



SMART ENERGY SYSTEMS **FORSCHUNG FÜR DIE ENERGIE DER ZUKUNFT**

ROHSTOFF CO₂

Wie sich das Klimagas
als Grundstoff für chemische
Produkte nutzen lässt

DIE LAST MUSS DER ERZEUGUNG FOLGEN

Wie die Netze stabil und die Kosten der
Energiewende überschaubar bleiben

BATTERIEN ODER WASSERSTOFF

Wie sich regenerativ erzeugte
Energie speichern lässt

Erzeugen,
Speichern,
Verteilen:
Welche neuen
Technologien
wir für die
Energiewende
brauchen



ThyssenKrupp

Die Menschheit darf noch etwa

1.000

Milliarden Tonnen CO₂ emittieren, wenn die globale Erwärmung auf maximal zwei Grad Celsius begrenzt werden soll.

→ SAGT HANS JOACHIM SCHELLNHUBER IM GESPRÄCH AUF SEITE 10

ALLEIN
DEUTSCHLAND
STÖSST JEDES
JAHR RUND

900

MILLIONEN TONNEN
KOHLENDIOXID
AUS.

→ MEHR DAZU AB SEITE 14

Bis zum Jahr 2030 wird wegen der erneuerbaren Energien der weltweite Bedarf an Energiespeichern auf

330

Gigawatt

ansteigen.

→ WELCHE SPEICHER THYSSENKRUPP ENTWICKELT, LESEN SIE AUF SEITE 16

→ Deutschland hat das Ziel, bis 2030 30% seiner Energie aus erneuerbaren Quellen zu gewinnen.

EU-KOMMISSION
WILL BIS 2030

40%

CO₂ EINSPAREN
GEGENÜBER 1990.

→ WAS THYSSENKRUPP DAFÜR TUT, LESEN SIE AUF SEITE 24

Bei einem Druck von 200 Bar speichert Wasserstoff mehr als 50-mal so viel Energie wie Druckluft.

→ MEHR DAZU LESEN SIE AUF SEITE 16

DURCH
EFFIZIENTERES
STROMMANAGEMENT
KÖNNTE
DEUTSCHLAND
JEDES JAHR
RUND

5,6



→ WODURCH DAS MÖGLICH IST,
LESEN SIE AUF SEITE 20

Liebe Leserinnen,
liebe Leser,

Technologiemagazine haben bei ThyssenKrupp eine mehr als 90-jährige Tradition: 1920 erschienen zum ersten Mal die „Kruppschen Monatshefte“, und seitdem geben wir Titel wie „Technische und wissenschaftliche Berichte“, „Berichte aus Forschung und Entwicklung“ und heute das ThyssenKrupp **techforum** heraus. Dabei hat sich nicht nur die Optik immer wieder verändert – auch die Sprache und die Art der Berichterstattung haben wir immer wieder angepasst, um auf der Höhe der Zeit zu bleiben. Eines hat sich aber nie verändert: die überragende Bedeutung von Forschung und Innovation für ThyssenKrupp. Ingenieurkunst ist und bleibt die DNA unseres Konzerns.

Die aktuelle **techforum**-Ausgabe ist das Ergebnis einer weiteren Neuausrichtung. Wir haben das breite Themenspektrum des Magazins beibehalten, aber in eine übersichtlichere Struktur gebracht. Auch die fundierte Darstellung der Themen bleibt für das **techforum** typisch, die Lesefreundlichkeit haben wir jedoch weiter verbessert. Die neue Optik schließlich entspricht dem Erscheinungsbild moderner Zeitschriften.

Der systematische Ausbau unserer Innovationskraft ist einer der wichtigsten Bausteine der strategischen Weiterentwicklung unseres Unternehmens. ThyssenKrupp steht für nachhaltige Produkte, die auf nachhaltige Weise erzeugt werden. Unsere Kunden wollen wir damit in die Lage versetzen, Rohstoffe und Energie zu sparen sowie in Materialkreisläufen zu wirtschaften, die ressourcenschonend sind.

Beispiel Smart Energy Systems: In den Beiträgen zu unserem Titelthema lesen Sie, wie unsere Forscher und Entwickler an Lösungen arbeiten, die für das Gelingen der Energiewende entscheidend sind. Dazu gehört die Umwandlung von CO₂ in wertvolle Basischemikalien, das Speichern regenerativer Energien und die Flexibilisierung industrieller Produktionsprozesse mit dem Ziel, sie dem wechselhaften Angebot von Wind- und Sonnenenergie anzupassen.

Ein weiterer Schwerpunkt ist das InCar-plus-Projekt, in dem wir 40 neue Lösungen für nachhaltigen Automobilbau entwickelt haben. InCar plus steht für mehr Effizienz bei Kosten, Gewicht und Funktionalität. Die Vorteile für die Umwelt haben wir in ganzheitlichen Lebenszyklus-Analysen nachgewiesen. Darüber hinaus berichtet das aktuelle **techforum** über neue Entwicklungen in unseren Geschäftsfeldern Elevator und Steel Europe.

Nun aber viel Spaß beim Lesen unserer neuen ThyssenKrupp **techforum**. Über Ihr Feedback freut sich die Redaktion unter contact.techforum@thyssenkrupp.com

Ihr

DR. HEINRICH HIESINGER,
VORSITZENDER DES VORSTANDS



»MIT KREATIVITÄT DEN ÜBERGANG GESTALTEN.«

AUF DEM WEG ZU EINER NACHHALTIGEN WIRTSCHAFT

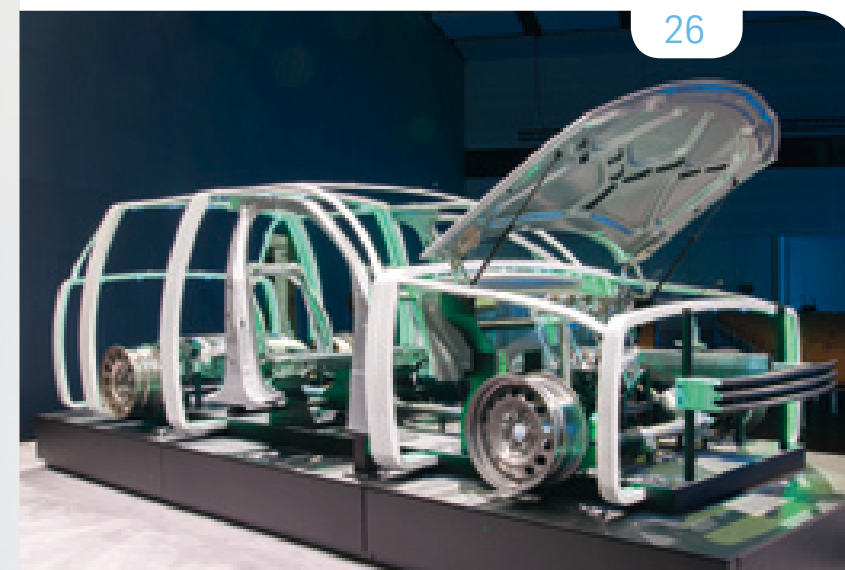
TECHFORUM #02

PERSPEKTIVEN

- 06 **Short Cuts**
Sparsame Elektrolyse-Technologie | Batterien für BMW i3 | Kooperation mit RWTH Aachen | Testturm für Aufzüge in Rottweil
- 08 **Auf der Überholspur**
Ein Fahrsteig, zwei Geschwindigkeiten: Ein neues Produkt von ThyssenKrupp revolutioniert den Personentransport
- 10 **Innovationsmotor Nachhaltigkeit**
Prof. Hans Joachim Schellnhuber und Dr. Reinhold Achatz diskutieren über die Wirtschaft des 21. Jahrhunderts
- 14 **Rohstoff CO₂**
Das PLANCK-Projekt: Forscher wollen aus dem Klimakiller einen Rohstoff machen
- 16 **Das Power-Paar**
Keine Energiewende ohne neue Stromspeicher: ThyssenKrupp setzt auf Redox-Flow-Batterien und Power-to-Gas
- 20 **Ein Gewinn für alle Seiten**
Cross-Energy-Management stabilisiert die Stromnetze – zum Nutzen von Industrie und Verbrauchern
- 24 **Effizienz im Fokus**
ThyssenKrupp setzt auf mehr Energieeffizienz. Die Tochter Rothe Erde macht schon mal vor, wie das geht



24



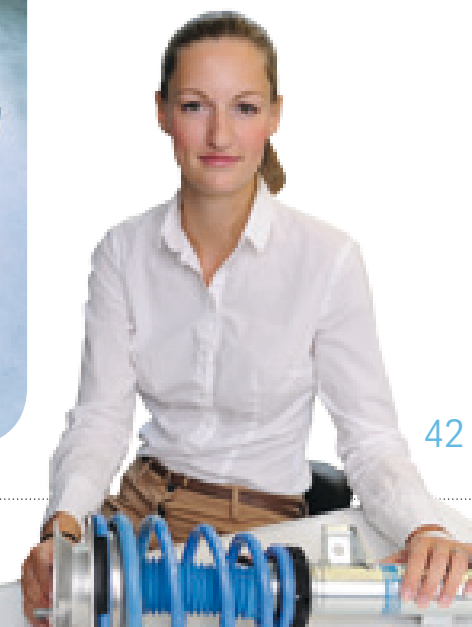
26

PROJEKTE

- 26 **Vereinte Kräfte**
Experten aus mehreren Bereichen von ThyssenKrupp haben sich im Projekt InCar plus zusammengetan, um Komponenten für die Fahrzeuge der Zukunft zu entwickeln
- 30 **Das Auto von morgen**
In 30 Projekten haben die Teams von InCar plus 40 Einzellösungen entwickelt. Sechs davon zeigen wir in einer Infografik
- 32 **Denkfabrik der Industrie 4.0**
Im Joint Venture inpro arbeiten Autohersteller und Zulieferer an der Fahrzeugproduktion von morgen
- 34 **„Unsere Automobilindustrie ist weltweit führend“**
VDA-Präsident Matthias Wissmann sieht die Branche für die Zukunft bestens aufgestellt
- 37 **Short Cuts**
Internet der Aufzüge | Neue Lösung für Warmumformung | Fernbedienung für Stoßdämpfer

PANORAMA

- 38 **Werkstoff mit großer Zukunft**
Die Trendforscher von ThyssenKrupp Steel Europe erwarten künftig radikale Innovationen beim Stahl
- 42 **Weibliche Perspektive**
Im Rahmen der Initiative Femtec haben sich 19 Studentinnen mit nachhaltigen Stoßdämpfern beschäftigt
- 46 **App aus Atlanta**
An der renommierten US-Universität Georgia Tech entwickeln Forscher von ThyssenKrupp Technologien für neue Aufzugsgenerationen
- 48 **Short Cuts**
Hand in Hand mit Robotern arbeiten | Testvorrichtung für Fusionsreaktor | Zwischenspeicher für erneuerbare Energien
- 50 **Kolumne: Der Schönheitswettbewerb**
techforum-Kolumnist Peter Glaser wollte seine private Energiewende starten. Ein Projekt mit Hindernissen



42

Sparsames VERFAHREN

Neue Elektrolysetechnologie senkt Energiebedarf um 30 Prozent.



Innovation für mehr Effizienz: Sauerstoffverzehrkathoden für die Produktion von Chlor und Natronlauge.

ThyssenKrupp hat gemeinsam mit UHDENORA und Bayer ein neues Verfahren für die Produktion von Chlor und Natronlauge entwickelt. Anlagen mit den neuen Sauerstoffverzehrkathoden (SVK) haben einen um 30 Prozent verringerten Energieverbrauch im Vergleich zum herkömmlichen Membranverfahren. In dem neuen Verfahren steckt Know-how von UHDENORA, ThyssenKrupp Industrial Solutions, Bayer Material-Science und Industrie DeNora.

Chlor gehört zu den wichtigsten Chemikalien der chemischen Industrie: Zwei Drittel aller chemischen Produkte werden mit seiner Hilfe hergestellt. Würden alle Chlorproduzenten in Deutschland auf

die neue Technologie umsteigen, ließe sich der Energieverbrauch des Landes um ein Prozent verringern. Natronlauge wird vor allem in der Aluminium- und Bergbau-Industrie sowie bei der Waschmittel-, Zellstoff- und Papierproduktion eingesetzt.

Die erste Anlage mit der neuen SVK-Technik und einer Kapazität von 80.000 Tonnen Natronlauge pro Jahr baut das Chemieunternehmen BEFAR Group in Binzhou (China). Dank des neuen Elektrolyseverfahrens stößt sie bis zu 35.000 Tonnen CO₂ weniger aus als Anlagen mit dem herkömmlichen Membranverfahren. Mit der SVK-Technologie schaffen es ThyssenKrupp, UHDENORA und Bayer auch ins Finale des Innovationspreises der deutschen Wirtschaft.



Testturm für Aufzüge

Rottweil bekommt ein neues Wahrzeichen. Neben den mittelalterlichen Kirch- und Wehrtürmen der Stadt wird bald eines der höchsten Gebäude Deutschlands in den Himmel ragen: der neue Testturm von ThyssenKrupp Elevator mit einer Höhe von 244 Metern. Er dient dem Test und der Zertifizierung von Hochgeschwindigkeitsaufzügen. Die Testschächte sind für Geschwindigkeiten von Aufzugskabinen von bis zu 18 Metern pro Sekunde ausgelegt – rund doppelt so schnell wie Usain Bolts 100-Meter-Rekordlauf. Der Turm des Architekten Helmut Jahn wird auf 232 Metern Höhe auch über die höchste Besucherplattform Deutschlands verfügen.

Ausbau der Zusammenarbeit mit der RWTH Aachen

ThyssenKrupp und die RWTH Aachen arbeiten schon seit vielen Jahren intensiv zusammen – insbesondere die Business Area Steel Europe pflegt enge Kontakte zu der renommierten Universität. Bei einem gemeinsamen „R&D-Forum“ Anfang Juni diskutierten die Partner über künftige strategische Kooperationsprojekte: Professoren der RWTH Aachen identifizierten zusammen mit Vertretern von ThyssenKrupp in den Workshops „Automotive“, „Plant Chemical“, „Materials“ und „Industrie 4.0“ grundlegende Zukunftsthemen, die gemeinsam weiterentwickelt werden sollen. Die Kooperation mit der RWTH Aachen ist Teil der umfangreichen Zusammenarbeit von ThyssenKrupp mit führenden Hochschulen in aller Welt.



Anlagentechnik für Batterien des BMW i3

Seit Jahren treibt ThyssenKrupp die Weiterentwicklung der Anlagentechnik zur Herstellung von Lithium-Ionen-Zellen und Batteriesystemen voran – zum Beispiel in einem eigenen Technikum in der Nähe von Chemnitz. Mittlerweile sind die Prozessinnovationen des Unternehmens auch in der Serienfertigung angekommen: ThyssenKrupp System Engineering hat die Produktionsanlage für die Batterien des neuen Elektrofahrzeugs BMW i3 geplant und eingerichtet. Dort werden fertige Batteriezellen zu Modulen und maßgefertigten Batteriesystemen weiterverarbeitet. Die Kunden zeigen sich von dem neuen Fahrzeug überzeugt: Allein im ersten Halbjahr 2014 konnte BMW 5.400 Exemplare des i3 verkaufen.

In seinem **Technikum bei Chemnitz** entwickelt ThyssenKrupp effiziente Prozesse für den Bau von Batteriezellen und -systemen.

Auf der Überholspur

Ein Fahrsteig, zwei Geschwindigkeiten: Ein neues Produkt von ThyssenKrupp ist der einzige Fahrsteig weltweit, der fließende Tempowechsel und höchste Sicherheitsanforderungen für den Personentransport vereint. Pendler aus Randbezirken erreichen mit ihm ihre nächste Metrostation schnell und ohne Wartezeit, so dass unrentable Bus-Shuttles eingestellt werden können. Auf Flughäfen spart die revolutionäre Technik Passagieren zwei Drittel ihrer Zeit – die sie in den Geschäften vor Ort verbringen können.

SYNCHRON MIT SENSOREN

Palettenband und Handlauf sind zwei eigenständige Systeme – und laufen trotzdem exakt synchron. Sensoren haben den Zustand der einzelnen Griffe und Paletten stets im Blick und sorgen dafür, dass die Passagiere zu jedem Zeitpunkt die gleiche Geschwindigkeit spüren.



DOPPELT GESICHERT

Dank der Linearmotoren hat jede Palette ihren eigenen Antrieb. Als Weiterentwicklung der Transrapid-Technik sind die Motoren besonders vibrations- und wartungsarm. Fällt dennoch einmal ein Motor aus, greift die mechanische Sicherheitskette und zieht die Palette über den Schlepper mit.

0,65 Meter pro Sek.

Für 270 Meter brauchen die Passagiere nur noch 140 statt 415 Sekunden – eine Einsparung von 66 Prozent.

2 Meter pro Sekunde

Im Mittelteil beschleunigt das Palettenband fließend auf zwei Meter pro Sekunde.

TEMPOWECHSEL

Jede Alu-Palette besteht aus zwei Teilen. Im Eintrittsbereich liegen sie eng übereinander. Bei steigender Geschwindigkeit schieben sie sich auseinander, um sich gegen Ende wieder zusammenzuziehen. Dieses Zusammenspiel sorgt für fließende Tempowechsel bei gleichbleibend hohem und sicherem Fahrkomfort.

0,65 Meter pro Sekunde

Die Eintrittsgeschwindigkeit entspricht derjenigen herkömmlicher Fahrsteige. Auch mit Gepäck können Passagiere bequem auf das Band steigen.

Schlepper

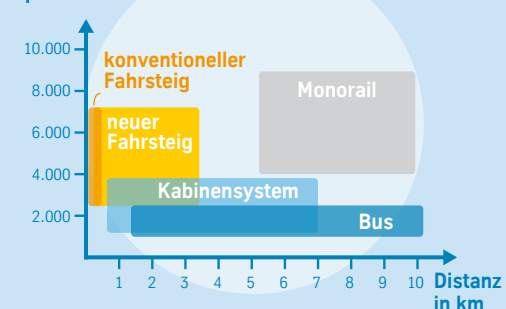
Sicherheitskette

Zugrichtung

Linearmotor



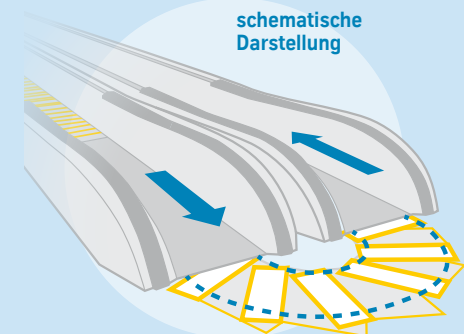
Menschen pro Stunde



BEFÖRDERUNGSMITTEL DER ZUKUNFT

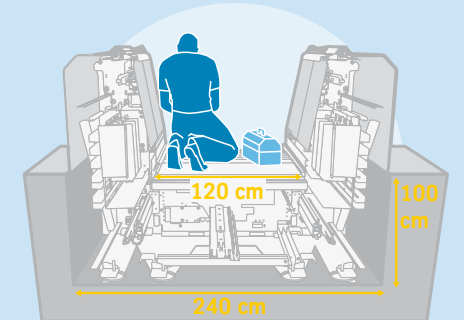
Mit 7300 Personen pro Stunde befördert der neue Fahrsteig mehr Passagiere als beispielsweise vollautomatische Kabinensysteme – und das ganz ohne Wartezeit. Fluggäste kommen auf großen Flughäfen schneller von A nach B, ohne Bus oder Skytrains. In Städten kann der neue Fahrsteig unrentable Busverbindungen ersetzen, und auch Messe-Betreiber können ihn im Innen- wie Außenbereich nutzen.

schematische Darstellung



KREISLAUF SPART PLATZ

Was für den Nutzer wie ein normaler Fahrsteig aussieht, ist in Wirklichkeit ein Kreislauf: Die Paletten werden über die gegenläufige Fahrspur zurückgeführt. Die Kurven verlaufen unsichtbar unterhalb des Fußbodens. So erreicht der neue Fahrsteig seine geringe Bautiefe von nur einem Meter – vergleichbar mit konventionellen Fahrsteigen. Und der Kunde hat die Option zwei Fahrsteige zum Preis von anderthalb zu nutzen.



SICHERHEIT GEHT VOR

Es gab schon einige Versuche, Fahrsteige mit verschiedenen Geschwindigkeiten zu etablieren. Bis auf den ThyssenKrupp TurboTrack am Pearson International Airport in Toronto läuft jedoch keiner störungsfrei. Mit dem neuen Fahrsteig haben die Ingenieure Sicherheit und Wartungskomfort noch einmal gesteigert. Alle relevanten Bauteile sind jetzt über das Palettenband erreichbar, was Betriebskosten spart.

TEXT: LENA BULCZAK

INFOGRAFIK: NIKO WILKESMANN

Innovationsmotor Nachhaltigkeit

AUFGEZEICHNET: JOST BURGER
FOTOS: GÖTZ SCHLESER

Klimaschützer trifft Technologiechef:
Prof. Hans Joachim Schellnhuber und
Dr. Reinhold Achatz diskutieren über die Ökonomie
des 21. Jahrhunderts. Beide sind sich einig:
Nachhaltige Unternehmen haben langfristig die
besseren wirtschaftlichen Aussichten.

Ein heißer Tag im Hochsommer. In Potsdam flimmert die Luft. Über der Stadt, auf dem Telegraphenberg, weht wenigstens ein leichter Wind und kühlt den Besucher, der sich zwischen hellen Backsteinbauten seinen Weg zum Kern einer der ältesten wissenschaftlichen Einrichtungen Deutschlands bahnt. Mitte des 19. Jahrhunderts ließ der preußische König hier Observatorien errichten, später wurde der Hügel zur Station in der Telegraphenkette zwischen Berlin und Koblenz. Der Einsteinturm erinnert an Albert Einstein, der hier wirkte. Eine der ältesten durchgängig betriebenen meteorologischen Messstationen hat hier ihr Zuhause. Heute forschen und arbeiten auf dem Telegraphenberg Institute wie das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) – der ideale Ort für ein Gespräch zwischen Professor Hans Joachim Schellnhuber, Leiter des PIK und weltweit einer der renommiertesten

Klimaforscher, und Dr. Reinhold Achatz, Technologiechef der ThyssenKrupp AG, über die Chancen, die Nachhaltigkeit der Wirtschaft bietet.

techforum: Wo liegen die Chancen aus der Verbindung zwischen Nachhaltigkeit und Wirtschaft?

Prof. Hans Joachim Schellnhuber: Nachhaltigkeit heißt heute zunächst einmal, dass es künftigen Generationen mindestens genauso gut gehen sollte wie uns selbst. Das kann eigentlich jeder unterschreiben. Aus Sicht der Naturwissenschaft muss man dafür aber bestimmte Leitplanken und Grenzen beachten: Die Rohstoffe auf unserem Planeten sind eben endlich. Diese Leitplanken sollten auch Orientierung geben für die Wirtschaft – wie sie funktionieren, wie sie sich entwickeln kann. Ich bin mir sicher, dass diejenigen, die unsere planetarischen Grenzen rechtzeitig erkennen, später auch das bessere Geschäft machen werden. Wenn ich das Notwendige erkennen und es dann in Chancen ummünzen kann, dann habe ich als Unternehmen Nachhaltigkeit richtig interpretiert. →

Zwei Visionäre über den Dächern von
Potsdam: Neben der Sternwarte auf seinem
Institutsgebäude werfen Prof. Hans Joachim
Schellnhuber (links) und Dr. Reinhold Achatz
einen Blick in die Zukunft der Wirtschaft.



Dr. Reinhold Achatz: Auch wir sagen: Wenn unsere Produkte und Lösungen nicht nachhaltig sind, wird es das Unternehmen auf lange Sicht nicht mehr geben. Beim Thema Rohstoffe setzen Firmen wie ThyssenKrupp zunehmend auf Kreislaufprozesse mit Mehrfachnutzung und Recycling.

Schellnhuber: Es braucht auf jeden Fall eine Entwicklung, die Prozesse wirklich zu Ende denkt. Wenn ich etwa über Kreisläufe nachdenke, muss ich neben den Quellen, den Rohstoffen, natürlich auch über Senken nachdenken. Alles deutet insbesondere darauf hin, dass wir nur noch ein endliches Kohlenstoffbudget haben: Unsere gesamte Zivilisation darf insgesamt noch etwa 1.000 Milliarden Tonnen CO₂ emittieren, wenn wir die globale Erwärmung auf maximal zwei Grad Celsius begrenzen wollen. Da muss man schon fragen: Wie schnell können große Emittenten wie ThyssenKrupp ihren Kohlendioxid-Ausstoß reduzieren?

Achatz: Wir betrachten den gesamten Lebenszyklus unserer Produkte, Anlagen und Services, unter anderem unter dem Gesichtspunkt, was mit den Zwischenstufen und dem Endprodukt in puncto Wiederverwendung möglich ist. Wenn ein Unternehmen das tut, ist das auch wirtschaftlich sehr attraktiv. Vielleicht ein Beispiel unserer Aktivitäten: Am Standort Leuna arbeiten wir daran, aus nachwachsenden Rohstoffen – und zwar nicht essbaren – die Basis für biologisch abbaubare Kunststoffe zu schaffen, die in relativ kurzer Zeit von allein in natürliche Stoffe zerfallen. Hinzu kommt das Thema Energieeffizienz, das auch wir als ThyssenKrupp ganz intensiv vorantreiben. Energieeffizienz reduziert natürlich erst einmal unseren Stromverbrauch und den CO₂-Ausstoß. Maßnahmen zur Energieeffizienz erhöhen aber zugleich in vielen Prozessen die Gesamteffizienz, was wiederum Kosten spart: Und damit haben wir wieder die Verbindung aus Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit.

Schellnhuber: Gerade für eine fortgeschrittene Wirtschaft ist doch die Frage, ob man sich als Teil eines „race to the bottom“ oder eines „race to the top“ sieht. Immer wieder heißt es da:

Wenn wir in unsere Produktion zu viel an Nachhaltigkeit einpreisen, dann gewinnen eben die viel schmutzigeren Konkurrenten. Aber die Frage ist doch: Will ich nicht lieber Teil der Wirtschaft von morgen sein, auch wenn das bedeutet, dass ich zunächst und heute einen Teil der Wirtschaftlichkeit einbüße? Als Teil der neuen Wirtschaft werde ich irgendwann viel mehr Gewinne machen – denn ich werde aufgrund meiner zukunftsgerichteten, nachhaltigen Ausrichtung noch da sein, während die anderen schon nicht mehr auf dem Markt existieren.

Achatz: Das Spannende ist der Übergang. Wie komme ich von der heutigen Welt in die künftige Welt? Es ist eine Frage der Kreativität, wie wir den Übergang gestalten. Aus meiner Sicht kommt es darauf an, neue Systemzusammenhänge zu schaffen und diese Systeme ganzheitlich zu optimieren. Genau das versuchen wir gerade mit dem Projekt PLANCK. Unsere Idee – zusammen mit der Max-Planck-Gesellschaft und anderen Partnern aus dem Chemie- und Energiesektor – ist es, ein Stahlwerk als Teil einer Chemiekette zu betrachten. In einem Stahlwerk entstehen neben Stahl auch Hüttengase. Die enthalten CO₂, CO und Wasserstoff, Methan oder auch Stickstoff. Das sind Rohstoffe, auch das CO₂! Natürlich nicht im Stahlbereich. Aber ich kann aus Wasserstoff und Stickstoff Ammoniak erzeugen und daraus etwa Düngemittel machen. Auch die Herstellung künstlicher Treibstoffe ist möglich. Dafür brauchen wir mehr Wasserstoff, als bei der Stahlproduktion ohnehin entsteht. Der ließe sich durch Elektrolyse erzeugen, wobei wir den dafür nötigen Strom aus erneuerbaren Quellen beziehen wollen. Mit den Technologien, die wir mit PLANCK entwickeln, ließe sich im Grundsatz nahezu das gesamte CO₂ aus Hüttengasen umwandeln.

Schellnhuber: Solche Ansätze sind in der Tat faszinierend: Systemlösungen sind sehr spannend und haben viel Potenzial.

techforum: Stellen Sie jetzt schon Reaktionen auf dem Kapitalmarkt fest?

Achatz: In der letzten Hauptversammlung wurden mehrere Innovationsthemen genannt, eines davon war eben das Thema Hüttengase, ein weiteres waren die biologisch abbaubaren Kunststoffe. Der Kreis der Anleger, die sich für Nachhaltigkeitskriterien interessieren und sich daran orientieren, wird immer größer.

Schellnhuber: Es gibt immer mehr institutionelle Anleger, die

sich ebenso wie die Zivilgesellschaft mehr und mehr für „grüne“ Kriterien interessieren. Und genauso kann natürlich ein ganz normaler Bankkunde fragen: Wo legt ihr eigentlich mein Geld an? Früher oder später wird es Unternehmen bei privaten Anlegern aufwerten, wenn sie nachhaltig investieren und handeln. Das ist kein Top-down-Prozess, sondern ein Prozess, der sich von innen heraus ergibt: Sieht sich ein Unternehmen als Teil des Problems oder Teil der Lösung?

Achatz: Ich glaube, der Prozess ist schon weiter fortgeschritten, als Sie es gerade darstellen. Wir haben als ThyssenKrupp schon längst ein Nachhaltigkeitsreporting als einen wesentlichen Teil unseres Gesamtreportings. Und das wird auch nachgefragt.

techforum: Wo liegen heute oder in naheliegender Zukunft die Märkte für nachhaltige Lösungen?

Achatz: Ich habe für uns einen Satz formuliert: Wir müssen nachhaltige Lösungen für unsere Kunden nachhaltig erzeugen. Unsere Kunden werden bei Produkten, Services und Lösungen Nachhaltigkeit nachfragen.

Schellnhuber: Zum Teil müssen die nachhaltigen Märkte auch noch geschaffen werden: Potenzielle Kunden müssen vielleicht erst noch davon überzeugt werden, dass sie einer Sache bedürfen, die bislang noch keine Rolle für sie gespielt hat. Das ist auch Pionierarbeit – nehmen Sie zum Beispiel Städte wie Berlin, das sich bis 2050 zu einer klimaneutralen Stadt entwickeln will, also eine kohlenstoffbasierte Energiewirtschaft hinter sich lassen will.

techforum: Noch einmal zum Thema „Senken“: ThyssenKrupp hat ja ein umfassendes Energieeffizienzprogramm ...

Achatz: Ja, das stimmt. Wir sind gerade dabei, Ziele fürs Jahr 2020 festzulegen.

Schellnhuber: Und wie werden die ausfallen?

Achatz: Im Rahmen des Programms haben wir über ein halbes Jahr einzelne Firmen und Anlagen innerhalb des Konzerns untersucht. In einem weiteren Schritt haben wir das Einsparpotenzial in festgelegten Technologiegruppen definiert. Daraus werden wir einen rational nachvollziehbaren Wert für den gesamten Konzern bestimmen. Dieser Wert ist dann die Basis für eine informierte Managemententscheidung.

techforum: Wie sieht es mit den politischen Rahmenbedingungen in Deutschland aus?

Achatz: Wir reden hier über Investitionsentscheidungen, die einen Horizont von acht oder zehn Jahren haben. Momentan ist hier an ganz vielen Stellen nicht klar, unter welchen Rahmenbedingungen wir in einigen Jahren leben werden. Deshalb brauchen wir klare Commitments der Regierung.

Schellnhuber: Die EU will bis 2030 40 Prozent CO₂ einsparen gegenüber 1990, was für Deutschland wahrscheinlich 50 Prozent bedeuten wird. Das ist doch mal eine Ansage. Meiner Meinung nach wird der Weg in die Dekarbonisierung dann sehr schnell gehen. Sie können industriehistorisch betrachtet langfristig einfach nicht zwei verschiedene Systeme parallel fahren.

Achatz: Wobei Dekarbonisierung nicht heißt, keinen Kohlenstoff mehr zu verwenden, sondern ihn in den Kreislauf zurückzuführen.

Schellnhuber: Das kann ein Weg sein. Wichtig ist, dass der Ausstieg aus den Emissionen bis Mitte des Jahrhunderts erledigt ist. Ich will noch einmal daran erinnern, dass uns beim Klima tatsächlich die Zeit davonläuft. Wenn wir die Klimaproblematik nicht in den Griff kriegen, wird es auch kein nachhaltiges Wirtschaften geben auf diesem Planeten. Ich kenne die Debatten in der Wirtschaft sehr gut: Sie macht gern alles mit, solange nur alle weltweit dieselben Wettbewerbsbedingungen haben. Das kann und wird aber leider nie passieren. Länder wie Deutschland können dennoch mit gutem Beispiel vorangehen, auch wenn andere Länder zunächst noch laschere Vorschriften haben.

Achatz: Vergessen wir dabei eines nicht: ThyssenKrupp ist ja in Deutschland genauso wie in den USA, in China oder Südamerika aktiv. Wir wollen unsere Nachhaltigkeitstechnologien auf der ganzen Welt durchsetzen. Beispielsweise gibt es ja nicht nur in Duisburg bei ThyssenKrupp Stahlwerke. Die Wiederverwendung von Hüttengasen sehen wir als eine Geschäftsmöglichkeit in der weltweiten Stahlindustrie. Und als ein Beispiel dafür, wie wir mehr Geschäft generieren, wenn wir nachhaltige Angebote haben.

»MIT
NACHHALTIGEN
ANGEBOTEN
GENERIEREN
WIR MEHR
GESCHÄFT.«

REINHOLD ACHATZ

Rohstoff CO_2

ThyssenKrupp bringt die erste branchenübergreifende Initiative zur Nutzung von Emissionen aus der Stahlproduktion auf den Weg. Ihr Ziel ist es, Hüttengase als Ausgangsstoff für die Chemieproduktion zu nutzen. Das Projekt PLANCK leistet nicht nur einen Beitrag zum Klimaschutz, sondern auch zum Gelingen der Energiewende.

Kohlendioxid hat ein miserables Image. In großen Mengen in die Atmosphäre entlassen, heizt das Treibhausgas die Erderwärmung an und wird zum Klimakiller. Allein aus Deutschlands Industrieschlotten, Autos und Haushalten steigen jedes Jahr rund 900 Millionen Tonnen CO_2 auf. Dennoch ist Kohlendioxid keineswegs nur ein übler Klimaschädling – das Gas kann auch als wertvoller Rohstoff für die Chemieindustrie nützlich sein.

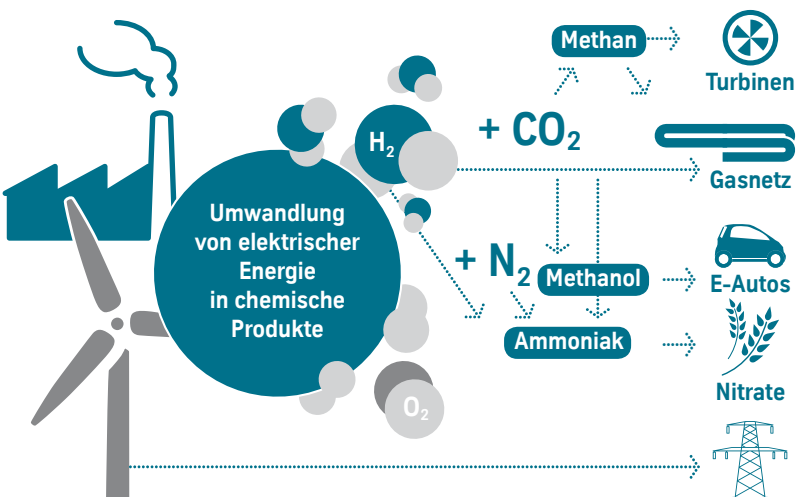
Die Idee zu dem Projekt kam ThyssenKrupp-Technologiechef Reinhold Achatz bei einem Vortrag. Seine Kollegen von ThyssenKrupp Process Technologies hatten die grundsätzliche Möglichkeit vorgestellt, Ammoniak und Methanol aus Hüttengasen zu synthetisieren – aus Ammoniak entstehen Düngemittel, Methanol wird unter anderem für die Produktion von Kraftstoffen eingesetzt. Heute nutzt die Chemieindustrie dafür Erdgas als Rohstoff. Ein Teil des für die Synthese benötigten Wasserstoffs ist in den Hüttengasen bereits enthalten. Warum, so fragte sich Achatz, sollte man nicht den darüber hinaus benötigten Wasserstoff aus überschüssigem erneuerbar erzeugtem Strom herstellen? Damit wird der Verbrauch des wertvollen Energieträgers Erdgas verringert, die CO_2 -Emission reduziert und das Netz stabilisiert. Ziel des Forschungsvorhabens ist es, Technologien zu entwickeln, die dies wirtschaftlich umsetzbar machen.

Aus der unkonventionellen Idee wurden nach Vorarbeiten mit dem Max-Planck-Institut für Chemische Energiekonversion (MPI CEC) die Inhalte des Projekts PLANCK definiert. In der Plattform für Nachhaltige Chemische Konversion arbeitet ThyssenKrupp seit Dezember 2013 mit Partnern aus Industrie und Forschung zusammen, die seitdem den ersten industrieübergreifenden Ansatz zur CO_2 -Nutzung für die Chemieproduktion vorantreiben. Der Kerngedanke: Eine branchenübergreifende Lösung mit Energieversorgern und weiteren Technologieunternehmen an Bord verspricht bessere Ergebnisse als die bislang verfolgten isolierten Bemühungen zur CO_2 -Reduktion. Wenn das auf zehn Jahre angelegte Technologietransfer-Projekt ein Erfolg wird, verzahnen die Schlüsselindustrien Stahl, Chemie und Energie künftig ihre Wertschöpfungsketten – und können so gemeinsam wertvolle Rohstoffe einsparen und CO_2 -Emissionen verringern.

Flexible Katalysatoren für das CO_2

„Die Erfolgsaussichten sind gut“, sagt der Projektverantwortliche Markus Oles. „Denn die grundlegenden chemischen Abläufe und die benötigten Technologien sind weitestgehend bekannt.“ Dennoch ist das Ziel ehrgeizig: Nahezu alle CO_2 -Emissionen aus der Stahlproduktion sollen chemisch umgewandelt werden. Bis es so weit ist, haben die Forscher und Entwickler allerdings noch einige Herausforderungen zu bewältigen. So muss etwa das Hüttengas zunächst gereinigt und aufbereitet werden – eine Forschungsaufgabe, an der das MPI CEC und das Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (Umsicht) arbeiten.

Die größte Herausforderung stellt jedoch das Kohlendioxid selbst: CO_2 ist chemisch äußerst träge. Darum benötigen die Chemiker Katalysatoren, wenn das Gas mit anderen Stoffen zu neuen Verbindungen wie Methanol oder Methan reagieren soll – und eine große Menge Energie. Die Katalysatoren ermöglichen die chemische Reaktion, indem sie die dafür unverzichtbare Aktivierungsenergie verringern, ohne selbst verbraucht zu werden. Das MPI CEC entwickelt spezielle Katalysatoren, die flexibel auf das stark schwankende Ökostrom-Angebot reagieren können.



Die PLANCK-Idee: Hüttengase enthalten unter anderem Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Wasserstoff und Stickstoff. In Kombination mit zusätzlichem Wasserstoff aus Windstrom entstehen aus ihnen Erdgas, Methanol und Ammoniak.



Die Stahlproduktion verbraucht sehr viel Energie – kann aber auch Rohstoffe für die Synthese von chemischen Grundstoffen liefern

Denn ohne elektrische Energie kann PLANCK sein ehrgeiziges Ziel nicht erreichen. „Will man das im Hüttengas enthaltene CO_2 vollständig umwandeln, geht das nicht ohne zusätzlichen Wasserstoff“, erläutert Ralph Kleinschmidt, technischer Abteilungsleiter bei ThyssenKrupp. Und der soll aus der Wasser-Elektrolyse mithilfe von Wind- und Sonnenstrom stammen, weshalb ThyssenKrupp und das Zentrum für Brennstoffzellentechnik (ZBT) in Duisburg an neuen wirtschaftlichen Verfahren zur Herstellung des Gases arbeiten. Weil der Strom aus vollständig regenerativen Quellen stammt, bliebe die CO_2 -Bilanz von PLANCK makellos.

Außerdem können die Forscher so zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen: Statt nicht benötigten Ökostrom in Wasserstoff zu verwandeln und später daraus wieder Strom zu produzieren, könnte die Überschussproduktion aus grünen Quellen im Idealfall direkt in die chemische Grundstoffproduktion fließen. Das ist das Ziel – und einer der großen Vorteile des Projekts. Denn wenn diese Netzoptimierung mithilfe der Energieversorger gelingt,

könnte PLANCK über eine Stabilisierung der Stromnetze zugleich einen erheblichen Beitrag zum Gelingen der Energiewende leisten.

Die Umwandlung von Hüttengasen in Kraftstoffe und Düngemittel mag heute noch wie ein ferner Traum erscheinen – doch die Entwickler wollen bereits 2015 erste Betriebserfahrungen im realen Hüttenumfeld sammeln. Zwei bis fünf Jahre lang soll dann getestet werden, wie sich die neu entwickelten Verfahren in der Praxis bewähren. Erste Pilot- und Testanlagen dürften in sieben Jahren an den Start gehen, und die kommerzielle Umsetzung mit einem Investitionsvolumen von mehr als einer Milliarde Euro ist ab 2022 geplant. Wird das Projekt ein Erfolg, könnte PLANCK über ein intelligentes Netzwerk aus Wertschöpfungsketten einen nachhaltigen Strukturwandel in Deutschlands Schlüsselindustrien einleiten. Das Projekt würde dann nicht nur zur CO_2 -Reduktion und Ressourcenschonung beitragen, sondern auch Arbeitsplätze sichern und den Industriestandort Deutschland nachhaltiger machen.

TEXT: PETER HAHNE

Das Power-Paar

Ohne neue Speicher für regenerativ erzeugten Strom wird die Energiewende nicht gelingen. ThyssenKrupp setzt auf zwei verschiedene Technologien, die sich hervorragend ergänzen: Redox-Flow-Batterien und Elektrolyse für die Wasserstoffherzeugung.

TEXT: HANS SCHÜRMANN

Das künftige Energiesystem in Deutschland soll eine nachhaltige und sichere Versorgung aus erneuerbaren Ressourcen gewährleisten. Was für die Umwelt gut ist, stellt die Energiewirtschaft aber vor ein riesiges Problem: Windkraft- und Photovoltaikanlagen produzieren nicht kontinuierlich Strom – die von ihnen eingespeiste Energiemenge hängt stark von den Wetterverhältnissen ab. In Zukunft brauchen Energieversorger und Netzbetreiber darum Speicher, die das Netz im Gleichgewicht halten. Sie könnten beispielsweise bei starkem Wind ein Überangebot an Strom aufnehmen und die Energie bei einer Flaute wieder zurück ins Netz einspeisen.

Bereits heute spielen Energiespeicher eine wichtige Rolle, um Stromangebot und -nachfrage aufeinander abzustimmen. Weltweit ist derzeit eine Speicherleistung von über 100 Gigawatt in Pumpspeicherkraftwerken verfügbar und etwa ein Gigawatt in Druckluftspeichern und Batterien. Aber sie wird bei einem weiteren Ausbau der regenerativen Energien nicht ausreichen: Laut einer Studie der Boston Consulting Group wird der weltweite Bedarf bis zum Jahr 2030 auf 330 Gigawatt ansteigen.

Ab 2015 rechnet Boston Consulting bereits mit einem Marktvolumen für Speichereinrichtungen von vier bis sechs Milliarden Euro jährlich. Ab 2020 soll es sogar bei mehr als zehn Milliarden Euro pro Jahr liegen. Kein Wunder, dass immer mehr Unternehmen in die Entwicklung neuer Energiespeicher investieren. ThyssenKrupp will

mit seinem Unternehmensbereich Industrial Solutions gleich doppelt von dem wachsenden Markt profitieren: durch die Weiterentwicklung der Redox-Flow-Speichertechnik hin zu Lösungen in großtechnischem Maßstab und durch die Entwicklung eines kostenoptimierten Elektrolyseverfahrens zur Wasserstoffherzeugung.

Beide Technologien ergänzen sich hervorragend. Während die Redox-Flow-Batterie Stromspitzen von einigen Stunden auffangen kann, lässt sich die Elektrolyse als Basisbaustein aller „Power-to-Gas“-Konzepte dafür nutzen, regenerativen Strom auch in größeren Mengen und für längere Zeit in Form von chemischer Energie zu speichern – als Wasserstoff oder synthetisches Erdgas, das in Salzstöcken gespeichert oder dem konventionellen Erdgas in den Leitungen beigemischt wird.

Um große Energiemengen in elektrochemischen Systemen speichern zu können, werden Stromspeicher benötigt, die beliebig vergrößert werden können. „Hier haben insbesondere Redox-Flow-Batterien auf Vanadium-Basis ein vielversprechendes Entwicklungspotenzial“, sagt Dr. Niels Bredemeyer, der bei ThyssenKrupp Industrial Solutions die Entwicklung dieser speziellen Energiespeicher leitet. Ihre größten Vorteile sind aus seiner Sicht: hohe Wirkungsgrade, ein modularer Aufbau sowie die separate Skalierbarkeit von maximaler Leistung und gespeicherter Energiemenge. Darüber hinaus sind sie im Vergleich zu Pump- oder Druckluftspeichern nicht an geografische Gegebenheiten gebunden und können praktisch überall eingesetzt werden.

Hoher Wirkungsgrad von bis zu 80 Prozent

Bei Redox-Flow-Batterien wird der Strom als chemische Energie in zwei großen Tanks gespeichert, in denen Salze in anorganischen Säuren gelöst sind – in diesem Fall Vanadium-Salze. Je größer die Tanks sind, desto mehr Energie können sie aufnehmen. Die beiden Tanks sind über Rohrleitungen und Pumpen mit einer oder mehreren elektrochemischen Zellen („Zellstacks“) verbunden. Bei der Stromentnahme wird die chemische Energie wieder in elektrische Energie zurückgewandelt. „Die Anzahl der Zellen – beziehungsweise die Gesamtzellfläche – bestimmt die maximale Leistung des Speichers“, erläutert Bredemeyer. „Der Wirkungsgrad liegt bei bis zu 80 Prozent.“

Noch ist die neue Redox-Flow-Batterietechnologie im großtechnischen Maßstab in der Entwicklung. 2012 haben Experten von ThyssenKrupp eine erste Zelle →

Windräder richten sich nicht nach der Nachfrage. Darum brauchen wir **neue Speicher für Strom**.

Elektrolysezellen
bei der Arbeit.

im Labormaßstab entwickelt, die derzeit im Technikum des Energie-Forschungszentrums Niedersachsen (EFZN) in Goslar erfolgreich betrieben wird. Derzeit arbeitet der Konzern bereits an der Entwicklung einer modifizierten Zelle mit einer größeren aktiven Zellfläche, die nächstes Jahr in den neuen Teststand am Forschungs- und Entwicklungsstandort von ThyssenKrupp Industrial Solutions in Ennigerloh umzieht, wo sie im Dauerbetrieb getestet werden kann.

Industrieller Speicher mit 200 Megawattstunden geplant

„Unser Ziel ist es, eine aktive Zellfläche von über 2,5 Quadratmetern zu erreichen. Bislang liegt sie in der Praxis bei circa 0,4 Quadratmetern“, so Bredemeyer. „Damit könnten wir einen industriellen Speicher mit einer Leistung von zunächst 20 Megawatt und einer Kapazität von 200 Megawattstunden bauen. Mit ihm würden die leistungsbezogenen Kosten für die Energiespeicherung deutlich sinken.“

Zusammen mit Universitäten arbeitet das Team daran, die Zellfläche möglichst schnell zu vergrößern – aber noch sind nicht alle Komponenten verfügbar, die das ermöglichen. „Unser Know-how liegt im Aufbau der elektrochemischen Zelle – vor allem in der Optimierung der Strömungsführung der Elektrolyte“, sagt Bredemeyer. Die erste Leistungssteigerung um den Faktor zehn hat das Team innerhalb von anderthalb Jahren geschafft. Jetzt gehen die Experten den nächsten Schritt an: eine weitere Steigerung um den Faktor zehn. Voraussichtlich im Jahr 2016 soll die angestrebte Zellgröße erreicht sein.

Eine noch höhere Energiedichte als Batterien haben Wasserstoffspeicher. Die Idee dahinter: Überschüssiger Strom zerlegt per Elektrolyse Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff. Der Wasserstoff wird dann in unterirdischen Salzkavernen gespeichert – bei einem Druck von 200 Bar beträgt die Energiedichte zum Beispiel 200 Kilowattstunden pro Kubikmeter. Das ist mehr als das 50-Fache im Vergleich zu Druckluftspeichern.

Wie bei den Redox-Flow-Batterien denkt auch hier ThyssenKrupp in großen Dimensionen. „Durch unser Elektrolyseur-Konzept werden wir eine Leistungsaufnahme von etwa zehn Megawatt pro Einheit realisieren können“, sagt Jens Wilhelm Kuhlmann, der für die Entwicklung des Elektrolyse-Systems verantwortlich ist. „Wenn wir im Wettbewerb mit anderen Systemen bestehen wollen, müssen wir die Kosten für den Bau der Anlagen reduzieren und den Wirkungsgrad der Wasserelektrolyse optimieren.“ Darum haben sich die Entwickler entschlossen, eine eigene Lösung zu entwickeln. Sie basiert auf der etablierten Chloralkali-Elektrolyse von ThyssenKrupp, von der jüngst das 100.000ste Element verkauft wurde.

„Die Chancen stehen gut, dass wir mit unserem alkalischen Verfahren bei den Investitionskosten um den Faktor 3,5 bis fünf niedriger liegen als konkurrierende Verfahren“, sagt der Experte. „Gleichzeitig streben wir einen Wirkungsgrad von bis zu 80 Prozent an.“ 2013 hat ThyssenKrupp mit der Entwicklung begonnen. Eine erste Anlage im Labormaßstab gibt es bereits – sie steht im Technikum Gersthofen bei Augsburg. Im nächsten Entwicklungsschritt ist eine Technikumsanlage geplant. Bis zum Jahresende soll die volle Elektrodenfläche von 2,7 Quadratmetern in Betrieb sein. ■

Wir brauchen » BATTERIEN und WASSERSTOFFSPEICHER «

Prof. Dr.-Ing. Thomas Turek ist Leiter des Instituts für Chemische Verfahrenstechnik an der TU Clausthal. Der Experte für elektrochemische Prozesse vergleicht im Interview die verschiedenen Speichertechnologien.

techforum: Welche Bedeutung haben Energiespeicher für das Gelingen der Energiewende?

Thomas Turek: Die Entwicklung von Speichertechnologien ist im Zusammenhang mit der angestrebten Umstellung unserer Energieversorgung auf erneuerbare Energien unumgänglich, weil diese Energien nicht kontinuierlich zur Verfügung stehen. Neben den täglichen und saisonalen Fluktuationen der Sonnenstrahlung treten auch starke Schwankungen bei der Windenergie auf. Zur Sicherstellung des Bedarfs müssen darum in den nächsten Jahrzehnten große Überkapazitäten im Bereich der regenerativen Energien aufgebaut werden. Die Netze können ihre schwankende Produktion aber nicht allein puffern – darum brauchen wir neue Stromspeicher.

Es gibt bereits unterschiedliche Speichersysteme. Welche Chance haben Batterien und Wasserstoffspeicher?

Turek: Speicher müssen nach einhelliger Meinung künftig auf allen Zeit- und Größenskalen eingesetzt werden – von Sekunden bis Monaten und von Kilowattstunden bis Terawattstunden. Dafür kommen verschiedene Batterietypen – also elektrochemische Speicher – und Speicher in Form energiereicher chemischer Verbindungen infrage. Viele Batterietypen sind bereits technisch verfügbar, während Wasserstoffspeicher sich noch in der Forschungs- und Demonstrationsphase befinden. Die von ThyssenKrupp gegenwärtig entwickelten Technologien eignen sich insbesondere für die Speicherung sehr großer Mengen

an regenerativer elektrischer Energie – Großbatterien für die Dauer von einigen Minuten bis zu einigen Tagen und energiereiche chemische Verbindungen wie Wasserstoff für Wochen oder Monate.

Welche Bedeutung wird die Redox-Flow-Technik haben?

Turek: Unter den zahlreichen gegenwärtig diskutierten Batterietechnologien zeichnet sich die Redox-Flow-Batterie durch sehr hohe Wirkungsgrade, ein hochdynamisches Verhalten und eine besonders lange Lebensdauer aus. Durch die angestrebte Vergrößerung der Batteriekapazitäten erwarte ich, dass sich die Wirtschaftlichkeit deutlich verbessert.

Immer wieder wird die Power-to-Gas-Technik ins Spiel gebracht. Kritiker weisen jedoch auf den geringen Wirkungsgrad hin. Wie berechtigt ist das?

Turek: Der Wirkungsgrad der gesamten Prozesskette ist in der Tat begrenzt – insbesondere wenn man bei der Rückverstromung den Wasserstoff wieder in Strom umwandelt. Trotzdem gibt es zur Nutzung chemischer Speicher aus heutiger Sicht keine Alternative. Für die Elektrolyse von Wasser als erstem Prozessschritt kommen grundsätzlich verschiedene Technologien infrage, die zurzeit intensiv bearbeitet werden. Auf Grundlage der mittlerweile sehr weit entwickelten Chlor-Alkali-Elektrolyse kann es gelingen, hocheffiziente Elektrolyseure zu bauen, die im Leistungsbereich bis zu einigen Hundert Megawatt Wasserstoff auf Basis regenerativer Energien erzeugen. Dieser Wasserstoff könnte dann direkt genutzt werden, beispielsweise um Brennstoffzellen zu betreiben. Gegenwärtig wird aber die Umsetzung des Wasserstoffs mit Kohlenstoffoxiden zu synthetischem Erdgas – die sogenannte Methanisierung – favorisiert. Der große Vorteil dieses zusätzlichen Schrittes ist es, dass wir dann die vorhandene Erdgas-Infrastruktur nutzen könnten.

Was sind die größten Herausforderungen, die die Entwickler bewältigen müssen?

Turek: Sowohl bei der Wasserelektrolyse als auch bei der anschließenden Erzeugung des synthetischen Erdgases steht insbesondere die Verbesserung der Wirtschaftlichkeit im Vordergrund. Dies kann durch die Verbesserung der Wirkungsgrade der einzelnen Prozessschritte und die Verwendung deutlich kostengünstigerer Materialien – etwa für Katalysatoren und Elektroden – erreicht werden.

INTERVIEW: HANS SCHÜRMANN

»SPEICHER
MÜSSEN AUF ALLEN ZEIT-
UND GRÖßENSKALEN
INGESETZT WERDEN.«



Ein Gewinn für alle Seiten

Hoffnungsträger Cross-Energy-Management: Wenn sich Verbraucher künftig flexibel an das aktuelle Stromangebot anpassen, bleiben die Netze stabil und die Kosten der Energiewende überschaubar. ThyssenKrupp arbeitet an Lösungen speziell für die Industrie.

TEXT: ALEXANDRA GROSSMANN

Man könnte fast die Uhr nach ihm stellen – denn der Stromverbrauch in Deutschland folgt einem festen täglichen Rhythmus: Wenn beispielsweise morgens um sieben die Kaffeemaschinen anspringen, ist der Verbrauch in den Haushalten ungleich höher als in der Nacht. Abends folgt eine weitere Spitze, bis die Nachfrage dann langsam wieder zurückgeht. Über den Tag verteilt schwankt der Bedarf ungefähr zwischen 40 und 80 Gigawatt.

Heute stellen konventionelle Kraftwerke diese Leistung nach feststehenden Fahrplänen zur Verfügung – die Erzeugung folgt dem Verbrauch. Künftig wird es genau andersherum sein, denn dann sind wir viel stärker von fluktuierenden Quellen wie Sonne und Wind abhängig. „Darum muss sich unser Energiesystem komplett verändern“, sagt Friedrich Löser, Leiter des TechCenters „Control Technology“ von ThyssenKrupp in München, das sich mit innovativen Systemlösungen im Bereich der Antriebs-, Regelungs- und Automatisierungstechnik beschäftigt. „Das bedeutet: Die Verbraucher müssen sich künftig daran orientieren, wie viel Strom die erneuerbaren Quellen gerade zur Verfügung stellen“, so Löser.

Um das System im Gleichgewicht zu halten, gibt es zwei Möglichkeiten: überschüssigen Strom zu speichern, etwa in Batterien oder in Form von Wasserstoff; oder den Bedarf an das aktuelle Angebot anzupassen. Löser beschäftigt sich mit der zweiten Option. „Die Industrie

benötigt mit Abstand die meiste Energie in Deutschland“, erklärt er. Hinzu kommt: In den Haushalten ließe sich der Verbrauchsrhythmus kaum ändern. „Wir werden die Menschen nicht davon abhalten können, morgens aufzustehen und sich einen Kaffee zu kochen“, bringt es Löser auf den Punkt.

Darum setzt ThyssenKrupp auf die dritte Gruppe der Stromnutzer: „Industrielle Verbraucher in der Größenordnung von vielen Megawatt können wir sehr wohl beeinflussen“, so Löser. „Hier können wir versuchen, die Produktionsprozesse so zu steuern und auszurichten, dass der Verbrauch sich an das Angebot an erneuerbarer Energie anpasst.“ Das hätte sofort große Auswirkungen: Allein das ThyssenKrupp Stahlwerk in Duisburg setzt soviel Energie um wie alle Haushalte der Stadt Berlin. „In Berlin haben wir es mit drei Millionen einzelnen Verbrauchern zu tun, beim Stahlwerk in Duisburg dagegen nur mit einem einzigen – in der Industrie sind darum ganz andere Hebelwirkungen möglich.“

An dieser Stelle setzt das Cross-Energy-Management (CEM) ein, andernorts auch „Lastmanagement“ oder „Demand-Side-Integration“ genannt: Die großen industriellen Stromverbraucher sollen ihre Stromnachfrage und damit auch ihre Produktionsabläufe stärker an das Angebot der erneuerbaren Energien anpassen. Dazu müssen sie ihre Organisation und ihre Abläufe intelligenter und anpassungsfähiger gestalten – so kann die Industrie einen wichtigen Beitrag zu einem stabilen Stromnetz und zum Gelingen der Energiewende leisten.

Der aktuelle Strompreis gibt das Signal für den Produktionsstart

Die Zementindustrie ist ein weiterer großer Stromverbraucher in Deutschland. Hier gibt es Prozesse, die man durchaus unterbrechen könnte – etwa bei der Vorbereitung des Rohmaterials, die sich zeitlich staffeln ließe. Dadurch wäre es möglich, energieintensive Prozesse genau dann zu starten, wenn erneuerbare Energien reichlich verfügbar sind. Der aktuelle Preis könnte dann als Signal für den Start der Produktion dienen: Ist viel Energie vorhanden, sinkt er – und die Fertigung kann beginnen. Ganz unvorbereitet wären die Unternehmen trotz dieser Abhängigkeit von Wind und Sonne aber nicht: „Das Angebot an erneuerbaren Energien lässt sich ähnlich wie der Wetterbericht hinreichend präzise vorhersagen“, sagt Löser. „Dem muss aber eine flexible, vorausschauende Produktionsplanung gegenüberstehen und dafür sorgen, dass die Energie dann genutzt wird, wenn die Preise günstig sind.“

Das alles existiert heute noch nicht. „Bisher gibt es nur Überlegungen für solch ein intelligentes System. Wir arbeiten derzeit an geeigneten Prozessen und Verfahren“, sagt Löser. „Unser Ziel ist es, die technischen und auch betriebswirtschaftlichen Grundlagen von Cross-Energy-Management auszuarbeiten.“ Der Nutzen für Unternehmen und Gesellschaft wäre groß: Nach einer Studie des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung könnte Deutschland durch effizienteres Strommanagement jedes Jahr rund 5,6 Milliarden Euro einsparen. Die Umstellung auf einen flexibleren Stromverbrauch wäre umgekehrt nicht allzu teuer – denn moderne Industrieanlagen besitzen heute einen hohen Automatisierungsgrad, sodass kaum größere Umstellungen in der Hardware nötig wären.

Allerdings müssten die Energieversorger betriebliches Lastmanagement angemessen vergüten: Wenn Unternehmen auf Abruf Lasten abschalten oder überschüssige Energie aufnehmen, können sie damit ein neues Geschäft aufbauen.

„Lastmanagement fügt sich idealerweise in ein bereits bestehendes betriebliches Energiemanagementsystem ein und eröffnet Unternehmen sogar eine zusätzliche Erlösquelle“, sagt Annegret Agricola, Bereichsleiterin Energiesysteme und Energiedienstleistungen bei der Deutschen Energie-Agentur (dena). „Allein die Industrie in Deutschland hat ein technisches Lastmanagementpotenzial von mehr als fünf Gigawatt.“ Die Technik ist nicht das Problem – Schwierigkeiten bereitet hingegen die Umsetzung, weshalb die überbetriebliche Vermarktung von verschiebbaren Lasten in Deutschland, anders als in Frankreich oder den USA, noch in den Kinderschuhen steckt. „Bei den Unternehmen fehlt oft das Prozesswissen für die Erschließung typischer flexibler Lasten“, so Agricola.

Vom Cross-Energy-Management profitieren alle – Unternehmen, private Verbraucher sowie die Stromversorger und Netzbetreiber. „Wenn sie mit ihren Kunden Lastmanagement vereinbart haben, können sie sich viele Investitionen für die Stabilisierung ihrer Netze sparen – und so die Strompreise stabil halten“, so Löser. „Dadurch ergibt sich die berühmte Win-win-Situation.“ →



Dr. Friedrich Löser leitet das ThyssenKrupp-TechCenter „Control Technology“

Fragiles Gleichgewicht:
Nur wenn Stromproduktion und Verbrauch sich die Waage halten, bleiben unsere Netze stabil – und Industrie und Haushalte werden zuverlässig versorgt.

» Die Last muss der Erzeugung folgen «

Wie groß ist das Potenzial für Lastmanagement in Deutschland? Mit dieser Frage beschäftigt sich die Energietechnische Gesellschaft (ETG) im Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik (VDE). In einer Studie stellt sie fest: Wir brauchen einen Paradigmenwechsel, um das Thema weiter voranzubringen. Was zu tun ist, erklärt ETG-Geschäftsführer Wolfgang Glaunsinger im Interview mit dem **techforum**.

INTERVIEW: ALEXANDRA GROSSMANN

»DIE POLITIK MUSS BESSERE BEDINGUNGEN SCHAFFEN«



techforum: Zu welchem Schluss kommt die VDE/ETG-Studie „Demand Side Integration“?

Wolfgang Glaunsinger: Die Studie zeigt, dass wir einen Paradigmenwechsel im Lastmanagement brauchen – denn durch die Umstellung auf erneuerbare Energien nehmen die Schwankungen im Stromnetz zu. Zum Ausgleich sind der Ausbau der Netze, flexible Kraftwerke, Energiespeicher und eben auch die Steuerung von Lasten nötig. Das bedeutet: Die Last muss in Zukunft verstärkt der Erzeugung folgen.

Wo gibt es hier die größten Potenziale?

Glaunsinger: Simulationsrechnungen und Analysen in unserer Studie haben beachtliche Potenziale für das Lastmanagement ergeben, ohne dass dadurch Komfort- oder Produktionseinbußen entstehen. Einen praktischen Einsatz gibt es bisher aber nur in der Industrie. In den Haushalten und bei Gewerbe, Handel und Dienstleistungen (GHD) geschieht noch viel zu wenig. Dabei wäre es auch dort möglich, technische und wirtschaftliche Voraussetzungen für das Lastmanagement zu schaffen. Wir empfehlen eine entsprechende Ertüchtigung von Geräten und Anlagen sowie den Ausbau von Informations- und Telekommunikations-Infrastrukturen, zum Beispiel die Ausstattung der Haushalte mit Smart Metern und die Einführung variabler Tarife.

Wie sieht es in der Industrie aus?

Glaunsinger: Wir haben verschiedene stromintensive Branchen untersucht, unter anderem Chemie, Stahl, Papier und Zement. Aus den Stichproben haben wir dann eine Hochrechnung für Deutschland abgeleitet. Die Ergebnisse unserer Studie zeigen, dass die Industrieanlagen heute schon optimiert sind, was die Prozesse und den Strombezug angeht. Derzeit streben die Unternehmen allerdings einen möglichst gleichmäßigen Strombezug an. Durch eine Nutzung von vorhandenen Produktspeichern oder die Erweiterung von Speicherkapa-

zitäten ließen sich bei vielen industriellen Prozessen künftig zusätzliche Lastverschiebungspotenziale nutzen. So kann man beispielsweise bei der Chlorelektrolyse die Produktion erhöhen, wenn viel Strom im Netz zur Verfügung steht. Umgekehrt lässt sie sich herunterfahren, wenn Strom gerade knapp und teuer ist.

Wie groß ist das Potenzial für die Lastverschiebung?

Glaunsinger: Wir haben die Zahl von rund fünf Gigawatt ermittelt. Das ist kein Einsparpotenzial – es geht vielmehr darum, den Stromverbrauch in einen anderen Zeitbereich zu verschieben. Die Unternehmen sparen dabei dennoch Geld, weil sie dank der zeitlichen Verschiebung einen günstigeren Stromtarif bekommen. Dadurch können sie ihre Produktionskosten senken.

Wie viel ist das im Vergleich?

Glaunsinger: Wir haben in Deutschland einen jährlichen Stromverbrauch von circa 600 Terawattstunden, von dem rund die Hälfte auf die Industrie entfällt. Die andere Hälfte teilen sich die Haushalte und der Bereich GHD. Wir könnten in der Industrie rund zehn Prozent des gesamten Verbrauchs über Lastmanagement sinnvoll verschieben – Voraussetzung ist aber, dass die Prozesse flexibel genug sind und ausreichend Speicherkapazitäten zur Verfügung gestellt werden. Die einheitliche Meinung der Industrieunternehmen ist: Das geht nur, wenn die wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen stimmen. Das ist heute größtenteils leider noch nicht der Fall.

Warum sind bisher kaum konkrete Maßnahmen umgesetzt worden?

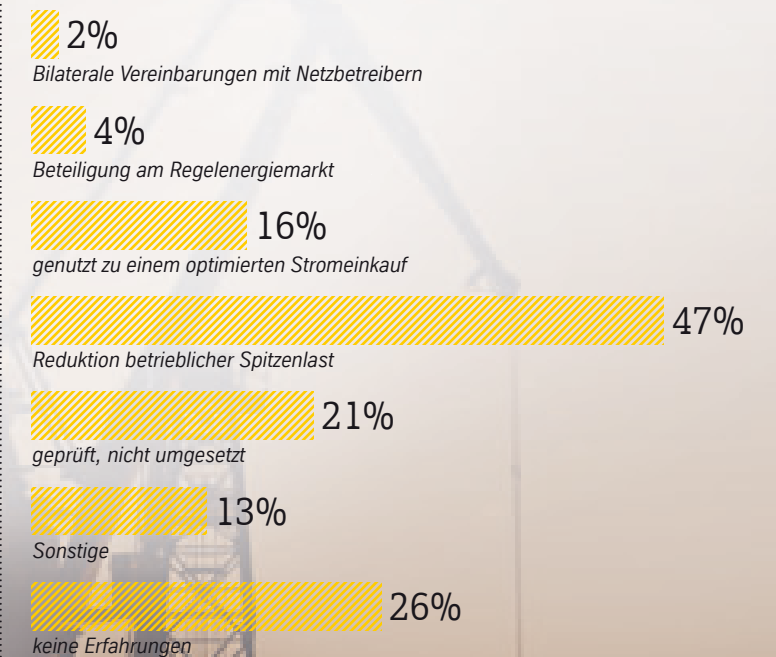
Glaunsinger: Weil sich der Eingriff in industrielle Prozesse für die Unternehmen im Moment nicht lohnt. Hier ist die Politik gefordert, bessere Bedingungen zu schaffen. Sonst werden die Unternehmen nicht bereit sein, in neue Speicher oder andere Anlage zu investieren. Aber ohne solche Investitionen werden wir die nötige Flexibilität für das Lastmanagement nicht erreichen.

Lastmanagement statt Kraftwerksneubau:

In Süddeutschland gehen die meisten Kernkraftwerke vom Netz, zugleich brauchen die Unternehmen in Bayern und Baden-Württemberg aber auch künftig eine sichere Stromversorgung. Zur Deckung von Spitzenlasten könnte man dort flexible neue Kraftwerke bauen – oder durch intelligentes Verbrauchsmanagement die Stromnachfrage an das Angebot anpassen. Eine Umfrage unter süddeutschen Unternehmen zeigt: Viele haben bereits Erfahrungen mit Lastmanagement gesammelt, vor allem um Spitzenlasten zu reduzieren. Es besteht aber auch noch viel ungenutztes Potenzial.

Aktuell durchgeführtes Lastmanagement in Unternehmen:

Bitte geben Sie an, über welche Erfahrungen Ihr Einzelbetrieb/Standort mit dem Thema Lastmanagement verfügt (Mehrfachnennungen möglich).



Durch Lastmanagement könnten die Unternehmen einen großen Teil der Nachfrage verlagern:

Über 850 MW elektrische Leistung ließen sich über einen Zeitraum von zwei Stunden abschalten und auf einen späteren Zeitpunkt verschieben. Bei einem kürzeren Bedarfsfall von nur 30 Minuten wären es sogar mehr als 1,2 Gigawatt. Vor allem energieintensive Branchen wie die Chemie- und die Stahlindustrie können einen wichtigen Beitrag zum Lastmanagement leisten.

Quelle: Agora

Effizienz im Fokus

Energieeffizienz wird zunehmend zum Wettbewerbsfaktor und Innovationsmotor. Mit dem konzernweiten Programm GEEP (Groupwide Energy Efficiency Program) will ThyssenKrupp in den kommenden Jahren systematisch Energie einsparen. Dabei setzt das Unternehmen auf intelligente Prozesse und auf Ingenieurkunst. Umgesetzt wird das Programm dezentral durch die Business Areas und Konzernunternehmen.

Bei der Produktion von Ringen und Großwälzlagern setzt ThyssenKrupp Rothe Erde auf ein umfassendes Energiemanagementsystem nach DIN 50001.

Manche Zahlen werden erst im Kontext verständlich. So wie diese hier: ThyssenKrupp benötigt weltweit jedes Jahr rund 80 Terawattstunden Energie für seine Anlagen, zum Beispiel in Form von Kohle, Gas, Wärme und Strom – das entspricht ungefähr dem jährlichen Stromverbrauch von Finnland. Kein Wunder, dass der effiziente Umgang mit Energie eine strategische Herausforderung für den Konzern ist.

Wobei es nicht einfach darum geht, Energie und somit Kosten einzusparen. „Eine höhere Energieeffizienz ist gleichzeitig ein Innovationsmotor und ein wichtiger Beitrag zum Umweltschutz“, sagt Thomas Fußhöller, Head of Sustainability, Environment und CSR bei ThyssenKrupp. Das heißt: Gerade für ein Technologieunternehmen ist der effiziente Umgang mit Energie ein Ausweis von Innovationskraft. Hier bieten sich Chancen, neue Technologien zu entwickeln und dem Konzern damit einen Vorsprung im Wettbewerb zu verschaffen. „Unsere Anstrengungen in Sachen Energieeffizienz sind deshalb eine kontinuierliche Herausforderung“, sagt Fußhöller. „Dabei bauen wir auf unsere Ingenieurkompetenz: Sie ist der Schlüssel für effiziente Prozesse und Produkte.“

Völlig neu ist das Thema aber keineswegs, denn ThyssenKrupp ist schon lange Vorreiter in Sachen Energieeffizienz. Mehr als zwei Drittel des Energieverbrauchs sind bereits durch ein Energiemanagementsystem nach DIN 50001 abgedeckt – das Stahlwerk in Duisburg war weltweit das erste seiner Art, das eine Zertifizierung nach dieser Norm erhielt. Aktuell arbeitet ThyssenKrupp daran, seine Ziele für ein weltweites Energieeffizienzprogramm festzulegen. Der Gedanke dahinter: Man will nicht dem gesamten Konzern eine Norm überstülpen, sondern einzelne Unternehmensbereiche systematisch auf Einsparpotenziale hin untersuchen. In ausgewählten Anlagen wird darum analysiert, wie sich durch technische Maßnahmen und verbesserte Prozesse Energie einsparen lässt.

Zum Beispiel bei ThyssenKrupp Rothe Erde. Auch der Hersteller von Ringen und Großwälzlagern mit Standorten in Lippstadt und Dortmund setzt auf ein umfassendes Energiemanagementsystem nach DIN 50001. „Grundlage dafür ist die durchgehende Erfassung der Energieverbräuche – und zwar für jeden Prozess und jede Anlage“, sagt Heiko Tschich, Bereichsleiter im Werk Dortmund. „Darauf aufbauend können wir individuelle Maßnahmen ergreifen.“

Sparpotenzial steckt beispielsweise im intelligenten Herunterfahren einzelner Anlagen: Walzanlagen und Werkzeugmaschinen etwa wurden früher selten abgeschaltet – auch, weil der Prozess des Abschaltens und Wiederhochfahrens kompliziert und fehleranfällig ist. „Da kann man nicht einfach einen Hebel umlegen“,

so Tschich. Darum stehen den Maschinenführern heute detaillierte Beschreibungen zur Verfügung, mit deren Hilfe sie ihre Anlagen während geplanter Pausen und Stillständen kontrolliert stilllegen und anschließend wieder hochfahren können.

Ein wichtiger Baustein ist die Erfassung der Energiedaten. „Nur durch aktuelle und transparente Energiedaten ist eine optimale Bewertung und eine Auswahl der Projekte möglich“, sagt Klaus Henke, Leiter Technische Koordination. Dazu brauche es noch Investitionen, etwa in Personal für die Erfassung und Bewertung der Daten. Auch Energieeffizienzprojekte unterlägen der wirtschaftlichen Bewertung. „So haben wir bei einer notwendigen Ersatzinvestition die Effizienzsteigerung und Energieeinsparung mit einfließen lassen. Dort erwarten wir eine Effizienzsteigerung von 30 Prozent und eine Energieeinsparung von 2.500 Megawattstunden pro Jahr an Gas“, so Henke.

Effizienter Einsatz der Gasöfen senkt die Kosten um 30 Prozent

„Wir haben mit unseren Anstrengungen für mehr Effizienz schon vor anderthalb Jahrzehnten begonnen“, berichtet Tschich. Damals ging es einfach darum, Geld zu sparen – zum Beispiel als die Energiekosten im Werk Dortmund durch die Umstellung auf Stadtgas sprunghaft gestiegen waren. „Durch den effizienteren Einsatz unserer Gasöfen haben wir heute rund 30 Prozent niedrigere Kosten“, sagt Tschich. „Das neue Energiemanagementsystem erlaubt es uns aber, noch effizienter zu sein. Es schafft Struktur und System.“

Doch letztendlich geht nichts ohne die Mitarbeiter. Zwar gibt es bei Rothe Erde wie in jedem Konzernunternehmen Energiemanager und Energieverantwortliche, die das Programm intern vorantreiben – anpacken müssen aber alle: „Jeder Mitarbeiter muss und kann seinen Beitrag leisten. Wir müssen eine Kultur schaffen, in der alle über Verbesserungen nachdenken und in der die beschlossenen Maßnahmen mitgetragen werden“, fasst Rainer Stanlein, Energiemanager bei Rothe Erde, zusammen.

Die Erfahrungen von Rothe Erde und anderer Standorte dienen als Orientierung für die mehr als 100 Konzernunternehmen mit jeweils einem Verbrauch von über zehn Gigawattstunden pro Jahr, die bislang schon am konzernweiten Energieeffizienzprogramm mitarbeiten. Kleine Konzernunternehmen werden durch einen Katalog mit Standardlösungen in die Lage versetzt, Verbesserungsmaßnahmen am Standort zu ermitteln. „Anhand von konkreten Einsparzielen für die verschiedenen Geschäftsbereiche wird die Umsetzung der Maßnahmen regelmäßig überprüft – ganz im Sinne einer kontinuierlichen Verbesserung“, sagt Marc Verheyen, Manager Energy Efficiency & Energy Management Systems.

TEXT: JOST BURGER



Gesamtprojektleiter
Dr. Axel Grüneklee
vor dem InCar plus-
Demonstrator.

Leichter, wirtschaftlicher, klimafreundlicher und komfortabler soll es sein, das Auto von morgen. Das gelingt, wenn sich Experten aus allen Disziplinen zusammentun – wie bei InCar plus, ThyssenKrupps größtem Forschungs- und Entwicklungsprojekt für die Automobilindustrie.

TEXT: CHRISTIAN BUCK

Vereinte Kräfte

Die meisten Autofahrer wären wohl ziemlich erstaunt, wenn sie zuerst eine ihrer schicken Alufelgen auf die Waage legen würden und dann zum Vergleich eine moderne Stahlfelge. Denn obwohl Aluminium ein Leichtmetall ist, wiegt das Rad aus hochfesten Stählen weniger. Trotzdem scheint das Angebot an unterschiedlichen Alu-Designs im Gegensatz zu Stahlrädern schier unendlich zu sein. Aber das könnte sich bald ändern – durch eines der Projekte im Rahmen des Forschungsprogramms InCar plus: „Unser Konzept erlaubt die Kombination eines ansprechenden Stylings mit minimalem Gewicht“, sagt Markus Zörnack, Leichtbauexperte bei ThyssenKrupp Steel Europe in Dortmund.

Mehr Komfort und Sicherheit in leichteren Autos

Setzen sich die neuen, leichten Stahlräder am Markt durch, helfen sie nicht nur dem Fahrer, Kraftstoff zu sparen. Ihre gesamte Ökobilanz ist besser: Die Produktion heutiger Hochleistungsstähle aus Eisenerz verschlingt deutlich weniger Energie als die Herstellung von Leichtmetallen wie Aluminium. Räder sind freilich nur eines von vielen Beispielen dafür, dass die Optimierungspotenziale in der Automobilkonstruktion noch lange nicht ausgeschöpft sind. Dabei erfordert Innovation mehr denn je Kommunikation und Kooperation: Auf der einen Seite brauchen Produktentwickler einen kurzen Draht zu Materialexperten, die an neuen Werkstoffen arbeiten. Auf der anderen Seite wünschen sie sich auch kurze Wege zu Spezialisten für die Großserienfertigung.

Dieser interdisziplinären Arbeitsweise haben sich die Automobil-Experten bei ThyssenKrupp verschrieben, als sie 2011 das Konzernprojekt InCar plus starteten, das im September 2014 seinen Abschluss findet. Eingebunden waren insgesamt 15 Standorte von acht Unternehmen aus den Business Areas Steel Europe, Components Technology und Industrial Solutions. Die Zielvorgabe lautete, zwischen Kühlergrill und Kofferraumdeckel alle Komponenten zu finden, deren Gewicht, Kosten, Nachhaltigkeit und Performance die ThyssenKrupp-Ingenieure optimieren können. Alles kam auf den Prüfstand: Antrieb, Fahrwerk und Lenkung sowie Karosserie. Dabei

entstanden 30 Projekte, die wiederum in mehr als 40 Innovationen mündeten.

Obwohl sich das Thema Leichtbau wie ein roter Faden durch die Neu- und Weiterentwicklungen zieht, ging es Grüneklee und seinen Kollegen nicht darum, auf Biegen und Brechen Gewicht einzusparen. „Schließlich nützt es der Umwelt nichts, wenn die ökologische Last während der Produktion so hoch ist, dass man sie über das gesamte Fahrzeugleben hinweg nicht wieder hereinfahren kann“, so der Gesamtprojektleiter. Man müsse eben auch den erhöhten Energieeinsatz beim Bau eines abgasarmen Autos einkalkulieren: „Es gibt Leichtbaulösungen, die nicht einmal bei einer Laufleistung von 200.000 Kilometern den Break-even erreichen“, erklärt Grüneklee.

Die Ingenieure von InCar plus legten deshalb strengere Maßstäbe an als der Gesetzgeber. Jedes vorgeschlagene Bauteil musste ein Life-Cycle-Assessment bestehen, also eine Kosten-Nutzen-Analyse aus ökologischer und ökonomischer Sicht. Eine Chance hatten nur Lösungen, deren Gesamtbilanz von der Materialherstellung bis zum Recycling positiv war. Am Ende zählte, welche Hebelwirkung jeder investierte Euro erzielt. Der mit Kohlenstoff-Fasern verstärkte Kunststoff (CFK) ist zwar technisch reizvoll – aber noch so teuer in der Herstellung, dass er sich nur in Kombination mit neu entwickelten, verschleißarmen Fertigungsprozessen in wirtschaftliche Lösungen umsetzen lässt, etwa für Leichtbau-Lenksäulen.

Weitere erhebliche Effizienzverbesserungen sind beim Antrieb, dem Fahrwerk oder der Lenkung möglich. „Allein der Umstieg von einer hydraulischen auf →

»LEICHTBAU IST KEIN SELBSTZWECK. ES GIBT LÖSUNGEN, DIE ZU GERINGEREN KOSTEN EINEN GRÖßEREN BEITRAG ZUR VERRINGERUNG DER EMISSIONEN LEISTEN.«

DR. AXEL GRÜNEKLEE

eine elektrische Servolenkung senkt den Verbrauch um bis zu einen halben Liter auf 100 Kilometer“, sagt Grünekle. Die Weiterentwicklung und Effizienzsteigerung dieser EPS-Systeme (Electric Power Steering) war eines der Themen von InCar plus. „Mit unserer neuen Column-EPS-Servoeinheit erschließen wir diese Technik auch für Fahrzeuge der Mittelklasse“, freut sich Rainer Pudeg von

Die Innovationen sind reif für die Serie

ThyssenKrupp Presta Steering, Leiter des Teilprojekts „Fahrwerk & Lenkung“. Das kompakte Modul wird direkt an der Lenksäule im Fahrzeuginnenraum verbaut und kann daher weniger aufwendig gegen Hitze und Feuchtigkeit abgeschirmt werden. „Durch das bessere Lenkgefühl ist diese Lösung eine echte technische und wirtschaftliche Alternative zu konventionellen Systemen“, so Pudeg.

Besonderes Kennzeichen: Serientauglichkeit inklusive

Zu den Innovationen, die Pudegs Projektteam im Rahmen von InCar plus erarbeitet hat, gehört auch ein neues integriertes Dämpfungsverstellventil. „Die elektrisch herstellbaren Dämpfer zeichnen sich durch eine sehr hohe Schaltdynamik aus, reagieren also bei unvorhergesehenen Ausweichmanövern extrem schnell“, erklärt Pudeg. „Damit steigern wir nicht nur den Komfort, sondern auch die Fahrsicherheit.“ Das Produkt sei bereits so ausgereift, dass ThyssenKrupp bei Bedarf sehr schnell in eine Applikationsentwicklung für Kunden einsteigen könne.

Diese Serientauglichkeit war eines der Ziele von InCar plus: Viele Projekte wurden darauf getrimmt, den Automobilherstellern abgesicherte Lösungen zu bieten – also die Neuheiten so auszulegen, dass sie sich möglichst nahtlos in bestehende Fertigungsprozesse einbinden lassen. Werden neue Prozesse nötig, gehört ihre Einführung mit zum Paket, das ThyssenKrupp den Kunden anbietet. Daneben gibt es innerhalb des InCar plus-Projekts aber auch Themen, die zukunftsweisend sind und große Potenziale zur Performance-Verbesserung sowie zur Gewichts- und Kostenreduktion aufweisen.

Das ist etwa der Fall bei einer Leichtbau-Motorhaube aus Litecor, einem neuen Materialverbund aus zwei dünnen Stahlblechen sowie einer mittleren Lage aus einer Kunststoffmischung, die aus Polyamid und Polyethylen besteht. Die Verarbeitung von Litecor bringt neue Anforderungen hinsichtlich der Umform- und Fügetechnik mit sich – hier erarbeitet die Business Area Steel Europe in enger Kooperation mit der Business Area Industrial Solutions Lösungen für die Automobilhersteller. Ein anderes Beispiel für innovative Produktverbesserungen durch eine intensive Zusammenarbeit mit Fertigungsspezialisten ist die hybride Zylinderkopfhaube. Dieses Modul mit integrierten Nockenwellen sowie Komponenten aus Kunststoff, Stahl und Aluminiumdruckguss ist nicht nur ein Beispiel für erfolgreichen Leichtbau – es reduziert auch den Montageaufwand und vereinfacht das Teile-Handling bei den Kunden. Aufgrund der innovativen Gestaltung der Nockenwellenlager weist die komplexe Baugruppe auch weniger Reibleistung auf und benötigt einen geringeren Öldurchsatz zum Schmieren der Lager. „Das senkt den Leistungsbedarf der Ölpumpe“, erklärt Claudius Rath, Chef des Teilprojekts „Antrieb“. „Das ist einer von vielen kleinen Beiträgen, um ab 2021 die Emissionsanforderung von 95 Gramm CO₂ pro Kilometer zu erfüllen.“

Claudius Rath, Teilprojektleiter „Antrieb“, präsentiert eine gebaute Nockenwelle mit einem integrierten Ölabscheidesystem (POSS-Motorwelle)

Rainer Pudeg, Teilprojektleiter „Fahrwerk & Lenkung“, mit einer elektrischen Lenkung für die Kompaktklasse

FAHRWERK & LENKUNG

- **Fahrzeugtragfedern aus ThermoTecWire:** 20 Prozent leichter und deutlich kürzer.
- **Stoßdämpferrohre:** CFK-Version spart bis zu 45 Prozent Gewicht gegenüber Aluminium.
- **Integriertes Dämpfungsverstellungssystem:** sorgt für mehr Komfort, Sicherheit und Agilität.
- **CFK-Lenksäulenkomponenten:** senken das Gewicht auf Bauteilebene bis zu 60 Prozent.
- **Gebaute Blechzahnstangen:** 25 Prozent leichter als Zahnstangen aus Vollmaterial.
- **Frei programmierbare Lenkwinkelsteller:** erlauben viele Assistenzfunktionen.
- **Column-EPS-System:** spart Kosten gegenüber Rack-EPS-Systemen.
- **Steer-by-Wire-Versuchsträger:** dient der Entwicklung zukunftsweisender Lenksysteme.
- **Hybrid-Lenkswelle:** 35 Prozent leichter, bei attraktiven Leichtbaukosten.

ANTRIEB

- **Abgasanlagen aus dichtereduzierten Stählen:** hohe Warmfestigkeit und Korrosionsbeständigkeit.
- **Abscheidesystem POSS für Öl in Blow-by-Gasen:** schafft Platz im Motorraum und ist leistungsfähiger als konventionelle Ölabscheidungssysteme.
- **Funktionsoptimierte Nockenwellen:** Verbesserte Herstellungs- und Beschichtungsverfahren senken Reibungsverluste bei Nockenwellen.
- **Hybrides Schiebenocken-element:** Leichtbau bei schaltbaren Ventilhubsystemen ermöglicht Kraftstoffeinsparung um bis zu fünf Prozent.
- **Hybride Zylinderkopf-Haubenmodule mit integrierten Nockenwellen:** 15 Prozent weniger Gewicht, 15 Watt geringere Reibleistung und 30 bis 40 Prozent geringerer Öldurchsatz.
- **Brennstoffzellen-Stapel aus RS-Stahl:** erlaubt eine Kostenreduktion bei vergleichbarer Performance.
- **Elektrische Antriebseinheit für Hybridfahrzeug:** in einen Leichtbau-Hinterachsträger aus Stahl integriert.

- **eTDC – Neue Komponenten für E-Antriebe:** Integrale Rotor- und Getriebewellen senken das Gewicht und steigern den Wirkungsgrad von E-Motoren.
- **Hohlzylindrischer Leichtbau-Rotor:** spart bis zu 16 Prozent Gewicht und schafft Platz für aktive Rotorkühlung im E-Auto.
- **Neue Elektrobandsorten:** steigern das Drehmoment von Elektromotoren.
- **Werkstoffverbund „Bondal E“:** deutliche Reduktion der Schallemissionen eines E-Motors.

KAROSSERIE

- **Leichtbau-Cockpitträger:** über drei Kilo leichter als Stahllösungen.
- **Stoßfängersystem mit Stahl-Biegeträger:** spart bis zu 19 Prozent Gewicht bei gleichen Kosten.
- **Stahl-Mehrkammerprofil:** macht den Längsträger um 23 bis 31 Prozent leichter.
- **A-Säule:** zehn Prozent weniger Gewicht bei verringerter Sichtwinkelverdeckung.
- **B-Säule:** Kosten- und Gewichtsreduktion durch den Einsatz neuer Materialien.
- **Stahl-Polymer-Verbund Litecor:** 14 Bauteile werden bei gleicher Performance um insgesamt 19 Kilo leichter.
- **Seitentüren aus Litecor:** bis zu einem Drittel leichter und großserientauglich.
- **Multimaterial-Motorhaube:** Gewichtsvorteil von bis zu 40 Prozent.
- **Sitzkomponenten:** bis zu 15 Prozent leichter durch neue Stahlgüten, mit Litecor sogar 37 Prozent.
- **Leichtbau-Stahlräder:** leichter und ökologischer als Alu-Räder.

Die meisten dieser Lösungen verbessern den Verbrennungsmotor – denn Projektleiter Grünekle und Antriebsexperte Rath sind sich mit der Konzernspitze einig, dass reinrassige Elektroautos noch nicht so schnell den Massenmarkt erobern werden. Größere Chancen geben sie hybriden Antriebssystemen, bei denen der Elektromotor den Verbrennungsmotor ergänzt. „Der Elektroantrieb ist schon heute ein interessantes Betätigungsfeld für ThyssenKrupp“, so Rath. „Und in Zukunft wird er noch an Bedeutung gewinnen.“ Eine Innovation kommt von ThyssenKrupp Steel Europe – und zwar eine Komponente für die Herzstücke des Elektromotors: Rotor und Stator. Sie werden aus Elektrobond gestanzt, einem dünnen Blech, das in diesem Fall aus Stahl der Güteklasse „hochfest“ besteht. „Wir haben die mechanischen Eigenschaften optimiert und für die Fliehkräfte ausgelegt, die in hochdrehenden Motoren auftreten“, so Rath. „Dadurch steigt der Wirkungsgrad spürbar.“

Stolz ist der Antriebsexperte auch auf einen Know-how-Transfer vom Verbrennungsmotor zur Elektromobilität. So ersetzte sein Team die normalerweise massive Rotorwelle durch eine gebaute Konstruktion mit einem Hohlraum, der beispielsweise für die Integration einer aktiven Kühlung genutzt werden kann – das verbessert den Wirkungsgrad der elektrischen Maschine. „Die Rotorwelle ist eine der Komponenten am Elektromotor, bei denen wir nennenswert Gewicht einsparen konnten“, sagt Rath. Derzeit seien es 16 Prozent, und es sei noch mehr drin. Das Fügeverfahren, mit dem das Bauteil produziert wird, beherrschen die Ingenieure aus dem Effeff. Es kommt – kontinuierlich verbessert – seit Jahren millionenfach in der Serienproduktion zum Einsatz.

Markus Zörnack, Teilprojektleiter „Karosserie“, überprüft einen Mehrkammer-Längsträger aus höchstfesten Stahlsorten

TEXT: CHRISTIAN BUCK

Innovationen für das Auto von morgen

InCar plus ist eines der größten Forschungs- und Entwicklungsprojekte von ThyssenKrupp. Die Innovationen führen in der Nutzungsphase eines Automobils zu einer deutlichen CO₂-Reduktion. Sechs von ihnen stellen wir hier vor.

In mehr als 30 Projekten mit über 40 Einzellösungen hat ThyssenKrupp neue Produkte für die Bereiche Antrieb, Fahrwerk und Lenkung sowie Karosserie entwickelt. Im Mittelpunkt standen umweltschonende Lösungen rund um Energieeffizienz, Elektromobilität und Leichtbau. Ob Gewicht, Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit oder Funktionalität: In mindestens einem dieser Punkte wird jede Innovation dem heutigen Stand der Technik überlegen sein. Beim Gewicht erschließen die Lösungen Einsparpotenziale von bis zu 60 Prozent, bei den Kosten von bis zu 20 Prozent. Zudem kam der gesamte Lebenszyklus auf den Prüfstand: Die Ökobilanzen der InCar plus-Lösungen weisen die Umweltauswirkungen für alle Phasen des Produktlebens aus.

Im Teilprojekt „Antrieb“ beschäftigten sich die Experten mit dem Verbrennungsmotor und elektrifizierten Antriebssträngen. Beim Verbrennungsmotor setzt ThyssenKrupp

auf die Weiterentwicklung modularer Technologien, etwa im Ventiltrieb. Bei den elektrifizierten Antriebssträngen standen neue Komponenten wie Leichtbau-Rotoren sowie integrale Rotor- und Getriebewellen im Fokus. Im Teilprojekt „Fahrwerk und Lenkung“ haben die Experten kostengünstige elektrische Lenksysteme für den Einsatz in neuen Fahrzeugklassen sowie Stoßdämpfer und Lenkwellen in Multimaterial-Bauweise entwickelt. Ziel war es, neben einem Beitrag zur Gewichtsreduktion auch eine Verbesserung im Bereich Komfort und Sicherheit zu erreichen sowie zu serientauglichen Lösungen zu gelangen. Auch im Teilprojekt „Karosserie“ stand wirtschaftlicher Leichtbau im Mittelpunkt. Dabei spielte die Warmumformung als eine der wichtigsten Technologien für Sicherheitsbauteile eine Schlüsselrolle.

60%
Gewichtsreduzierung
auf Bauteilebene

CFK-Lenksäule

Carbonfaser-verstärkter Kunststoff (CFK) ist auf dem Weg in die Serie. Ein Projekt galt der Validierung von Serien-Fertigungsprozessen für CFK-Strukturen.

Gewichtsreduktion durch effiziente
geometrische Gestaltung

19%

Stoßfängersystem

So leicht wie eine typische Konstruktion aus Aluminium, aber wesentlich günstiger in der Herstellung ist dieses Stoßfängersystem mit einem warmumgeformten Stahl-Biegeträger. Die Kosten liegen auf dem Niveau der Referenzlösung aus Stahl.

Ventiltrieb

Hybridbauweise mit integrierten Nockenwellenmodulen. Die intelligente Kombination von Kunststoff-, Aluminium- und Stahlkomponenten reduziert Gewicht, Reibleistung und Öldurchsatz. Integrierbar bleiben variable Ventiltriebssysteme und effiziente Abscheidungssysteme für Öl in Blow-by-Gasen.

15%
weniger
Gewicht

16%
Gewichtsreduktion und
Funktionsintegration im
Rotor

Elektro-/Hybridantrieb

Der gebaute, modulare Rotor eines Elektromotors spart bis zu 16 Prozent Gewicht. Der generierte Hohlraum ermöglicht eine aktive innere Kühlung, die vor allem in Kombination mit hochfestem Elektroblech den Wirkungsgrad deutlich verbessert.

20%
Gewichtsreduzierung durch
den Einsatz von Litecor

Motorhaube

Mit dem biegesteifen Werkstoffverbund aus zwei Lagen Stahlblech mit Polymer-Kern gelingt Leichtbau ohne Abstriche bei der Performance und der Sicherheit.

Integriertes Dämpfungsverstellventil

Das vorgesteuerte Druckbegrenzungsventil vereint Fahrkomfort, Fahrsicherheit und Agilität. Es schaltet schnell und bietet bei hoher Verstellbarkeit auch in der Druckstufe eine große Spreizung der Dämpfkraft.

Denk

fabrik
der Industrie 4.0

Der Fortschritt in Autofabriken hat seinen Ursprung oft in Berlin: Bei inpro forschen ThyssenKrupp, VW, Daimler, Siemens und SABIC gemeinsam für die Fahrzeugproduktion der Zukunft.

TEXT: ULF FROITZHEIM



Gerd Eßer ist Ingenieur – und kein Marketingtrommler, der auf die Idee käme, eine „vierte industrielle Revolution“ auszurufen. Dass das Schlagwort „Industrie 4.0“ Karriere in den Medien macht, findet er dennoch „richtig und wichtig“. Denn Eßer leitet eines der Pionier-Unternehmen, ohne deren jahrzehntelange Vorarbeit die 4.0-Propagandisten mit leeren Händen dastünden: die Innovationsgesellschaft für fortgeschrittene Produktionssysteme in der Fahrzeugindustrie mbH (inpro). ThyssenKrupp ist einer der Gesellschafter, neben Volkswagen, Daimler, Siemens und SABIC.

»Wir versuchen, die Dinge so zu gestalten, dass für die beteiligten Partner Win-win-Konstellationen entstehen.«
Dr.-Ing. Gerd Eßer,
Geschäftsführer inpro



„Industrie 4.0 ist die Summe aller Ideen, die es schon gab, als man von Computer Integrated Manufacturing sprach“, definiert der inpro-Chef und macht eine kurze Kunstpause. „Plus vertausendfacher Leistung der Rechner und der digitalen Netze, plus neue IT-Architekturen und Mensch-Maschine-Interaktionskonzepte à la Google Glass.“ Ist diese Revolution dann nicht eher eine Evolution? Natürlich könne die Versionsnummer auch 4.1 oder 3.11 lauten, konzediert Eßer. Doch im Grunde sei die Frage müßig.

Seine Gelassenheit hat einen guten Grund: inpro-Experten waren schon dabei, als der Revolutionszähler auf „3“ sprang – das verschafft etwas Abstand zu den aktuellen Hypes. Die Industrie lernte damals gerade, Roboter zu programmieren, und bezahlbare Computer beflügelten die Fantasie. Ende 1982 traf sich Prominenz aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft zu einer Konferenz in Berlin. Der neue Kanzler Helmut Kohl wollte den Insel-Standort stärken, und sein Forschungsminister Heinz Riesenhuber drängte die Konzerne, nicht die Chancen von IT und Mikroelektronik zu verschlafen. Das war die Chance für Günter Spur: Der legendäre „Produktionspapst“ und Fraunhofer-Professor wurde zum Geburtshelfer einer Einrichtung, die seine Vision von der „Fabrik der Zukunft“ umsetzen sollte.

Gebündelte Ressourcen

In dieser „Gesellschaft für Maschinenintelligenz“, wie der Thinktank ursprünglich heißen sollte, wollte Spur alle an der Autoproduktion beteiligten Industriezweige zusammenbringen: Fahrzeughersteller, Fabrikausrüs-

ter und Zulieferer. Noch auf der Konferenz sagten die Chefs von Daimler-Benz, VW, BMW und Siemens ihre Mitwirkung zu. Auch das Land Berlin beteiligte sich. Bis auf BMW sind die Gründungsgesellschafter heute noch dabei – ergänzt um ThyssenKrupp und die Kunststoffspezialisten der früheren General-Electric-Sparte GE Plastics, die heute zum saudi-arabischen Chemieriesen SABIC gehört.

Die fünf industriellen Partner sind zugleich die Stammkunden von inpro. Hauptaufgabe des Joint Ventures sind Gemeinschaftsprojekte, von denen alle Beteiligten profitieren. Dass Daimler und VW auf dem Markt harte Rivalen sind, hindert sie nicht daran, pragmatisch zusammenzuarbeiten – etwa bei Software für die Produktion. So waren inpro-Spezialisten maßgeblich an der Definition des neuen, offenen Datenformats AutomationML (Markup Language) beteiligt. Solche Standards sind wichtig, weil alle Hersteller gleichermaßen unter dem aktuellen Systemwirrwarr leiden. Zu den Stärken der Berliner gehört auch Simulationssoftware, mit der sich spätere Fabrikationsabläufe detailliert durchspielen und optimieren lassen.

„inpro ist ein externer Know-how-Pool für unsere Experten“, schwärmt der Innovationsmanager Alexander Gulden, der für ThyssenKrupp Components Technology im inpro-Projektausschuss sitzt. Die mit allerlei Technischen Universitäten vernetzte Denkfabrik schätzt er als „Brückenkopf in die Forschungslandschaft“, aber auch als Netzwerkplattform. Hier finden Erfahrungsaustausch und Kooperation auf allen Ebenen statt – von den Ingenieuren der Fachabteilungen, die ein spezifisches Detailproblem lösen müssen, bis zu den Produktionsvorständen, die sich mit langfristigen Trends wie Leichtbau oder der Digitalen Fabrik auseinandersetzen. inpro hat dabei den Charme, ein für alle Teilnehmer neutraler Boden zu sein, auf dem sie gleichberechtigt die effizienteste Lösung suchen können. „In einer klassischen Auftragnehmer-Auftraggeber-Beziehung bekommt man das nicht so gut hin“, sagt Gulden.

Eines der spannendsten Themen der nächsten Zeit ist für inpro-Chef Eßer der Mischbau: „Wenn wir völlig unterschiedliche Leichtbauwerkstoffe kombinieren, kann es keine Lösung sein, mit einer Vielzahl von Füge- und Klebtechniken zu arbeiten.“ Die Schlüsseltechnologie, mit der sich die Komplexität reduzieren lasse, sei das Kleben. Auch das beschert seinen Software-Spezialisten wieder Arbeit: Die Fabrik, in der das Auto von morgen zusammengeklebt wird, müssen sie erst einmal simulieren. ■

■ Gesellschafter des 1983 gegründeten Joint Ventures inpro sind Daimler, SABIC (Saudi Basic Industries Corporation), Siemens, ThyssenKrupp, Volkswagen und das Land Berlin. Rund 60 technisch-wissenschaftliche Mitarbeiter und etwa 30 Werkstudenten bearbeiten Projekte in den Bereichen Prozesssimulation, Produktionssysteme und Informationsprozesse, Füge- und Werkstofftechnik sowie Produktionsprüftechnik. Der Umsatz von inpro liegt bei neun Millionen Euro.



Matthias Wissmann ist seit 2007 Präsident des Verbandes der Automobilindustrie (VDA) und Vizepräsident des Bundesverbandes der Deutschen Industrie (BDI). Von 1993 bis 1998 war der Jurist Bundesminister für Verkehr.

Wir sind weltweit »führend«

Mit hohen Investitionen in Forschung und Entwicklung treiben Hersteller und Zulieferer die Entwicklung des Autos voran. VDA-Präsident Matthias Wissmann sieht die Branche für die Zukunft bestens aufgestellt.

techforum: Die Automobilbranche steht vor großen Umbrüchen. Welche Herausforderung ist derzeit die größte?

Matthias Wissmann: Das Verkehrswesen und damit auch die Automobilindustrie erleben eine Umbruchphase. Denn die Urbanisierung schreitet immer schneller voran, Kraftstoffe werden teurer und Ressourcen knapper. Zugleich nimmt insbesondere in den Schwellenländern die Motorisierung zu, und auch der Güterverkehr zeigt starkes Wachstum. Wir müssen darum Fahrzeuge entwickeln, die effizient und nachhaltig sind. Hinzu kommt der Trend zur digitalen Vernetzung, die jetzt auch Einzug ins Auto hält. Für all das müssen wir alltagstaugliche Lösungen entwickeln – im privaten und im kommerziellen Bereich. Darin sehe ich die größten Herausforderungen.

Welche technischen Innovationen sind entscheidend, um diese Herausforderungen zu meistern?

Wissmann: Wir werden eine Vielzahl unterschiedlicher Lösungen brauchen – etwa bei der Effizienz: Der Weg „weg vom Öl“ wird nicht über eine einzelne Technik führen. Es geht vielmehr darum, fossilen Kraftstoff einzusparen, mit Biokraftstoffen zu ergänzen und langfristig durch alternative Kraftstoffe und Antriebe zu ersetzen. Dabei ist die Elektromobilität in all ihren Varianten eine Schlüsseltechnologie.

Wie ist die Position der deutschen Hersteller und Zulieferer im internationalen Vergleich auf diesen Innovationsfeldern?

Wissmann: Ausgesprochen gut! Unter den innovativsten Unternehmen der Welt sind zahlreiche deutsche Automobilhersteller und -zulieferer. Mit weltweiten Forschungsinvestitionen von rund 27,5 Milliarden Euro pro Jahr treiben sie die Optimierung der klassischen Antriebe und die Entwicklung von Zukunftstechnologien massiv voran. Und das zahlt sich aus, wie internationale

Bewertungen zeigen: Die deutsche Automobilindustrie steht heute beispielsweise unter den Anbieternationen für Elektroautos auf der Poleposition. In keinem Land ist die Auswahl an Elektromodellen größer! Mit anderen Worten: Die deutschen Automobilhersteller sind bei der Entwicklung und Produktion von hocheffizienten, sicheren und werthaltigen Autos weltweit führend. Das honorieren auch die Kunden: Fast jedes fünfte Auto, das weltweit verkauft wird, trägt ein deutsches Markenzeichen. Und im Premiumsegment haben wir sogar einen Marktanteil von knapp 80 Prozent.

Wie hat sich der Entwicklungsprozess bei den Automobilproduzenten in den vergangenen zehn Jahren verändert?

Wissmann: Ein Modellzyklus dauert nach wie vor zwischen fünf und sieben Jahren, und nach der Hälfte der Zeit gibt es meist eine Modellpflege oder ein Facelift – die Modelle werden dann oft auch mit zusätzlicher Serienausstattung versehen. Daran hat sich wenig geändert. Allerdings hat die Variantenvielfalt der deutschen Hersteller in den letzten Jahren deutlich zugenommen – ermöglicht durch neue Produktionstechniken, durch die die Fabriken immer flexibler werden. Eine Herausforderung für die Ingenieure ist auch die zunehmende Bandbreite an Werkstoffen: Um Gewicht zu reduzieren, kommen – neben hochfestem Stahl – insbesondere Aluminium und Carbon zum Einsatz. Eine deutliche Veränderung sehen wir auch bei der im Auto verbauten Software, wo es eine deutliche Beschleunigung gibt. Die Zeiträume zwischen den Updates betragen teilweise nur noch ein halbes Jahr. Insbesondere hier sind Hersteller und Zulieferer gefordert: Sie müssen die kurzlebigen Entwicklungszyklen der Consumer-Elektronik mit den längeren Entwicklungszyklen der Automobilindustrie unter einen Hut bringen. →

Neben den Herstellern treiben auch die Zulieferer die Entwicklung des Autos voran.

Welche Rolle spielen sie heute für Innovationen?

Wissmann: Unsere Zulieferer erbringen nicht nur 75 Prozent der Wertschöpfung eines deutschen Automobils, sondern tragen auch erheblich zur Innovationskraft der deutschen Automobilindustrie bei. Viele gehören zu den Hidden Champions, weil sie – von der Öffentlichkeit oft unbemerkt – auf ihren Technologiefeldern Weltmarktführer sind. Mit ihren technischen Innovationen unterstreichen die großen und mittelständischen Zulieferer den hervorragenden Ruf des Automobil-Entwicklungs- und -Produktionsstandortes Deutschland. Viele von ihnen sind weltweit präsent und haben frühzeitig die Investitionsentscheidungen getroffen, um die Betriebe dauerhaft konkurrenzfähig zu halten. Es ist gerade dieser Mix aus großen Herstellern sowie den großen und mittelständischen Zulieferern, der unsere Automobilindustrie so stark macht.

Wie reagieren die Zulieferer auf ihre wachsende Bedeutung für die Fahrzeugentwicklung?

Wissmann: Die Zulieferer haben sich auf die neue Situation eingestellt und streben eine möglichst frühe Zusammenarbeit mit den Herstellern an, was beiden Seiten große Vorteile bringt. Teilweise haben die Zulieferer dafür eigene Tochtergesellschaften gegründet, die sich nur mit Entwicklungsaufträgen beschäftigen. Daneben gibt es seit vielen Jahren auch eigenständige Entwicklungsdienstleister, die ihre Kapazitäten stetig ausbauen. Doch dieser Trend ist kein Selbstläufer, denn die Innovationsfähigkeit der Zulieferer hängt von vielen Faktoren ab. Im Vordergrund stehen das Know-how der Fachkräfte und die geeigneten Rahmenbedingungen. Wir brauchen daher eine kluge Standortpolitik, die Impulse für die Innovations- und Investitionskraft der Unternehmen gibt und Industrie und Mittelstand nicht schwächt. Dazu zählen die Begrenzung des Anstiegs der Lohnstückkosten und bewährte Instrumente der Flexibilität auf dem Arbeitsmarkt.

Welche Erwartungen haben Automobilhersteller an Innovationen, die von Zulieferern entwickelt werden?

Wissmann: Die Herausforderung für beide Seiten besteht darin, gemeinsam serienreife Innovationen zu entwickeln, die dem Kunden einen Mehrwert bieten. Entscheidend ist also nicht nur die Technik, sondern auch die Produzierbarkeit und die Kosten von Innovationen. Nur dann ist auch die Kaufbereitschaft bei den Kunden gegeben. Diese Innovationen verbessern die Wettbewerbsposition des Herstellers, müssen sich aber auch für die Zulieferer lohnen – sonst können sie die notwendigen langfristigen Vorleistungen nicht erbringen.

Wie sehen Sie die Rolle, die der Verbrennungsmotor in den kommenden zehn Jahren spielen wird?

»DER WEG ZUR E-MOBILITÄT IST KEIN SPRINT, SONDERN EIN LANGSTRECKENRENNEN.«

MATTHIAS WISSMANN

Wissmann: Auf absehbare Zeit werden Diesel und Benziner noch den Großteil der individuellen Mobilität sichern. Wir erwarten, dass der Umsatzanteil von Fahrzeugen mit alternativem Antrieb Ende des Jahrzehnts gerade einmal bei etwa fünf Prozent liegen wird. Es handelt sich also nicht um einen Sprint, sondern um ein Langstreckenrennen, das große Ausdauer erfordert. Dennoch ist dieser Weg richtig. Denn eines Tages wird das Einsparpotenzial des Verbrennungsmotors ausgeschöpft sein. Daher ist die Entwicklung alternativer Antriebe notwendig.

Wie sehen Sie die langfristige Zukunft der Mobilität?

Wissmann: Noch bessere Kraftstoffeffizienz – bei Elektroautos sogar mit „lokaler Null-Emission“ –, noch schnellere und einfacher bedienbare Online-Kommunikation im Fahrzeug, noch mehr Sicherheit: Das sind die Leitplanken für die „Mobilität von morgen“. Bei aller Veränderung gibt es aber auch eine Konstante: den Wunsch der Menschen nach individueller Mobilität, nach dem eigenen Auto. Dieser Wunsch nach Bewegung ist kultur- und kontinentübergreifend. Er besteht in Asien und Amerika ebenso wie in Europa. Die deutsche Automobilindustrie arbeitet stetig daran, diese Kundenwünsche mit höchster Qualität zu erfüllen.

INTERVIEW: CHRISTIAN BUCK

Aus Sicht von Deutschlands oberstem Autolobbyisten tragen die Zulieferer erheblich zur Innovationskraft der Branche bei.



Das Internet der AUFZÜGE

Echtzeit-Daten in der Cloud erhöhen die Verfügbarkeit

ThyssenKrupp Elevator hat gemeinsam mit Microsoft und dem IT-Spezialisten CGI ein vernetztes Überwachungssystem für seine Aufzüge vorgestellt, das weltweit bahnbrechend ist: Sensoren in den Anlagen liefern Daten über den Zustand der Systeme und senden sie über das Internet in die Cloud – darunter Informationen über die Temperatur des Antriebsmotors, die Kabinengeschwindigkeit und die Türfunktion. Damit werden Aufzüge erstmals Teil des „Internets der Dinge“, in dem intelligente Gegenstände über die Cloud

miteinander vernetzt sind. Die Daten werden intelligent aufgearbeitet und den Servicetechnikern zur Verfügung gestellt. Anstatt auf Störungen zu reagieren, können sie nun Echtzeit-Informationen nutzen und schon vor dem Ausfall eines Aufzugs aktiv werden – das erhöht die Verfügbarkeit der Anlagen deutlich. Und weil das neue System auch Daten empfangen kann, können die Servicetechniker künftig Aufzüge aus der Ferne in einen Diagnose-Modus versetzen oder auf einer bestimmten Etage parken. Das neue System verringert Anfahrtszeiten, verbessert die Effizienz und senkt die Kosten.

Fernbedienung für die Stoßdämpfer

Bisher hatten Autofahrer keine allzu große Auswahl: Per Knopfdruck konnten sie die Einstellung ihres Fahrwerks zwischen „Normal“, „Komfort“ und „Sport“ verändern. Sonst waren die Systeme passiv: Was einmal eingestellt wurde, ließ sich nicht verändern – solange die Dämpfer nicht ausgetauscht wurden. Das ändert sich nun mit der „iRC“-App von Bilstein: Per Smartphone können die Kunden jetzt nicht nur vorgegebene Charakteristika auswählen, sondern alle Einstellungen auch von Hand anpassen. „Man merkt sofort das veränderte Fahrverhalten, ohne sich mit der dahinterliegenden Technik beschäftigen zu müssen“, sagt Klaus Lepenies, Head of Car Integration bei Bilstein. „Der Wechsel vom passiven zum aktiven System, das ist ein echter Durchbruch.“



Neuer Maßstab in der Warmumformung

Die Warmumformung setzt sich zunehmend als wirtschaftliche Leichtbaulösung im Karosseriebau durch. Gemeinsam mit der Audi AG und Ebner Ofenbau hat ThyssenKrupp System Engineering eine Anlage zur Herstellung von Warmumformteilen entwickelt, die neue Maßstäbe setzt. Sie verfügt über Technologien wie das „Tailored Tempering“, das unterschiedliche Festigkeiten in einem Bauteil ermöglicht. Zudem ist die Anlage für das „Hot Trimming“ – das gleichzeitige Formen und Schneiden – vorbereitet und verfügt über einen „Full Automated Tooling Change“, womit die Produktion in kürzester Zeit umgestellt werden kann.

Stahl ist noch lange nicht am Ende seiner Entwicklung angekommen. Die Trendforscher von ThyssenKrupp Steel Europe erwarten künftig radikale Innovationen – inklusive generativer Fertigungsverfahren wie bei 3-D-Druckern.

AUFGEZEICHNET: CHRISTIAN BUCK
FOTOS: NATALIE BOTHUR

Zukunft

Werkstoff mit großer



Sie blicken fünf bis 15 Jahre nach vorn: Die Trendforscher Dr. Marcus Rauhut, Dr. Lothar Patberg und Christina Mendelin (von links) sprachen mit **techforum**-Autor Christian Buck über neue Hybridwerkstoffe und Stähle mit Memory-Effekt.

Das Ambiente könnte nicht passender sein: Neben der Sitzgruppe steht ein Karosseriemodell, das viele Innovationen für den Fahrzeugbau enthält. Techniker in Blau-männern bearbeiten auf der anderen Seite Stahlbleche, aus denen weitere Prototypenteile für energiesparende Autos entstehen. Dazwischen sitzen Dr. Lothar Patberg, Leiter des Bereichs Innovationen bei ThyssenKrupp Steel Europe, und die beiden Trendscouts Dr. Marcus Rauhut und Christina Mendelin. In der geschäftigen Anwendungshalle der Forschung und Entwicklung am Duisburger Standort werfen sie für **techforum** einen Blick in die Zukunft und erklären, wie seriöse Trendforschung funktioniert.

techforum: Herr Patberg, wo haben Sie Ihre Kristallkugel versteckt?

Lothar Patberg: Die hätten wir tatsächlich manchmal gerne – allerdings verfügen wir heute über bessere Methoden, um in die Zukunft zu schauen. Wir studieren beispielsweise viele Veröffentlichungen und besuchen Tagungen in aller Welt. Dabei kümmern sich die sechs Trendscouts von ThyssenKrupp Steel Europe intensiv um ihre jeweiligen Spezialbereiche und versuchen abzuschätzen, was sich dort in den nächsten fünf bis 15 Jahren tun wird. Diesen Zeitraum brauchen wir, um als Stahlhersteller rechtzeitig auf bevorstehende Veränderungen reagieren zu können – etwa für die Entwicklung neuer Produkte und den Schutz unserer Ideen durch Patente.

Wie sieht der Arbeitsalltag von Trendforschern aus?

Christina Mendelin: Als Stahlunternehmen sind wir von vielen externen Einflüssen betroffen. Darum haben wir die Welt um uns herum in zehn „Scouting-Felder“ unterteilt, die sich an unserer Wertschöpfungskette orientieren – ausgehend von den Werkstoffen und Produktionstechnologien bis hin zu Markt- und Umweltveränderungen. Jeder Trendscout beobachtet kontinuierlich die wissenschaftlichen Veröffentlichungen und Online-Medien in seinem Bereich und sucht auf Tagungen und Messen auch Kontakte zu externen Experten.

Marcus Rauhut: Intern pflegen wir einen regelmäßigen Austausch bei unseren wöchentlichen „Redaktionssitzungen“: Hier kann jeder Trendscout neue Themen vorstellen, und wir entscheiden dann gemeinsam, wie es

damit weitergehen soll. In vielen Fällen holen wir uns Feedback von unseren Kollegen, die auf vielen Gebieten über großes Know-how verfügen – etwa bei Werkstoffen, Oberflächen, in der Chemie und im Bereich Stahlweiterverarbeitung.

Padberg: Neben diesem Netzwerk aus internen und externen Experten spielen auch unsere Kunden eine immens wichtige Rolle. Wir hören ihnen sehr genau zu, um zu erfahren, was sie in Zukunft von uns erwarten. Wir wollen zum Beispiel wissen, welche Anforderungen es an neue Werkstoffe für die künftigen Produkte unserer Kunden gibt.

Welche Rolle spielen Kooperationen bei Ihrer Arbeit?

Padberg: Sie werden für uns immer wichtiger. Gerade bei den Hybridwerkstoffen müssen große Hersteller gemeinsam entwickeln, um fundamentale Innovationen voranzutreiben. ThyssenKrupp Steel Europe arbeitet hier beispielsweise mit Kunststoffherstellern und Automobilproduzenten zusammen. Allerdings ist das Management solcher Kooperationen eine sehr komplexe Aufgabe – dadurch werden sich im Übrigen in Zukunft die erfolgreichen von den weniger erfolgreichen Unternehmen unterscheiden.

Apropos Werkstoffe: Ist es überhaupt möglich, einen so traditionellen Werkstoff wie Stahl noch besser zu machen?

Padberg: Beim Stahl sind wir tatsächlich noch längst nicht am Ende der Entwicklung angelangt. Wir erwarten in Zukunft neben der weiteren Optimierung auch radikale Innovationen – zum Beispiel Stähle, die bestimmte Funktionen realisieren: Ein solcher Werkstoff →

»GEMEINSAM MIT PARTNERN TREIBEN WIR FUNDAMENTALE INNOVATIONEN VORAN.«

DR. LOTHAR PATBERG



In der **Anwendungshalle** arbeiten Ingenieure und Techniker an neuen Lösungen.

Vernetzung der Fertigung können wir die Produktion und die Materialflüsse weiter optimieren. ThyssenKrupp Steel Europe produziert viele Millionen Tonnen Stahl pro Jahr, und natürlich fragen auch wir uns: Welche Entwicklungen auf diesem Gebiet sind auf die Hütte übertragbar?

Zum Schluss: Wie sieht aus Ihrer Sicht die Welt in 20 Jahren aus?

Padberg: Wir erwarten einen fundamentalen Wandel der Mobilität insbesondere in Städten und in der Arbeitswelt – bestimmte Standardtätigkeiten werden sich durch die Digitalisierung wandeln, und der Bedarf nach höher qualifizierten Tätigkeiten und großer Flexibilität wird weiter zunehmen.

Mendelin: Generative Fertigungsverfahren werden eine große Rolle spielen. Heute sehen wir ja schon einen Boom bei den 3-D-Druckern für Kunststoff. Das ist im Prinzip auch mit metallischen Werkstoffen möglich: Viele feinmechanische Bauteile – zum Beispiel Zahnräder für Uhren – würden dann gedruckt, statt sie durch Zerspaltung herzustellen.

Rauhut: In 20 Jahren wird es den Menschen wichtiger sein, was genau sie kaufen. Sie werden dann zum Beispiel darauf achten, wie viel Energie für die Herstellung von Produkten verbraucht wurde. Oder sie fragen nach Informationen über das Recycling der Waren. Das könnte irgendwann sogar kaufentscheidend sein.

CHRISTINA MENDELIN

»SANDWICH-MATERIALIEN WERDEN IN ZUKUNFT EINE WICHTIGE ROLLE SPIELEN.«

»UNSERE KUNDEN ERWARTEN MASSGESCHNEIDERTES SERVICES UND LÖSUNGEN.«

DR. MARCUS RAUHUT

könnte beispielsweise bei einer vorgegebenen Temperatur seine Form verändern und auf diese Weise gewissermaßen „schalten“. Dafür wollen wir die verschiedenen Gefügestrukturen im Stahl nutzen, die sich durch Einwirkung von Wärme gezielt aktivieren lassen.

Mendelin: Auch der Leichtbau wird in Zukunft ein wichtiges Thema sein, zum Beispiel im Bereich der Mobilität.

Hier könnten Sandwich-Materialien eine bedeutende Rolle spielen. Aktuell entwickeln wir darum Werkstoffe, die aus verschiedenen Schichten aufgebaut sind und beispielsweise die Vorteile von Stahl und Carbonfasern kombinieren – etwa indem eine Schicht aus kohlefaserverstärktem Kunststoff zwischen zwei Decklagen aus Stahl eingebettet wird. Auf diese Weise könnten wir Hybridwerkstoffe mit einer Vielzahl an Materialien herstellen.

Rauhut: Solche intelligenten Werkstoffe erwarten auch unsere Kunden von uns. In

Zukunft wird es nicht reichen, ihnen ausschließlich nur den Stahl anzubieten – sie erwarten zusätzlichen Service und Lösungen, die für ihre Produkte maßgeschneidert sind.

Prognosen über weite Zeiträume sind ja grundsätzlich schwierig. Gibt es ein Beispiel aus der Vergangenheit, bei dem die Trendforscher ins Schwarze getroffen haben?

Padberg: Ja, die gibt es! Wir bei ThyssenKrupp Steel Europe haben beispielsweise den Trend zu einer materialsparenden Leichtbauweise schon sehr früh erkannt. Bereits 2004 starteten wir das Projekt „New Steel Body“ und haben gezeigt, wie man Stahl effizient einsetzen und durch Profile mehr Stabilität in die dünnwandigen Bauteile bringen kann. Vor zehn Jahren war das zukunftsweisend – heute finden wir vieles davon in Fahrzeugen wieder. Denn die materialsparende Bauweise ist ressourcenschonend und eine hervorragende Antwort auf den Megatrend Leichtbau.

Mendelin: Und es gibt weitere Beispiele. Bei unserer Arbeit haben wir uns von Anfang an auch mit der Leistungssteigerung von Windkraftanlagen beschäftigt und in den letzten dreieinhalb Jahren ein Konzept für das Onshore-Repowering entwickelt.

Padberg: Richtig. Zuerst haben wir unsere Kunden nach ihren Wünschen gefragt, und schnell war klar: Sie wollten durch höhere Türme eine bessere Ausbeute erzielen. Dann haben wir unsere Stahlanwendungs- und Verarbeitungsexpertise genutzt, um ein neues Konzept für die kostengünstige Produktion von Windkrafttürmen zu entwickeln. Durch den Einsatz von Spiralnahtrohren können sie in Zukunft mit einem hohen Automatisierungsgrad hergestellt werden. Ein Prototyp soll bereits nächstes Jahr aufgebaut werden, und 2016 könnten die ersten dieser Türme auf den Markt kommen.

Endet Ihre Aufgabe immer mit einem Prototyp?

Padberg: Wir prüfen die technische und wirtschaftliche Machbarkeit unserer Konzeptideen. Sobald wir erste Prototypen fertiggestellt haben, übergeben wir die Projekte an unsere Kollegen aus der Serienentwicklung. Sie sind allerdings schon in die Bewertungsphase mit eingebunden, denn wir wollen ihnen nur Ideen übergeben, die sich später auch realisieren lassen. Bei unserer Arbeit haben wir mögliche K.o.-Kriterien immer im Blick – so vermeiden wir teure Serienentwicklungen, die am Ende zu keinem marktfähigen Produkt führen.

Welche großen Trends werden ThyssenKrupp in den kommenden Jahrzehnten am stärksten beeinflussen?

Mendelin: Die Mobilität steht vor einem großen Umbruch: Alternative Antriebe in Form von Elektro- und Hybridfahrzeugen werden in Zukunft immer wichtiger sein – allerdings weiß noch kein Experte genau, wie sich der Markt entwickeln wird. Hinzu kommt der Trend zum zumindest teilautomatisierten Fahren, der die Mobilität ab 2020 oder 2025 verändern dürfte. Und schließlich ändern sich auch die gesellschaftlichen Rahmenbedingungen: Immer mehr Menschen akzeptieren Carsharing und verzichten auf ein eigenes Auto – solche Entwicklungen sind für unser Unternehmen interessant, weil die Automobilindustrie ein wichtiger Kunde von uns ist.

Rauhut: Große Bedeutung dürfte künftig auch das Thema „Industrie 4.0“ bekommen. Durch die zunehmende



Eigentlich studiert **Sarah Feil** an der TU Braunschweig Biotechnologie. An das Thema „Stoßdämpfer“ musste sie sich erst gewöhnen.

Weibliche Perspektive

Wie können Stoßdämpfer in Zukunft nachhaltiger werden? Mit dieser Frage beschäftigten sich 19 Studentinnen im Auftrag von ThyssenKrupp Bilstein. Das Projekt war Teil der „Innovationswerkstatt“ von Femtec, einer Initiative zur Förderung von Frauen in Naturwissenschaft und Technik.

TEXT: ALEXANDRA GROSSMANN
FOTO: CHRISTOPH OTTO

Anfangs war es für Sarah Feil schon etwas schwer, sich in das Thema „nachhaltige Stoßdämpfer“ einzuarbeiten. „Mit Nachhaltigkeit hatte ich mich zwar zuvor schon ein wenig beschäftigt – aber noch nicht sehr viel Erfahrung gesammelt“, berichtet die 24-jährige Studentin der Biotechnologie an der TU Braunschweig. „Stoßdämpfer waren völlig neu für mich, und zu Beginn des Projektes hatte ich tatsächlich Bedenken, weil es hier ja um ein sehr technisches Thema geht.“

Das „Projekt“ war Teil des Career-building-Programms der Berliner Femtec GmbH, das alle zwei Jahre ausgeschrieben wird. Studentinnen lernen dabei gemeinsam in „Schools“, ihre Management- und Führungskompetenz zu verbessern – zum Beispiel ihre Teamfähigkeit und die Motivation von Mitarbeitern. Zum Programm zählt auch die „Innovationswerkstatt“: In Zusammenarbeit mit Partnerunternehmen wie ThyssenKrupp wird den Studentinnen eine konkrete Aufgabe zu einem aktuellen Technikthema gestellt. In →

diesem Fall lautete sie: Wie lässt sich die Nachhaltigkeit bei der Produktion von Stoßdämpfern bei ThyssenKrupp Bilstein verbessern?

„Das ist eine aktuelle Aufgabe aus der Praxis, denn heute stellen unsere Kunden zunehmend höhere Anforderungen an die Nachhaltigkeit der Produkte“, sagt Dr. Andreas Rohde, der das Projekt für ThyssenKrupp Bilstein betreut hat. „Ihnen geht es vor allem um die Umweltperformance, um die Verträglichkeit und natürlich auch um die Wirtschaftlichkeit unserer Innovationen.“ Darum sei es zunehmend wichtig, diese Aspekte beim Entwicklungsprozess schon frühzeitig zu berücksichtigen – denn nur dann könnten die späteren Produkte auch wirklich nachhaltig sein: „Das bedeutet: Wir müssen bereits am Anfang des Prozesses festlegen, welche Kriterien wir berücksichtigen und später umsetzen.“

Genau um diese Kriterien ging es beim Femtec-Projekt: Sarah Feil und ihre 18 Kolleginnen sollten eine Liste mit Anforderungen an die Produktion des neuen Stoßdämpfers entwickeln. Das Team war bunt gemischt: Neben einigen wenigen angehenden Maschinenbauern waren auch Studentinnen der Mathematik, der Betriebswirtschaft und der Abfallwirtschaft vertreten. „Bei unserem Kick-off-Meeting waren die Gesichter der Studentinnen noch voller Fragen – sie waren einfach unsicher, ob sie es können“, erinnert sich Rohde. „Das Thema war nicht nur sehr abstrakt, sondern auch sehr umfangreich. Aber nach dem ersten Treffen im März und ein paar Telefonkonferenzen merkte ich, dass die Aufgabe angekommen war.“

Auch die angehende Biotechnologin Feil musste für das Projekt Neuland betreten. „Zu Beginn gab es eine sehr gute Präsentation über das Thema“, erinnert sie sich. „Dann hatten wir noch Zeit, um uns ein bisschen

einzulesen – und dann ging es los.“ Feil übernahm die Projektleitung, unterstützt von ihrer Stellvertreterin Malena Schulz von der ETH Zürich. „Das Schwierigste war die Koordination der 19 Teilnehmerinnen“, sagt Schulz, die Maschinenbau studiert. „Denn es gab immer jemanden, der gerade keine Zeit hatte.“ Schließlich war jede der Studentinnen zugleich eingebunden ins eigene Studium, in Prüfungen und in Praktika.

Trotzdem ging das Team sehr professionell an seine Aufgabe heran. Nur drei Mal trafen sich die jungen Frauen in den drei Monaten mit dem Projektleiter: zum Kick-off, zu einer Zwischenbilanz und zur Schlusspräsentation. Alles andere wickelten sie über weite Entfernungen und elektronisch ab. „Ich bewundere, wie gut sich die Studentinnen organisiert haben“, lobt Rohde. „Sie haben Dutzende Telefonate geführt, und mehr als 500 E-Mails gingen zwischen ihnen hin und her.“

Erfahrungsaustausch mit anderen Akteuren

Er erinnert sich an viele offene Diskussionen und die besondere Herangehensweise der jungen Frauen an manche Aufgaben. „Bei der Recyclingfähigkeit etwa hätten Männer recherchiert, wie man ein Produkt recyclingfreundlich gestalten kann“, berichtet Rohde. „Die Studentinnen haben hingegen vorgeschlagen, mit Mitarbeitern einer Recycling-Firma zu sprechen. Diesen zwischenmenschlichen Aspekt und den Erfahrungsaustausch mit anderen Akteuren fand ich interessant.“

Auch für die Teilnehmerinnen selbst hatte das Projekt neue Erfahrungen parat. „Wenn man einen technischen Beruf studiert, ist man immer von Männern umgeben“, sagt Schulz: „Im Maschinenbau liegt der Frauenanteil zum Beispiel bei etwa zehn Prozent. Darum war es schon seltsam, bei Femtec plötzlich mit 18 jungen Frauen in einer Gruppe zu sein.“

Als Ergebnis des Femtec-Projekts ist ein Fragebogen mit rund 30 Punkten entstanden, der das Thema Nachhaltigkeit für die künftige Entwicklung von Stoßdämpfern von verschiedenen Seiten strukturiert beleuchtet. Zunächst unterteilten die Studentinnen die komplexe Fragestellung in verschiedene Kategorien wie „Material“, „Prozess“ und „Innovation“. Andere Punkte betrafen die Lebensdauer eines Stoßdämpfers, etwa die Nutzungsphase oder das Gebrauchsende. Die Anzahl der Fragen je Kategorie verliert zwischen zwei und acht. Die Befragten haben entweder die Möglichkeit, vorgegebene Antworten anzukreuzen oder ein Eingabefeld für längere Antworten.

Unter „Generelle Fragen“ geht es beispielsweise darum, ob Kunden bereits nach der Nachhaltigkeit des Produkts gefragt haben und ob entsprechende Daten überhaupt vorhanden wären. Aber auch die Einschätzung der Befragten selbst ist Teil des Fragenkatalogs: Halten sie ihr eigenes Produkt für nachhaltig? Manche Fragen sind eher allgemein gehalten – zum Beispiel wollen die Autorinnen wissen, ob die Leser weitere Ideen zum Thema Nachhaltigkeit haben. Es geht aber auch darum, ob sich durch alternative Materialien die Lärmbelastigung während der Nutzungsphase reduzieren ließe. Oder ob man das Wasser im Produktionsprozess wieder verwerten kann. Auch den Einsatz von

Erdöl stellen die Studentinnen infrage: Lässt sich der kostbare Rohstoff durch eine Luftfederung im Stoßdämpfer ganz ersetzen? Oder könnte man statt Erdöl wenigstens Pflanzenöl einsetzen?

Mitte Juni stand dann der große Moment auf dem Programm: Mehrere Teammitglieder stellten die Ergebnisse des Projektes bei ThyssenKrupp vor. „Die Abschlussveranstaltung war schon aufregend“, berichtet Schulz. „Zu Beginn weiß man ja nicht, welches Feedback auf einen zukommt. Zudem ist eine Präsentation vor einem professionellen Publikum immer ein Nervenzitter. Es ist aber alles gut gelaufen, und wir haben ein sehr positives

Feedback bekommen – das hat uns stolz gemacht.“ Die Gruppe bekam zum Beispiel viel Lob für ihre gründliche Analyse und ihre besondere Herangehensweise an das bisher unbekannte Thema.

Die Ergebnisse der Studentinnen sollen keinesfalls in der Schublade verschwinden. „Für uns ist das ein ganz reales Projekt“, betont Rohde. „Jetzt geht es darum, wie die Ergebnisse des Fragebogens im Unternehmen umgesetzt werden.“ Im nächsten Schritt werden sich die Entwickler von ThyssenKrupp Bilstein mit den Anregungen der Studentinnen beschäftigen – und sie bei ihren künftigen Entwicklungsprojekten berücksichtigen. ■

»ES WAR SCHON SELTSAM, PLÖTZLICH MIT 18 JUNGEN FRAUEN IN EINER GRUPPE ZU SEIN.«

MALENA SCHULZ



Erfolgreiches Team: Susann Liedtke, Sarah Feil, Yilin Yu, Malena Schulz, Franziska Rudisch, Susanne Lang, Lena Mengel und Caroline Matthis beim Projektabschluss im Juni (von links).

Gezielte Frauenförderung

Femtec ist eine Initiative der TU Berlin und der Europäischen Akademie für Frauen in Politik und Wirtschaft (EAF). Sie will Netzwerke aufbauen und fördert seit 2001 Frauen in Naturwissenschaft und Technik. Ihr Ziel ist es, junge Menschen für die Ingenieur- und Naturwissenschaften zu begeistern, ihre beruflichen Chancen zu verbessern sowie Wissenschaft und Wirtschaft miteinander zu vernetzen. Dazu hat sie Verbindungen mit großen internationalen Technologie-Unternehmen wie ABB, Daimler, Airbus und ThyssenKrupp geknüpft. Zudem arbeitet Femtec mit den neun führenden deutschen Technischen Universitäten (TU9-Verbund) wie der TU Darmstadt und der RWTH Aachen sowie der ETH Zürich zusammen.

Femtec.

Die Studentinnen machen Exkursionen, sehen sich Produktionsstätten an und lernen so auch potenzielle Arbeitgeber kennen.

Auch ThyssenKrupp fördert Frauen auf vielfältige Weise – mit „diversity@thyssenkrupp“ soll überall im Konzern noch mehr Vielfalt entstehen. Dazu gehört die gezielte Erhöhung des Frauenanteils: Das Unternehmen will ihn in Führungspositionen bis 2020 auf 15 Prozent erhöhen. Dazu sollen unter anderem Sponsoring und Seminare an der ThyssenKrupp Academy beitragen. Und auch beim Recruiting wird gezielt auf Frauen geachtet – was auch die Kooperation mit Femtec zeigt.

App aus Atlanta

Weltweit unterhält ThyssenKrupp rund 90 Forschungszentren, in denen internationale Teams an neuen Lösungen und Produkten arbeiten – zum Beispiel an der US-Universität Georgia Tech: Hier stehen die neuesten Entwicklungen im Bereich der Aufzugstechnologien im Mittelpunkt. Teil eins einer Serie, in der wir die ThyssenKrupp Forschungszentren vorstellen.

TEXT: JOST BURGER

Wie lässt sich der Energieverbrauch von Aufzügen verringern? Wo kann man noch Platz sparen? Welche Materialien machen die Kabine leichter? Und wann kommt die App zum Aufzug?

Das sind Fragen, mit denen sich die neun Ingenieurinnen und Ingenieure im ThyssenKrupp Elevator Research Innovation Center (RIC) beschäftigen. Ihre Mission: innovative Technologien rund um moderne Aufzugstechnik entdecken und zur Marktreife bringen. Das RIC gehört damit zum weltweiten Netz von ThyssenKrupp Tech Centern, die in ihren jeweiligen Technologiebereichen Innovationen vorantreiben. Angesiedelt ist das Anfang 2013 gegründete Team in einem idealen Umfeld: mitten auf dem Campus des Georgia Institute of Technology in Atlanta.

Die „Georgia Tech“ gehört zu den ersten Adressen in den USA, wenn es um die Verbindung von wissenschaftlicher Expertise, technischer Innovation und amerikanischem Gründergeist geht. Das Team von ThyssenKrupp arbeitet auf dem „Tech Square“, wo sich die Büros von Kooperationspartnern aus der Privatwirtschaft und ein Gründerzentrum mit mehreren Hundert Start-ups befinden. Allein 40 von ihnen beherbergt das Gebäude, in dem die Aufzugs-Experten arbeiten. „Wir interagieren in unseren Projekten mit diesen Start-ups“, sagt Thomas Felis, der das Tech Center leitet. „Zugleich haben wir ein Forschungsabkommen mit der Georgia Tech

abgeschlossen, das uns erlaubt, mit allen Lehrstühlen der Universität Projekte durchzuführen.“

Das sind ideale Voraussetzungen für eine fruchtbare Innovationskultur. Sie ist auch sofort zu spüren, wenn man sich in den Räumen des Tech Centers umsieht. In einer Vitrine befinden sich Maschinenteile und Modelle aus dem 3-D-Drucker. Zur Fensterfront hin sind einige Büros durch Glaswände abgetrennt, auf denen halbdurchsichtige Folien kleben – von oben bis unten mit Skizzen und handgeschriebenen Formeln bedeckt. Wer genau hinschaut, findet auch auf den Bürotischen Ungewöhnliches. Zum Beispiel ein Ufo-ähnliches Objekt, das sich als holografischer Spiegel entpuppt und Teil eines Projekts für ein neuartiges Mensch-Maschine-Interface ist. Beherrscht wird das Großraumbüro von einer Sofagruppe, auf der das Team nicht nur über Aufzugsinnovationen, sondern auch über neue Geschäftsmodelle nachdenkt.

Ähnlich bunt ist auch die Gruppe der Ingenieure. Abgesehen vom Deutschen Thomas Felis besteht es durchweg aus Amerikanern, ergänzt durch Praktikanten →

Das ThyssenKrupp-Team in Atlanta:
Shima Bahri, Tre Watts,
Thomas Felis,
Lindsey Warren,
Shawn Park und
Dawn Duvall (von links)



aus aller Welt. „Wir versammeln hier das Talent und das Können von Konstruktions-, Software- und Elektroingenieuren. So können wir auf breiter Basis neue Ideen entwickeln und aufnehmen, sie auf Umsetzbarkeit hin prüfen und schließlich zu Produkten entwickeln“, sagt Felis. Hält die Gruppe sie für interessant, macht man sich an die Arbeit: Jeder recherchiert auf seinem Spezialgebiet, gemeinsam werden Teilprobleme durchdacht und Analysen durchgeführt. Ziel ist es immer, eine Idee so weit zu treiben, bis sie marktfähig ist. „Wir sehen uns neue Technologien an, entwickeln ein mögliches Umsetzungskonzept und präsentieren es dem Konzern“, erklärt Felis. „Die geballte Expertise der Ingenieure und Techniker hilft dann, aus unserem Konzept ein Produkt zu machen.“

Fachwerk für Aufzüge

Dabei entstehen Lösungen, die etwa den Sales- und Servicemitarbeitern helfen, die Anforderungen ihrer Kunden besser zu erfüllen – wie zum Beispiel eine interaktive Broschüre: Im Kundengespräch legt der ThyssenKrupp-Mitarbeiter ein Smartphone oder einen Tablet-Computer auf eine bestimmte Stelle, etwa ein Bild oder eine technische Beschreibung. Eine im Tech Center entstandene App erkennt, was darauf zu sehen ist, und zaubert eine dreidimensionale Darstellung des Maschinenteils auf den Bildschirm. „Die App wird schon in der Praxis eingesetzt“, berichtet Felis. „Entwickelt haben wir sie gemeinsam mit einem Startup, das zwei Stockwerke unter uns sein Büro hat.“

Leichtbaustoffe aus Graphen und Kompositwerkstoffen sind ein weiteres aktuelles Forschungsthema im Aufzugbau. Mit ihnen können die Ingenieure energiesparende Produkte entwickeln, die sich zudem günstig herstellen lassen. Darum arbeitet das Team im Tech Center an Bauteilen, die ein geringes Gewicht haben und dennoch extrem stabil sind. Um das zu erreichen, konstruieren sie tragende

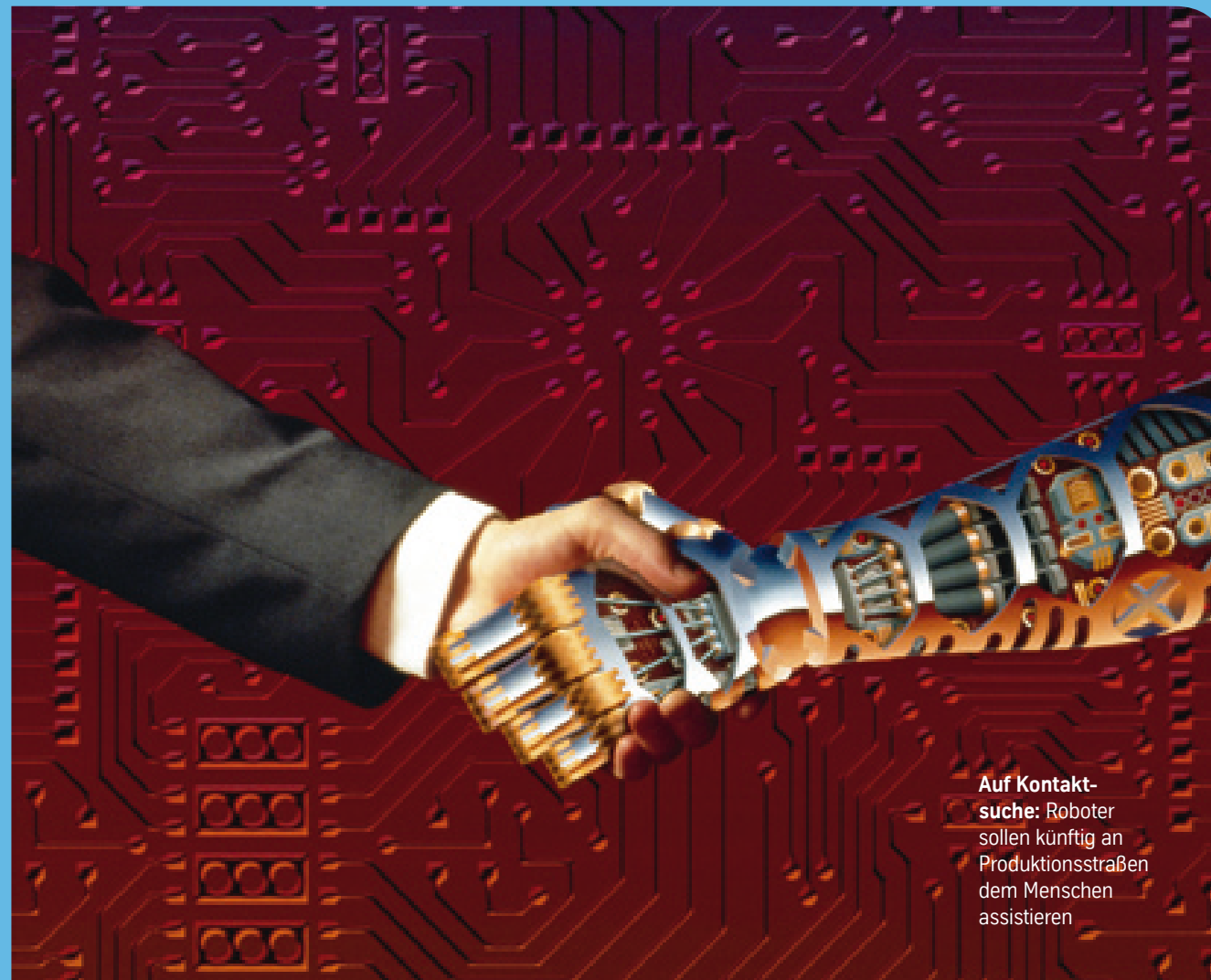
Bauteile, die weitgehend hohl, aber mit einer Art innerem Fachwerk ausgestattet sind – es nimmt die Kräfte auf, die zuvor in Simulationen berechnet wurden. Ihre Ideen können sie sofort mit 3-D-Druckern in Modelle umsetzen, die die Grundlage für die Prototypenherstellung im Originalmaßstab sind. „Diese Bauteile haben am Ende genau die erforderliche Steifigkeit an den Belastungsstellen – bei geringstem Materialeinsatz und minimalem Gewicht“, erklärt Felis. „Dieses Forschungsprojekt führen wir gemeinsam mit dem Georgia Tech Manufacturing Institute durch.“

Auch innerhalb von ThyssenKrupp ist das Team gut vernetzt. „In erster Linie kooperieren wir mit den anderen globalen Forschungs- und Entwicklungszentren im Aufzugsbereich“, berichtet Felis. Darüber hinaus arbeitet das Tech Center mit anderen Konzernbereichen wie Ressource Technology und dem ThyssenKrupp Tech Center in Dresden zusammen. Sowohl für den Bereich Elevator als auch konzernweit finden regelmäßig Zusammenkünfte statt, die dem globalen Erfahrungsaustausch dienen. Dort ist auch die Bühne, um interessante neue Produkte für den Konzern vorzustellen. Und wer weiß: Vielleicht befördert uns eine der innovativen Ideen aus Atlanta in wenigen Jahren an die Spitze eines Wolkenkratzers.

Georgia
Tech

Zwischenspeicher für erneuerbare Energien

Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) in Ulm hat ThyssenKrupp System Engineering mit der Planung und Konstruktion einer vollautomatischen Pilotanlage zur Formation von Lithium-Ionen-Batteriezellen beauftragt. Bei der Formation wird die Zelle zum ersten Mal unter präzise kontrollierten Bedingungen mit unterschiedlichen Spannungen und Stromstärken belastet – ein für ihre Qualität entscheidender Prozess. Die Anlage wird zunächst über 240 Formationstationsstationen verfügen und Ende 2014 in Betrieb gehen. Das System ist so flexibel, dass ein späterer Ausbau um weitere 240 Stationen möglich ist.



Auf Kontakt-suche: Roboter sollen künftig an Produktionsstraßen dem Menschen assistieren

Hand in Hand mit ROBOTER

Mensch und Maschine werden Kollegen.

Noch gehen sich Arbeiter und Roboter in den Fabriken aus dem Weg – die kräftigen Maschinen sind hinter Zäunen platziert, damit sie niemanden verletzen können. In Zukunft soll sich das ändern: Im Forschungsprojekt InSa entwickelt ThyssenKrupp System Engineering gemeinsam mit dem Technologie-Zentrum Informatik und Informationstechnik (TZI) der Universität Bremen, dem Bremer Institut für Produktion und Logistik (BIBA), S-GARD und dem IT-Unternehmen neusta mobile solutions Lösungen für die effektive Zusammenarbeit von Mensch und Roboter an industriellen Produktionsstraßen.

Die intelligenten Roboter sollen mit einer in die Schutzkleidung der Arbeiter integrierten Sensorik interagieren, die wie eine Art Aura den Sicherheitsabstand garantiert. Das ist eine große Herausforderung: „Der Roboter muss einen Arbeiter erkennen und sofort stoppen oder ausweichen“, berichtet Dr. Eckhard Wellbrock, Projektleiter bei der ThyssenKrupp System Engineering. „Dafür bleiben im Steuerzyklus des Roboters gerade 20 Millisekunden. Die Prototypen werden in einer realen Testumgebung bei der ThyssenKrupp System Engineering GmbH erprobt. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie fördert das Projekt mit rund 2,2 Millionen Euro.“

Azubis glänzen bei »Jugend forscht«

In den Regionalwettbewerben Dortmund, Duisburg und Saarbrücken belegten drei Teams aus Auszubildenden von ThyssenKrupp jeweils den ersten Platz. Zwei weitere Teams erreichten im Duisburger Regionalwettbewerb zweite und dritte Plätze. Bei „Jugend forscht“ wetteifern die Teilnehmer in sieben Fachgebieten um den Sieg. Die ThyssenKrupp-Azubis glänzten in den Bereichen Technik und Arbeitswelt. Das Team von ThyssenKrupp Steel Europe stellte beispielsweise eine Türklinke vor, die sich selbst desinfiziert und dabei ohne Chemie auskommt. ThyssenKrupp fördert Deutschlands bekanntesten Wettbewerb für Nachwuchsforscher schon seit vielen Jahren und ist Pate für Regionalwettbewerbe im Saarland und in Nordrhein-Westfalen.



Stolze Sieger: Die Dortmunder Azubis Tim Leubecher, Lukas Latasek und Kay Musielak beim Regionalwettbewerb.

Testvorrichtung für weltgrößten Fusionsreaktor

ThyssenKrupp Schulte hat einen wichtigen Beitrag für den Bau des experimentellen Kernfusionsreaktors ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) geleistet: Die Niederlassung München konzipierte für ihren Kunden KRP-Mechatec Engineering eine Testvorrichtung, die Erkenntnisse über die Tragfähigkeit und mechanische Stabilität der beweglichen Stützen des ITER-Vakuumgefäßes liefern soll. „Mit einem Gewicht von circa 10.000 Tonnen ist das Vakuumgefäß eine der wichtigsten Komponenten des Kernfusionsreaktors“, so Andreas Kellermann, Niederlassungsleiter in München. Um zu gewährleisten, dass sich das Gefäß bei der Kernfusion ausdehnen und die magnetischen Kräfte aufnehmen kann, steht es auf neun beweglichen Stahl-Stützen. Diese müssen einem Gewicht standhalten, das dem des Eiffelturms entspricht. Die Testvorrichtung ähnelt einem riesigen Schraubstock: Im Inneren der Konstruktion kann das Modell der Stütze eingespannt und mithilfe eines Hydraulikaggregates auf seine Stabilität geprüft werden.

Der Schönheits-Wettbewerb

Die Energiewende ist ein komplexes Projekt – das musste auch unser Kolumnist **Peter Glaser** erfahren, als er auf eine nachhaltige Heizung umstellen wollte.

Eine neue Heizung musste her, so viel war klar. Unser alter Ölbrenner stammte aus den Siebzigerjahren und seine Regelung erinnerte mich immer an den Besuch in einem Autokino – denn an den Lautsprechern, die man sich dort ins Auto holt, gibt es nur zwei Einstellmöglichkeiten: zu laut oder zu leise. So ging es auch uns: Entweder haben wir geschwitz wie in der Sauna oder gefroren wie in Sibirien.

Darum sollte ein moderner und nachhaltiger Nachfolger her. Nachdem meine Frau und ich das Internet leergelesen hatten, wussten wir: Eine Pellettheizung mit Brennwerttechnik soll es sein! Betrieben mit Holz, einem nachwachsenden Rohstoff und billiger als Öl. Und ein moderner Brenner, der sich die Abwärme zurückholt, die bisher durch den Schornstein entwichen war. Zwar teurer in der Anschaffung, aber langfristig sparsamer und umweltfreundlicher. Ein perfekter Plan.

Bis irgendwann beiläufig die Frage aufkam, wie wir die Pellets eigentlich zu uns in den zweiten Hof bekommen würden. Wir wohnen in einer alten Remise, und die Heizöl-Fahrer müssen fürs Nachtanken eigens einen 80-Meter-Schlauch mitbringen. Pellets werden gleichfalls durch einen Schlauch eingeblasen – aber der darf nur halb so lang sein. Sonst kommen am Ende nur noch Sägespäne an. Auf Pellets fixiert, suchte ich nach einer Lösung. Vor meinem geistigen Auge sah ich Arbeiter, die 20-Kilo-Säcke mit Holzstückchen schleppen. Preisvorteil ade! Aber dann fanden wir doch einen Lieferanten mit einem schmalen Transporter, der durch die Einfahrt in den Hof passen würde. Geht doch!

Nicht ganz. Denn unter dem Hof befindet sich eine Tiefgarage – und niemand wusste, ob die Decke den Transporter auch tragen würde. Nachts energiewendete ich mich schlaflos im Bett von einer Seite auf die andere, bis uns Freunde zum Kaffee einluden. Sie haben ein nagelneues Niedrigenergiehaus. Und eine Pellettheizung. Und eine Menge Probleme: Wenn beispielsweise die Pellets aus dem Lagersack die Förderschnecke verstopfen, muss sich der Hausherr darunter hocken und den tonnenschweren Sack mit den Schultern bewegen. Das sieht beeindruckend aus – als würde sich Atlas die Weltkugel auf die Schultern laden. Auf die Dauer ist es aber schlecht für den Rücken. Vielleicht doch

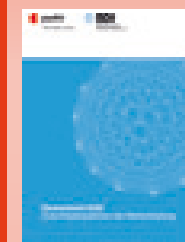
keine Pellettheizung. Mit Gas war die moderne Brennwerttechnik ja ohnehin viel effizienter zu betreiben als mit Holz. Außerdem sind moderne Gasthermen so klein, dass man sie an die Wand hängen kann. Wir würden dadurch einen ganzen Raum gewinnen, in dem derzeit noch der Öltank steht. Und es müssten künftig weder Öl noch Pellets angeliefert werden. Heizungsproblem gelöst!

Fast. Denn wie bei den Pellets gab es da ein kleines Problem: Wie bekommen wir einen Gasanschluss von der Straße in den zweiten Hof? Eine Grabung würde durch die Grundstücke von zwei Eigentümergemeinschaften führen. Wenn nur ein einziger der 60 Eigentümer Nein sagt, wäre das Projekt gelaufen. Aber vielleicht hat ja unser zehn Meter entfernter Nachbar Gas im Haus? Dann würden wir nur sein Einverständnis benötigen. Und tatsächlich: Es gab Gas im Hinterhaus. Und ja: Der Eigentümer wollte uns gestatten, von dort unser Gas zu beziehen. Geht doch!

Wir schlossen also einen Vertrag mit einem Gasversorger. Dann musste nur noch eine winzige Formalität erledigt werden: das Wegerecht für die Gasleitung. Eigentlich sollte es im Grundbuch eingetragen werden, aber das wollte der Nachbar nicht. „Drei Sätze reichen.“ Unter Freunden. Also formulierten wir die drei Sätze, und dann – wurde es zäh. Mir kam es vor, als würde ich in einem mit Honig gefüllten Swimmingpool schwimmen. Ich träumte nachts von ganz langsamen Schönheitswettbewerben mit zauberhaften Gasthermen. Nach und nach wurde klar, dass der Nachbar zwar „ja“ gesagt, aber „nein“ gemeint hatte. Mitte August, man konnte den nahenden Herbst bereits ahnen, hatten wir immer noch keine Heizung. Wir bedankten uns höflich und sagten, wir hätten es uns nun doch anders überlegt. Seitdem ist unser Verhältnis etwas abgekühlt.

Ich rief in meiner Not unseren Lieblingsklempner an – auf ihn kann ich zählen, wenn der erste Frost vor der Tür steht und ich ganz schnell eine neue Heizung brauche. Und zwar eine Öl-Brennwertheizung. Damit sind wir zwar fast wieder dort angekommen, wo wir angefangen hatten – aber um viele Erfahrungen reicher. Andere Menschen müssen sich an Bungee-Seilen von Brücken stürzen, um der Gleichförmigkeit ihres Daseins zu entfliehen. Wir haben uns stattdessen auf das Abenteuer Energiewende eingelassen. Und sitzen jetzt endlich wieder im Warmen.

Peter Glaser
ist Autor und Journalist.
Er schreibt unter anderem
für die Neue Zürcher Zeitung
und die Technology Review.
2002 gewann er den
Ingeborg-Bachmann-Preis.



Wertschöpfung der Zukunft

Welche technologischen, ökonomischen und sozialen Brüche sind bis 2030 zu erwarten und welche Auswirkungen haben sie möglicherweise auf die Wertschöpfung und die Arbeitsplätze in Deutschland? Mit solchen Fragen haben sich die Experten des BDI-Arbeitskreises „Wertschöpfungsorientierte Innovationsstrategien“ für diese Studie beschäftigt.

DEUTSCHLAND 2030
Bundesverband der Deutschen Industrie
Kostenlos unter www.bdi.eu/Publikationen.htm



Diagnose und Therapie

In diesem Buch beleuchten zwei der bekanntesten deutschen Klimaforscher den Klimawandel und seine Folgen. Dabei beginnen sie mit der Klimageschichte und erklären, was wir für unsere heutige Situation lernen können. Sie bleiben aber bei einer bloßen Diagnose – am Ende des Buches machen sie konkrete Vorschläge zur Lösung des Klimaproblems.

DER KLIMAWANDEL
Stefan Rahmstorf,
Hans Joachim Schellnhuber
C.H. Beck
7,99 €

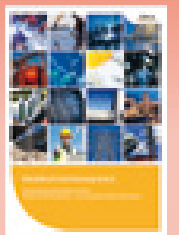


Erstklassiger Einstieg

Von den Grundlagen der Energiediskussion über Kraftstoffe aus Biomasse und Trends der Batterieforschung bis hin zu Strom aus Kernfusion: In diesem Buch beleuchten renommierte Forscher der Max-Planck-Gesellschaft viele Facetten

des komplexen Themas „Energie“. Neben wissenschaftlichen Fragen behandeln sie dabei auch die politischen und wirtschaftlichen Randbedingungen der künftigen Entwicklung in diesem Bereich. Obwohl das Buch auf hohem Niveau argumentiert, sind die einzelnen Beiträge durchweg verständlich und spannend geschrieben – kein Wunder, dass die „Zukunft der Energie“ auch Jahre nach ihrem Erscheinen noch einen erstklassigen Einstieg in die Energie-Diskussion bietet. Wer das Buch gelesen hat, kann den aktuellen Debatten mit Leichtigkeit folgen.

DIE ZUKUNFT DER ENERGIE
Peter Gruss, Ferdi Schüth (Hrsg.)
C.H. Beck
16,90 €



Leitfaden für Unternehmen

Die Energiewende kann nur gelingen, wenn wir in Zukunft unseren Stromverbrauch an dem aktuellen Angebot der erneuerbaren Energien anpassen. Das „Handbuch Lastmanagement“ zeigt, welche Potenziale für intelligentes Lastmanagement in Unternehmen schlummern und warum sich diese neue Flexibilität auszahlt – etwa durch Erlöse aus verschiebbaren Lasten. Praxisbeispiele und Tipps für die schrittweise Einführung von Lastmanagement runden diese dena-Publikation ab.

HANDBUCH LASTMANAGEMENT
Deutsche Energie-Agentur
19,50 €

IMPRESSUM

HERAUSGEBER:
ThyssenKrupp AG,
Corporate Function
Communications,
ThyssenKrupp Allee 1,
45143 Essen
VERANTWORTLICH:
Bernd Overmaat (V.i.S.d.P.)
contact.techforum@thyssenkrupp.com
thyssenkrupp.com

COPYRIGHT:
© ThyssenKrupp AG 2014
Für Nachdruck ist die Einwilligung des Herausgebers erforderlich. ThyssenKrupp **techforum** wird über eine Adressdatei versandt, die mithilfe der automatisierten Datenverarbeitung geführt wird. Informationen zu ThyssenKrupp finden Sie auch im Internet unter www.thyssenkrupp.com. Eine digitale Version des ThyssenKrupp **techforum** finden Sie unter www.thyssenkrupp.com/techforum

REALISATION: Axel Springer SE
Corporate Solutions
PROJEKtleitung: Christopher Brott
REDAKTIONSLEITUNG: Christian Buck
ART DIREKTION: Christian Hruschka & Stefan Semrau (twotype design)
BILDREDAKTION: Bianca Classen
DRUCK: Neef & Stumme
premium printing GmbH & Co. KG
Schillerstraße 2
29378 Wittingen
ISSN: 1612-2763

BILDNACHWEISE

THYSSEN KRUPP:
S. 4-5, 6-7, 15, 18, 24, 26-29,
30-31, 37, 45, 46-47, 48-49.
NATALIE BOTHUR: S. 38-41.
DOMINIK BUTZMANN/LAIF: S. 34-36.
BIANCA CLASSEN: S. 3, 50.
(Illustration)
INPRO: S. 32-33.
IRMIN EITEL: S. 21, 52.
GETTY IMAGES: S. 1, 2, 16, 20-23,
32-33, 46-47, 48-49, 51.
CHRISTOPH OTTO: S. 5, 42-43.
GÖTZ SCHLESER: S. 4-5, 10-13.
NIKO WILKESMANN: S. 8-9.
(Infografik)



»Unser künftiges Energiesystem muss intelligent und flexibel sein – dann können wir ökologische Nachhaltigkeit mit wirtschaftlicher und sozialer Nachhaltigkeit verbinden.«

Schon seit seiner Studienzeit an der RWTH Aachen begeistert sich **Dr. Friedrich Löser** für das Thema „Energie“ – das später auch bei seiner Arbeit am Transrapid-Projekt eine wichtige Rolle spielte. Heute ist der Leiter des ThyssenKrupp Tech Centers „Control Technology“ in München wieder technologischer Vorreiter: Durch Cross-Energy-Management will er dazu beitragen, dass unsere Stromnetze auch in Zukunft stabil bleiben. **Seite 20**

