDERUNG FÜR NEUE GESCHÄFTSWEGE

Die mobile Kommunikation (Mobile Computing) hat jedoch nicht nur Auswirkungen auf den Berufsalltag der Mitarbeiter. Sie wird



> 04

von den Unternehmen zunehmend als Chance und Anforderung verstanden, zusätzliche Vertriebswege und neuartige Geschäftsmodelle aufzubauen. „Die intelligente Nutzung der mobilen Kommunikation ermöglicht dem Kunden, direkt und jederzeit mit den Services des Herstellers oder Dienstleisters in Beziehung zu treten“, beschreibt Olav A. Waschkies die neuen Perspektiven. Wichtig sei hierbei die konsequente Einbindung in eine umfassende Digitalstrategie, da reine Insellösungen in der Regel keinen Erfolg versprechen. Als einen Trendsetter in diesem Bereich führt Waschkies die Lufthansa an, die seit Jahren im Markt für Innovationen und wertsteigernde Dienste im mobilen Bereich steht – sei es mit ihrer mobilen Website oder mit ihren unterschiedlichen Apps, die jeweils einen klaren Nutzerwert bieten. Und auch der Hotel-Reservierungsservice HRS nutzt konsequent die mobile Kommunika-

tion: „Auch hier werden von der stationären Website über die Smartphone-App bis hin zur iPad-App die Möglichkeiten des jeweiligen Endgeräts optimal genutzt“, erläutert Waschkies.

Ähnlich positiv bewertet auch Peter M. Färbinger, Herausgeber und Chefredakteur des Magazins E-3, die Potenziale der neuen Technologie: „Mobile Computing bringt die IT direkt an den Ort des Geschehens, sodass sämtliche Prozessschritte unmittelbar erfolgen und ausgewertet werden können.“ Entscheidend sei dabei, dass der Einsatz der neuen Technologie kein Sicherheitsrisiko darstelle und dass er sich durch effizientere Geschäftsabläufe finanzieren müsse. Wichtige Parameter dafür sind die IT-unterstützte Automati-

> 04

IT-Verantwortliche sehen in der steigenden Mobilität ein großes Potenzial. Durch eine zeit-, standort- und geräteunabhängige Datenbereitstellung wird die Arbeit für Mitarbeiter individuell gestaltbar. Zudem erhöht der Zugang über mobile Endgeräte die Flexibilität für die Kunden.



sierung und Optimierung gängiger Unternehmensprozesse sowie die Vereinfachung vorhandener Strukturen durch die Standardisierung von IT-Systemen und -Prozessen.

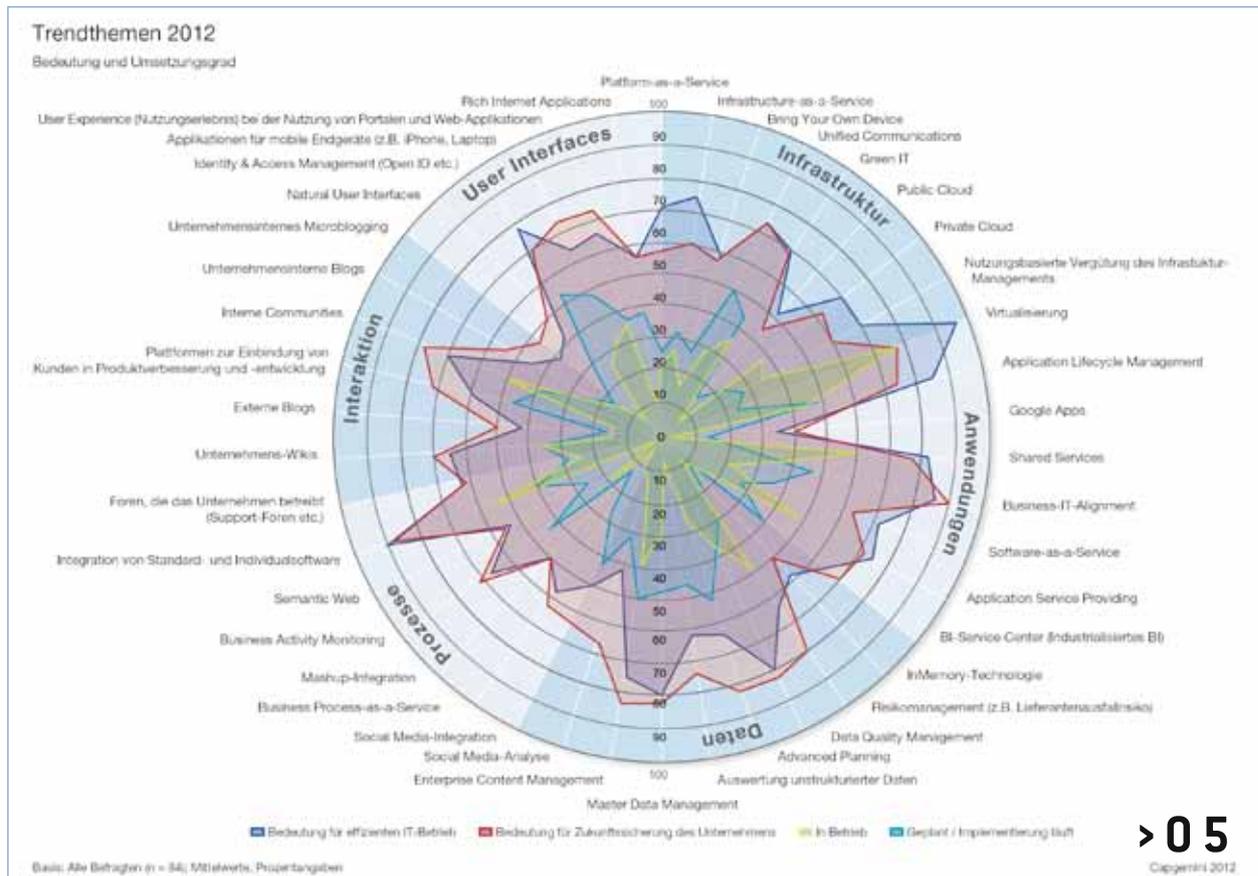
„Konkret heißt das: Nur wenn zum Beispiel auf einen Blick erkennbar ist, welche Auswirkungen ein aktueller Geschäftsvorfall auf die Lieferkette hätte, können die Mitarbeiter direkt vor Ort beim Kunden zügig alle relevanten Informationen verarbeiten und schnell Entscheidungen treffen“, erklärt Färinger.

IT-TRENDS 2012: BUSINESS-IT-ALIGNMENT UND OPTIMIERTES DATENMANAGEMENT

Zu einer ähnlichen Einschätzung kommt auch eine kürzlich erschienene Studie von Capgemini Deutschland. Sie wirft einen Blick

auf die erwarteten „IT-Trends 2012“. Da die unterschiedlichsten Geschäftsprozesse – vom Personalmanagement bis hin zur Warenlogistik – zunehmend auf die jeweilige IT-Abteilung angewiesen sind, wird die Einbindung der IT in die Unternehmensprozesse im Rahmen des sogenannten „Business-IT-Alignment“ von CIOs als wichtigstes Thema für die Zukunftssicherung der Unternehmen genannt. Ein weiterer bedeutender Aspekt ist nach Ansicht der befragten IT-Verantwortlichen eine höhere Integration von Standard- und Individual-Software. Hinzu kommt die steigende Bedeutung für ein optimiertes Datenmanagement. Seit den Unternehmen bewusst ist, wie viele wertvolle Daten sie besitzen und welches Potenzial in der Verknüpfung dieser Informationen liegt, bemühen sich die IT-Abteilungen, Strukturen zu vereinheitlichen und auf diese Weise Daten nutzbar zu machen. Schließlich steht auch das Enterprise Content Management auf der Liste der erwarteten Top-Trends für 2012. Angesichts der steigenden Informationsflut und hohen Anforderungen an

> 05 Für die Studie „IT-Trends 2012“ wurden 156 IT-Leiter von Unternehmen im deutschsprachigen Raum mit 500 bis mehr als 50.000 Mitarbeitern befragt. Herausgeber ist Capgemini, ein internationaler Dienstleister für Management- und IT-Beratung.



Rechtssicherheit und Compliance, also der Einhaltung gesetzlicher und unternehmensinterner Regeln, ist derzeit die Hälfte der befragten Unternehmen dabei, eine Lösung zu planen oder zu implementieren. Im Vergleich zum Vorjahr hat zudem das Thema Social Media an Bedeutung gewonnen.

Ein anderer entscheidender Baustein im Umgang mit der gestiegenen Mobilität ist die optimale Darstellung des eigenen Web-Angebots: „Unternehmen sollten sich zum Beispiel fragen, wie ihre Seite auf dem iPhone, einem Android-Smartphone und einem Tablet aussieht“, so Olav A. Waschkies. „Und sie müssen dafür sorgen, dass die Anpassungen in einem angemessenen Verhältnis zum erwarteten Ertrag stehen. Ein gute Lösung bietet hier das sogenannte ‚Responsive Design‘, mit dem der Auftritt auf den unterschiedlichen Endgeräten optimal aussieht.“

Um die vielfältigen Anforderungen bewältigen zu können und den Anschluss an den technischen Fortschritt nicht zu verlieren, verlassen sich mittelständische Unternehmen zunehmend auf externe Partner und Dienstleister: „Deren Mehrwert ist es, Know-how zu generieren und mit der Erfahrung und dem Wissen in das Unternehmen zu kommen, das diesem bei einem so jungen Thema wie Mobile Computing naturgemäß fehlt“, erklärt Peter M. Färbinger.

MIT „IT2GREEN“ FÖRDERT DER BUND PROJEKTE FÜR ENERGIEEFFIZIENTE IT-LÖSUNGEN

Neben dem Wandel der Arbeitswelt und der gestiegenen Mobilität hat in den vergangenen Jahren auch der Umgang mit dem Klimawandel und der drohenden Ressourcenknappheit an Bedeutung gewonnen. Viele Unternehmen setzen auf effizientere und energiesparendere Verfahren und Prozesse. Dabei geht es um die Stärkung des Umweltbewusstseins ebenso wie um die Vermeidung steigender Kosten, etwa durch den hohen Energiebedarf moderner Rechenzentren. Bis 2020 gehen Experten von einem jährlichen Stromverbrauch in Höhe von 12,3 Terawattstunden allein für Server und Rechenzentren aus. „Green-IT-Projekte werden deshalb in Zukunft ein immer größeres Thema werden“, ist sich Olav A. Waschkies sicher.

Ein guter Beleg für die wachsende Bedeutung von ressourcenschonender IT ist das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie aufgelegte Programm „IT2Green“. Seit Mitte 2011 werden zehn ausgewählte Förderprojekte für energieeffiziente Lösungen in den Bereichen Telekommunikationsnetze, Re-



chenzentren und Clouds sowie Monitoring und Management gefördert. Mit dem Vorhaben „MIGRATE!“ werden zum Beispiel Energieoptimierungspotenziale für Informations- und Kommunikationsanwendungen großer Immobilienplattformen wie Flughäfen und Krankenhäuser durch die Cloud-Technologie untersucht. Und das Projekt „GFC-Lab“ forscht nach Möglichkeiten eines effizienten IT-Einsatzes in der öffentlichen Verwaltung. Summiert auf ganz Deutschland könnten mit den verschiedenen Projekten gewaltige Energiemengen eingespart werden. Auf die zukunftsweisenden Ergebnisse des Programms dürfen wir schon jetzt gespannt sein.

PORTRÄT

Peter M. Färbinger ist Herausgeber und Chefredakteur des Computer-Magazins E-3. Davor hat er in verschiedenen Unternehmen in verantwortlichen Positionen die Umsetzung konkreter IT-Projekte geleitet.

„IT-PERSPEKTIVEN 2020 – TRENDRADAR MITTELSTAND“

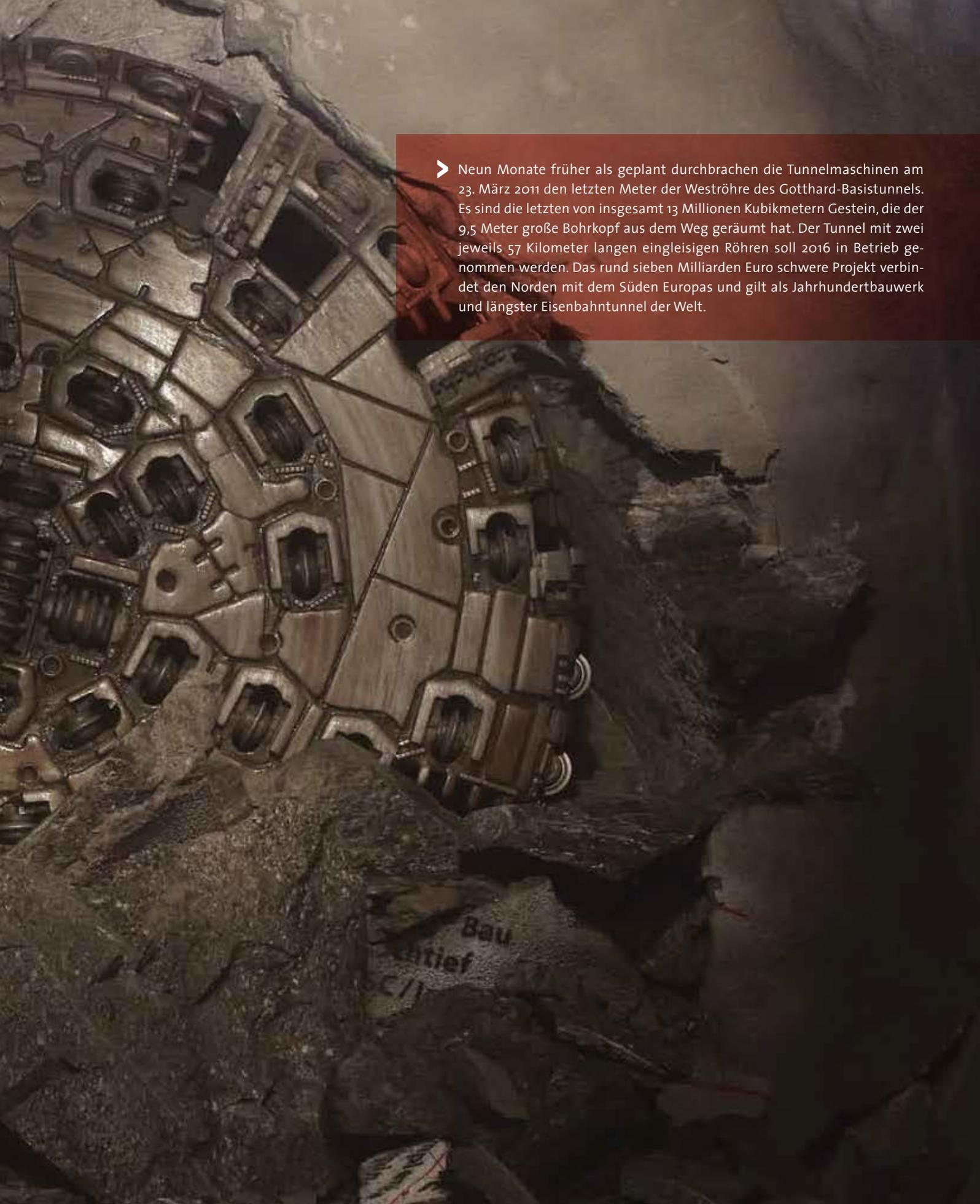
Die Studie der INFO AG basiert auf Antworten von 200 Führungskräften deutscher Unternehmen (250 bis 1.000 Mitarbeiter). Sie wurde in Kooperation mit dem IMWF Institut sowie dem Magazin CIO im Juni und Juli 2011 durchgeführt. www.info-ag.de

„IT-TRENDS 2012“

Die Studie beschreibt den aktuellen Stand in der IT und fasst die wichtigsten Trends zusammen. Herausgeber ist Capgemini, ein internationaler Dienstleister für Management- und IT-Beratung.

www.de.capgemini.com/insights/it-trends/





➤ Neun Monate früher als geplant durchbrachen die Tunnelmaschinen am 23. März 2011 den letzten Meter der Weströhre des Gotthard-Basistunnels. Es sind die letzten von insgesamt 13 Millionen Kubikmetern Gestein, die der 9,5 Meter große Bohrkopf aus dem Weg geräumt hat. Der Tunnel mit zwei jeweils 57 Kilometer langen eingleisigen Röhren soll 2016 in Betrieb genommen werden. Das rund sieben Milliarden Euro schwere Projekt verbindet den Norden mit dem Süden Europas und gilt als Jahrhundertbauwerk und längster Eisenbahntunnel der Welt.



Über die Intelligenz des Kollektivs

„Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile“, stellte schon Aristoteles fest. Die moderne Forschung prägte dafür den Begriff der „Schwarmintelligenz“: Eine große Zahl von Individuen bringt eine Leistung zustande, zu der der Einzelne nicht fähig ist. Forscher prüfen, wie sich Schwarmverhalten sowohl auf menschliche als auch auf technische Systeme übertragen lässt.

TEXT > Dr. Ralf Schrank



PORTRÄT

Der Ingenieur und Wirtschaftsmathematiker Dr.-Ing. Thomas Seidel (38) forschte von 2002 bis 2010 im Bereich Multiagentensysteme und Schwarmintelligenz an der TU Dresden. Als Geschäftsführer der AMC Managing Complexity GmbH beschäftigt er sich heute mit Materialfluss-Systemen. Dazu überführte er grundlegende theoretische Algorithmen in eine Simulationssoftware.

> 06

60 Prozent aller Fischarten können sich situationsbedingt enorm schnell zu Schwärmen formieren. Für das Individuum ist das eine wichtige Überlebensstrategie. Sardinschwärme etwa können Fressfeinde so bis zur Erschöpfung treiben.

Jeder kennt das Phänomen: In einer belebten Fußgängerzone bilden sich zwei gegenläufige Bahnen, in denen die Menschen ihr Ziel ohne Gedrängel relativ rasch erreichen. Sie gehorchen keinem Gesetz und folgen keinem ordnenden Polizisten. Die Bahnen organisieren sich selbst, weil der Einzelne erkennt, dass „gegen den Strom schwimmen“ ihn nicht oder nur langsam voranbringt.

Wie und warum sich Schwärme von Insekten, Vögeln oder Fischen wie ein einheitlicher Organismus, ein Superorganismus, verhalten, untersuchen Biologen seit Langem. Aber es waren Mathematiker, die in den 1980er-Jahren zeigten, dass kollektive Schwarmeigenschaften emergent sind, das heißt aus sich selbst entstehen. Mit Algorithmen, die nur wenige einfache Regeln für das Verhalten der agierenden Individuen, sogenannter „Agenten“ oder „Boids“ (abgeleitet aus „bird-like object“), enthielten, konnten sie die Selbstorganisation in Schwärmen präzise nachbilden. Kein Leittier ist nötig, keine externe Steuerung durch Umgebungsparameter, ebenso wenig Gedankenübertragung zwischen den Individuen. Um Schwarmintelligenz zu erzeugen, reicht die lokale Interaktion eines Agenten zu seinen sechs bis sieben nächsten Nachbarn aus.

Diese verblüffende Erkenntnis befruchtete sehr schnell andere Disziplinen wie die Betriebswirtschaft und die Sozialwissenschaften: Heute modellieren Forscher mit agentenbasierten „Ameisen-Algorithmen“ auch die

kollektiven Eigenschaften großer Menschengruppen und künstlicher Netzwerke. Ihre Ziele sind vielfältig: Sie reichen von der Beschleunigung komplexer Produktionsabläufe, der Entschärfung von Fluchtwegen, dem Design von Verkehrsleitsystemen, der Entwicklung selbstständig agierender Software zur Steuerung autonomer Roboter bis zur Modellierung und Vorhersage gesellschaftlicher Entscheidungsprozesse, etwa kollektiver Meinungsbildung.

SCHWARMVERHALTEN IN DER FABRIK: SELBSTORGANISATION MACHT SYSTEME EFFIZIENTER

Auch Thomas Seidel, Geschäftsführer der AMC Managing Complexity GmbH in Monheim am Rhein, begeistert das Verhalten von Schwärmen. An der TU Dresden forschte er im Bereich Multiagentensysteme und Schwarmintelligenz. Seit zwei Jahren nutzt er seine Erfahrungen zur Optimierung komplexer Fertigungsabläufe. Seine Simulationsprogramme modellieren virtuelle Fabriken und ermöglichen es, Prozessänderungen auf ihre Wirksamkeit zu prüfen – ohne Eingriffe in die reale Fertigung. Seidel betont: „Steuerungssysteme müssen nur an vorgegebenen Kreuzungspunkten starren Regeln folgen. Überall dort, wo die Abläufe flexibel sein dürfen, macht Selbstorganisation anstelle regelbasierter Steuerung die Systeme effizienter und robuster.“





PORTRÄT

Dr. Guy Theraulaz (50) ist Leiter der Arbeitsgruppe Komplexe Dynamik und Interaktionsnetzwerke in tierischen Gemeinschaften am Institut für Kognitionsforschung der Universität Toulouse. Er gilt als Verfechter der Schwarmintelligenz und beschäftigt sich aktuell mit mathematischen Modellen, die kollektives Verhalten aus individuellen Informationen ableiten.

Die Multiagentensysteme reagieren laut Seidel auf unerwartete Störungen viel flexibler als herkömmliche Systeme zur Produktionssteuerung. Das zeigte sich eindrucksvoll in einer Fabrik zur Herstellung von Wellpappe. Als Agenten fungieren hier Papierstapel, die mit Fördermaschinen von einer Bearbeitungsstation zur anderen transportiert oder in Zwischenlagern in Warteposition gebracht werden. Emergenz entsteht, indem ein Stapel mit den Stapeln vor ihm nach einfachen Regeln kommuniziert. Informationen zu potenziellen Behinderungen, die den Stapel auf den verschiedenen Bahnen erwarten, gehen in Form eines sogenannten Behinderungskoeffizienten in die Modellierung ein. „Dies haben wir“, so Seidel, „den Ameisen abgeschaut.“ Die Koeffizienten entsprechen den Konzentrationen an Pheromonen, mit denen Ameisen ihren Weg zwischen Futterstelle und Bau markieren. Je mehr Ameisen einen bestimmten Weg benutzen, umso höher ist hier die Konzentration und umso reizvoller wird dieser Weg für weitere Ameisen. Das Ergebnis: Die virtuelle Fabrik organisiert sich selbst. In dieser Fabrik lässt sich ein eiliger Kundenauf-

trag ohne nennenswerte Störung der Abläufe vorziehen. Und der plötzliche Ausfall einer Bearbeitungsmaschine legt nicht gleich die gesamte Produktion lahm.

VORBILD NATUR: DIE AMEISE ALS MUSTERBEISPIEL FÜR DIE VIRTUELLE LOGISTIK

Weitere Einsatzgebiete liegen auf der Hand: Paketsortiersysteme in der Logistikbranche, die Gepäckabfertigung in einem Flughafen, die Organisation von Versand und Fertigwarenlager im Versandhandel. Seidel ist überzeugt: „Solche Systeme lassen sich durch Selbstorganisation perfekt steuern.“ Und auch eine Erkenntnis der Stauforschung konnte Seidel nachbilden: Wenn bei hoher Fabriklauslastung die Transport- und Produktionsgeschwindigkeit verringert wird, steigt der Output der Fabrik. So wie bei hoher Verkehrsdichte alle Autos schneller zum Ziel kommen, sobald jedes einzelne etwas langsamer fährt.

Aber die Selbstorganisation lässt sich nicht nur auf Fabriken übertragen. Der Verhal-

> 07

Ameisen bevölkern die Erde seit über 100 Millionen Jahren. Trotz geringer Intelligenzleistung des Individuums verfügen sie in der Masse über eine hohe soziale Intelligenz. Die Kommunikation erfolgt über den Geruchssinn. Hormonell gesteuerte Sekrete (Pheromone) geben Auskunft bei Gefahren und markieren den direkten Weg zur Futterquelle.



> 07



tensbiologe Guy Theraulaz, Forschungsdirektor an der Universität Paul Sabatier in Toulouse, erforscht seit über 20 Jahren das Entstehen von kollektiver Intelligenz in tierischen und menschlichen Gemeinschaften: „Der Unterschied zwischen der begrenzten Information, über die die einzelnen Individuen verfügen, und dem umfassenden Wissen, das zur Steuerung der Gruppenaktivität nötig wäre, ist oft bemerkenswert.“ Am „Centre de Recherches sur la Cognition Animale“ entwickelt Theraulaz mathematische Modelle, die mit Hilfe von empirischen Daten und Plausibilitätsannahmen das Verhalten von Tierschwärmen und Menschenansammlungen realistisch abbilden.

SOFTWARE FÜR DIE URBAINE MASSE – SCHWARMFORSCHER OPTIMIEREN INFRASTRUKTUREN

Theraulaz' Modelle entwickeln Schwarmverhalten in drei Stufen: Zunächst wird das Verhalten eines Individuums ohne Interaktion mit anderen modelliert, dann das Verhalten eines interagierenden Paares und zuletzt das Verhalten eines Schwarms mit einer zunehmenden Anzahl interagierender Individuen. Überraschendes Er-

gebnis der Modelle ist, dass schon der Austausch weniger Informationen zwischen den Individuen reicht, um emergente kollektive Muster zu erzeugen.

Die spontane Entstehung von „Bahnen“ in einer Passantengruppe errechnet er zum Beispiel mit einem einfachen Plausibilitätsansatz: Das wichtigste Kriterium für die gewollte Bewegung eines Passanten in einer Menge ist die visuelle Information über die Bewegung seiner nächsten Nachbarn. Seine Modelle zeigen, dass bei niedriger Passantendichte Bahnen entstehen, ab einer kritischen Dichte – bedingt durch Zusammenstöße zwischen Individuen – aber Massenturbulenzen wie das „Flaschenhals-Phänomen“, das bei Großveranstaltungen zu Paniksituationen mit fatalem Ausgang führen kann.

In Kooperation mit einem Pariser Software-Unternehmen entwickelt der Verhaltensbiologe gerade ein Programm, mit dem Endnutzer urbane Infrastrukturen optimieren, aber auch Massenveranstaltungen orga-

> 08

Die Untersuchung von kollektivem Verhalten bei Fußgängern gewinnt für Städtebauer und Architekten an Bedeutung. Kollektive Muster, nach denen Passanten ihre Wege einschlagen, werden analysiert und bei der Konzeption von Bahnhöfen, Supermärkten und großen Veranstaltungen herangezogen.



> 09

Große Unternehmen wie etwa UPS übertragen das Konzept der Schwarmintelligenz auf betriebliche Prozesse wie Materialfluss und Versandlogistik. Das Ergebnis: Durch verbesserte Routen werden die Pakete nun schneller zugestellt. Die Unfallrate wurde reduziert und der Benzinverbrauch konnte erheblich gesenkt werden.



PORTRÄT

Dr. Francis Heylighen studierte mathematische Physik an der Freien Universität Brüssel (VUB), wo er 1987 promovierte. 1996 gründete er die Global Brain Group, eine internationale Plattform für Forscher zum Thema Kollektive Intelligenz. Heute leitet der 51-Jährige die transdisziplinäre Forschungsgruppe Evolution, Complexity and Cognition und das neu gegründete Global Brain Institute an der VUB.

nisieren und steuern können. Und zusammen mit der Toulouser Wirtschaftsschule untersucht Theraulaz kollektive Entscheidungen in Märkten. Sein Fazit: „Trotz großer Unterschiede in den kognitiven und antizipativen Fähigkeiten der Individuen ist das kollektive Verhalten von Tier und Mensch überraschend ähnlich.“ Die Ursache dafür sieht Theraulaz in der „begrenzten Vernunft“ (bounded rationality) von Individuen, wenn sie über zu wenig übergeordnete Informationen verfügen. Dann tendiert das Individuum – ob Tier oder Mensch – dazu, das eigene Verhalten einfach an dem seiner nächsten Nachbarn auszurichten.

VISION GLOBAL BRAIN: DIE EVOLUTION DER KOLLEKTIVEN INTELLIGENZ

Noch einen Schritt weiter geht Francis Heylighen, Kybernetik-Professor an der Freien Universität Brüssel: „Obwohl manche die Idee des sozialen Superorganismus als totalitäre und kollektivistische Ideologie abtun, ist genau das Gegenteil richtig: Die zunehmende globale Integration von Menschen und Informationen führt zu mehr individueller Freiheit

und Vielfalt.“ Die Idee ist faszinierend: Wenn schon ein Schwarm aus einigen Tausend Vögeln oder Fischen als Superorganismus erstaunliche emergente Leistungen vollbringt, was könnte dann der Zusammenschluss von Millionen von menschlichen Gehirnen mit Hilfe des World Wide Web, ein Supergehirn oder Global Brain, leisten?

Heylighen arbeitet an kybernetischen Modellen, die die User zu einer sich selbst organisierenden lernenden Gemeinschaft mit kollektiver Intelligenz integrieren sollen. „Nur ein sich evolutionär entwickelndes Global Brain“, so der Belgier, „kann die zukünftigen Herausforderungen einer globalisierten Welt meistern.“ Noch ist das Global Brain nicht mehr als eine Vision. Alle bisherigen Versuche, die Leistungen von Vielen im Internet – etwa mit Wikis, virtuellen Chören oder kollektiven Videos – zu vernetzen, kommen nicht ohne steuernde und ordnende Eingriffe von Administratoren aus. Aber die Versuche weisen immerhin schon den Weg: Kollektive Intelligenz kann entstehen, wenn das intelligente Individuum vom Nutzen des Schwarms überzeugt ist.

Aus unserer Sicht

International erfahren, lokal präsent



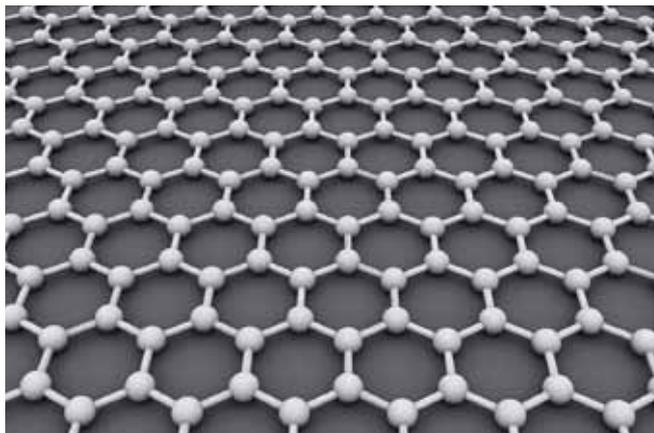
Dr. Ralf Napiwotzki, General Manager der Brunel GmbH

Die dynamische Entwicklung der Märkte stellt Unternehmen branchenübergreifend vor immer größere Herausforderungen. Auf die damit einhergehenden steigenden Kundenbedarfe reagiert Brunel nun mit ei-

nem Ausbau seines Standortnetzwerks. „Unsere Kunden zählen auf die hohe Qualität unserer Spezialisten. Voraussetzung dafür ist eine kompetente Beratung und Betreuung vor Ort“, erläutert Ralf Napiwotzki, General Manager von Brunel. Fünf neue Niederlassungen werden die Brunel Landkarte daher künftig ergänzen: Nach Leipzig und Bonn werden zusätzliche Standorte in Essen, Bochum und Wuppertal eröffnet. Mehr Präsenz bedeutet auch: das lokale Marktverständnis stärken und die Anforderungen der regionalen Wirtschaft frühzeitig erkennen. „Unser Anspruch ist seit jeher, Kunden durch passgenaues Know-how zu unterstützen. Je dichter wir in Deutschland aufgestellt sind, desto individueller und flexibler sind unsere Lösungen“, ergänzt Napiwotzki. Über die lokale Präsenz hinaus profitieren Unternehmen an 100 Standorten in 35 Ländern vom internationalen Brunel Markt-Know-how.

Dünnstes Material der Welt

Seit für den Nachweis von Graphen, dem dünnsten Material der Welt, 2010 der Physik-Nobelpreis verliehen wurde, ist der Wunderwerkstoff im Fokus der Forschung. Dem Material wird nun eine große Zukunft vorausgesagt. Das zweidimensionale Netz aus Kohlenstoffatomen entspricht einer einzelnen Lage Graphit. Graphen ist über 100-mal fester als Stahl und leitet Strom sowie Wärme besser als bisher bekannte Materialien. Zudem ist das ultraleichte, transparente und selbstreinigende Material um 20 Prozent seiner Länge dehnbar. Diese Eigenschaften könnten in Zukunft die Herstellung besonders schneller Computerchips, lichtregulierender Fensterscheiben sowie falt- und biegsamer Geräte ermöglichen. So arbeitet etwa das Nokia Research Center (NRC) an einem Tablet-Computer, der sich gefaltet als Mobiltelefon oder aufgerollt als Armbanduhr nutzen ließe. Den



Prototypen „morph“ gibt es bisher allerdings nur als Animation. Das NRC ist Teil der Forschungsgruppe „Graphene CA“ (Coordinated Action), die sich für 2012 um eine EU-Förderung beworben hat.

Im Graphen sind die Atome wabenförmig angeordnet. (Bild: Alexander Aius, CC-BY-SA 3.0)



Höhenflug für Winddrachenkraftwerke

Bereits 1997 ließ sich Wubbo Ockels, ehemaliger niederländischer ESA-Astronaut, das Konzept der „Laddermill“ (Leitermühle) patentieren: Durch die Zugkraft mehrerer an einer Seilschleife befestigten Winddrachen (Kites) wird über einen Generator Energie erzeugt. Die Technische Universität Delft forscht nun an der Weiterentwicklung und hat bereits erste Prototypen in Betrieb genommen. Während sich die Kites in Form einer Acht in die Höhe schrauben, wird ein Seil an der Bodenstation abgewickelt. Die so erzeugte Energie kann über einen Generator in Batterien gespeichert werden. Auf dem Testgelände bei Amsterdam erreichen die rund 50 Quadratmeter großen, handelsüblichen Winddrachen bis zu 300 Meter Höhe. Das Konzept verspricht aufgrund geringer Transportlasten und -kosten ein großes Potenzial. Zudem



Ein Kite von 25 Quadratmeter Fläche kann etwa 20 Kilowatt Leistung generieren.

ist es mobil einsetzbar, platzsparend und geräuscharm. Bisherige Kites generieren zwar nur rund 20 Kilowatt, doch für 2013 ist bereits ein „Kite-Kraftwerk“ mit bis zu einem Megawatt Leistung geplant.

www.kitepower.eu

Wer hat's erfunden?

Teflon

Dass Teflon ein Nebenprodukt der Weltraumforschung sei, ist ein verbreiteter Irrtum.

Der Chemiker Roy J. Plunkett experimentierte im Jahre 1938 für die Firma DuPont mit Gasen, um herauszufinden, welche sich als Kältemittel in Kühlschränken eignen. Per Zufall machte er eine Entdeckung, als er eine stehen gelassene Probe von Tetrafluorethen überprüfte. Das Gas war zu einem wachsartigen Stoff mit besonderen Eigenschaften polymerisiert. Polytetraflu-

orethylen, besser bekannt als Teflon, besitzt einen außergewöhnlich breiten thermischen Anwendungsbereich von $-260\text{ }^{\circ}\text{C}$ bis $+260\text{ }^{\circ}\text{C}$, ist gegen viele aggressive Chemikalien äußerst beständig und wasserabweisend.

Nachdem der vielseitige Werkstoff von der Firma DuPont 1941 in den USA zum Patent angemeldet wurde, fand er 1943 Verwendung als Korrosionsschutz bei der Urananreicherung. 1969 entdeckte der Ingenieur Robert W. Gore ein Verfahren, die wasserundurchlässigen, aber dampfdiffusionsoffenen Polymere auf Textilien zu übertragen, die bei Funktionstextilien wie Gore-Tex zum Einsatz kommen.

Elektronische Gedächtnisstütze

Neuro-Wissenschaftler haben erstmals geschädigte Hirnbereiche durch elektronische Implantate ersetzt und bewiesen, dass komplexe Hirnströme aufgezeichnet und imitiert werden können. In amerikanischen Laborversuchen wurden Hirnsignale von Ratten während einfacher Lernprozesse mittels Elektroden aufgezeichnet und decodiert. Der entschlüsselte Algorithmus wurde denselben Tieren per Chip wieder eingepflanzt. Das erstaunliche Ergebnis: Selbst Tiere mit geschädigten oder blockierten Gedächtnisbereichen erinnerten sich an das Erlernete. Auch in anderen Hirnarealen werden die elektronischen Prothesen eingesetzt. Einem europäischen Forscherteam gelang es, Schaltkreise des Kleinhirns von Laborratten nachzubilden und damit minimale Bewegungsabläufe wie den Lidschluss zu imitieren. Noch steht die Forschung der künstlichen Gedächtnisstützen am Anfang. Eine Unterstützung für den Menschen ist derzeit noch nicht möglich, künftig könnten die Implantate aber bei Unfall- oder Schlaganfallpatienten zum Einsatz kommen.



Der Entdecker des Teflon: Der US-amerikanische Chemiker Roy J. Plunkett

Brunel vor Ort – Branchenkompetenz auf internationalen Fachmessen:



23.–27. April **Hannover Messe:** Diskutieren Sie mit unseren Windenergie-Experten in Halle 27, Stand H19 auf der weltweit größten Industriemesse.



11.–16. Sept. **ILA:** Zu den Schlüsseltechnologien der Luft- und Raumfahrtbranche berät Sie Brunel vor Ort in Halle 3.

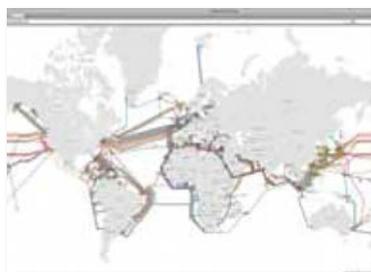


18.–21. Sept. Auf der **InnoTrans** stellt Brunel Communications am Stand Berlin / Brandenburg in Halle 3.2 (Stand 202) gemeinsam mit der IHK seine Branchenkompetenz im Personen- und Güterverkehr vor.

Brunel verlost für alle drei Messen 5 × 2 Eintrittskarten sowie 5 Bücher des Buchtipps. Schreiben Sie an der-spezialist@brunel.de. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Tipps

Webtipp



www.submarinecablemap.com

Tiefseekabel können immense Datenmengen übertragen und sind eine wichtige Voraussetzung für das Internet. Hätten Sie gedacht, dass Spitzbergen mit 5 Terabit pro Sekunde eine ähnlich gute Anbindung wie Australien mit 6,5 Terabit pro Sekunde hat? Auf der interaktiv gestalteten Website kann jeder nachverfolgen, wie viele Tiefseekabel weltweit verlegt wurden und wo die beste Verbindung besteht.

Buchtipp



Christoph Biermann: Die Fußball-Matrix. Auf der Suche nach dem perfekten Spiel.

Angriff oder Verteidigung – was ist wichtiger für den Sieg? Wird der Fußball besser oder schlechter?

Auf der Suche nach dem perfekten Spiel analysiert Fußballexperte Biermann den „defensiven Weltstandard“ ebenso wie das „ballorientierte Spiel“ und präsentiert das wahrscheinlich aufregendste deutschsprachige Fußballbuch. Die optimale Vorbereitung für die EM 2012.

Science-Center-Tipp



Technik Museum Speyer

Tausende technischer Konstruktionen aus dem Fahr- und Flugzeugbau warten im Technik Museum darauf, entdeckt zu werden. Zu den Hauptattraktionen gehören eine begehrte Boeing 747-230 D-ABYM der Lufthansa, das voll zugängliche U-Boot U9 der deutschen Marine und das Original der früheren russischen Raumfähre Buran in Europas größter Raumfahrtausstellung.

www.speyer.technik-museum.de



Operation Siri – technisches Neuland auf der Nordsee

Der dänische Konzern DONG Energy hat eine Reparaturlösung entwickelt, um die Ölplattform Siri, eine von derzeit 450 Nordseebohrinseln, für den weiteren Betrieb zu rüsten. Dazu muss die Plattform erheblich modifiziert werden – eine einmalige Herausforderung, an der Ingenieure aus aller Welt beteiligt sind. Mit an Bord: Brunel Spezialist Raffaele Mascia, der die Einhaltung von Arbeitssicherheit und Umweltschutz koordiniert.

TEXT > Dr. Ralf Schrank

Piombino ist ein geschäftiges Hafenstädtchen an der Westküste Italiens – rund 100 Kilometer südlich von Livorno. Wer von hier kommt, hat in aller Regel irgendwie mit der Seefahrt zu tun. Raffaele Mascia stammt aus Piombino. Aber statt im ruhigen Mittelmeer ist er seit Jahren in der rauen Nordsee zu Hause. „Hier finde ich die Herausforderungen, die ich seit meiner Ingenieurausbildung gesucht habe“, übertönt Mascia den Lärm des schlingenden Boots, das ihn gerade zu seinem ungewöhnlichen Arbeitsplatz bringt. Siri ist eine Ölplattform 220 Kilometer vor der Westküste Dänemarks – und derzeit die wohl größte Baustelle im dänischen Sektor der Nordsee. Denn Siri ist leckgeschlagen.

Brunel Mitarbeiter Mascia ist seit August 2011 als HSE Advisor (HSE = Health, Safety, Environment) für DONG Energy tätig, Dänemarks führenden Energiekonzern. Seine Aufgabe: Koordination von Gesundheitsschutz, Arbeitssicherheit und Umweltmanagement während der Reparatur der Plattform Siri. Eine ambitionierte Aufgabe, die einen erfahrenen Offshore-Spezialisten wie Mascia braucht. Nach dem Studium hatte sich der italienische Bauingenieur und Umweltschutzexperte auf die Montage von Unterwasser-Pipelines spezialisiert. Bevor er über Brunel zu DONG Energy kam, war der 40-Jährige mehr als zehn Jahre für niederländische und britische Offshore-Unternehmen tätig, zuletzt als leitender HSE-Ingenieur im Bereich Qualitätsmanagement beim Nord-Stream-Projekt, der Ostsee-Pipe-

line, die seit November 2011 russisches Erdgas nach Deutschland pumpt. Zu seinen Aufgaben gehören die Erstellung von Risikoanalysen, die Überwachung der Einhaltung aller gesetzlichen Bestimmungen, das Training von Arbeitskräften, die Koordination von Subunternehmen sowie die Pflege der Kontakte zu Behörden und Auftraggebern.

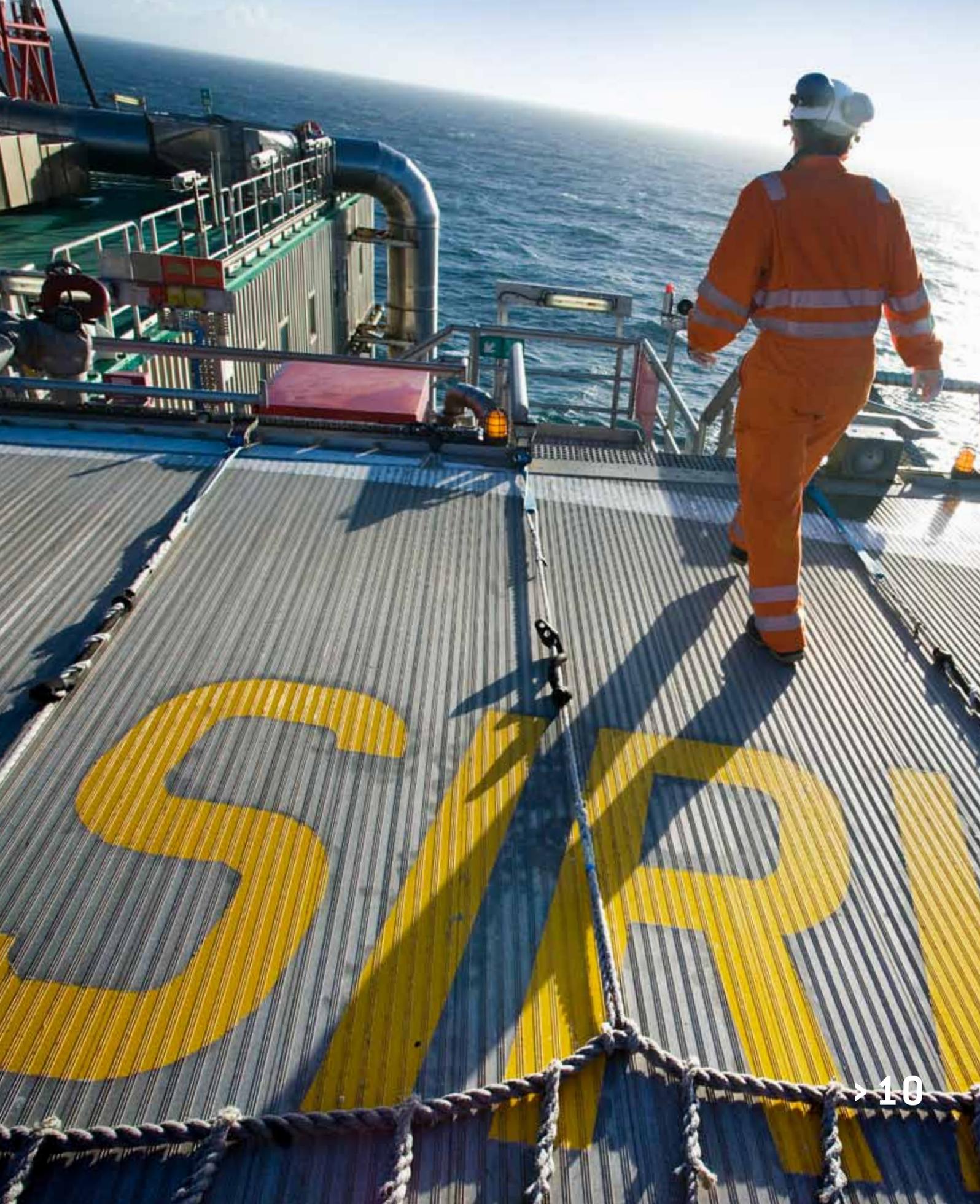
DONG Energy setzt auf einen ökonomisch und ökologisch ausbalancierten Mix aus fossilen und regenerativen Energieträgern. Hierbei wird die Windenergie in den kommenden Jahren eine dominierende Rolle einnehmen, doch Erdöl und Erdgas sollen strategisch wichtige Komponenten bleiben. Siri ging 1999 in Produktion. Mit der Plattform kann der Energiekonzern im dänischen Sektor der Nordsee in der Nähe Norwegens fünf Ölfelder in 1.800 bis 2.200 Meter Tiefe erschließen – zum Teil über benachbarte unbemannte Bohrinseln, die über Pipelines mit Siri verbunden sind. Im Normalbetrieb produziert die Plattform etwa 12.000 Barrel (2 Millionen Liter) Öl pro Tag.

220 KILOMETER VOR DER KÜSTE GELEGEN PRODUZIERT SIRI TÄGLICH 12.000 BARREL ÖL

Die Wassertiefe am Standort von Siri beträgt 58 Meter. Drei Standbeine mit einem Durchmesser von 3,5 Metern tragen das 57 mal 50 Meter große Deck. Auf dem Meeresgrund unter dem Deck ist ein Speichertank installiert, in dem das Rohöl gesammelt wird. Der Tank ist mit Wasser gefüllt, das beim Einleiten des Öls verdrängt wird. Dadurch sind Innen- und Außendruck des Tanks gleich groß. In den Speicher integriert ist der Caisson, die Senkglocke mit dem Bohrlochkopf. Der Ölspeicher wird alle 15 Tage von einem Tanker ge-

> 10

Die Arbeit auf einer Ölplattform wie Siri erfordert neben technischem Know-how und Kenntnissen der strengen Sicherheitsvorschriften insbesondere auch körperliche Fitness.





leert. Unter den mehr als 450 Nordseebohrinseln nimmt Siri eine Sonderstellung ein: Sie ist nach dem MOPUstor-Prinzip (Mobile Production Unit and storage tank) konstruiert. Der Speichertank macht die Plattform unabhängig von einer Pipeline.

PIONIERARBEIT AUF HOHER SEE: REPARATUR UNTER WASSER FÜR LANGFRISTIGE LÖSUNG

2009 stellte DONG Energy bei einer Routineinspektion unter Wasser Risse in der Stahlwand des Stabilisierungsbehälters (sponson) fest, der Speichertank und Senkglöcke miteinander verbindet. Wie die Risse entstehen konnten, ist derzeit noch Gegenstand fachlicher Untersuchungen. Da bei einer Vergrößerung der Risse schwere Folgeschäden für die gesamte Insel nicht auszuschließen waren, unterbrach DONG Energy den Betrieb für vier Monate, um den defekten Behälter durch eine hydraulische Hebevorrichtung auf dem Meeresboden – die in ihrer Funktion einem Wagenheber ähnelt – zu stützen.

Dies konnte jedoch nur eine vorübergehende Lösung sein. Um die Funktion der Plattform langfristig sicherzustellen, entwickelten Experten ein völlig neues, bislang einmaliges und schätzungsweise 350 Millionen Dollar kostendes zweistufiges Reparaturkonzept. Unterwasserstahlseile sollen im ersten Schritt die Festigkeit der drei Standbeine erhöhen und dadurch die Schwingungen der Plattform verringern. Beim Brückenbau ist diese Technik üblich, in der Offshore-Industrie wird sie unter Wasser zum ersten Mal angewandt. Dazu wurden fünf Meter hohe Befestigungselemente (clamps) entwickelt, die die 35 Zentimeter dicken Kabel sicher mit den Beinen verbinden. Im zweiten Schritt soll eine Dreibeinkonstruktion unter Wasser Senkglöcke und Bohrlochkopf langfristig stabilisieren.

Das Boot mit Raffaele Mascia an Bord steuert gerade auf Siri zu. Der scharfe Wind scheint dem Italiener nichts auszumachen: „90 Prozent meiner Arbeitszeit erledige ich an Land in klimatisierten Büros“, bedauert er. Jetzt aber geht es darum, die Sicherheit der Crew zu gewährleisten, die mit einem eigens

> 11

Das Team um den dänischen Brunel Niederlassungsleiter Søren Kristensen (z. v. li.) tauscht sich regelmäßig über aktuelle Projekte aus. „Unser Kunde DONG Energy profitiert im Fall Siri besonders von den Erfahrungen unseres Mitarbeiters Raffaele Mascia in der Öl- und Gasindustrie“, lobt Kristensen. (Anmerk. d. Red.: Raffaele Mascia war beim Fototermin leider aus gesundheitlichen Gründen verhindert.)



> 11



> 12

entwickelten Tauchboot die ersten Schritte des Unterwasser-Reparaturprogramms für Siri ausführen soll. Minutiös hat das erfahrene Team jeden Tauchgang vorbereitet. Jeder weiß, welche Handgriffe er zu tun hat, um die Unterwasserarbeiten so sicher wie möglich im Rahmen der vorgegebenen Verfahrensvorschriften zum Erfolg zu bringen. „Das Kunststück ist“, so Mascia, „unter strikter Einhaltung aller Gesetze und Bestimmungen zu Arbeitssicherheit und Umweltschutz möglichst kostengünstig und effizient zu operieren.“

NACH DER REPARATUR ÖLFÖRDERUNG FÜR WEITERE ZEHN JAHRE ERWARTET

Die Unterwasserkabelunterstützung wird bis Juni 2012 installiert sein. Insgesamt 500 Experten sind an der Instandsetzung von Siri beteiligt, auf der regulär 60 Mann arbeiten. Schon der Normalbetrieb auf einer Ölplattform ist nicht ungefährlich und nur mit akribischen Maßnahmen für Arbeitssicherheit und Umweltschutz sowie Unternehmensstandards möglich. Das ungewöhnliche Reparaturprogramm, bei dem die Ingenieurleistungen etlicher Subunternehmen zu koor-

dinieren sind, erfordert völlig neu zu definierende Schutzmaßnahmen, um die Sicherheit für Reparaturmannschaft und Umwelt zu garantieren. Mascia bringt die besondere Herausforderung auf den Punkt: „Mit dem Reparaturprogramm für Siri beschreiten wir absolutes technisches Neuland. Die von DONG Energy gewählte Lösung ist für die Offshore-Industrie bislang einmalig.“

Bis November 2012 soll die permanente Reparatur planmäßig abgeschlossen sein. Der erfahrene Brunel Spezialist ist sich sicher: „Wir werden das einmalige Projekt ohne Gefährdung der Mitarbeiter und Umweltbeeinträchtigungen im geplanten Zeitrahmen umsetzen.“ Danach wird die Plattform – so die Erwartung – mindestens zehn weitere Jahre Öl produzieren.

> 12

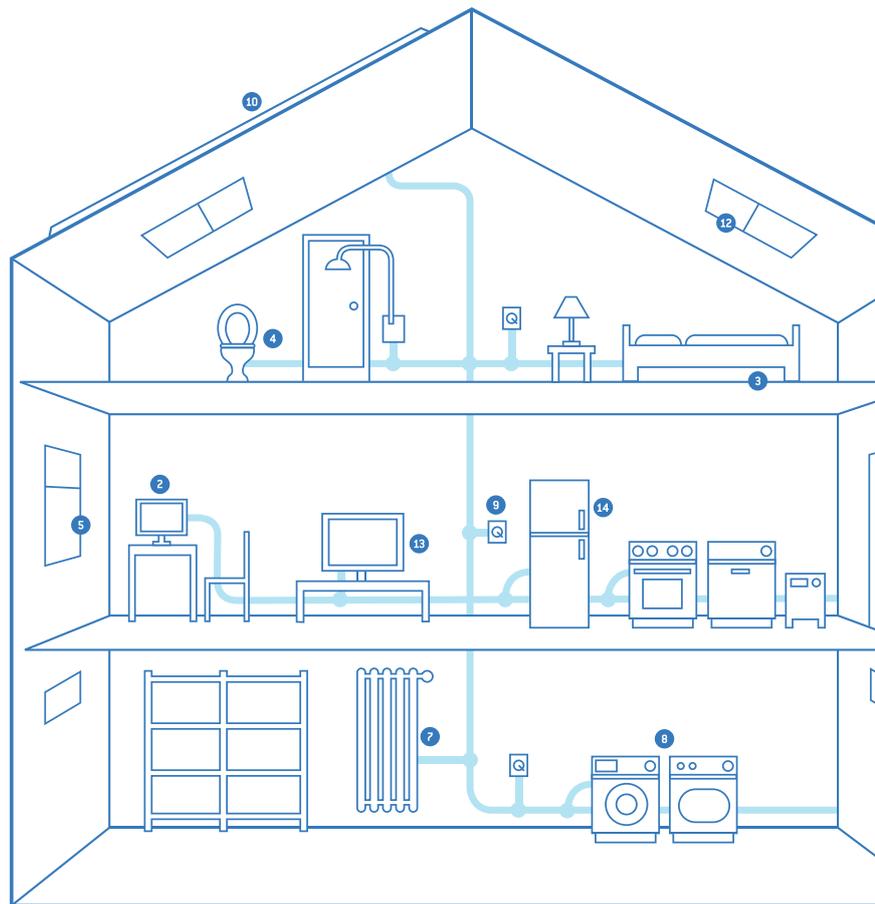
Siri ist die erste Ölplattform, die nach dem MOPUstor-Prinzip konstruiert wurde. Mit den mobilen Produktionseinheiten (MOPU) ist die Plattform flexibel und vielfältig einsetzbar. Der Tank umfasst 50.000 Kubikmeter und macht Siri von einer Pipeline unabhängig.

Während smarte Technologien längst Einzug in Industrie und Automobiltechnik gefunden haben, werden nun auch die Voraussetzungen für das intelligent vernetzte Haus geschaffen. Im Smart Home interagieren Geräte untereinander und online direkt mit Bewohner oder Anbieter. Bereits 2020 sollen die smarten Systeme in den eigenen vier Wänden laut Expertenmeinungen zur Grundausstattung gehören.

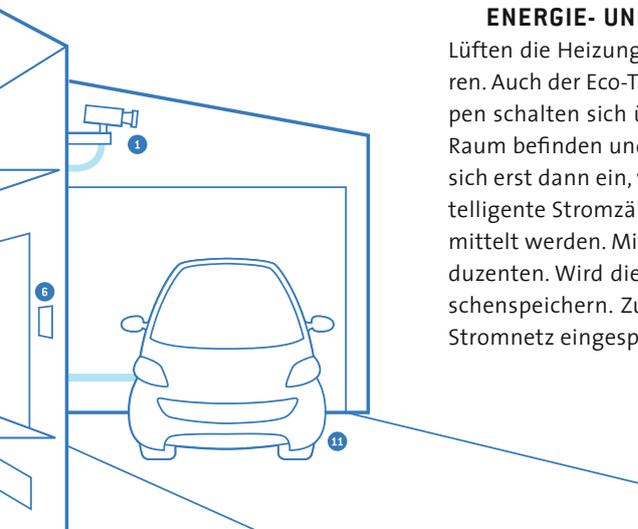
TEXT > Lisa Schwarzien

SICHERHEIT UND HAUSSCHUTZ. Wenn das Zuhause mitdenkt, erkennt es seine Bewohner und öffnet die Haustür automatisch. RFID-Lesegeräte machen es möglich. Bilder der Videoüberwachung (1) können auf sämtlichen Bildschirmen im Haus und nach Bedarf auf dem Mobiltelefon angezeigt werden. Beim Verlassen des Hauses lässt sich in intelligenten Immobilien auf einen Blick prüfen, ob alle Fenster geschlossen und Geräte im Haus ausgeschaltet sind. Alarmanlage und Bewegungsmelder sind von außen steuerbar und informieren bei Einbruch einen Wachdienst. Ist der Eindringling bereits im Haus, werden Bilder und Videos aufgezeichnet (2) und an den Besitzer gesendet. Ähnlich können vernetzte Rauchmelder sowohl die Feuerwehr als auch den Hausbesitzer benachrichtigen.

AMBIENT ASSISTED LIVING (AAL): Assistenzsysteme erleichtern das unabhängige Leben im Alter. Beispielsweise erkennt ein mit Sensoren ausgestatteter Teppich (3) akute Sturzsituationen und informiert Angehörige oder Pflegedienst. Ebenso kann die Personenwaage oder die intelligente Toilette (4) wichtige Vitaldaten messen und digital erfassen. Die Herausforderung von AAL-Systemen: Komfort und Sicherheit erhöhen, ohne dass das Wohnumfeld sichtbar von der Technik dominiert wird.



Smart Home – neue Technologien für intelligentes Wohnen



ENERGIE- UND GEBÄUDEMANAGEMENT: Mit dem Einbau von Funkfensterkontakten (5), die beim Lüften die Heizung stoppen, kann ein Privathaushalt laut Experten bis zu 30 Prozent an Energie einsparen. Auch der Eco-Taster (6) senkt beim Verlassen des Hauses die Temperatur (7) automatisch herab. Lampen schalten sich über Bewegungssensoren automatisch ein und aus, je nachdem ob sich Personen im Raum befinden und wie viel Tageslicht einfällt. Stromfresser wie Wasch- oder Spülmaschine (8) schalten sich erst dann ein, wenn der Strompreis auf dem niedrigsten Tagesniveau ist. Schließlich können über intelligente Stromzähler, sogenannte Smart Meter (9), die Daten automatisch an den Stromanbieter übermittelt werden. Mit Photovoltaikanlagen (10) werden Privathaushalte zunehmend auch zum Energieproduzenten. Wird die Energie im Haus gerade nicht benötigt, kann sie der Akku des Elektroautos (11) zwischenspeichern. Zu Spitzenverbrauchszeiten kann die Energie dann nach Bedarf wieder ins häusliche Stromnetz eingespeist werden.

KOMFORT UND UNTERHALTUNG: Mit der digitalen Verknüpfung von Technik und Medien wird das Smartphone zur Fernbedienung. Morgens kann so zum Beispiel die Kaffeemaschine vom Bett aus aktiviert werden. Auch Vorhänge und Rollos (12) reagieren ferngesteuert oder passen sich den Lichtverhältnissen automatisch an. Ein drahtloser Zugriff auf Multimediaangebote (13) ermöglicht die Bedienung von Fernseh- und Musikgeräten im ganzen Haus. Moderne Lautsprechersysteme übertragen zusätzlich Türklingel oder Telefon in mehrere Räume. Im intelligenten Haus analysiert sogar der Kühlschrank (14) die Essgewohnheiten der Bewohner, liefert Rezepte und ordert fehlende Lebensmittel automatisch nach.



Ein Kreuzfahrtschiff gleicht einer schwimmenden Stadt. Es gibt Theater und Kinos, Geschäfte und Restaurants. Für deren Ausstattung sind Spezialanfertigungen nötig, deren Planung Know-how und Erfahrung erfordert. Über beides verfügt Brunel Spezialist Jens Vollers, den wir einen Tag begleitet haben.

TEXT > Stine Behrens



Ein Schiff entsteht: Ein Tag mit Diplom-Ingenieur Jens Vollers

„Hyvää päivää!“ Um 7:20 Uhr fährt Jens Vollers auf den Parkplatz der Meyer Werft im niedersächsischen Papenburg und geht im Geiste diese beiden Worte durch. Am heutigen Donnerstag hat der Diplom-Ingenieur ein Meeting mit Vertretern eines Lieferanten aus Finnland. „Üblicherweise wird im Schiffbau auf Englisch kommuniziert“, erläutert Vollers. Aber die Gäste in ihrer Landessprache zu begrüßen, sei „eine freundliche Geste, die der guten Zusammenarbeit zuträglich ist“. Seit

drei Jahren unterstützt der Brunel Mitarbeiter die Meyer Werft als Baugruppenverantwortlicher. Fünf Kreuzfahrtschiffe hat er in dieser Zeit mit abgeliefert und dabei mit vielen Lieferanten, Inspektoren, Kunden und Kollegen zu tun gehabt. „Häufig müssen komplexe Probleme unter Zeitdruck gelöst werden“, so Vollers. „Ein guter Draht zueinander erleichtert die Arbeit ungemein.“

Um 7:30 Uhr erreicht Jens Vollers seinen Arbeitsplatz. Sein Schreibtisch steht am Fens-

Von seinem Computer aus koordiniert Jens Vollers die Planung der Edelstahlbereiche.





Vom Torfabbau zum Schiffbau: Papenburg hat heute den südlichsten Seehafen Deutschlands.

ter des Großraumbüros im zweiten Stock, das er sich mit rund 70 Kollegen teilt. Wenn er von seinem Computer aufblickt, sieht er den Hafen. Doch dem 45-Jährigen steht gerade nicht der Sinn nach dem schönen Ausblick: Um 8 Uhr beginnt im Konferenzraum nebenan die Statusbesprechung der A-Leute der technischen Einrichtung. Jens Vollers ist verantwortlich für die Planung der Edelstahlbereiche auf dem aktuell im Bau befindlichen Kreuzfahrtschiff, seine neun anwesenden Kollegen beispielsweise für Maschinenwerkstätten, Korridore oder Rettungsmittel. Jeden Donnerstag bespricht diese Runde eine halbe Stunde lang den Fortschritt der Planungen. Dabei geht Jens Vollers nicht auf jeden Raum ein, in dem Edelstahl zum Einsatz kommt. „Das würde bei insgesamt rund 130 Vorratskammern, Küchen, Bars, Abstell- und Kühlräumen auch zu lange dauern“, schmunzelt er. Detaillierte Abstimmungen nimmt er bei seinem anschließenden Meeting mit einem der technischen Zeichner vor. Der Kollege prüft mit dem CAD-Programm

JENS VOLLERS BÜNDELT DIE VERSCHIEDENEN KOMPETENZEN SEINER KOLLEGEN

CATIA das digitale Layout für eine der fünf Küchen. Das Problem: Eines der Handwaschbecken muss verschoben werden. Denn dort, wo es eingeplant war, befindet sich eine Versteifung im Deck. „Daher kann hier keine Abwasserleitung durchgeführt werden“, erläutert Vollers. Fünf Zentimeter muss das Becken nach rechts weichen – und das komplette Layout entsprechend angepasst werden. Zurück an seinem Schreibtisch informiert Jens Vollers per E-Mail den Zulieferer für die Küche. In wenigen Tagen wird die überarbeitete Zeichnung in seiner Mailbox liegen.

Den Rest des Vormittags verbringt er mit ähnlichen Aufgaben: In drei weiteren Räumen müssen Änderungen vorgenommen werden und hierzu Gespräche mit Kollegen geführt sowie E-Mails mit den jeweiligen Lieferanten ausgetauscht werden. Zwar nutzt der Diplomingenieur für Verfahrenstechnik auch das Telefon, aus Gründen der besseren Nachvollziehbarkeit bevorzugt er jedoch die Kommunikation per E-Mail.



Mithilfe von CAD werden Funktionalität und Passgenauigkeit berechnet.



Seit über 200 Jahren werden in der Meyer Werft Schiffe verschiedenster Bauart gebaut.

„Die Meyer Werft ist eine Kompakt-Werft“, erzählt Jens Vollers, als er sich um 12 Uhr auf den Weg in die nahe gelegene Kantine macht. „Hier ist alles dicht beieinander, die Wege sind kurz und viele von den 2.500 Beschäftigten kenne ich zumindest vom Sehen – optimale Voraussetzungen für effektives Arbeiten.“ Und eben das ist seine Aufgabe. Denn er fungiert als zentrale Schnittstelle zwischen der meist im Ausland ansässigen Reederei, deren Büro auf der Werft, den technischen Zeichnern, Architekten und Ingenieuren der Meyer Werft sowie den internationalen Inspektoren, die das Schiff abnehmen. Hier ist neben technischem Sachverstand in den Bereichen Systemintegration, Edelstahlkonstruktionen sowie Kälte-, Klima- und Lüftungsanlagen Berufserfahrung und Empathie gefragt.

Die Mittagspause nutzt Jens Vollers, um abzuschalten. Meist trifft sich der Familienvater in der Kantine mit einem Kollegen, der wie er unter der Woche in Papenburg wohnt und am Wochenende in die Hei-

mat pendelt. So auch heute. Ausnahmsweise besprechen die beiden Ingenieure doch dienstliche Themen – zu sehr beschäftigt Jens Vollers das anstehende Treffen mit den Finnen. Um 13 Uhr sitzt er wieder an seinem Fensterplatz, 55 Minuten später klingelt sein Telefon: Die finnische Delegation steht am Empfang. Das Meeting im Konferenzraum verläuft auch dank der Mentalität der Gäste – einem technischen Zeichner und einem Fachplaner – produktiv und entspannt. „Die beiden gehen an jede Aufgabe mit nordischer

Gelassenheit“, grinst Vollers, der selbst nicht aus der Ruhe zu bringen ist. Der Baugruppenverantwortliche wird von einem Architekten aus dem Bereich Schiffbau und einem Ingenieur für den Außenbereich des Schiffes zu dem Termin begleitet. Denn die Reederei möchte auf einem Deck Grills anbringen, damit die Passagiere unter freiem Himmel ihre eigenen Steaks zubereiten können. „Handelsübliche Geräte kommen dafür nicht infrage“, erklärt Vollers, „wir benötigen Spezialanfertigungen. Die Herausforderung besteht darin, unter Berück-

KURZE WEGE UND PERSÖNLICHE ABSTIMMUNG KENNZEICHNEN DIE INTERNE KOMMUNIKATION DER MEYER WERFT

Um das Gewichtsbudget des Schiffes einzuhalten, darf der Edelstahl nicht zu schwer sein.





Rund vier Jahre dauert es vom Entwurf bis zur Fertigstellung eines solchen Luxusliners.

sichtigung des Leitungsnetzes für Strom, Wasser und Abwasser, den Raum optimal zu nutzen und die bestmögliche Funktionalität zu gewährleisten.“

Die Mitarbeiter des Zulieferbetriebs zeichnen direkt vor Ort auf Basis des Briefings eine erste grobe Skizze. Zurück im hohen Norden digitalisieren sie ihren Entwurf und senden ihn an Jens Vollers. Der ist zuversichtlich, dass er der Reederei zeitnah ein Konzept für die Grillstation vorlegen kann: „Wir arbeiten ja schon länger mit diesem Lieferanten zusammen. Meine Ansprechpartner dort wissen, was ich will, und ich kann auf Basis meiner Erfahrung einschätzen, was der Kunde erwartet.“ Nach knapp drei Stunden verabschiedet er seine Gäste und geht zurück an den PC. Wie erwartet ist die Mailbox gut gefüllt. Unter anderem hat ihm ein Lieferant für die Ausstattung der Kühlräume Materialvorschläge zukommen lassen. „Ein wichtiges Thema“, so Vollers. „Zum einen gelten für jedes Teil eigene Normen. Nur die US-amerikanischen Hygienrichtlinien USPH (United States Public Health) werden in allen

Bereichen angewendet, in denen mit Lebensmitteln gearbeitet wird. Zum anderen darf das Material nicht zu schwer sein. Denn je schwerer der Luxusliner, desto höher der Kraftstoffverbrauch. Vor allem aber erhöht sich der Tiefgang – fatal für ein Kreuzfahrtschiff, das oft in flachen Gewässern zwischen Inselgruppen navigiert und auch in kleineren Häfen anlegt.

FERTIGUNG NACH DEM BLOCKBAU- PRINZIP: KLEINE EINHEITEN WERDEN ZU IMMER GRÖßEREN ZUSAMMENGESETZT

Um 18 Uhr macht Jens Vollers Feierabend. Er freut sich auf morgen: Am Vormittag macht er einen Abstecher zu einem der beiden Docks der Werft, um zu schauen, wie weit der Bau der ersten Blöcke seines nunmehr sechsten Kreuzfahrtschiffs vorankommt. „Ich verfolge gern die tatsächliche Umsetzung. Es ist nach wie vor beeindruckend, ein solches Schiff entstehen zu sehen.“ Rund 300 Meter lang, 35 Meter breit und 18 Decks hoch ist so ein Kreuzfahrer. Gewaltige Dimensionen, die auch Jens Vollers' Sohn faszinieren – und den sieht er bald wieder: Am frühen Freitagnachmittag geht es zurück ins heimatische Bramstedt.

Auch in Zeiten der 3-D-Simulation wird eine Grillstation auf dem Papier geplant.







Die erste Programmiersprache der Welt

Auf einen Computer kann man in der heutigen technologisierten Welt weder im Arbeitsleben noch im Privatleben verzichten. Die Grundlage für den heutigen PC bildete die Erfindung der Rechenmaschine, für die Ada Lovelace bereits vor 170 Jahren erste Programme zur Bedienung entwickelte.

TEXT > Matthias Huthmacher

Als Augusta Ada Byron am 10. Dezember 1815 in London geboren wird, stehen die Zeichen in ihrem Elternhaus auf Sturm. Ihr Vater, der Schriftsteller Lord George Byron, führt ein berüchtigt ausschweifendes Leben. Wenige Wochen nach der Geburt von Ada zieht ihre Mutter, Anne Isabella Milbanke, mit dem Kind aus. Lord Byron wird die Tochter bis zu seinem Tod nicht wiedersehen. Ein Auftakt, der den Werdegang von Ada Byron, der späteren Gräfin Lovelace, prägen sollte: Sie erhält keine musische, sondern eine mathematische und naturwissenschaftliche Ausbildung.

Die Mutter, selbst bewandert in Geometrie und Astronomie, kann sich Privatlehrer leisten – ein Glücksfall für das hochbegabte Kind, denn der Zugang zur Welt der Wissenschaften bleibt Frauen ansonsten weitgehend verwehrt. Nicht einmal der Besuch von Bibliotheken ist ihnen erlaubt. Dass Ada als Kind und Jugendliche häufig von Krankheiten geplagt wird, tut ihrer geistigen Entwicklung keinen Abbruch, im Gegenteil: Eine Lähmung im Alter von 14 Jahren fesselt sie zwölf Monate lang ans Bett, wo sie die Zeit nicht nur mit mathematischen Formeln verbringt, sondern auch ihre Liebe zur Technik entdeckt. Nach ihrer Genesung besucht sie technische Ausstellungen und Vorträge. Wieder lernt sie schnell und beginnt schon bald, selbst Konstruktionspläne für Maschinen und Schiffe zu entwerfen.

Zu ihren Privatlehrern zählt auch die Mathematikerin Mary Somerville. Sie führt Ada Byron in die Gesellschaftskreise der Londoner Wissenschaftsszene ein. Dort lernt die 17-Jährige im Juni 1833 Charles Babbage kennen. Der Mathematiker und technische Erfinder ist bereits eine Berühmtheit und hat erst im Jahr zuvor eine Teileinheit seiner „Difference Engine“ vorgestellt. Vollendet hätte diese mechanische Rechenma-

schine aus 25.000 Einzelteilen bestanden, da jede Ziffer einer Zahlenfolge ein eigenes Zahnrad benötigte. Derartige Feinmechanik konnte nur per Hand gefertigt werden, was jeden finanziellen Rahmen sprengte. Dennoch beginnt Babbage mit den Arbeiten für eine „Analytical Engine“, die alle Grundrechenarten beherrschen und komplexere Rechenschritte leisten soll. 1840 sind die Pläne für diesen „mechanischen Computer“ fertiggestellt. Gebaut wird er nie, denn der Aufwand hätte jenen für die Differenzmaschine noch weit überstiegen: Das über eine Dampfmaschine angetriebene Ungetüm aus Bronze und Guss wäre 30 Meter lang und zehn Meter breit geworden.

VOM MECHANISCHEN WEBSTUHL ZUR RECHENMASCHINE

Das theoretische Konzept aber mutet heute noch modern an und stellt einen wichtigen Schritt in der Geschichte des Computers dar. Die Recheneinheit nutzte die dezimale Gleitkommaarithmetik für numerische Berechnungen. Geplant war ein Speicher, der 1.000 Einheiten zu 50 Dezimalstellen hätte aufnehmen können. Zudem verfügt dieser Ur-Computer über Funktionen, für die wir heute Begriffe haben wie bedingte Verzweigungen und Schleifen, die gemeinsam die Kontrollstrukturen einer Programmiersprache bilden. Sogar eine Ausgabeschnittstelle für den Anschluss von Drucker und Kurvenplotter ist

> 13

Ada Lovelace (1815–1852): Schon früh entwarf die britische Mathematikerin Konstruktionspläne für allerlei Maschinen und korrespondierte mit der britischen Wissenschaftsszene. Wegen ihrer Kommentare zur Analytical Engine gilt sie als erste Programmiererin. Die heute militärisch eingesetzte Programmiersprache Ada wurde nach ihr benannt.



ADA-LOVELACE-PROJEKT

Das Rheinland-Pfälzische Mentoring-Netzwerk für Frauen in MINT (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik) nutzt die Vorbildfunktion der Software-Pionierin, um Schülerinnen durch Information und Beratung verstärkt für MINT-Studienfächer zu gewinnen. 1997 von der Universität Koblenz ins Leben gerufen, ist das Projekt mittlerweile an elf Hochschulstandorten in Rheinland-Pfalz vertreten.

> 14

Charles Babbage (1791–1871) ist englischer Mathematiker, Nationalökonom und Erfinder. 1812 gründete er zusammen mit John Herschel die Analytical Society, deren Ziel die Reformierung der britischen Mathematik war. Als große Pionierleistung gilt seine 1832 konzipierte erste programmierbare mechanische Rechenmaschine.

in dem Konzept enthalten. Die Eingabe von Daten und Befehlen aber soll über Lochkarten erfolgen, wie man sie zu jener Zeit bereits von den mechanisierten Webstühlen her kennt.

Ada ist von dem Entwurf fasziniert. Als der italienische Mathematiker Luigi Menabrea 1842 die erste Beschreibung der Analytical Engine in französischer Sprache veröffentlicht, übersetzt Ada, durch die Heirat mit William King seit 1838 Gräfin Lovelace, den Text ins Englische. Charles Babbage selbst ermuntert sie, eigene Kommentare anzuhängen. Am Ende sind die Anmerkungen fast dreimal so lang wie der eigentliche Aufsatz. Ada legt eine erste „Software“ für die Analytische Maschine vor, indem sie den Einsatz von Lochkarten nicht nur zur Eingabe von Daten, sondern zur Lösung verschiedener algebraischer und trigonometrischer Probleme erklärt. Sie beschreibt, wie sich die Analytical Engine programmieren lässt, um sogenannte Bernoulli-Zahlen zu berechnen – eine bestimmte Folge rationaler Zahlen, die der Schweizer Mathematiker Jakob Bernoulli im 17. Jahrhundert entdeckt hatte. Dazu erstellt sie einen Algorithmus, der als erstes Computerprogramm

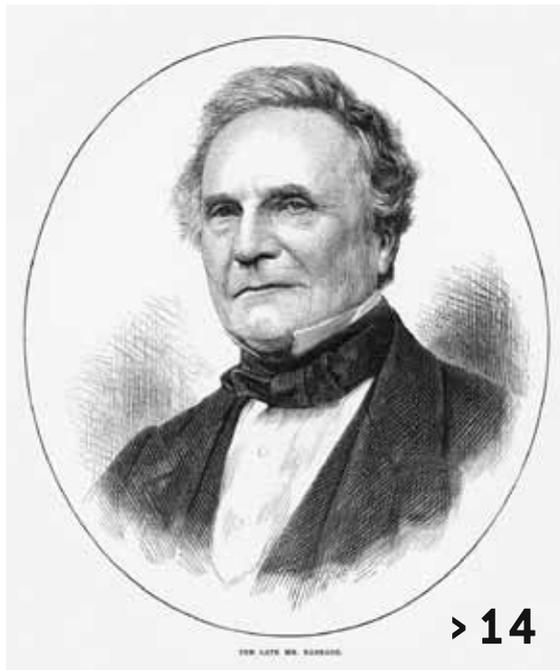
der Welt gilt. Ada Lovelace wird mit ihrer Umsetzung von mathematischen Formeln in Funktionsschritte zur Pionierin bei der Gestaltung dessen, was wir heute Software nennen.

DIE PROGRAMMIERSPRACHE DER RECHENMASCHINE ERÖFFNET NEUE ANWENDUNGSFELDER

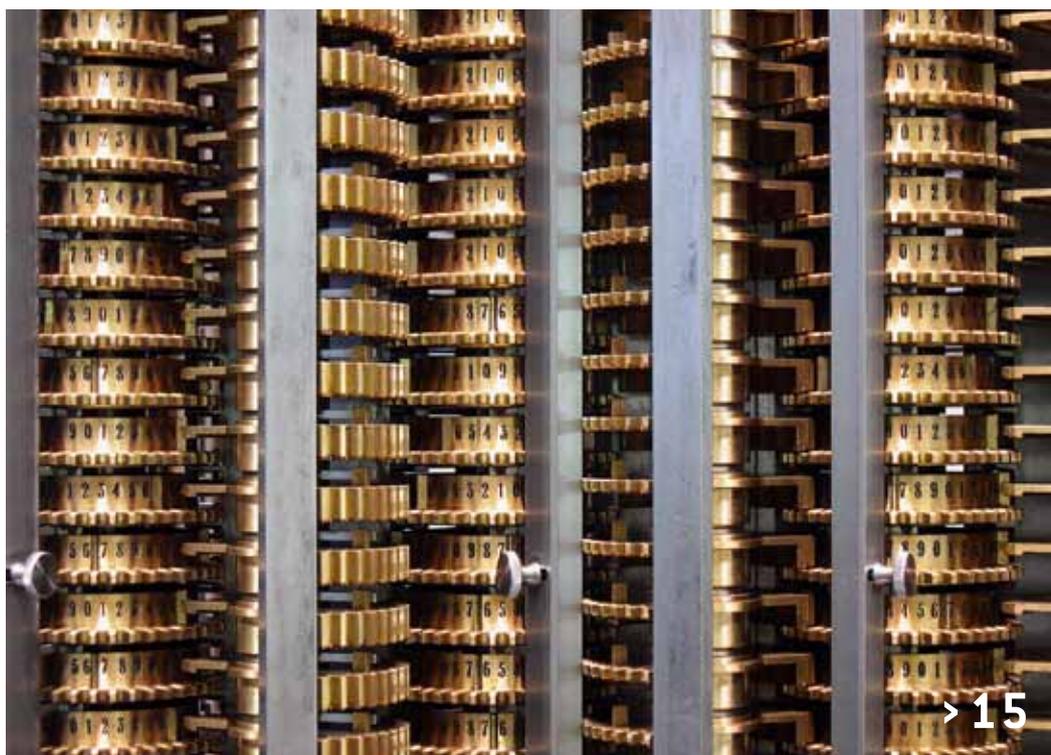
Gleichzeitig notiert sie geradezu visionäre Gedanken: Rechenmaschinen werden in der Zukunft Zahlen zu mehr nutzen als nur für Berechnungen. Sie ist davon überzeugt, dass die Maschinen Funktionen von beliebiger Komplexität übernehmen können, bis hin zur Komposition von Musik. Sie sieht damit den Wandel der reinen Kalkulationsmaschine zum vielseitig verwendbaren Computer in einer Zeit voraus, als die industrielle Revolution erst Fahrt aufnimmt und der Durchbruch elektrischer Geräte noch bevorsteht. Gerade hat Johann Philipp Wagner den ersten elektrischen Antrieb vorgestellt – in einer Modell-eisenbahn. Es wird noch einige Jahre dauern, bis Philipp Lenard die elektrische Bogenlampe als Vorläufer der Leuchtstoffröhre präsentiert, das Telefon gibt es nicht vor 1861 und selbst die Glühlampe des Thomas Alva Edison lässt noch bis 1879 auf sich warten. Einen funktionstüchtigen Computer aber wird Konrad Zuse erst 1941 mit dem Z3 entwickeln – fast 100 Jahre nachdem Ada Lovelace ihre Programmiersprache geschrieben hat.

Ada Lovelace erntet zu Lebzeiten zwar Anerkennung für ihre bahnbrechende Arbeit. Glücklicherweise nicht. Drei Kinder hat sie zur Welt gebracht, sie fühlt sich eingeschränkt durch ihre häuslichen Pflichten. Vor allen Dingen aber verschlechtert sich ihre Gesundheit zunehmend. Die letzten Jahre ihres Lebens verbringt sie bettlägerig. Ihrem Mann schreibt sie: „Ich bin eines jener Genies, die sich darauf beschränken, sich zu erholen.“ Ada Lovelace stirbt am 27. November 1852 im Alter von nur 36 Jahren an Krebs.

130 Jahre nach ihrem Tod würdigt die moderne Computerbranche Ada Lovelace auf besondere Art: Eine in den 70er-Jahren des 20. Jahrhunderts von Jean Ichbiah im Auftrag des Unternehmens Honeywell Bull für



> 14

**> 15**

Zwischen 1847 und 1849 entwickelte Babbage ein verbessertes Modell, die Difference Engine No. 2, die jedoch damals wegen der unzureichenden technischen Möglichkeiten nicht verwirklicht wurde. Erst über 100 Jahre später wurde sie 1991 im Londoner Science Museum funktionsfähig nachgebaut und ist seit 2008 auch im Computer History Museum in Kalifornien ausgestellt.

das US-Verteidigungsministerium entwickelte Programmiersprache mit statischer Typenbindung wird nach ihr benannt. Noch heute wird Ada vornehmlich in sicherheitsrelevanten

Bereichen wie der Raumfahrt, in der Medizin und in Kernkraftwerken eingesetzt, weil es als besonders fehlerresistent gilt.

MEILENSTEINE

- 1805 Der Franzose Joseph-Marie Jacquard erfindet die Lochkarte zur Steuerung von mechanischen Webstühlen. Sie sind die ersten Träger einer Programmierung und damit Vorläufer der modernen Software. Bis Mitte des 20. Jahrhunderts wurden Rechner über Lochkarten gesteuert.
- 1945 John von Neumann stellt in den USA die später nach ihm benannte Von-Neumann-Architektur (VNA) für Rechner vor. Wurden bis dahin Programme über Lochkarten eingelesen oder hardwaremäßig verschaltet, so ermöglicht die neue Grundstruktur die Trennung von Hardware und Software.
- 1952 Nathaniel Rochester nutzt zur Programmierung des Betriebssystems für den ersten kommerziellen Computer von IBM, den 701, erstmals eine Assemblersprache. Sie erlaubt das Schreiben von Programmen mit kurzen, lesbaren Kommandos anstatt der Eingabe von Zahlencodes.
- 1964 John George Kemeny und Thomas Eugene Kurtz führen die vergleichsweise leicht erlernbare Programmiersprache BASIC ein. Sie gilt als eine der am weitesten verbreiteten Programmiersprachen der Welt und wird noch heute für diverse interne Makro-Programmierungen verwendet.



Aufwind in Nordeuropa – Wachstumsmarkt Offshore-Windenergie

Erneuerbare Energien liefern mehr als klimafreundlichen Strom. Sie schaffen neue Märkte und Arbeitsplätze. Doch Kundenanfragen zeigen, welche hohe Komplexität sich hinter Großprojekten wie beispielsweise dem Aufbau eines Offshore-Windparks verbirgt. Eine internationale Brunel-Expertenrunde fasst zusammen, wie Brunel als Windexperte auch branchenübergreifend aufgestellt ist.

TEXT > Lisa Schwarzien



PORTRÄT

Kolja Ostrowski hat Maschinenbau mit Schwerpunkt Fertigungstechnik studiert. Seit 1999 ist der 37-Jährige bei Brunel und betreut als Geschäftsbereichsleiter Nord heute die Niederlassungen Bremen, Hamburg, Kiel und Rostock sowie die Entwicklungseinrichtung Brunel Transport & Energy.

> 16

Offshore-Windenergieanlagen werden in Wassertiefen von 20 bis 50 Metern verankert. Beim Aufbau kommen spezielle Errichterschiffe zum Einsatz, die mit ihren hydraulisch ausfahrbaren Beinen eine stabile Arbeitsplattform bilden.

Mit alpha ventus ging im April 2010 vor Borkum der erste Offshore-Windpark Deutschlands in Betrieb, in der Ostsee folgte im Mai 2011 Baltic I. Derzeit drehen sich in deutschen Gewässern rund 100 Windräder, verteilt auf drei Windparks. Weitere 2.000 Anlagen sind bislang genehmigt. Für Nordeuropas Küstenregionen birgt der Ausbau des Windenergiesektors auf dem Meer enormes Potenzial. Die Bundesregierung plant, bis 2030 durch Windparks vor deutschen Küsten 25 Gigawatt Strom zu erzeugen – dies entspräche einem Anteil von 15 Prozent der heimischen Stromproduktion. Bei allen Chancen stellt die noch junge Branche Windparkbetreiber und Zulieferer vor gewaltige Herausforderungen. Denn der Aufbau eines Offshore-Windparks ist ein Großprojekt, dessen Komplexität vor allem durch die Vielzahl

der Projektteilnehmer, der eingesetzten Technologien sowie lang andauernde Projektphasen gekennzeichnet ist. Auf der einen Seite sind da die Windparkbetreiber, zumeist Energieversorger, auf der anderen viele Branchen, Industrien und Dienstleister, die für die Herstellung der Anlagenbauteile, Fundamente und Umspannwerke sowie deren Verkabelung zuständig sind. Hinzu kommt die besondere logistische Herausforderung. Die Installation der riesigen Bauteile – vom Fundament bis zum Rotorblatt – erfordert den Einsatz neuartiger maritimer Techniken und Systeme. Hier sind etwa spezielle Errichterschiffe notwendig, die mit ihren ausfahrbaren Standbeinen weitestgehend unabhängig vom Seegang arbeiten können.

ENTSCHEIDEND IST DIE VERNETZUNG ALLER OFFSHORE-PROJEKTBETEILIGTEN

Bei der Umwandlung der Windenergie in Elektrizität sind viele unterschiedliche Branchen involviert, die einer engen Vernetzung bedürfen, um einen reibungslosen Ablauf zu gewährleisten. „Der Offshore-Windenergiesektor ist dabei für viele Unternehmen Neuland“, weiß Kolja Ostrowski. Seit einigen Jahren beobachtet der Brunel-Experte für den europäischen Windmarkt, dass immer mehr Firmen auf den Markt drängen. „Wie im Zeitalter der Goldgräber folgen einem Pionier viele andere.“ Die Herausforderung bestehe nun vor allem in der Koordination der einzelnen



Brunel Windenergie-Kompetenzen auf einen Blick:

Für Anlagenkomponenten, Tragwerke, Umspannplattformen bis hin zu Verkabelung, Transport und Installation umfasst das Brunel Leistungsspektrum

- > Analyse, Entwurf, Auslegung und Berechnung
- > Konstruktion, Optimierung und Spezifikation
- > Schadensanalysen und Umweltsimulationen
- > Qualitätsmanagement und Zertifizierung
- > Bauaufsicht, -leitung und Transport
- > Lieferung von Messtechnik und Prüfständen



Branchen und Projektbeteiligten. Brunel als erfahrener und internationaler Projektpartner kennt diese anspruchsvolle Schnittstellenfunktion. „Wir haben sowohl die Experten, die nun europaweit gefragt sind, als auch das organisatorische Know-how bereits an Bord“, erklärt der 37-Jährige. Für die Hauptvertragspartner, die schließlich die Auslieferung eines Windparks verantworten, kann Brunel daher branchenübergreifend das vorhandene Potenzial der einzelnen Marktteilnehmer unterstützen und eine termingerechte Gesamtumsetzung gewährleisten.

MITARBEITER WIE MATERIAL MÜSSEN DEM RAUEN SEEKLIMA STANDHALTEN

Hinzu kommt, dass viele Unternehmen bereits aus vorangegangenen Projekten mit den Dienstleistungen von Brunel vertraut sind. Sie schätzen die globale Markterfahrung des Ingenieurdienstleisters in der Wind- und maritimen Industrie. Die Projektunterstützung kennt dabei keine Ländergrenzen. „Bei Machbarkeitsstudien oder der Konzeption einer Umspannplattform beispielsweise arbeiten

unsere Niederlassungen in Norddeutschland eng mit Kollegen aus Dänemark und Polen zusammen“, skizziert Ostrowski das Brunel Netzwerk. Auf Personalebene werden zudem spezielle Offshore-Sicherheitstrainings organisiert, die die Fachkräfte auf die besonderen Anforderungen auf See vorbereiten.

Auch die Technik muss den Gegebenheiten angepasst werden, denn auf Offshore-Windenergieanlagen wirken enorme Wind- und Wellenlasten, starke Strömungen sowie das salzhaltige Seeklima ein. Damit die Bauteile diesen Einflüssen standhalten, bedarf es ausführlicher Tests und Materialprüfungen. Diese werden in der Brunel eigenen Prüf- und Testeinrichtung Car Synergies in Bochum realisiert, die bereits seit vielen Jahren eng mit Herstellern von Windenergieanlagen zusammenarbeitet. Neben der Durchführung von Testverfahren für einzelne Komponenten bauen die Bochumer Spezialisten auch komplette Prüfstände, die beispielsweise mittels Korrosions- und Salzprühtests die Belastungen auf See simulieren.

Spezialwissen ist auch bei der Konstruktion der Offshore-Anlagen gefragt. Hier grei-

> 17

Die internationale Brunel Expertenrunde (v. li.): Jeroen van Drunen (Brunel Energy), Mandy Bremse (Niederlassung Rostock), Andreas Bunde (Brunel Transport & Energy), Peter Bolz (Brunel Car Synergies) und Kolja Ostrowski (Geschäftsbereichsleiter Nord).



> 17

fen die Unternehmen auf das Know-how aus Schiffbau und Offshore-Industrie von Brunel Transport & Energy zurück. Andreas Bunde, Leiter des Rostocker Entwicklungszentrums, und sein Team haben bereits viele Werften beim Bau von Container- und Passagierschiffen unterstützt. „Beim Wissenstransfer aus dem Schiffbau auf die Windbranche müssen jedoch auch neue Faktoren bedacht werden“, berichtet der Ingenieur. „Beispiel Jacket-Tragwerk: Diese offene Stahl-Gitterkonstruktion hat sich bereits in der Ölindustrie in größeren Wassertiefen bewährt“, erklärt Bunde. Der Vorteil: Bei gleicher Widerstandskraft kommen Jackets mit 30 bis 40 Prozent weniger Stahl aus als andere Bauarten. „Doch die Beschichtung ist aufgrund der vielen Kanten und Verstrebungen wesentlich korrosionsanfälliger als etwa die Fläche der Außenhaut eines Schiffes“, fährt der 52-Jährige fort. Eine weitere Herausforderung: Während ein Schiff zur Wartung aus dem Wasser gehoben werden kann, ist dies bei einer fest installierten Anlage auf See nicht möglich.

„DIE REKRUTIERUNG IST EINE DER GRÖSSTEN HERAUSFORDERUNGEN.“

Neben umfangreichem Material-Know-how verfügen die Rostocker Spezialisten über Erfahrungen im HSE-Management (Health, Safety, Environment), das die Arbeitssicherheit und den Umweltschutz beim Bau und Betrieb einer Plattform kontrolliert. „Im Offshore-Bereich werden pro Plattform 15 bis 18 Bauleiter gebraucht. Hier stellt die Rekrutierung eine der größten Herausforderungen für die Unternehmen dar.“

Dass die Nachfrage nach Komplettlösungen und eingespielten Projekt-Teams im Offshore-Sektor weltweit wächst, beobachtet auch Jeroen van Drunen, Commercial Manager bei Brunel Energy. Die größte Busi-



ness Line des Mutterkonzerns Brunel International N.V. berät und unterstützt seit über 25 Jahren international tätige Konzerne aus der Öl-, Gas- und Offshore-Windindustrie in sämtlichen Projektphasen. „Energiefragen werden nicht lokal beantwortet. Daher bündeln wir unser gesamtes Know-how zu einer engen internationalen Zusammenarbeit“, so der Niederländer. Bereits heute sind Brunel Projektingenieure für viele namhafte Windturbinenhersteller im Einsatz. Van Drunen ist sich sicher: „Auch die Offshore-Windindustrie wird künftig noch stärker von unserer globalen Markterfahrung, den langjährigen Branchenkontakten und dem internationalen Expertennetzwerk profitieren.“ Kolja Ostrowski denkt bereits einen Schritt weiter: „Die Nordsee stellt für viele Konzerne nur eine Art Testfeld dar. Hier werden die Technologien für die Zukunftsmärkte China, Indien, Südafrika und USA erprobt.“

PORTRÄT

Jeroen van Drunen begann seine Karriere bei Brunel bereits 1998, unmittelbar nach Abschluss seines Studiums Industrial Engineering und Management Science. Der 38-Jährige war zunächst mehrere Jahre in Afrika und Südostasien tätig. Heute verantwortet Jeroen van Drunen als Commercial Manager die Aktivitäten von Brunel Energy in den europäischen und afrikanischen Energiemärkten.

Wenn Sie Unterstützung für Ihre Offshore-Projekte benötigen, dann wenden Sie sich an unseren Spezialisten Kolja Ostrowski: t. +49 421 169 41-22, k.ostrowski@brunel.de



Die im Prinzip einfache Funktionsweise einer Brennstoffzelle fasziniert Forschungsingenieure schon seit Langem. So auch Harald Bröge, der Diplom-Ingenieur für Verfahrenstechnik ist derzeit für Brunel im Projekteinsatz und hat Wissenswertes über die Brennstoffzelle zusammengefasst.

Wussten Sie, dass die Brennstoffzelle schon 1838 entdeckt wurde?

TEXT > Harald Bröge



PORTRÄT

Harald Bröge hat von 1980 bis 1985 Verfahrenstechnik mit dem Schwerpunkt thermische und mechanische Verfahrenstechnik an der Technischen Universität in Dresden studiert. Vier Jahre später absolvierte er ein umwelttechnisches Zusatzstudium der Abwassertechnik. Seit 2004 ist er bei Brunel und aktuell als Projektingenieur im Anlagenbau tätig.

Die Fortschritte bei der Elektrifizierung der Antriebe werden immer deutlicher sichtbar: Ob es um die größere Reichweite der Batterien geht, um Fahrzeugantriebe oder um mobile und stationäre Anwendungen, die Brennstoffzelle als Energiewandler bietet viele Einsatzmöglichkeiten. Aufgrund ihrer Kombination von hoher Effizienz in der Brennstoffausnutzung und der umweltfreundlichen Betriebsweise wird die Brennstoffzelle als eine neue Technologie für die zukünftige Energieversorgung angesehen. Jüngstes Anwendungsfeld der Brennstoffzellenforschung sind miniaturisierte Brennstoffzellen, die beispielsweise in Laptops oder bei weiterer Kompaktierung auch in Handys eingesetzt werden können. Die größten Herausforderungen in diesem Bereich bestehen in der Entwicklung kleiner Systemkomponenten und der kompakten Speicherung von Wasserstoff. Dies sind Bedingungen für die Herstellung einer Brennstoffzelle, die bei Umgebungstemperatur eine ausreichende Leistungsdichte und einen guten Wirkungsgrad aufweist.

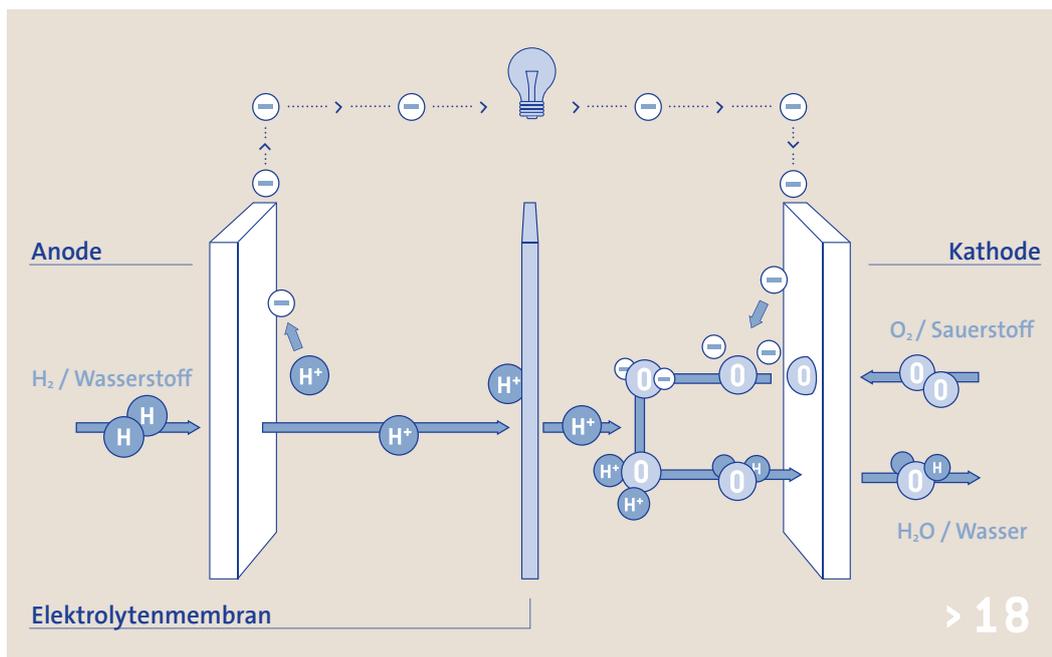
Der Fahrzeugantrieb wird derzeit als das wichtigste potenzielle Anwendungsfeld der Membran-Brennstoffzelle (PEMFC) angesehen,

die aufgrund ihrer hohen Leistungsdichte und ihres großen Kostensenkungspotenzials favorisiert wird. So arbeiten fast alle großen Automobilhersteller an der Einführung von serienmäßigen elektrischen Antrieben.

Aufgrund der Aktualität des Themas scheint die Brennstoffzelle eine Erfindung des 21. Jahrhunderts zu sein, doch die Brennstoffzelle ist keine neue wissenschaftliche Entdeckung.

BRENNSTOFFZELLEN NUTZEN DAS PRINZIP DER „KALTEN VERBRENNUNG“

Das Wirkungsprinzip der Brennstoffzelle ist bereits seit 174 Jahren bekannt und beruht auf der kontrollierten elektrochemischen Reaktion von Wasserstoff mit Sauerstoff zu Wasser unter Nutzung der abgegebenen elektrischen Energie. 1838 entdeckte Christian Friedrich Schönbein, Professor für Physik und Chemie an der Universität Basel, die elektrische Spannung zwischen zwei Platindrähten, die in einer Elektrolytlösung mit Wasserstoff und Sauerstoff umspült wurden. Ein Jahr später gelang dem britischen Physiker Sir William Grove in London die gezielte Umkehr der


> 18

In der Brennstoffzelle werden Wasser- (H_2) und Sauerstoffmoleküle (O_2) durch eine Membran getrennt. An der Anode spaltet sich der Wasserstoff in Elektronen und H^+ -Ionen. Während diese klein genug sind, um durch die Membran zu passen, bewegen sich die Elektronen über einen Leiter zur Kathode und erzeugen Gleichstrom. Die H^+ -Ionen reagieren an der Kathode mit den Sauerstoffatomen. Es entstehen Wasser und Energie in Form von elektrischem Strom und Wärme.

> 18

H_2/O_2 -Elektrolyse und er entwickelte den ersten Stromgenerator, der dieses Prinzip nutzte. Sogar Zeitgenossen wie Jules Verne erkannten bereits das Potenzial der Brennstoffzelle. So schrieb der Schriftsteller 1870: „Das Wasser ist die Kohle der Zukunft. Die Energie von morgen ist Wasser, das durch elektrischen Strom zerlegt worden ist. Die so zerlegten Elemente des Wassers, Wasserstoff und Sauerstoff, werden auf unabsehbare Zeit hinaus die Energieversorgung der Erde sichern.“ Doch die neue Technik der „Galvanischen Gasbatterie“ konnte sich zuerst nicht gegen den Explosionsmotor, Dampfmaschinen und die späteren Dampfturbinen in der Erzeugung mechanischer und elektrischer Energie durchsetzen. Die edelmetallintensive Stromerzeugung mit Brennstoffzellen wurde daher weitestgehend eingestellt.

Erst mit Beginn der Raumfahrt wurden wieder Anforderungen an eine Stromquelle gestellt, die mit Batterien oder Wärmekraftmaschinen nicht zu erfüllen waren. 1960 entdeckte die NASA die Brennstoffzellen (Typ AFC – Alkaline Fuel Cell) als ideales Bordkraftwerk für Raumschiffe und setzte die ersten Brennstoffzellen in Gemini-Kapseln ein. In den heu-

tigen Space Shuttles sorgen drei Brennstoffzellenmodule für maximal 12 Kilowatt Leistung – für das Trinkwasser und die Kühlung des Raumschiffs.

Seitdem arbeiten immer mehr Wissenschaftler an „terrestrischen“ Anwendungen der Brennstoffzelle. Pioniere konstruierten in den 1960er-Jahren erste Brennstoffzellenvehikel. Der erste Brennstoffzellentraktor wurde 1959 vorgestellt.

Gefördert durch die kalifornische Gesetzgebung, die eine Verkaufsquote von ULEVs (Ultra-Low-Emission Vehicles) und ZEVs (Zero-Emission Vehicles) vorschrieb, kam es erst in den 1990er-Jahren zum Boom der Brennstoffzelle als kommerzielle Technologie. Seitdem macht die internationale Brennstoffzellenentwicklung große Fortschritte und insbesondere bei der PEMFC im Fahrzeugbereich sowie bei den Hochtemperaturbrennstoffzellen (MCFC, SOFC) ist eine Renaissance in der Brennstoffzellenforschung augenfällig. Ob sich die Brennstoffzelle jedoch gegen andere umweltschonende Technologien durchsetzen wird, bleibt abzuwarten.

Haben auch Sie eine Frage zu einer technologischen Entwicklung? Dann senden Sie uns diese an der-spezialist@brunel.de. Unter allen Einsendungen verlosen wir fünfmal unseren Buchtipp auf Seite 19.



Cloud Computing: Dienstleistung mit Zukunftspotenzial?

Bereits drei Viertel der deutschen Unternehmen greifen laut einer Studie von Kelton Research auf Cloud Computing zurück. Doch neben der zunehmenden Akzeptanz für die Technologie bestehen vielerorts Sicherheits- und Kostenbedenken. Der Spezialist sprach mit IT-Experte Dr. Ulrich Springer und Cloud-Computing-Forscher Dr. Christian Baun über Risiken und Chancen der Datenlagerung in der digitalen Wolke.

INTERVIEW > Jörg Riedel



PORTRÄT

Dr. Christian Baun ist Inhaber einer Vertretungsprofessur an der Hochschule Darmstadt. Er forscht und lehrt im Fachbereich Informatik zu den Themen Cloud Computing, Netzwerke, Betriebssysteme. Der 32-Jährige ist Autor zahlreicher wissenschaftlicher Veröffentlichungen rund um das Thema Cloud Computing und dessen Sicherheit.

Der Spezialist: Welche Vorteile sehen Sie für das Cloud Computing?

Christian Baun: Zunächst müssen unterschiedliche Arten von Cloud-Diensten unterschieden werden: öffentliche, private und hybride Dienste. Bei öffentlichen Diensten (Public Cloud) gehören Anbieter und Kunden unterschiedlichen Organisationen an. Das ist klassisches Outsourcing, denn für die Kunden entstehen keine Kosten für Anschaffung, Betrieb und Wartung eigener Hardware. Die Ressourcen sind sofort und je nach Anbieter nahezu unbegrenzt verfügbar. Bei privaten Diensten sind die Ressourcen ausschließlich den Mitarbeitern und Partnern eines Unternehmens verfügbar und werden von diesem selbst betrieben und verwaltet. Allerdings entstehen hier höhere Kosten, ähnlich denen

einer nicht-Cloud-basierten Architektur. Bei hybriden Diensten, einer Kombination aus öffentlichen und privaten Diensten, lassen sich beispielsweise Lastspitzen von Public Clouds abfedern oder Sicherheitskopien auslagern.

Der Spezialist: Was hat ein mittelständisches Unternehmen vom Cloud Computing?

Ulrich Springer: Gerade ein Mittelständler mit etwa 1.000 Mitarbeitern hat in der Regel eine kleine IT-Abteilung. Diese kann mit oft veralteter Technologie die wachsenden Anforderungen an Netzwerke und Hardware kaum noch realisieren. Hier ist es sinnvoll, den IT-Betrieb auszulagern und auf Cloud Computing zurückzugreifen. Die Voraussetzung dafür ist allerdings, dass die passenden Anwendungen auch verfügbar sind. Kleine und mittelständische Unternehmen benötigen Komplettlösungen, die auf die unternehmenseigenen Arbeitsbedingungen zugeschnitten werden.

Der Spezialist: Im Zusammenhang mit Cloud Computing wird immer wieder auch vor Problemen gewarnt. Welche sind die größten Risiken?

Christian Baun: Neben den Nachteilen, die bei Private Clouds in den hohen Kosten liegen, birgt das Public Cloud Computing potenzielle Sicherheitsrisiken. Gerade bei Anbietern aus den USA gibt es Bedenken, dass Daten nicht sicher vor dem Zugriff der US-Behörden sind. Auch der sogenannte Lock-in-Effekt



➤ Im Rahmen des Programms „Trusted Clouds“ entwickeln und erproben rund 70 Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen innovative, sichere und rechtskonforme Cloud-Computing-Lösungen. Das Programm wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert und läuft bis Ende 2014.

> 19

stellt ein großes Risiko dar: Nutzt ein Unternehmen öffentliche Anbieter, für die es keinen Wettbewerber oder keine Private-Cloud-Lösungen gibt, entsteht ein Abhängigkeitsverhältnis. Der Anbieter kann die Preise erhöhen, Leistungen ändern oder insolvent gehen. Ein Anbieterwechsel hätte im schlimmsten Fall die Folge, dass einem Unternehmen wegen mangelnder Kompatibilität der Anbietertechnologie sogar Daten verloren gehen können.

Ulrich Springer: Ein weiteres Problem ist, dass Cloud-Dienstleister oftmals nur unspezifische Anwendungen anbieten. Branchentypische Angebote sind kaum vorfindbar – aber gerade diese würden das Cloud Computing für kleinere Unternehmen attraktiv machen, wie beispielsweise ein komplettes IT-Paket für ein Bauunternehmen mit vielleicht zehn IT-Mitarbeitern.

> 19

Auf der CeBIT 2011 in Hannover präsentierte Microsoft die Benutzeroberfläche seiner Cloud-Anwendung. Das Unternehmen stellt seine Produkte und IT-Lösungen sowohl „on premise“, also zur Installation auf dem Server, als auch über die Cloud bereit.



PORTRÄT

Dr. Ulrich Springer (52) ist Leiter der Abteilung „IT in der Logistik“ am Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST in Dortmund. Forschungsschwerpunkte des promovierten Physikers sind die Automatisierung flexibler Prozesse sowie das Cloud Computing.



Der Spezialist: Wie lassen sich derartige Nachteile vermeiden?

Ulrich Springer: Hier helfen branchen- und unternehmensbezogene standardisierte Anwendungen. Ein Beispiel: Besagtes Bauunternehmen hat eine Vielzahl ganz spezieller IT-basierter Abläufe, angefangen vom Schriftverkehr bis hin zu Bauausführungen. Wir als Fraunhofer-Institut entwickeln Werkzeuge zur semantischen Beschreibung von Diensten und Geschäftsobjekten und machen sie damit für die IT-Anwendungen verständlich. So können sich Cloud-Dienstleister auf einzelne Branchen spezialisieren und hier passend zur jeweiligen Nachfrage die erforderlichen Angebote liefern.

LÖSUNGSANSATZ VOLLAUTOMATISIERUNG: CLOUD-DIENSTE MÜSSEN SICH ANPASSEN

Christian Baun: Unternehmen sollten darauf achten, dass es zu ihren Anbietern Wettbewerber mit vergleichbaren Leistungen gibt. Auch sollten sich Funktionalität und Schnittstellen gleichen, damit ein Anbieterwechsel bei einer Preissteigerung problemlos abläuft. Oder die Unternehmen verlagern bei erhöhtem Datenschutz die Dienste in eine eigene private Cloud. Wichtig ist auch, darauf zu schauen, welche Datensicherheit die Anbieter

garantieren. Beispielsweise gibt es Dienste, die versprechen, dass alle Daten in Deutschland liegen. So fallen die Befürchtungen vor Dateneinsicht der US-Behörden schon mal weg. Wichtig ist auch: Wie reagieren die Anbieter in einem eventuellen Schadensfall? Oft leisten sie nämlich nur eine Gutschrift auf die nächste Rechnung. Aber was nützt dieser Bonus, wenn die Daten weg sind?

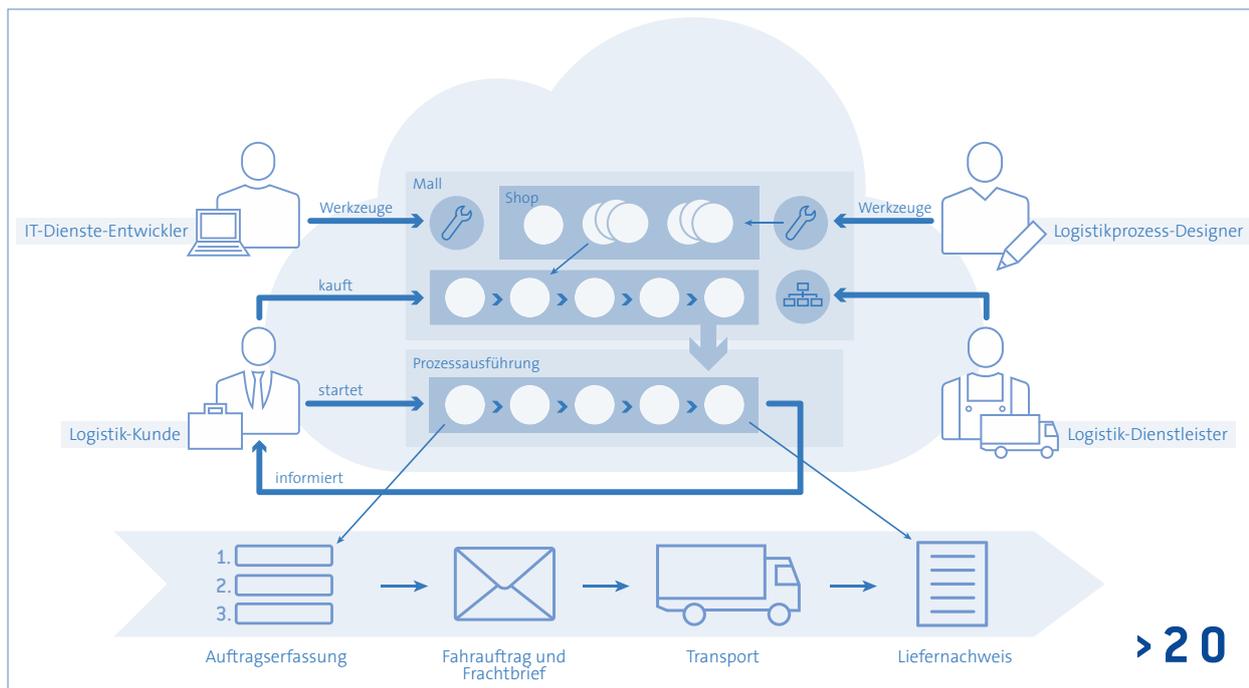
Der Spezialist: Vor welchen Herausforderungen steht das Cloud Computing derzeit?

Christian Baun: Momentan versuchen die Anbieter ihre Standards zu setzen, um möglichst viele Kunden und damit Marktanteile zu gewinnen. Beispielsweise hat sich die Schnittstelle der Amazon Web Services als Quasi-Standard etabliert. Hier ist es notwendig, dass sich die Zusammenarbeit unter den Diensten optimiert. Ebenso muss der Datenexport verbessert werden. Derzeit können Nutzer beispielsweise nicht über die APIs der etablierten Schnittstellen den Preis oder die Verfügbarkeit einer Ressource erfragen. Solche Informationen sind jedoch wichtig, gerade wenn mehrere Dienste gleichzeitig verwendet werden. Hier lautet das Zauberwort „Vollautomatisierung“, denn schließlich sollen sich die Cloud-Dienste selbstständig und elastisch dem Bedarf der Nutzer anpassen.

Ulrich Springer: Gerade beim Thema Standardisierung müssen zunächst viele rechtliche Themen geklärt werden. Das Bundesdatenschutzgesetz legt strenge Maßstäbe an. Wo liegen die Daten? Beim Unternehmen oder beim Cloud-Anbieter? Diese Frage ist nach deutschem Recht nicht unproblematisch und juristisch müssen deshalb Vereinfachungen geschaffen werden. Eine weitere Herausforderung ist die Bereitstellung leistungsfähiger Zugänge zum Internet. Hier gibt es in Deutschland immer noch Regionen, die unterversorgt sind.

Der Spezialist: Welches Zukunftspotenzial birgt Ihrer Meinung nach das Cloud Computing?

Christian Baun: Der Markt wird sich sicher weiter konsolidieren. Große Anbieter wie Amazon, Google oder IBM kaufen stän-



dig kleinere Dienstleister und Entwickler von Lösungen. Das bringt die Standardisierung voran.

Ulrich Springer: Die Zukunft gehört nicht einzelnen Anwendungen, sondern ganzen Geschäftsprozessen. Die Logistik bietet hierfür ein gutes Beispiel: Der herkömmliche Einsatz von Hard- und Software hinkt bei den sich ständig erneuernden Abläufen hinterher. Unternehmen, die beim Transport ihrer Ware

von A nach B die einzelnen Dienste mittels Cloud Computing zu einem komplexen Informations- und Kommunikationsprozess zusammenfassen, garantieren einen besseren Ablauf. Zudem senken sie ihre Betriebskosten und schaffen eine enorme Wertschöpfungskette. Voraussetzung wäre ein Online-Portal, wie wir es als Logistic Mall im Fraunhofer-Institut entwickelt haben.

Der Spezialist: Meine Herren, herzlichen Dank für das aufschlussreiche Gespräch.

> 20

Um die Wettbewerbsfähigkeit der Logistik zu erhalten, versucht das Dortmunder Fraunhofer-Institut für Software- und Systemtechnik ISST regionale Logistik- und IT-Dienstleister durch gemeinsam nutzbare Cloud-Lösungen zu stärken.

INFO

- Experten schätzen, dass der B2B-Markt für Cloud Computing bis 2015 auf ein Investitionsvolumen von 5 bis 8 Milliarden Euro steigt (Anfang 2011 waren es 1,1 Milliarden Euro)
- Der Cloud-Umsatz mit Geschäftskunden und Privatverbrauchern soll laut Bitkom von aktuell rund 3,5 Milliarden Euro bis 2015 auf 13 Milliarden Euro steigen.
- Bis 2015 sollen schätzungsweise etwa zehn Prozent der gesamten IT-Ausgaben in Deutschland auf Cloud Computing entfallen.
- Der Begriff Cloud Computing wird seit Mitte der 2000er-Jahre gebraucht, zum ersten Mal im akademischen Kontext 1997 von Ramnath K. Chellappa verwendet.



Mit dem Werkzeugkoffer um die Welt

TEXT > Caroline Leuenberger

Stephan Riemann leitet internationale Großbaustellen per Laptop – egal von welchem Ort. „Früher saß ich oft Stunden oder tagelang an einer Anlage. Heute kann ich die Prüfung theoretisch vom Pool des Hotels aus machen“, schwärmt der Inbetriebnehmer von den Möglichkeiten, die das Internet für seine Tätigkeit bietet. Der gelernte Feinmechaniker und Mechatronik-Techniker ist seit März 2011 für Brunel als internationaler Baustellenleiter für verschiedene Kunden im Einsatz. Bereits im April flog der 45-Jährige mit seinem Laptop, auf dem Skype, TeamViewer und eine Webcam oft gleichzeitig laufen, zur Inbetriebnahme einer Glasbedampfungsanlage nach Algerien. Es war die erste Anlage des Kunden überhaupt, die während der Installation aus der Ferne gesteuert wurde.

Vor Ort angekommen wurde die 90 Meter lange und fünf Meter breite Anlage von Riemann und dem Team Stück für Stück in Betrieb genommen. „Sobald alle Anlagenteile und die Computer mit Strom versorgt waren, wurde eine Internetverbindung hergestellt. Nun konnten die Kollegen in Deutschland via Internet auf die Computer an der Anlage zugreifen – so als ob sie direkt davorsitzen würden“, erklärt der Techniker. In der Automatisierungstechnik ist die Vernetzung bereits so weit fortgeschritten, dass eine völlige Steuerung von Deutschland aus möglich war. „Die Funktionen wurden vom deutschen Firmensitz aus über die Software getestet. Zusätzlich

wurden wir bei der Fehlersuche unterstützt. So war es uns ebenfalls möglich, eine Druckanstiegsprüfung vom Hotel aus zu überwachen.“ Trotzdem werden nach wie vor Fachleute an Ort und Stelle gebraucht: „Es ist unmöglich, Fehler allein über das Internet zu beheben. Dazu braucht es Experten vor Ort. Aber die Auswertung der Daten kann von überall erfolgen. Transport- und Fahrzeiten entfallen so gänzlich“, betont Riemann die Vorteile. Dies mache den Computer für ihn zum zweitwichtigsten Werkzeug, „gleich nach meinem Werkzeugkoffer“, schmunzelt er. Etwa 70 Prozent seiner Projekte wickelt er über das Internet ab.



NAME: Stephan Riemann
BERUF: Mechatronik-Techniker

23

IN 23 PROJEKTEINSÄTZEN IM AUSLAND HAT RIEMANN FAST DIE GANZE WELT BEREIST



In Algerien war Stephan Riemann zuletzt für die Inbetriebnahme einer Glasbedampfungsanlage verantwortlich.

Stephan Riemanns berufliche Stationen:

1 Algerien	9 Nigeria	16 Österreich
2 Ukraine	10 Russland	17 Südkorea
3 Libyen	11 Rumänien	18 Großbritannien
4 China	12 Schweiz und Liechtenstein	19 Ägypten
5 Tansania	13 Spanien	20 Frankreich
6 Weißrussland	14 Italien	21 Taiwan
7 Niederlande	15 Slowakei	22 Portugal
8 Luxemburg		23 USA

Bei anspruchsvollen Projekten wie diesem kommen Riemanns Stärken zum Einsatz: sein Organisations- und Kommunikationstalent, seine positive Einstellung gegenüber Herausforderungen und sein vielfältiges Praxiswissen. Schon als Kind begeisterte er sich für Technik und reparierte alte und defekte Geräte und Computerschrott in einem alten Ziegenstall neben seinem Elternhaus, der als Werkstatt diente. Überhaupt ist Riemann sehr praxisorientiert. Nach dem Besuch der Berufsfachschule Metall in Wetzlar entschied er sich für eine Aus-

bildung zum Feinmechaniker, die er nach nur zweieinhalb Jahren abschloss. Später spezialisierte er sich auf Mechatronik, eine Ausbildung, die genau seinem Profil entsprach und die er schon früher gemacht hätte, wenn es diesen Beruf schon 1983 gegeben hätte. Den Vergleich mit studierten Ingenieuren scheut er nicht: „Leider haftet der akademischen Laufbahn und vielen Ingenieuren der Glaube an, sich die Finger nicht mehr schmutzig machen zu müssen“, erklärt Riemann. Mit über 25 Jahren Berufserfahrung ist er heute ein gefragter Spezialist. In seinem aktuellen Projekt bei Bersch & Fratscher, einem führenden Spezialisten für Farbspritzpistolen, Lackieranlagen und Zubehör, wurde er innerhalb eines Monats zum Baustellenleiter ernannt und für Auslandseinsätze in China und Peru eingeplant. Für die Zukunft wünscht sich der zweifache Familienvater ein eigenes Hotel in Mbeya, Tansania, seinem Lieblingsland, das er bereits aus früheren Projekteinsätzen kennt. Seine Arbeit würde er deswegen nie aufgeben: „Auch von der Kaffeeplantage in Mbeya könnte ich weltweit Maschinen in Betrieb nehmen.“



Vom Schiffshebewerk zum Stromspeicher

Der zunehmende Stromanteil aus Sonne- und Windkraft erfordert neue Lösungen zur Energiespeicherung. Pumpspeicherwerke sind eine Möglichkeit. Anstatt über den Bau neuer Anlagen nachzudenken, fragten sich Hubertus Schulte, Schlosser am Schiffshebewerk Scharnebeck, und seine Kollegen: Ist es nicht sinnvoller, schon bestehende Wasserstraßen zu nutzen? Seine Idee hat nun auch die Politik überzeugt.

TEXT > Swantje Grigull

Mit einem kurzen Quietschen öffnen sich die riesigen Tore. Die Wasserpumpen beginnen zu arbeiten, das mit Kohle beladene Binnenschiff setzt sich in Bewegung. Hier im Schiffshebewerk Scharnebeck am Elbe-Seitenkanal nordöstlich von Lüneburg überwinden Frachtschiffe 38 Höhenmeter. 25 Kubikmeter Wasser werden dazu pro Sekunde abgelassen. Die 1974 erbaute Anlage ist eine wichtige Voraussetzung, um den Höhenunterschied zwischen Elbe und Mittellandkanal auszugleichen. Seit 21 Jahren ist Betriebschlosser und Ökolandwirt Hubertus Schulte in dem Werk tätig. „Als ich in den Medien vom Bau neuer Pumpspeicherwerke und den immensen Kosten hörte, musste ich unwillkürlich an das ungenutzte Potenzial unserer Kanäle denken“, erzählt der 46-Jährige. So entwickelte er mit seinen Kollegen des Bauhofes Scharnebeck eine naheliegende, aber geniale Idee: die Schwankungsbreiten der Kanäle zur Speicherung großer Energiemengen zu nutzen. Schulte rechnet vor: „Allein in Norddeutschland haben wir 1.300 Kilometer Kanäle mit drei Schiffshebewerken und 45 Schleusen.“

VON WIND- ZU WASSERKRAFT – KANÄLE BIETEN GROSSES POTENZIAL

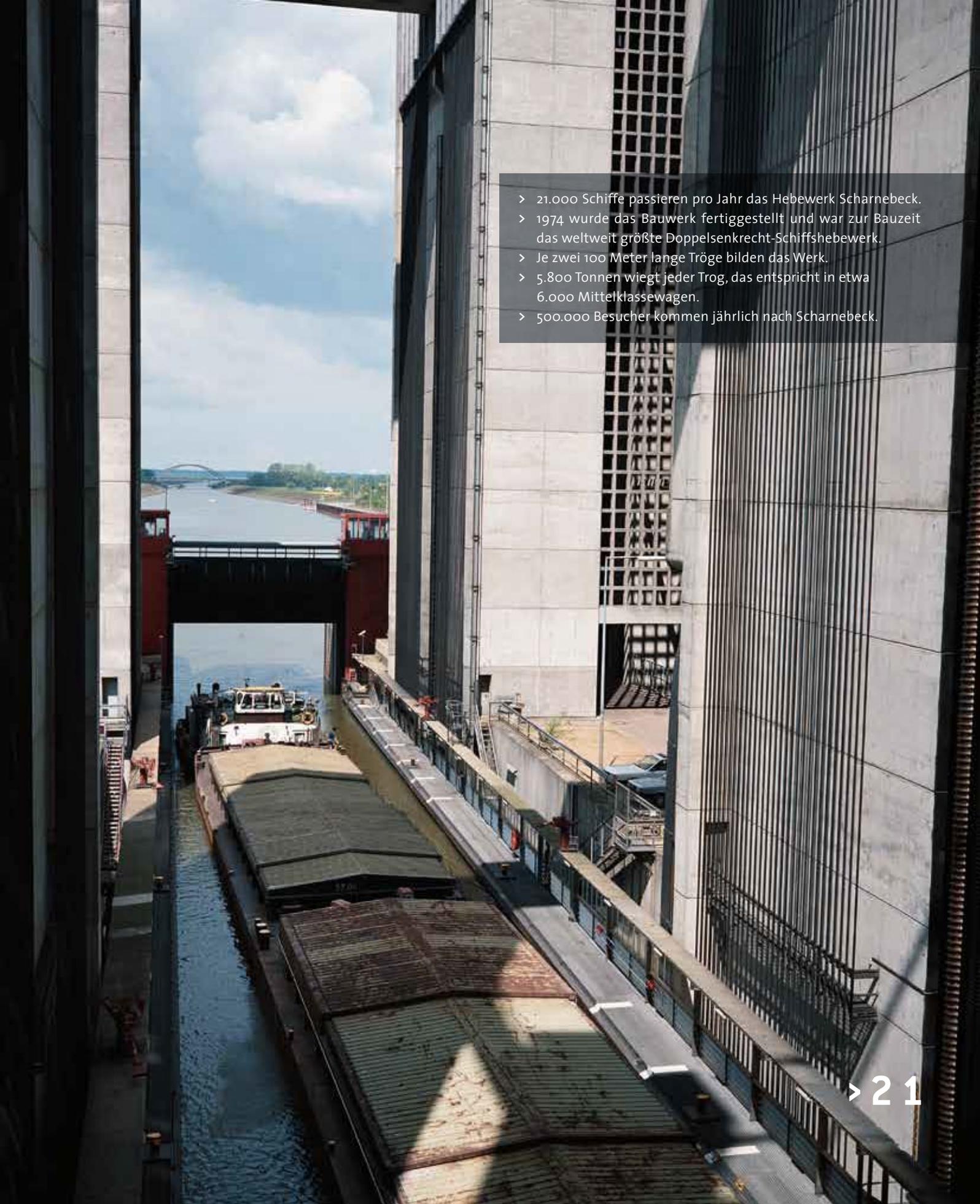
Der Grundgedanke: Die Kanalbecken zur Energiespeicherung bestehen bereits, ebenso die erforderliche Technik, wie Pumpen oder Rohrleitungen. Zusätzlich müsste ausschließ-

lich in Turbinen zur Stromerzeugung investiert werden. Das Wasser könnte dann wie in einem Pumpspeicherkraftwerk im Falle eines Stromüberangebots – oft in der Nacht und an Feiertagen – in das obere Becken befördert werden. „Bei Stromspitzen könnte das Wasser dann wieder nach unten geleitet werden und auf diesem Weg Strom erzeugen“, so der Betriebschlosser. Zudem bietet das norddeutsche Kanalsystem ideale Bedingungen für die Zwischenspeicherung von Windstrom: Große Pumpwerke wie das in Scharnebeck verwandeln elektrische Energie aus Windkraftanlagen in Lageenergie. Durch das Hochpumpen des Wassers in das obere Kanalbecken wird elektrische Energie in potenzielle Wasserkraft umgewandelt und gespeichert. Um diese nach Bedarf gezielt einsetzen zu können, werden die Verschlusskappen der Pumpen aufgeföhren. Das Kanalwasser strömt durch die Pumpenmotoreinheit zurück und die so erzeugte „Regelenergie“ kann wieder ins Netz eingespeist werden. Hieraus ergeben sich große volks- und betriebswirtschaftliche Vorteile, Windkraftanlagen etwa bräuchten bei einer Netzüberlastung nicht mehr abgeschaltet zu werden.

Gerade in den Herbst- und Wintermonaten wird in Scharnebeck über die Entlastungskanäle regelmäßig überschüssiges Wasser abgeleitet, das nicht für Schleusungsvorgänge genutzt wird. Jährlich sind dies allein 14 Millionen Kubikmeter Wasser. Über eingebaute Turbinen ließen sich jährlich allein über die-

> 21

Herzstück des Schiffshebewerks Scharnebeck sind zwei Riesen-Wassertröge, die wie ein überdimensionaler Aufzug Frachtschiffe anheben oder absenken. Sie arbeiten unabhängig voneinander und werden von einem zentralen Steuerstand aus automatisch geföhren.

- 
- > 21.000 Schiffe passieren pro Jahr das Hebewerk Scharnebeck.
 - > 1974 wurde das Bauwerk fertiggestellt und war zur Bauzeit das weltweit größte Doppelsenrecht-Schiffshebewerk.
 - > Je zwei 100 Meter lange Tröge bilden das Werk.
 - > 5.800 Tonnen wiegt jeder Trog, das entspricht in etwa 6.000 Mittelklassewagen.
 - > 500.000 Besucher kommen jährlich nach Scharnebeck.



PORTRÄT

Hubertus Schulte (li. im Bild zusammen mit Frank Offenmüller vom Bauhof Scharnebeck) ist gelernter Betriebschlosser und bereits seit 21 Jahren im Schiffshebewerk Scharnebeck tätig. Der 46-Jährige engagiert sich für den Ausbau Erneuerbarer Energien und gründete schon 1996 mit einem Kollegen eine GmbH zur Errichtung von Solar- und Windkraftanlagen. Als Ökolandwirt führt er heute einen Familienbetrieb.

se Entlastungskanäle 1.100 Megawattstunden Strom gewinnen. Die Einbindung und Koordination von Kanalspeichern könnte über ein zentrales virtuelles Speicherkraftwerk erfolgen.

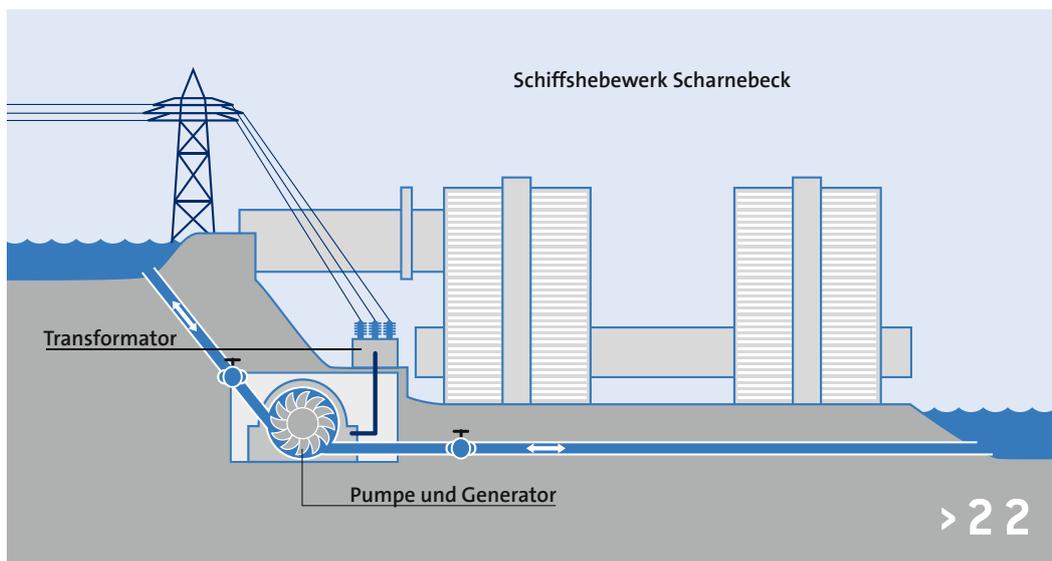
IDEE MIT NACHHALTIGKEIT: ENERGIE AUS DER REGION FÜR DIE REGION

Seine Vision trieb der Schlosser zunächst in Eigenregie voran: „Es war schon merkwürdig, in meiner Funktion als Arbeiter eine solch große Idee publik zu machen“, erinnert sich Schulte. Bei einer Präsentation auf einer regionalen Solarmesse im Jahr 2009 traf er zufällig auf Thomas Schomerus, Professor für Energie- und Umweltrecht an der Leuphana Universität in Lüneburg. Schomerus war sofort begeistert: „Die Idee ist einfach und gut. Das Interessante daran ist neben der Nachhaltigkeit auch der regionale Aspekt: Energie aus der Region für die Region!“ Gemeinsam stellten Schulte und Schomerus das Konzept auf der Internationalen Energiespeicherkonferenz (IRES) 2010 in Berlin vor. „Die Resonanz war umwerfend“, erzählt Schulte. Ein von Tho-

mas Schomerus und seinem Kollegen Heinrich Degenhart gestellter Antrag zur Finanzierung mit EU-Mitteln aus dem EU-Großprojekt „Innovations-Inkubator“ zur regionalen Wirtschaftsförderung der Region Lüneburg ist in der Bewilligungsphase. Gefördert wird dies zum großen Teil aus Mitteln des Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung (EFRE). Schomerus erklärt: „Wir entwickeln die Idee nun als Forschungsprojekt weiter. Denn es soll nicht nur die Energiespeicherung, sondern auch die -erzeugung und der Vertrieb unter Schaffung eines virtuellen Kraftwerks vorangetrieben werden.“

Einige Fragen müssen allerdings geklärt werden. Bundeswasserstraßen, so die formelle Bezeichnung der Kanäle, sind Eigentum des Bundes und unterliegen der Wasser- und Schifffahrtsverwaltung. Ihr Hauptnutzen besteht in ihrer Verkehrsfunktion – und eben nicht in der Energiespeicherung. Schwankungen des Wasserspiegels sind für den Schiffsverkehr problematisch. Das heißt: Die Brückendurchfahrtshöhe und eine Kanaltiefe müssen eingehalten werden. „Die Wasser- und Schifffahrtsämter sind mittlerweile aber





> 22

Abstiegsbauwerke wie Hebewerke oder Schleusen verfügen bereits über Pumpen und Rohrleitungen, die zur Umwandlung von Wind in Lageenergie notwendig sind. Ein weiterer Vorteil: Die Bauwerke befinden sich vorrangig in Nord- und Mitteldeutschland, also in unmittelbarer Nähe zu den Windkraftanlagen.

auch an der Idee interessiert“, weiß Schomerus. Denn mit dem Prinzip lässt sich nicht nur Geld verdienen, sondern auch einsparen. Oberhalb des Schiffshebewerks Scharnebeck darf die Wasserhöhe des Kanals derzeit um 20 Zentimeter schwanken. Mit dieser Spannweite ergäbe sich hier ein nutzbares Wasservolumen von 1,3 Millionen Kubikmetern am Tag. Mit dieser Menge könnten Pumpen und Turbinen in der Region zehn Stunden lang zur Energiegewinnung betrieben werden.

ENERGIE AUS DEM KANAL SCHONT UMWELT UND FINANZEN

Das Vorhaben, mithilfe der Wasserstraßen Energie zu erzeugen und zu speichern, hat neben ökonomischen auch ökologische Vorteile. Dank der bereits bestehenden Systeme ist kein Eingriff in die Natur notwendig. Und Schulte ergänzt: „Ein neues Pumpspeicherkraftwerk kostet eine halbe Milliarde Euro.“ Investitionen in den Umbau bestehender Anlagen hingegen seien vergleichsweise gering. „Noch steht die Umsetzung der Energiewende vor großen Herausforderungen“, so Schomerus. Denn schon heute müssten Windkraftanlagen bei einer Netzüberlastung, also bei besonders viel Wind, vom Netz abgeschaltet werden – der Wind weht „ungenutzt“ wei-

ter. Könnte aber die Windenergie gespeichert werden, bräuchten die Windkraftträder nicht mehr abgeschaltet werden. „Schon in acht Jahren soll der Anteil des Stroms aus Erneuerbaren Energien laut Gesetz von 20 auf 35 Prozent steigen“, so Jurist Schomerus. „Daher sind neue Speichertechnologien unumgänglich.“

Zurück im Schiffshebewerk: Es dauert eine Viertelstunde, bis das mächtige Binnenschiff den Oberhafen erreicht hat. Mit einem Ruck gehen die Tore auf, die Fahrt geht weiter. Schlosser und Ökolandwirt Hubertus Schulte ist ein Idealist, er lebt den Umweltschutz vor. Auch seine Arbeit im Schiffshebewerk hat er aus diesem Grund gewählt: „Wir holen den Gütertransport auf das Wasser. Wenn wir unsere Idee durchsetzen können, würde meine Arbeit noch interessanter!“



PORTRÄT

Prof. Dr. Thomas Schomerus studierte Rechtswissenschaften in Hamburg und Göttingen. Seit 1996 lehrt er an der vormaligen FH sowie der Leuphana Universität Lüneburg und hat sich dort unter anderem auf Umwelt- und Energierecht spezialisiert. Der 53-Jährige leitete verschiedene Forschungsprojekte im Auftrag des Bundesumweltministeriums.



Jugendforscher blicken in die Zukunft: Die Evolution als Vorbild für optimierte Wasserkraft

„Survival of the fittest“ – mit diesem Prinzip überzeugten Jana Schill (18) im Bild links und Laura Spillner (17) in der „Jugend forscht“-Kategorie Arbeitswelt. Nach dem Vorbild der Evolution entwickelten sie ein Programm zur Optimierung einer Wasserturbine. Für ihre Idee wurden die beiden Thüringerinnen zusätzlich vom Arbeitgeberverband Gesamtmetall mit dem Sonderpreis „für eine technikorientierte Arbeit eines Mädchens“ ausgezeichnet. Nach dem Abitur wollen beide Informatik mit Schwerpunkt Software-Engineering studieren.

AUTOREN › Jana Schill und Laura Spillner



Bei der Themenrecherche zum Informatikprojekt in der zehnten Klasse waren wir uns schnell einig: Unsere Arbeit soll die Theorie der „evolutionären Algorithmen“ aufgreifen und am Beispiel einer praktischen Anwendung demonstrieren. Der Grundgedanke: die Evolutionstheorie über die Entstehung und Anpassung hochkomplexer Lebensformen durch Mutation, Rekombination und Selektion auf die Informatik zu übertragen. Zufällig erfuhren wir zeitgleich von Janas Vater, der als Elektromeister in Eisenach tätig ist, von einem privaten Wasserkraftwerk im nahe gelegenen Ruhla. Obwohl besonders kleine

Wasserkraftanlagen im Zuge der Energiewende an Bedeutung gewinnen, ist die Optimierung der Turbinen für Betreiber wie die des Ruhlaer Werks aus finanzieller Sicht oft nicht rentabel. Für uns also ein ideales Forschungsfeld, um die „evolutionären Algorithmen“ endlich praktisch unter die Lupe zu nehmen.

Nach Absprache mit dem Betreiber entwickelten wir ein Programm zur Optimierung der Turbinenleistung. Dabei sollten die Anfangseinstellungen des Laufrads in Abhängigkeit zum Leitrad jeweils zufällig verändert (Mutation) und die unterschiedlichen Ergebnisse gemessen werden. Da unsere Grundkenntnisse in der Programmiersprache Python nicht ausreichten, eigneten wir uns das notwendige Know-how nach dem Motto „Probieren geht über Studieren“ durch viel Recherchieren und Experimentieren schließlich selbst an.

Nach etwa fünf Monaten Tüftelei hatten wir ein Programm erstellt, das auf Basis der verschiedenen Messwerte für die Turbinenleistung die besten Parametereinstellungen errechnete und diese anschließend untereinander kombinierte. Das Programm ließen wir mehrfach laufen, um die besten Kombinationen herauszufinden (Selektion). Die so erreichte verbesserte Turbinenleistung stimmte nicht nur uns, sondern auch den Betreiber sichtlich zufrieden. Über das Wasserkraftwerk Ruhla hinaus bietet das Programm ein großes Anwendungspotenzial. Wir beide konzentrieren uns nun jedoch zunächst auf die Optimierung unserer eigenen Leistungen. Schließlich wollen wir unser Abitur in diesem Jahr ebenso erfolgreich abschließen.

Impressum

AUSGABE 19 || April 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, 01, 03, S. 17, 11, S. 24–25, S. 26–29, 18, 20, 22), Axel Hess (S. 02, S. 03, 05, S. 34, 17, S. 37), Guy Theraulaz (02, S. 14), ThinkStock (S. 05, 04, 07–08, S. 27–29), DONG Energy (S. 05, 10, 12), Olav A. Waschkies (S. 06), Cappemini (05), Peter M. Färbinger (S. 09), REUTERS/Arnd Wiegmann (S. 10–11), Thomas Seidel (S. 12), Getty Images (06, 09), Francis Heylighen (S. 16), Aalto University School of Science (S. 18), Roy J. Plunkett /www.chem.shef.ac.uk (S. 18), Verlag Kiepenheuer & Witsch (S. 19, U3), Technik Museum Speyer (S. 19), Meyer Werft Papenburg (S. 26–29), pa • Picture-Alliance (S. 26–28, 13, 19, 21), The Illustrated London News (14), Carsten Ullrich (15), Paul Langrock/Zenit/laif (16), Harald Bröge (S. 38), Christian Baun (S. 40), Fraunhofer ISST, Jens Nieth (S. 42), Stephan Riemann (S. 44), Anne-Katrin Wehrmann (S. 48), Thomas Schomerus (S. 49), Jana Schill, Laura Spillner (S. 50)

DRUCK

Druckerei Girzig + Gottschalk GmbH, Bremen

ERSCHEINUNGSWEISE

2 Ausgaben/Jahr, Auflage 28.000 Stück

„Klug fragen können ist die halbe Weisheit.“

Francis Bacon, englischer Philosoph
und Staatsmann, 1561–1626



Beschäftigt auch Sie eine Frage aus den Bereichen Technik und Naturwissenschaften, zu der Sie gern eine Spezialistenmeinung lesen möchten? Dann schreiben Sie uns! Wir finden den passenden Brunel Spezialisten, der Ihrer Frage auf den Grund geht. Ihre Wissbegier wird zudem noch belohnt: Unter allen Einsendern verlosen wir fünf Taschenbücher unseres Buchtipps „Die Fußball-Matrix“ von Christoph Biermann, erschienen im Verlag Kiepenheuer & Witsch.

der-spezialist@brunel.de



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