

 **BASF**

We create chemistry

Creating Chemistry

For a sustainable future

Natürlich gut?

Auf der Suche
nach Biorohstoffen
für die Industrie

Schwerpunkt ab Seite 6

Freihandel: Wird
er noch gebraucht?

Standpunkte ab Seite 28

Produktpiraterie:
Den Fälschern
einen Schritt voraus

Thema ab Seite 36

Solarthermie: Ein
Speicher voller Sonne

Thema ab Seite 46

Sechste Ausgabe 2017

„Wir brauchen internationale
Kooperation, um das Wirtschaften
im Kreislaufmodell zu fördern.“

Professor Du Huanzheng von der
renommierten Tongji-Universität in China
erklärt, warum das neue Wirtschafts-
modell unsere Lebensweise verändern wird.

Interview ab Seite 22



Schwerpunkt:
Bioökonomie
und Kreis-
laufwirtschaft

6 Natürlich gut? Auf der Suche nach Biorohstoffen für die Industrie

Weltweit gewinnt die Bioökonomie an Fahrt. Aber noch ist viel Forschung und Entwicklung nötig. Wann sind nachwachsende Rohstoffe wirklich gut?

DIE GRAFIK

14 Nachwachsende Rohstoffe im Einsatz

Von Autoteilen zu Reinigungsmitteln: Wir zeigen Produkte, die ganz oder teilweise aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt sind.

DIE WISSENSCHAFT

16 Pflanzenschutz mit der Natur

Wir schauen uns eine Produktionsstätte der BASF in Großbritannien an, die Nematoden züchtet – kleine Würmer, die im Pflanzenschutz eingesetzt werden, um Schädlinge zu kontrollieren.

DAS THEMA

20 Eine visionäre Strategie?

Eine Welt mit begrenzten Ressourcen benötigt neue Wirtschaftsmodelle – wie das Wirtschaften im Kreislauf. Was versteht man darunter und wie funktioniert es?

DER EXPERTE

22 Die Vision vom Kreislauf im Osten

Professor Du Huanzheng, Direktor an der Tongji-Universität, glaubt, dass China bei der Kreislaufwirtschaft einiges zu lernen, aber auch eine Menge weiterzugeben hat.

Inhalt

INFORMATION

- 4 Die Welt in Zahlen**
Fünf Minuten reichen aus, um in Hangzhou/China ein Leihfahrrad zu finden – und weitere Fakten zu den Themen dieser Ausgabe.

BLICK UM DIE WELT

- 34 Neue Zeiten für alte Gebäude**
Es lässt sich einiges gegen unliebsame Alterserscheinungen tun. Dies zeigen gelungene Sanierungsprojekte aus aller Welt.

INNOVATION

- 26 Neuentdeckungen**
In dieser Rubrik stellen wir inspirierende Innovationen vor, die unseren Alltag erleichtern.

THEMA: FÄLSCHUNGEN VERHINDERN



ZWEI POSITIONEN

- 28 Wird Freihandel noch gebraucht?**
Dr. Karl Brauner, Welthandelsorganisation, und Professor Daniel Hamilton, Johns Hopkins University, Washington, D. C./USA, diskutieren, wie man den Herausforderungen im internationalen Handel begegnen kann.



- 36 Das Original bewahren**
Gefälschte Waren lassen sich oft nur schwer vom echten Produkt unterscheiden. Unternehmen denken sich innovative Strategien aus, um Fälschern einen Schritt voraus zu sein.

- 42 „Eine ernsthafte Bedrohung“**
Michael Walsh, Direktor bei der Zoll- und Grenzschutzbehörde der USA, möchte verhindern, dass Fälschungen ins Land kommen. Er beschreibt die größten Herausforderungen.

FASZINATION CHEMIE

- 44 Die Chemie des Apfels**
Äpfel haben sich ihren Namen als Gesundheitsmacher verdient. Der Grund: In und unter ihrer Schale verbirgt sich eine fruchtbare Apotheke.



BASF-STANDPUNKT

- 32 Warum Freihandel wichtig ist**
Teresa Szelest, President, Market and Business Development North America bei BASF Corporation, erklärt, warum Handel Wohlstand schafft und zu besseren Produkten und niedrigeren Preisen führt.

Editorial

THEMA: SOLARTHERMIE



46 Ein Speicher voller Sonne

Solarthermiekraftwerke können elektrische Energie liefern, auch wenn die Sonne nicht scheint. Entdecken Sie mehr über diese zukunftsweisende Technologie.

FASZINATION CHEMIE

52 Eine ganz besondere Verbindung

Salz ist weit mehr als ein Gewürz. Es steckt in Seife, Glas und Kunststoffdosen.

INSPIRATION

54 Kleine Forscher, großer Förderer

SAP-Gründer Dietmar Hopp fördert unter anderem Bildungsprojekte. Dazu gehört auch „Das Haus der kleinen Forscher“.

ERFINDUNG

56 Vordenker – Weiterdenker

Alessandro Volta stellte 1800 die erste funktionierende Batterie vor. Michael Thackeray, PhD, ebnete später den Weg für die Technologie der Lithium-Batterie.

CHEMIE IM ALLTAG

58 Für eine gesunde Flugatmosphäre sorgen

Wenn Ozon aus der Luft in der Flugzeugkabine entfernt wird, sind Flugreisen angenehmer.



Die Weltbevölkerung wächst und mit ihr auch die Nachfrage nach Produkten für den täglichen Gebrauch. Diesen Bedarf nachhaltig zu decken, ist angesichts begrenzter Ressourcen der Erde eine Herausforderung, der wir uns stellen müssen.

Helfen könnte uns dabei das Wirtschaften im Kreislaufmodell, das weltweit immer mehr Befürworter findet. Dahinter steckt die Idee, Produkte, Stoffe und Ressourcen so oft wie möglich zu verwenden und immer wieder in den Wirtschaftskreislauf einzubringen. Güter werden mit anderen Nutzern geteilt und nicht weggeworfen, sondern repariert und weiterverwendet oder recycelt. In diesem Wirtschaftskreislauf wird Wachstum weitgehend durch den erneuten Einsatz von Rohstoffen ermöglicht. Auch mit unserem BASF-Verbund tragen wir dazu seit 150 Jahren bei, indem wir die Stoff- und Energieströme in unserem Produktionssystem optimieren und Abfall vermeiden, wo dies möglich ist. Zur Kreislaufwirtschaft zählt auch die Bioökonomie, also die Nutzung von Rohstoffen aus nachwachsenden Quellen wie Pflanzen oder Bakterien.

Seit vielen Jahren forschen wir bei BASF an Einsatzmöglichkeiten für nachwachsende Rohstoffe. Diese ermöglichen häufig Substanzen und Produkte mit Eigenschaften, die wir mit fossilen Rohstoffen nicht oder nur mit deutlich mehr Aufwand herstellen können. In Waschmitteln zum Beispiel entfernen aus Pilzen oder Bakterien hergestellte Enzyme bereits bei niedrigen Temperaturen und kurzen Waschgängen hartnäckigen Schmutz und sparen dadurch Energie und Wasser. Wie immer ist die Bewertung der Nachhaltigkeit auch bei der Nutzung nachwachsender Rohstoffe ein wichtiges Thema. Wir müssen von Fall zu Fall prüfen, ob nachwachsende oder fossile Rohstoffe die bessere Lösung sind. Sind sie verfügbar und wettbewerbsfähig? Wie schneiden sie hinsichtlich Landnutzung oder Biodiversität ab?

Unser Magazin Creating Chemistry beleuchtet diese und weitere spannende Themen, die uns alle angehen. Freuen Sie sich auf eine anregende Lektüre.

Ihr

Dr. Kurt Bock
Vorsitzender des Vorstands
BASF SE

Die Welt in Zahlen

3 Milliarden Tonnen

beträgt die **Gesamtmasse** an Ozon in der Erdatmosphäre.¹

► „Für eine gesunde Flugatmosphäre sorgen“ auf Seite 58



Von 2.053.000 Tonnen auf 7.848.000 Tonnen wird die globale **Produktionskapazität für Biokunststoffe** Prognosen zufolge von 2016 bis 2019 steigen. Das ist ein Plus von insgesamt

380 %²

► „Natürlich gut?“ ab Seite 6

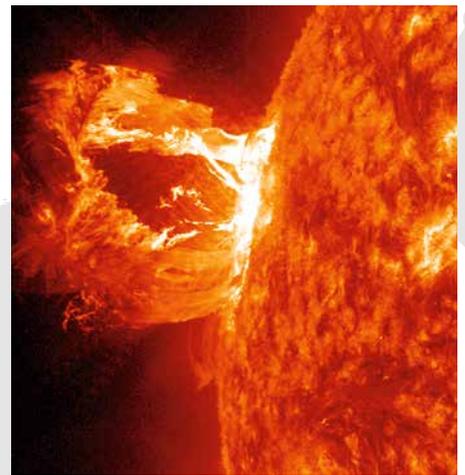


Über

30.000 Apfelsorten

gibt es Schätzungen zufolge weltweit. Für alle gilt: Drei Viertel der wertvollen **Inhaltsstoffe** sitzen in und direkt unter der Schale. Dazu gehören etwa leicht verdauliche Kohlenhydrate, Vitamine und Ballaststoffe.³

► „Die Chemie des Apfels“ ab Seite 44



In etwas mehr als

30 Minuten

strahlt die **Sonne** so viel Energie auf die Erde, wie wir weltweit in einem Jahr verbrauchen.⁴

► „Ein Speicher voller Sonne“ ab Seite 46



Gefälschte Waren mit einem geschätzten Wert von

461 Milliarden \$

werden weltweit jährlich umgesetzt.⁵

► „Das Original bewahren“ ab Seite 36

49 %

Fast die Hälfte des Welthandels mit Gütern und Dienstleistungen erfolgte 2011 **innerhalb globaler Wertschöpfungsketten**. Die Internationalisierung der Fertigung hat damit auch die Produktionsnetzwerke erfasst. Das führt dazu, dass die Fertigung geographisch breiter aufgestellt ist.⁶

► „Wird Freihandel noch gebraucht?“ ab Seite 28

5 Minuten

reichen aus, um in der chinesischen Stadt Hangzhou ein Leihfahrrad zu finden. Mit mehr als **84.000 öffentlichen Fahrrädern** ist die Stadt die Heimat des weltgrößten Fahrradverleihprogramms.⁷

► „Wirtschaften im Kreislaufmodell“ ab Seite 20



8-11 Gramm

Salz verzehren Europäer täglich. Die Empfehlung der Weltgesundheitsorganisation für Erwachsene lautet jedoch: maximal **5 Gramm** Salz pro Person und Tag.⁸

► „Eine ganz besondere Verbindung“ ab Seite 52

- 1 National Aeronautics and Space Administration (NASA), *Ozone facts*
- 2 European Bioplastics, *Facts and Figures*, 2015
- 3 Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, *Hintergrund: Alte Sorten neu entdeckt*, September 2012
- 4 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), *Die Kraft der Sonne*
- 5 Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *Global trade in fake goods worth nearly half a trillion dollars a year*, April 2016
- 6 World Trade Organization (WTO), *International trade statistics*, 2015
- 7 EcoWatch, *Eight of the world's best bike sharing programs*, September 2015
- 8 China Daily, *Hangzhou abuzz over bike sharing*, September 2016
- 8 World Health Organization (WHO), *Salt reduction, fact sheet*, Juni 2016

Kleider aus Milch

Die Mikrobiologin und Modedesignerin Anke Domaske setzt auf Kleidung aus Milch, die nicht mehr zum Verzehr geeignet ist. Das pulvrige Milcheiweiß Kasein bildet die Grundlage ihrer QMilk-Fasern. Die Biofaser ist hautpflegend, lässt sich komplett kompostieren – und theoretisch sogar essen.



Natürlich gut? Auf der Suche nach Bioroh- stoffen für die Industrie

TARAXA
GUM



Löwenzahn gibt Gummi

Von der Pustelblume zum Autoreifen – Wurzeln des Russischen Löwenzahns haben erste Tests als Rohstoffquelle für Naturkautschuk erfolgreich bestanden. Dahinter steckt ein gemeinsames Entwicklungsprojekt des Reifenherstellers Continental mit dem Fraunhofer-Institut für Molekularbiologie und Angewandte Oekologie aus Münster sowie weiteren Partnern. Bis die ersten Löwenzahnreifen über die Straßen rollen, werden aber noch mindestens fünf Jahre vergehen.



Holz verflüssigt sich

Ein traditioneller Werkstoff eröffnet neue Möglichkeiten – flüssiges Holz, das größtenteils aus dem Polymer Lignin besteht. Via Spritzguss kann es zu beliebiger Form erstarren. Heraus kommen dann beispielsweise Gehäuse für Kopfhörer wie vom Unternehmen Audioquest, Lautsprecher oder Mobiltelefone. Etwa 50 Millionen Tonnen Lignin fallen weltweit als Abfall in der Papierproduktion an.

Holzreste, Löwenzahn oder Traubenzucker als Ergänzung zum Erdöl – Produkte, die biobasiert sind: Begrenzte Ressourcen und eine wachsende Weltbevölkerung erfordern ein Umdenken. Weltweit gewinnt die Bioökonomie an Fahrt. Doch trotz beachtlicher Erfolge ist noch viel Forschung und Entwicklung nötig. Wann sind nachwachsende Rohstoffe wirklich gut?

F

rakta gleich

Fracht – der Name ist Programm. Robust, sehr geräumig und einfach zu reinigen, fehlt der blaue Einkaufstaschen-Klassiker des schwedischen Möbelhauses IKEA in kaum einem Haushalt. Er wird als Pfandflaschen- und Altglassammler, als Umzugshelfer und Wäschekorb, als Einkaufstasche und Kofferersatz verwendet. Noch besteht das Multitalent aus erdölbasiertem Kunststoff, aus teilweise frisch hergestelltem Polypropylen. Doch 2020 soll es damit vorbei sein: Sämtliche Kunststoffprodukte von IKEA sollen dann entweder aus erneuerbaren und/oder recycelten Werkstoffen gefertigt werden – ob Frachttasche, Kinderspielzeug oder Aufbewahrungsbox.

Keine leichte Aufgabe. Insbesondere für Anwendungen in sensiblen Bereichen, wie etwa Lebensmittelverpackungen oder Kinderspielzeug, ist der derzeitige Recyclingkunststoff aufgrund von Auflagen zum Gesundheitsschutz keine mögliche Variante. Alternativen müssen her. „Wir versuchen hier, die erdölbasierten Kunststoffe durch Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen zu ersetzen. Das können zu 100 Prozent biobasierte Polymere wie Polymilchsäure oder Mischungen aus

verschiedenen biobasierten Materialien sein. In manchen Fällen sind als erster Schritt auch Mixturen mit Kunststoffen aus Erdöl denkbar“, erklärt Puneet Trehan, Leiter Material- und Innovationsentwicklung bei IKEA. Für den Anfang sei ein biobasierter Anteil von 40 bis 60 Prozent angepeilt.

Ergänzungen zum Erdöl

Bio statt Petro: IKEA ist mit seinem Bekenntnis zu biobasierten Kunststoffen keine Ausnahme. Gut 100 Jahre nach der Erfindung und Vermarktung des ersten komplett synthetischen Kunststoffs Bakelit®, dem tausend weitere folgen sollten, geht nun die Entdeckungsreise der Forscher und Hersteller in eine andere Richtung. Qualitativ hochwertig soll die Produktwelt künftig sein, aber aus nachwachsenden Rohstoffen, aus Pflanzen, organischen Abfällen oder Mikroorganismen hergestellt.

So kündigte der Spielzeughersteller LEGO an, bis 2030 seine Bauklötzchen mit Kunststoffen aus alternativen Materialien herstellen zu wollen, und gründete dafür 2015 ein mit einem Etat von umgerechnet rund 135 Millionen € ausgestattetes unternehmens-eigenes „Sustainable Materials Center“. Bereits 2009 ging die Coca-Cola Company mit ihrer PlantBottle™ Technologie an den Start und gab sie in Form von Lizenzen schon wenig später auch an andere Großkonzerne wie Ketchuphersteller H. J. Heinz oder auch Ford Motors weiter. Die Flasche aus Polyethylenterephthalat (PET) bestand anfangs zu bis zu 30 Prozent aus Pflanzen. Das Ziel von Coca-Cola ist, für die Herstellung der PlantBottle ausschließlich nachwachsende Rohstoffe einzusetzen. Zur nächsten Dekade soll dies dann für alle PET-Kunststoffflaschen und damit rund 60 Prozent der gesamten Verpackungen von Coca-Cola der Fall sein.

Eine Möglichkeit, um Kunststoffflaschen zu 100 Prozent aus nachwachsenden Rohstoffen herzustellen, bietet die Firma Synvina an. Das kürzlich gegründete Gemeinschaftsunternehmen von BASF und Avantium aus den Niederlanden stellt aus Fructose, also Fruchtzucker, den chemischen Baustein Furandicarbonsäure her. Daraus wiederum kann Polyethylenfuranoat (PEF) erzeugt werden, aus dem neben Getränkeflaschen auch Lebensmittelverpackungen produziert

Noch ist der Marktanteil der Biokunststoffe gering. Sie machen weniger als ein Prozent der jährlichen globalen Kunststoffproduktion aus.

Coca-Cola setzt in Zukunft bei Getränkeflaschen (Bild oben), LEGO bei Bauklötzchen verstärkt auf Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (Bild unten).

werden können. Das Besondere dabei ist: PEF-Flaschen sind nicht nur zu 100 Prozent biobasiert. Sie haben im Vergleich zu Flaschen aus PET auch eine erhöhte Dichtigkeit gegen Gase wie Kohlendioxid und Sauerstoff, so dass die damit verpackten Getränke länger haltbar sind.

Zurück zu den Wurzeln heißt es auch in der Automobilindustrie: Schon in den Anfangszeiten arbeitete man hier mit Biomaterialien – das zeigt etwa ein bereits in den 30er Jahren von Henry Ford entwickeltes Auto mit einer Karosserie aus Hanffasern. Doch nach der Verabschiedung des sogenannten Marihuana Tax Act 1937 in den USA wurde der Druck auf Ford zu groß und die Entwicklung dann eingestellt. Heute



beschert der Ansatz, durch weniger Gewicht den CO₂-Ausstoß der Autos zu verringern, Naturmaterialien wie Hanf, Sisal, Kenaf oder Flachs eine Renaissance. Denn zunehmend werden Bauteile statt aus den Leichtbaumaterialien Carbon- oder Glasfaser aus den vergleichsweise kostengünstigen Naturfaserkunststoffen gefertigt.

Kohlendioxid ausstoß senken

Die fossilbasierte Wirtschaftsweise stößt zunehmend an ihre Grenzen. Der Klimawandel und die damit verbundene Notwendigkeit, Treibhausgase zu reduzieren, erfordern ein Umdenken. „Biobasierte Produkte sind heute die einzige Alternative. Ohne die Bioökonomie ist das langfristige Ziel der G7-Länder, den Ausstoß von Kohlendioxid auf null zu senken, wahrscheinlich nicht erreichbar“, sagt Dr. Waldemar Kütt, Abteilungsleiter Biobasierte Produkte und Prozesse bei der Generaldirektion Forschung und Innovation der Europäischen Kommission. Das liegt daran, dass Pflanzen durch Photosynthese Kohlendioxid aus der Atmosphäre binden. „Wenn wir diesen aus pflanzlicher oder mikrobieller Biomasse gewonnenen Kohlenstoff für die Herstellung unserer Produkte verwenden, entfernen wir CO₂ aus der Umwelt und sind im Einklang mit dem natürlichen biologischen Kohlenstoffkreislauf – im Gegensatz zu Erdöl, das über Millionen von Jahren entstanden ist und keinerlei Vorteil bei der CO₂-Reduzierung bietet“, erklärt Ramani Narayan, Professor für Chemical Engineering and Material Sciences an der Michigan State University/USA.

Ganz wird sich Erdöl nicht ersetzen lassen. Aber selbst der partielle Austausch ist ein positiver Schritt vorwärts, um unseren CO₂-Fußabdruck zu reduzieren. „Würde man bei den rund 37,5 Millionen Tonnen PET, die zur Flaschenherstellung weltweit verbraucht werden, nur 20 Prozent des Kohlenstoffs durch biobasierten Kohlenstoff ersetzen, ließen sich 17,2 Millionen Tonnen CO₂ aus der Umwelt absorbieren. Das entspricht einer Einsparung von etwa 40 Millionen Barrel Öl“, so Narayan.

Wachsende Produktionskapazitäten bei biobasierten Produkten

Den Verbrauchern begegnen vor allem zwei Begriffe, wenn es um Biokunststoff geht: zum einen „biobasiert“, zum anderen „biologisch

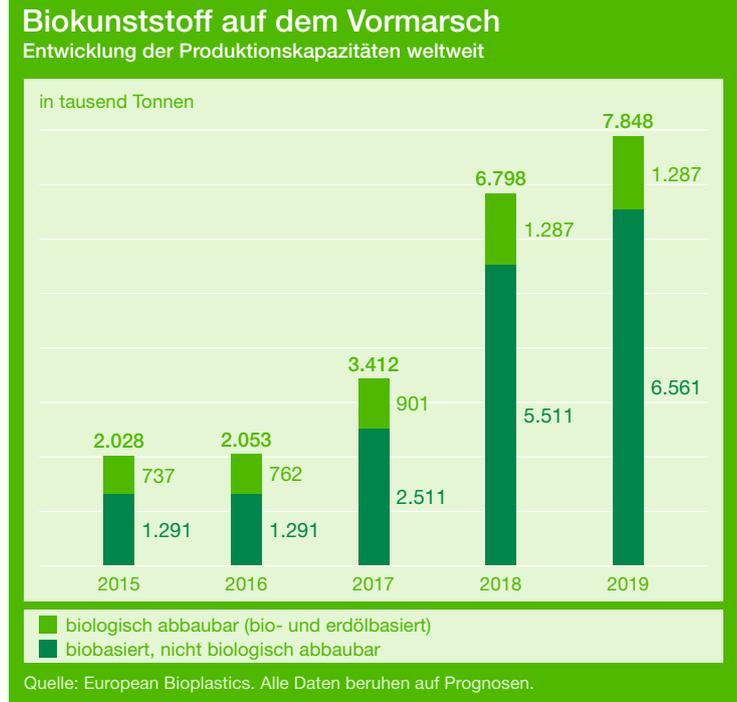
Nicht jeder Biokunststoff ist biologisch abbaubar

Die Vorsilbe „bio“ wird bei Kunststoffen sowohl für die Eigenschaft „biobasiert“ als auch für „biologisch abbaubar“ verwendet. Biobasierte Kunststoffe werden teilweise oder vollständig aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt, sie sind jedoch nicht zwingend auch biologisch abbaubar. Denn der entscheidende Faktor dafür sind nicht die verwendeten Rohstoffe, sondern die molekulare Struktur des Kunststoffs. So sind etwa biobasiertes PE (Polyethylen) oder PET (Polyethylenterephthalat) genauso wenig biologisch abbaubar wie deren fossile Pendanten, Kunststoffe aus biobasierter Polymilchsäure (PLA) hingegen schon. Aber auch Kunststoffe aus Erdöl können biologisch abbaubar sein: Sie werden nach einer vorgegebenen Zeit unter definierten Temperatur-, Sauerstoff- und Feuchtebedingungen mittels Mikroorganismen oder Pilzen zu Wasser, Kohlendioxid (CO₂) und Biomasse.

Kartoffelanbau: Chinesische Landwirte, die von nicht kompostierbaren Mulchfolien auf das bioabbaubare Produkt ecovio® umgestiegen sind, konnten ihre Ernteerträge deutlich steigern.

abbaubar“. Der biobasierte Kunststoff ist nicht zwangsläufig auch biologisch abbaubar, sondern aus nachwachsenden Rohstoffen gefertigt. Er kann sogar genauso beständig sein wie herkömmlicher Kunststoff. Dennoch kann Kunststoff aus Erdöl oder Erdgas aber durchaus bioabbaubar sein (siehe Kasten). „Wir sehen einen wach-

senden Bedarf an biobasierten Produkten, den wir mit neuen Technologien und Innovationen adressieren. Zugleich erweitern wir unser Portfolio mit biologisch abbaubaren Materialien“, bestätigt Dr. Carsten Sieden, Leiter der Forschungseinheit Weiße Biotechnologie bei BASF. Noch ist der Marktanteil der Biokunststoffe gering. Sie machen



weniger als ein Prozent der jährlichen globalen Kunststoffproduktion von 300 Millionen Tonnen aus.

Marktdaten des europäischen Branchenverbands European Bioplastics zufolge soll die Zahl in den nächsten Jahren jedoch steil nach oben gehen. Die globale Produktionskapazität von rund 2 Millionen Tonnen (2015) soll sich bis 2019 auf rund 7,8 Millionen Tonnen fast vervierfachen. Den Löwenanteil mit etwa 80 Prozent machen Biokunststoffe aus, die trotz ihrer biobasierten Rohstoffquelle biologisch nicht abbaubar oder kompostierbar sind.

Bioabbaubare Kunststoffe werden unter anderem als Biomüllbeutel und als Mulchfolien in der Landwirtschaft eingesetzt. So zeigt etwa der kompostierbare Kunststoff ecovio® von BASF seine Vorteile in der chinesischen Landwirtschaft. Denn in China wächst sich die traditionelle Technik mit Mulchfolien, die aus nicht abbaubarem Polyethylenkunststoff bestehen, zu einem gravierenden Umweltproblem aus. Zwar hält die Folie die Wärme und Feuchtigkeit fest im Boden und fördert so das Wachstum der Pflanzen. Doch die gesamte Folie bleibt in kleinen, dünnen Fetzen auf den Anbauflächen zurück. Untergepflügt hemmen die Kunststoffteile das Wurzelwachstum und schmälern so



3 Fragen an ... Dr. Nikolaus Raupp

Seit 2013 bietet BASF ihren Kunden die Möglichkeit, gezielt in ihrem Verbundsystem fossile durch nachwachsende Rohstoffe zu ersetzen. Wie das TÜV-SÜD-zertifizierte Biomassenbilanz-Verfahren funktioniert, erklärt BASF-Projektleiter Dr. Nikolaus Raupp.



Das Interesse an der Verwendung nachwachsender Rohstoffe steigt – auch in der chemischen Industrie. Welchen Beitrag kann hier der Biomassenbilanz-Ansatz von BASF leisten?

Nikolaus Raupp: Mit diesem Verfahren können wir in unserem bestehenden Produktionsverbund nachwachsende Rohstoffe einsetzen und einzelnen Produkten rechnerisch zuordnen. Das Prinzip dabei ist ähnlich wie beim Ökostromtarif, bei dem der an die Steckdose gelieferte Strom nicht zwingend aus regenerativer Energie stammt. Entscheidend ist also, dass die Menge nachwachsender Rohstoffe im System insgesamt stimmt. Zudem hat diese Lösung den Vorteil, dass das Produkt verlässlich die gewohnte Qualität bietet. Die Besonderheit dabei ist, dass die für die Fertigung erforderliche Menge an fossilen Rohstoffen durch nachwachsende ersetzt wird.

Je nach Kundenwunsch können bis zu 100 Prozent der eigentlich benötigten fossilen durch nachwachsende Rohstoffe ersetzt werden. Wie können Sie das nachweisen?

Wir können die Rohstoffkette im Produktionsverbund komplett zurückberechnen. Hier

am Standort in Ludwigshafen haben wir auf einer Fläche von zehn Quadratkilometern rund 200 miteinander verbundene Anlagen. Und wir können genau berechnen, was in jeder einzelnen Anlage an verschiedenen Rohstoffen rein- und wieder rausgeht. Kauft ein Kunde eine Tonne massenbilanziertes Produkt, ersetzen wir die entsprechende Menge fossiler durch nachwachsende Rohstoffe. Der TÜV SÜD kontrolliert diese Berechnungen streng. Das Interesse an unserem Biomassenbilanz-Ansatz ist trotz der höheren Rohstoffpreise groß – vor allem im Baubereich, der Möbelindustrie und bei Herstellern von Hygieneprodukten: Mittlerweile sind schon über 40 BASF-Produkte wie Kunststoffe oder aber Superabsorber für Babywindeln nach unserem Ansatz zertifiziert. Und es werden immer mehr. Ein aktuelles

Beispiel ist der Einsatz in Bindemitteln der Marke Acronal®, auf deren Basis der Farberhersteller DAW neue Caparol- und Alpina-Innenfarben in den Markt eingeführt hat.

Nachwachsende Rohstoffe sind ja nicht per se nachhaltig. Welche Standards werden zugrunde gelegt?

Der hier verwendete Standard des TÜV SÜD erfordert, in dem Verfahren nur solche Rohstoffe einzusetzen, die zertifizierte Nachhaltigkeitsanforderungen erfüllen. BASF ist es wichtig, dass ein möglichst hoher Anteil der hier verwendeten Rohstoffe aus organischen Abfällen – etwa aus der Landwirtschaft – gewonnen wird.

den künftigen Ertrag. Landwirte, die auf die bioabbaubaren Mulchfolien aus ecovio umgestiegen sind, konnten ihre Erträge wieder steigern. Dies bestätigen auch groß angelegte Versuche, die BASF seit Jahren zusammen mit lokalen Partnern und Organisationen durchführt. So konnten in einem Versuchsfeld für Kartoffeln in der Provinz Guandong der Ertrag um 18 Prozent gesteigert und zusätzlich die Erntekosten um 11 Prozent gesenkt werden.

Strategien der Politik

Wie können immer mehr Menschen angesichts begrenzter Ressourcen mit Produkten des täglichen Bedarfs wie Nahrung und Energie ausreichend versorgt werden? Von der Bioökonomie erhoffen sich die Politik und die Industrie Antworten auf eine Schlüsselfrage des 21. Jahrhunderts. So haben sich alle G7-Staaten mit entsprechenden Initiativen und teilweise dezidierten Strategien positioniert. Die US-Regie-

rung beispielsweise veröffentlichte 2012 den „National Bioeconomy Blueprint“, der die Erforschung und Kommerzialisierung biologischer Prozesse zu „einem der Haupttreiber der US-Wirtschaft“ erklärt. Im selben Jahr verabschiedete Japan mit seiner „Biomass Industrialisation Strategy“ ebenfalls einen Aktionsplan, in dem sieben Handlungsfelder mit klaren Zeit- und Zielvorgaben definiert wurden. So soll langfristig die Entwicklung neuer Bioraffinerietechnologien sowie neuer biologischer Ressourcen, wie Mikroalgen, vorangetrieben werden. Mittelfristig geht es um neue industrielle Technologien. Kurzfristig steht die Sicherstellung der Energieversorgung auf Biobasis im Vordergrund.

Nicht zuletzt die Europäische Union ist länderübergreifend ein wichtiger Akteur bei dem Paradigmenwechsel. Sie hat vor knapp fünf Jahren einen Strategie- und Maßnahmenplan für eine europäische Bioökonomie vorgelegt. Zwei Jahre

Schon heute haben rund 45 Länder unterschiedliche Strategien für einen teilweisen Umstieg auf ein System mit nachwachsenden Rohstoffen entwickelt.

Reaktor mit Algen, um Biomasse zu erzeugen: Von der Bioökonomie erhoffen sich Politik und Industrie Antworten auf die Ressourcenfrage.

später legte die EU-Kommission 2014 mit dem „Biobased Industries Joint Undertaking“ als zentrales Förderinstrument nach. Rund 70 Unternehmen aus der Land- und Forstwirtschaft, Chemie und Energie sind ebenso wie Technologieanbieter als Industriepartner mit dabei. Addiert kommt eine Summe von rund 3,7 Milliarden € zusammen, die bis 2020 investiert werden soll, um neue biobasierte Produkte und Prozesse zur Marktreife zu entwickeln.

Doch nicht nur die führenden Industrienationen planen den teilweisen Wechsel. Weniger bekannt ist, dass schon heute rund 45 Länder unterschiedliche Strategien für einen partiellen Umstieg auf ein System mit nachwachsenden Rohstoffen und biobasierten Produktionsverfahren entwickelt haben. So werden beispielsweise in Uganda erneuerbare Energien, Biotechnologie und Biomasse gefördert, in Malaysia liegt der Fokus auf dem Umstieg auf biobasierte Produkte.



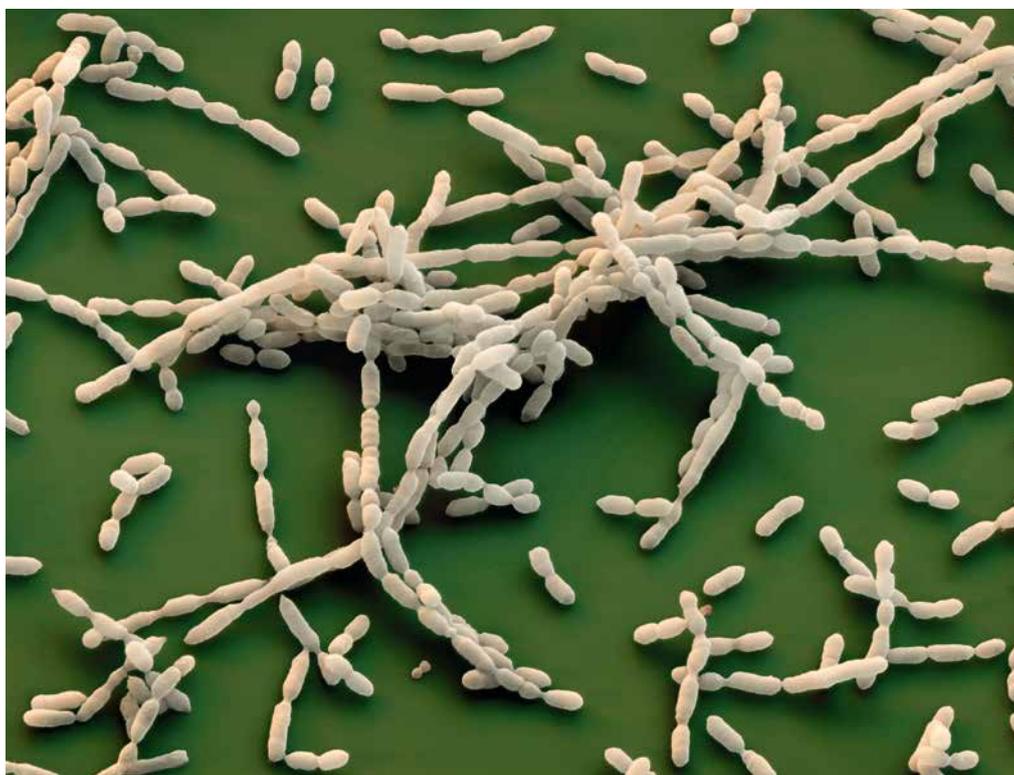
Die Frage nach der Nachhaltigkeit

Ohne kritische Orchestrierung läuft die Hinwendung zur Bioökonomie allerdings nicht ab. Themen wie Nahrungsmittelkonkurrenz, Landnutzung verbunden mit dem entsprechenden Ressourceneinsatz beim Anbau oder auch faire Arbeitsbedingungen spielen in der Debatte um nachwachsende Rohstoffe eine zentrale Rolle. Zurzeit zeichnet sich ab, dass Biomasse der zweiten Generation, deren Rohstoffe nicht essbar sind, zunehmend wichtiger werden – was nicht heißt, dass Raps, Mais und Co. als erste Generation deshalb überholt wären. „Die Bioökonomie und biobasierten Industrien haben das Potenzial, ausreichend Nahrung, Futter, Fasern und andere Materialien bereitzustellen, um den Bedarf zu decken – wenn sie auf die richtige Art weiterentwickelt werden“, sagt Joanna Dupont-Inglis, Direktorin für industrielle Biotechnologie beim Industrieverband EuropaBio. „Eine Antwort, die auf alles passt, gibt es hier nicht. Die Bioökonomie ist unglaublich facettenreich. Unterschiedliche Ausgangsmaterialien sind in unterschiedlichen Regionen für unterschiedliche Anwendungen sinnvoll. Aber eines ist sicher: Wir werden neue Lösungen sehen, die Abfall minimieren und nutzen, wenn er sich nicht vermeiden lässt.“

Nylon aus Holzabfällen, Reifen aus Löwenzahn, Schmierstoffe aus Distelpflanzen – Biomasse der zweiten Generation speist sich überwiegend aus nicht für den Verzehr geeigneten Pflanzen, aus organischen Abfällen und Rückständen. Nach Angaben der Vereinten Nationen entstehen rund um den Globus jährlich allein etwa 5 Milliarden Tonnen an Biomasse in Form von landwirtschaftlichen Nebenprodukten. Diese ließen sich, da sie nicht als Nahrung geeignet sind, als Rohstoff nutzen.

Der Preis muss stimmen

Innovationsschub durch eine Schlüsseltechnologie, bessere Leistung, neue Arbeitsplätze, weniger CO₂-Ausstoß – die Bioökonomie birgt theoretisch großes Potenzial. Trotzdem sollte sie nicht gleich überschätzt werden. „Die Bioökonomie ist keine Wunderlösung für alle unsere Probleme, aber sie kann uns helfen, die größten sozialen und umweltbedingten Herausforderungen in Angriff zu nehmen“, sagt



Mikroskopische Aufnahme des Bakteriums *Basfia succiniciproducens*. Der Mikroorganismus produziert biobasierte Bernsteinsäure. Diese ist ein wichtiger Baustein für bioabbaubare Kunststoffe.

Dupont-Inglis: „Theoretisch können alle 100.000 organischen Chemikalien, die derzeit genutzt werden, aus erneuerbaren Kohlenstoffquellen statt aus fossilem Kohlenstoff hergestellt werden. Aber wir müssen die drei Säulen der Nachhaltigkeit ins Auge fassen, um die Bioökonomie der Zukunft zu entwickeln – und das heißt in jedem einzelnen Fall abzuwägen, was ökologisch, ökonomisch und gesellschaftlich vorteilhaft ist.“ BASF-Forscher Sieden ergänzt: „Ein Hebel, die Bioökonomie voranzubringen, sind ausreichende Mengen zu wettbewerbsfähigen Preisen. Aber vor allem ist eine stärker biobasierte Industrie eine große Chance für Innovationen. Wir wollen in unserem Forschungsnetzwerk dieses Potenzial heben.“ Immer mehr Kunden fragten nach biobasierten Produkten. „Das ist eine große Chance für uns, unsere Rohstoffbasis zu erweitern. Das geht aber nicht von heute auf morgen“, erläutert Sieden. So war mehr als ein halbes Jahrzehnt Forschungs- und Entwicklungsarbeit nötig, um biobasierte Bernsteinsäure – produziert durch das Bakterium *Basfia succiniciproducens* – zu einem

Rüben, Mais & Co. im Tank

Biomasse kann nicht nur als Rohstoff, sondern auch als Treibstoff und Energieträger genutzt werden. So wird Biodiesel aus Pflanzenölen wie Raps-, Soja- oder Palmöl gewonnen, während Bioethanol durch Vergärung des Zuckers von Mais, Rüben oder Zuckerrohr entsteht. Unumstritten ist das nicht, wie die in den vergangenen Jahren unter dem Schlagwort „Tank oder Teller“ geführte Diskussion zeigt. Die Antwort ist eindeutig: Die Lebensmittelproduktion muss Vorrang vor der Energieerzeugung haben. Unter dieser Prämisse behaupten sich Raps, Mais oder Zuckerrüben weiter in der Bioökonomie. Biokraftstoff kann aber auch aus Bioabfällen, Holz, Stroh oder Algen hergestellt werden. Doch diese Verfahren der zweiten und dritten Generation befinden sich meist noch in der Entwicklungsphase.

kommerziellen Produkt zu machen. Sie ist ein wichtiger Baustein für bioabbaubare Kunststoffe, Lacke und Polyurethane, aus denen Matratzen, Fußböden oder Autositze hergestellt werden können. Succinity, das Joint Venture von BASF und dem niederländischen Unternehmen Corbion, betreibt seit 2014 im spanischen Montmelo eine Anlage mit einer Jahreskapazität von 10.000 Tonnen biobasierter Bernsteinsäure für den Weltmarkt.

Die Frage ausreichender Mengen ist auch für IKEA-Manager Puneet Trehan eine der zentralen Herausforderungen. Deutliche Fortschritte sieht er für seine Branche aber bereits in der Kostenfrage. „Unsere Erfahrungen zeigen: Wenn die Wertschöpfungskette in einer Partnerschaft richtig ausgelegt ist, sind die Kosten durchaus konkurrenzfähig.“ Wichtig sei vor allem eines: „Man braucht Partner, die sich demselben Ziel verschrieben haben.“ Business as usual ist in der Welt der Bioökonomie keine Option. „Was wir momentan überall erleben, ist so etwas wie eine industrielle Evolution“, sagt Joanna Dupont-Inglis. „Erneuerbare und ressourceneffiziente biobasierte Lösungen zu finden – das wird zu noch nie dagewesenen Formen der Zusammenarbeit quer durch die verschiedensten Industrien und Bereiche führen.“ ■

Nachwachsende Rohstoffe im Einsatz

Es muss nicht immer Erdöl sein. Wir zeigen, wo schon heute Produkte, die ganz oder teilweise aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen, ihren festen Platz in unserem Alltag haben – oder in Zukunft noch finden könnten.

Sportbekleidung und Unterwäsche

Traubenzucker ist nicht nur für den schnellen Energiekick gut. BASF ist es gelungen, aus Dextrose ein Vorprodukt zu entwickeln, mit dem elastische Textilfasern wie Elastan und Spandex hergestellt werden können.

Innenraumablagen

Tequila im Auto? Zumindest die Reste wären möglich. Auf der Suche nach nachwachsenden Rohstoffen ist Ford auf den Tequilahersteller Jose Cuervo gestoßen. Gemeinsam testeten sie die Haltbarkeit und Wärmebeständigkeit von Agavefasern. Diese fallen als Nebenprodukt bei der Tequilaproduktion an. In Zukunft könnte daraus eine Komponente für einen leichten Verbundkunststoff für Kabelbäume oder Ablagen entstehen.



Dachrahmen im Auto

Flachs, Hanf, Sisal oder Baumwolle finden als naturfaserverstärkte Kunststoffe immer häufiger ihren Weg ins Auto. Die neue E-Klasse von Mercedes wartet mit dem weltweit ersten Dachrahmen auf, der komplett aus Naturfasern besteht. Für eine stabile Form sorgt das wasserbasierte Bindemittel Acrodur® 950 L von BASF. Der neuartige Rahmen ist etwa 40 Prozent leichter als ein vergleichbarer aus Metall.

Ledersessel

Eigentlich schützen Bitterstoffe die Olivenblätter vor Fressfeinden. Sie können aber auch zur Ledergerbung eingesetzt werden und eine biologisch abbaubare Alternative zu herkömmlichen Gerbmitteln sein.

Wasch- und Reinigungsmittel

Enzyme wie Proteasen oder Lipasen helfen, Verschmutzungen zu entfernen. Die Protease Lavergy™ Pro von BASF für Flüssigwaschmittel reinigt bereits bei niedrigen Waschttemperaturen und kurzen Waschzyklen effektiv.

Schuhsohlen und -absätze

Der älteste Werkstoff wird visionär: Gemischt mit feinen Naturfasern, Fasern aus Flachs oder Hanf, wird aus dem Holzstoff Lignin sogenanntes „Flüssigholz“. Erhitzt und weiterverarbeitet, findet es sich in Schuhsohlen und -absätzen, aber auch in Lautsprecher- und Uhrgehäusen. Etwa 50 Millionen Tonnen Lignin fallen jährlich weltweit als Reste in der Papierindustrie an.



Körperpflege- und Kosmetikprodukte

Das Öl aus der Palmfrucht, das Palmöl, ist das weltweit am weitesten verbreitete Pflanzenöl und ein wichtiges Nahrungsmittel. Aus den Palmkernen wird zudem Palmkernöl gewonnen. Dieses dient unter anderem als Rohstoff zur Herstellung von Inhaltsstoffen für Körperpflege- und Kosmetikprodukte, wie etwa Shampoo. Ölpalmen produzieren pro Hektar höhere Erträge als jede andere Ölf Frucht. Allerdings stehen Palmölplantagen mit Blick auf die Abholzung von Tropenwäldern und den Verlust der Artenvielfalt in der öffentlichen Kritik. Aus diesem Grund verpflichten sich immer mehr Unternehmen wie auch BASF, Palmöl und Palmkernöl nur noch aus zertifizierten Quellen zu kaufen.

Mülleimer

Produkte aus Biokunststoffen sind aus Küchen nicht mehr wegzudenken, seien es biologisch abbaubare Müllbeutel, Kaffeekapseln oder Schaumstoffverpackungen. Als Basis dient meist Biomasse aus Stärke, Zucker und Cellulose. Daraus können die Grundchemikalien gewonnen werden. Das zertifizierte kompostierbare Polymer ecovio® von BASF besteht unter anderem aus Polymilchsäure, die aus Mais oder Maniok gewonnen wird.





1

Nematoden sind für den Pflanzenschutz ideal. Sie dringen aktiv in Schädlinge wie Schnecken, Rüsselkäfer oder Raupen ein und fressen sie auf.



2

(1) Standortleiter Mark Downing (links) und Fermentationsleiter Tom Goddard besprechen die Wartung der Fermentertanks.

(2) Petrischalen mit Kulturen symbiotischer Bakterien (siehe Infokasten auf Seite 18): Sie kommen von Natur aus im Darm der Nematoden vor. Doch im Labor wird der Natur ein wenig auf die Sprünge geholfen und die Bakterien werden in den Behälter gegeben, in dem die Nematoden gezüchtet werden.

Pflanzenschutz mit der Natur

Es gibt viele Wege, die Natur im biologischen Pflanzenschutz einzusetzen. Wir werfen einen Blick in eine BASF-Produktionsstätte, in der Nematoden gezüchtet werden – winzige Würmer, die im Pflanzenschutz verwendet werden können, um eine Vielzahl an Schädlingen in Schach zu halten.

Man hat nicht jeden Tag die Gelegenheit, einen Blick in einen riesigen, mit acht Billionen winzigen Würmern gefüllten Tank zu werfen. Die besagten Würmer sind nützliche Nematoden, die an einem der BASF-Standorte für Pflanzenschutz gezüchtet werden, um sie als biologisches Pflanzenschutzmittel zu verkaufen. Nematoden sind für den Pflanzenschutz bestens geeignet. Sie spüren aktiv Schädlinge wie Schnecken, Rüsselkäfer oder Raupen auf, dringen in sie ein und fressen sie auf. Der Standort befindet sich seit über 30 Jahren in Littlehampton an der englischen Südküste und ist mittlerweile die größte Produktionsstätte für Nematoden weltweit.

Standortleiter Mark Downing hat ein Team von 35 Beschäftigten. „Uns geht es nicht darum, chemische Pflanzenschutzmittel zu ersetzen. Der Markt verlangt nach beidem“, sagt er. „Doch aufgrund der wachsenden Nachfrage nach ökologischer Erzeugung und zunehmend strengerer Vorschriften etablieren wir uns gerade.“ Zu Downing gesellen sich Fermentationsleiter Tom Goddard und die Rezeptur- und Verpackungswissenschaftlerin Sarah James, PhD, für einen Rundgang durch die Produktionshalle.

Der erste Raum ist mit glänzenden zylindrischen Tanks und einer erstaunlichen Ansammlung an Rohren gefüllt, die sich durch das gesamte Gebäude schlängeln. Das Verfahren beginnt damit, die Nematoden durch ein Insekt zu schleusen. „Dadurch ermitteln wir ihre Effizienz“,



3



4



5

(3) Durch das Belüften der Nematoden kann viel Schaum entstehen, der entfernt werden muss. Tom Goddard kontrolliert die Schaummengen in „El Gordo“, dem maßgeschneiderten rund zwölf Meter hohen 102.000-Liter-Fermenter.

(4) Jede Nematodencharge beginnt in einer Flaschenkultur. Diese Kulturen werden anschließend für eine Ansiedlung in kleineren Fermentergefäßen benutzt.

(5) Fermentationstechniker Raj Ganthaji überprüft die Anzahl der Bakterien im Nematodenprodukt.



erklärt Goddard. Nur die Nematoden, die Wirtinsekten töten, werden verwendet. Sie werden in eine Flasche übergesiedelt und dort gefüttert. Anschließend werden sie in kleinere Tanks umgesetzt. Das Verfahren wird auf immer größere Behälter ausgeweitet, bis sich die Zahl der Nematoden von ein paar tausend auf Billionen erhöht hat.

Der Lebenszyklus eines Nematoden unterteilt sich in fünf Stadien. Auf den Markt kommen infektiöse Jungorganismen – dies ist die einzige Phase, in der sie außerhalb eines Wirts überleben können. Zurzeit werden am Standort sechs verschiedene Arten von Nematoden zur Bekämpfung verschiedener Schädlingsarten gezüchtet. Einige sind bestens dafür geeignet, Pilzmücken, Kleine Kohlfliegen und Kalifornische Blütenthrips im Garten-

Was ist ein Nematode?

Nematoden sind mehrzellige, etwa 1 Millimeter lange Würmer. Sie leben in der Erde und anderen Lebensräumen an Land und im Wasser. Jede Art hat eigene symbiotische Bakterien, die in ihrem Darm leben. Wenn ein Nematode in einen Schädling eindringt, sondert er die Bakterien ab, die anschließend den Wirt verdauen. Das dabei entstandene Material hat eine charakteristische Farbe – von leuchtendem Gelb bis zu Rostrot. Anhand der Farbe kann man die Art bestimmen. Nematoden finden ihre Nahrung durch „Chemotaxis“ – ihre Bewegungsrichtung erfolgt als Antwort auf einen chemischen Reiz. Nachdem sie ihren Wirt aufgefressen haben, suchen sie weiter nach Nahrung, können aber bis zu zehn Tage ohne diese überleben. Man kennt fast 20.000 Nematodenarten; Schätzungen zufolge gibt es noch viel mehr.

(6) Sarah James, PhD, zählt, wie viele Nematoden in einem Gramm des Produkts enthalten sind.

(7) Qualitätskontrolle: Eine biologische Probe wird untersucht, um die Wirksamkeit von Nematoden zu überprüfen.

(8) Mit einem vergrößerten Bild der Nematoden auf dem Computermonitor wird kontrolliert, welche Lebensphase sie erreicht haben.



und Gemüseanbau zu bekämpfen. Andere ermöglichen es, Schnecken, Apfelwickler und Malaiische Palmrüssler in Schach zu halten. BASF arbeitet mit lokalen und internationalen Forschern an der Entdeckung neuer, potenziell nützlicher Arten von Nematoden.

Im Zentrum der Produktionsstätte steht „El Gordo“ – spanisch für „der Dicke“. Es handelt sich um einen rund zwölf Meter hohen Behälter mit 102.000 Liter Fassungsvermögen. Er wird verwendet, um die Art *Steinernema feltiae* zu züchten, die unter dem Markennamen Nemasys® vertrieben wird. „Das ist unser Verkaufsschlager“, so Goddard. „Wir verkaufen jedes Jahr Billionen dieser Nematoden.“

Wenn die Nematoden das richtige Reifestadium erreicht haben, werden sie mit einer speziellen Rezeptur vermischt und in einen Behälter verpackt, der aussieht wie eine Schale für Mikrowellengerichte. Goddard zeigt zwei Packungen, die mehr als 1,5 Milliarden Nematoden enthalten und in Florida/USA Schädlinge bekämpfen sollen, die dort Orangenhaine bedrohen. „Damit werden etwa sechs Hektar abgedeckt, das entspricht ungefähr neun Fußballplätzen. Das Material wird in einem Tank mit Wasser verdünnt und dann auf die Pflanzen gesprüht“, führt er aus.

James arbeitet im Rezeptur- und Verpackungslabor daran, Probleme wie beispielsweise die Überhitzung zu lösen. Die Hitze entsteht durch den Stoffwechsel der Nematoden bei ihrer Nahrungsaufnahme. Da ein Tank bis zu 200.000 Nematoden pro Milliliter enthält, kann dies für Schwierigkeiten sorgen. Sie zeigt drei Container mit neuen Rezepturen, die sie zu Testzwecken gemischt hat, um herauszufinden, wodurch die Haltbarkeit des lebendigen Produkts verbessert werden kann. James war gerade dabei, ihre Promotion abzuschließen, als sie bei BASF angefangen hat. „Ich habe Wege erforscht, wie man die Natur gegen sich selbst einsetzen kann. Ich mag die Idee, mit einem natürlichen Räuber Schädlinge zu bekämpfen“, erläutert sie. Das Nemasys-Produkt tötet in der Regel 60 bis 80 Prozent der Schädlinge auf den Pflanzen.

„Der Markt für Nematoden war anfangs klein, wächst aber mit jedem Jahr“, meint Downing. „Wir glauben, dass wir die Technologie der Zukunft bereitstellen.“ ■



9



10

„Der Markt für Nematoden war anfangs klein, wächst aber mit jedem Jahr.“

Mark Downing, Standortleiter

(9) Mark Downing (rechts) und Tom Goddard untersuchen im Labor eine Schale mit Bakterien.

(10) Die Nematoden werden in Schalen mit einem mikroperforierten Folienendeckel verschlossen, der genug Sauerstoff durchlässt, um sie am Leben zu halten. Das Produkt hat eine teigartige, offene Struktur, so dass Luft eindringen kann.

(11) Roxana Halalau (links) und Kristina Bandzinaite verpacken das Produkt. In jeder Schale befinden sich etwa 1,5 Milliarden Nematoden.



11

Wirtschaften im Kreislaufmodell: Eine visionäre Strategie?

Eine Welt mit begrenzten Ressourcen benötigt neue Wirtschaftsmodelle. Die Idee des Wirtschaftens im Kreislauf (Fachbegriff: Circular Economy) gewinnt an Bedeutung. Was versteht man unter dem Begriff und wie funktioniert das Ganze?

Klimawandel, Bevölkerungswachstum und begrenzte Ressourcen stellen weltweit eine Herausforderung dar. Die Bioökonomie (siehe Titelgeschichte ab Seite 6) ist Teil des größeren, gesamtheitlichen Konzepts der Kreislaufwirtschaft. Diese zielt darauf ab, unsere Lebensweise so zu verändern, dass wir die Ressourcen unseres Planeten nicht erschöpfen.

Die Grundidee besteht darin, mit innovativen Geschäftsmodellen das Wachstum vom Ressourcenabbau zu entkoppeln. Eine Entwicklung weg von einer linearen Wegwerfgesellschaft hin zu einer kreislauforientierteren Herangehensweise bei Produktion und Verbrauch: Das könnte der größte wirtschaftliche Wandel seit der industriellen Revolution sein. „Das lineare Modell, das in der Vergangenheit erfolgreich Wachstum generiert hat, ist für den

weiteren Fortschritt nicht länger brauchbar“, sagt Jennifer Gerholdt, Leiterin des Umweltprogramms im Corporate Citizenship Center der U. S. Chamber of Commerce Foundation. Sie geht davon aus, dass Unternehmen das Wirtschaften im Kreislaufmodell als Chance sehen, Innovation nachhaltig voranzutreiben.

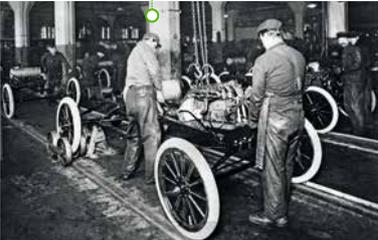
Ziel des Wirtschaftens im Kreislauf ist es, durch effiziente Verfahren wie Abfallvermeidung, Wiederverwertung, Reparatur, Wiederaufarbeitung und Recycling weniger Ressourcen zu verwenden. Das Modell konzentriert sich vorwiegend auf den Materialkreislauf und stützt sich auf Energie aus erneuerbaren Quellen. Es ist auf lange Haltbarkeit ausgerichtet und stellt sicher, dass technische Erzeugnisse so lange wie nötig funktionsfähig bleiben, sich leicht instandhalten lassen und einen hohen Wiederverkaufswert haben. Zudem ist das Modell so konzipiert, dass Produkte und ihre

Komponenten auseinandergelöst werden können und man sie reparieren, wiederaufbereiten und als Ausgangsmaterial für einen weiteren Herstellungsprozess einsetzen kann.

Durch „industrielle Symbiose“ werden Nebenprodukte aus einem industriellen Verfahren zum Ausgangsmaterial für ein anderes. BASF hat diese Idee seit der Geburtsstunde des Unternehmens im Jahr 1865 verinnerlicht. „Der BASF-Verbund ist auf die effiziente Nutzung von Energie und Ressourcen ausgelegt. Überschüssige Wärme in einer Produktionsanlage kann als Energie in anderen Anlagen weiterverwendet werden. Abgase oder Nebenprodukte aus einem Betrieb dienen als Rohstoff für einen anderen. So können wir Emissionen und Abfälle vermindern und gleichzeitig Ressourcen sparen“, erklärt Dr. Uwe Liebelt, President European Site and Verbund Management bei BASF.

Eine weitere Säule des Wirtschaftens im Kreislaufmodell wächst

Den Kreis schließen – Ansätze der Kreislaufwirtschaft von damals bis heute

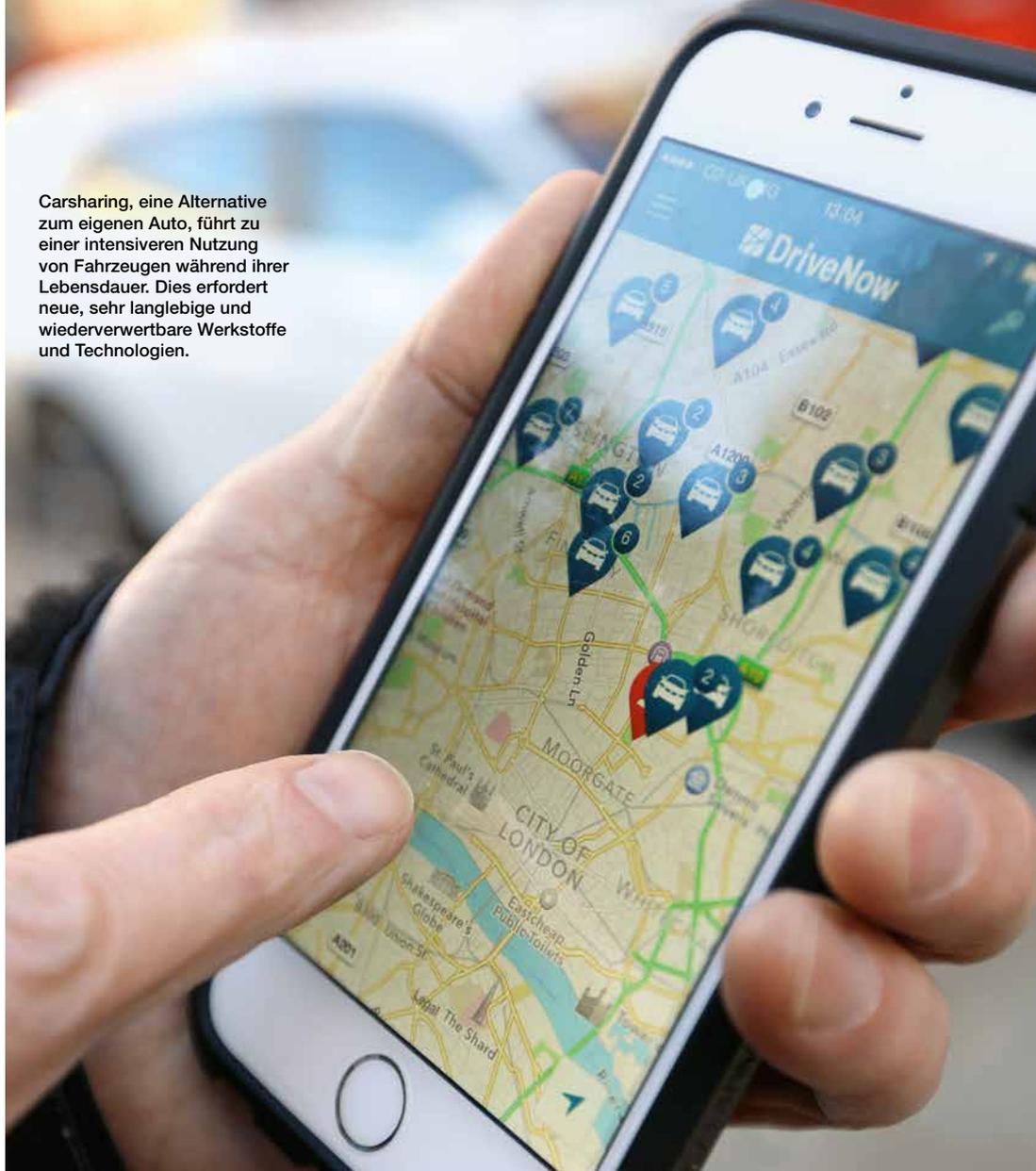
Vorindustrielles Zeitalter	Kleinbäuerliche Landwirtschaft	Industrielle Revolution	Wegwerfgesellschaft	Dienstleistungsgesellschaft	Industrielle Ökologie
<p>Von Jägern und Sammlern bis hin zu Weltreichen – schon immer hatten Menschen den Antrieb, Dinge herzustellen, zu nutzen und dadurch Wert zu schaffen. Dies war eng mit der Verfügbarkeit natürlicher Ressourcen und Arbeitskraft verknüpft. Doch da die Produkte damals biologisch abbaubar waren, gab es keinen Abfall im heutigen Sinne.</p> 	<p>Landwirtschaft für den Eigenbedarf war über viele Jahrhunderte hinweg die Norm. Landwirte bauten genug an, um ihre Familien zu ernähren, und nutzten ihre Ressourcen nachhaltig.</p>	<p>Effiziente, automatisierte Fabriksysteme führten zur Massenproduktion immer günstigerer Waren, wodurch die Entstehung einer globalen Wirtschaft beschleunigt wurde. Im wachsenden Wettbewerb suchten die Unternehmen nach Wegen, ihre Produkte immer effizienter herzustellen.</p> 	 <p>1932 wurde als Lösung für die US-Wirtschaftskrise vorgeschlagen, den Verbrauch durch die sogenannte „geplante Obsoleszenz“ anzukurbeln. Der Beginn des „Plastikzeitalters“ in den 50er Jahren führte zu einer wachsenden Abhängigkeit vom Erdöl und zunehmenden Abfallproblemen.</p>	 <p>Walter Stahel gründete 1982 das Institut für Produktdauerforschung in Genf/Schweiz. Er argumentierte, dass die Verlängerung der Lebensdauer von Gütern Arbeitsplätze schafft, Energie spart und Abfälle vermeidet. In seinem Handlungsmodell werden aus Verbrauchern Nutzer, die keine Produkte, sondern Dienstleistungen kaufen.</p>	<p>Dieses Wachstumsfeld, das von dem US-Wissenschaftler Professor Thomas Graedel Mitte der 90er Jahre entwickelt wurde, befasst sich mit den Energie- und Materialströmen in komplexen menschengemachten und natürlichen Systemen sowie mit der Frage, wie wirtschaftliche, politische, regulatorische und soziale Einflüsse diese möglicherweise verändern können.</p> 

schnell: die neue „Dienstleistungsgesellschaft“, in der das Leihen und Leasen das Besitzen ersetzt und aus Verbrauchern Nutzer werden. Zum Beispiel wird die Verlagerung von individuellem Eigentum hin zum Carsharing zu einer intensiveren Nutzung von Autos während ihrer Lebensdauer führen. Dies macht neue, sehr langlebige und wiederverwertbare Werkstoffe und Technologien erforderlich. Innovationen aus der Chemie sind entscheidend, um dieses Ziel zu erreichen.

Laut Schätzung der Ellen MacArthur Foundation, die den Übergang zur Kreislaufwirtschaft unterstützen und beschleunigen will, werden durch diese Ideen bis 2025 jährlich Materialien in einem Wert von mindestens 1 Billion \$ gespart. Außerdem werden durch die Wiederaufbereitung und das Recycling von Produkten neue Arbeitsplätze geschaffen.

Das Wirtschaften im Kreislaufmodell hat das strategische Potenzial, so wenig Ressourcen wie nur möglich zu verwenden und gleichzeitig das Wachstum zu fördern. Daher wird es zurzeit von einigen der weltweit führenden Unternehmen und regionalen Volkswirtschaften schnell umgesetzt. Für Gerholdt ist diese Art des Wirtschaftens im 21. Jahrhundert schlicht und ergreifend die „neue Realität“. ■

Carsharing, eine Alternative zum eigenen Auto, führt zu einer intensiveren Nutzung von Fahrzeugen während ihrer Lebensdauer. Dies erfordert neue, sehr langlebige und wiederverwertbare Werkstoffe und Technologien.



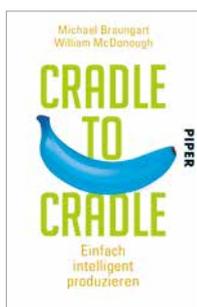
Cradle to Cradle¹

Projekt Mainstream

Weltordnungspolitik

Globale Herausforderungen

Zukunftsorientiertes Denken



Das 2002 erschienene Buch „Cradle to Cradle: Einfach intelligent produzieren“ des deutschen Chemikers Professor Michael Braungart und des US-Architekten William McDonough fordert Produktentwickler dazu auf, den Umwelteinfluss eines Produkts während seiner gesamten Lebensdauer zu berücksichtigen.

Internationale Unternehmen, die mit Organisationen wie dem Weltwirtschaftsforum und der Ellen MacArthur Foundation zusammenarbeiten, wollen für eine stärkere Verbreitung der Kreislaufwirtschaft sorgen und gehen daher Herausforderungen an, die für einzelne Firmen zu groß oder zu komplex sind.



2007 hat China den Übergang zum Wirtschaften im Kreislaufmodell zum übergreifenden Ziel erklärt, und auch in Japan, Südkorea, Frankreich, Schottland, Kanada sowie in Skandinavien gibt es entsprechende Initiativen. 2015 hat die EU „Closing the Loop“ (deutsch: den Kreis schließen) zu einer wichtigen politischen Leitlinie im größten Wirtschaftsraum der Welt gemacht.



Jedes Jahr verbrauchen wir 1,5-mal die natürlichen Ressourcen der Erde. Die Weltbevölkerung dürfte bis 2050 auf fast zehn Milliarden Menschen steigen und die globale Durchschnittstemperatur wird Prognosen zufolge in den nächsten 100 Jahren um 3 Grad Celsius ansteigen.



Welche Ideen werden den Weg zur Entwicklung neuer Industrien und Technologien weisen, mit denen wir im Rahmen der Möglichkeiten unseres Planeten leben können, ohne das Wachstum zu beschränken?

Die Vision vom Kreislauf im Osten

Die chinesische Wirtschaft wächst – daher ist für uns alle wichtig, wie das Land mit dem Wirtschaften im Kreislaufmodell umgehen wird. Nach Auffassung von Professor Du Huanzheng, dem landesweit führenden Verfechter dieser Idee, hat China bei diesem neuen Wirtschaftsmodell einiges zu lernen, aber auch eine Menge weiterzugeben.

Creating Chemistry: Wie definieren Sie das Wirtschaften im Kreislaufmodell?

Professor Du Huanzheng: In einer linearen Wirtschaft verläuft der Prozess von den Rohstoffen, über die Produkte bis zum Abfall. Kreislaufwirtschaft verläuft im Kreis – von den Rohstoffen zu den Produkten und dann zurück zu erneuerbaren Ressourcen. Wir gehen hier in China einen Schritt weiter und betrachten Kreislaufwirtschaft als neues Wirtschaftsmodell, das sowohl unsere Produktionsmethoden als auch unsere Lebensweise verändert. Es besteht seit jeher eine Tradition der Massenproduktion, des Massenverbrauchs und des Massenabfalls.

Was wir jetzt brauchen, sind ein neues ökologisches Konzept zu Beginn der Herstellung, eine umweltfreundliche Produktion, die wiederverwertbare und biologisch abbaubare Produkte umfasst, und ein verantwortungsvolles Konsum- und Recyclingverhalten – alles mit dem obersten Ziel einer nachhaltigen Entwicklung der menschlichen Gesellschaft.

Wie wurde zum ersten Mal Ihr persönliches Interesse am Thema Kreislaufwirtschaft geweckt?

1985 bin ich mit einigen Studenten in eine Kleinstadt in der Nähe von Wenzhou gefahren, einem der größten Produktionsstandorte für Niederspannungselektrogeräte in China.

Dort wurden alte Transformatoren aus ganz China gesammelt und die noch nutzbaren neu lackiert und wieder verkauft. Den übrigen Geräten hat man die Bleche aus Siliziumstahl entnommen und daraus neue, kleinere Transformatoren hergestellt. So wollte man in China in den 80er Jahren Abfall vermeiden und das Problem knapper Ressourcen angehen. Anfang des 21. Jahrhunderts haben wir dann begonnen, über die Umweltauswirkungen der Wiederverwertung von Ressourcen nachzudenken. Im Gegensatz dazu stand in Deutschland und Japan der Umweltschutz am Anfang aller Überlegungen, und inzwischen widmet man sich auch dem Ressourcenproblem.

Professor Du Huanzheng

Professor Du Huanzheng ist Direktor des Circular Economy Research Institute der renommierten chinesischen Tongji-Universität seit dessen Gründung im Jahr 2014. Er ist außerdem stellvertretender Direktor des Center for Chinese Circular Economic Assessment and Environmental Forecast der einflussreichen Chinesischen Akademie der Sozialwissenschaften (CASS). 2005 hat er die Yangtze River Delta Research Academy of Circular Economy, eine der ersten Forschungseinrichtungen für Kreislaufwirtschaft in China, gegründet.



In China konzentriert sich ein Großteil der Industrie in Gewerbeparks. Ein Beispiel dafür ist die integrierte Produktion des BASF-YPC-Verbundstandorts in Nanjing. Dessen Effizienz verdeutlicht das Potenzial des Wirtschaftens im Kreislaufmodell für die chemische Industrie in China.

„In China betrachten wir die Kreislaufwirtschaft als neues Wirtschaftsmodell, das sowohl unsere Produktionsmethoden als auch unsere Lebensweise verändert.“



Welche Aspekte des Wirtschaftens im Kreislaufmodell werden aus chinesischer Sicht am dringendsten gebraucht?

Um den Änderungsprozess in die richtigen Bahnen zu lenken, müssen die Entscheider umdenken. Die Zentralregierung hat dies bereits getan. Nun muss die politische Führung auf lokaler Ebene folgen. China hat sich in den letzten 30 Jahren so rasant entwickelt, weil auf Grundlage des Bruttoinlandsprodukts (BIP) die Entscheider in kleinen Landkreisen zu Bürgermeister größerer Städte und die Bürgermeister zu Vizegouverneuren ganzer Provinzen befördert worden sind. Doch dies hat zu einer Verschwendung von Ressourcen geführt. Baumaßnahmen schaffen BIP, Abrissarbeiten ebenso. Wir müssen eine neue Bewertungs-

methode für Menschen in Führungspositionen nach dem Prinzip der „Ressourcenproduktivität“ anwenden, bei dem das BIP ins Verhältnis zum Verbrauch der wichtigsten Ressourcen gesetzt wird. In China versteht man darunter die 13 am meisten verwendeten Rohstoffe, darunter zum Beispiel Kohle, Stahl und Kupfer.

China hat ehrgeizige Pläne zur Förderung des Wirtschaftens im Kreislaufmodell bekanntgegeben und diese im jüngsten Fünfjahresplan des Landes festgeschrieben. Das ist sowohl bewundernswert als auch überraschend. Warum macht sich China, das die westlichen Volkswirtschaften noch nicht ganz eingeholt hat, diese Ideen bereits zu eigen?

„Im Westen hat die Industrialisierung fast 200 Jahre in Anspruch genommen. Hier in China mussten wir diese Entwicklung in einer deutlich kürzeren Zeitspanne vollziehen.“

Im Westen hat die Industrialisierung fast 200 Jahre in Anspruch genommen. Hier in China mussten wir diese Entwicklung in einer deutlich kürzeren Zeitspanne von nur drei Jahrzehnten vollziehen und dabei nicht nur die Probleme lösen, mit denen Industrieländer konfrontiert sind, sondern auch die von Entwicklungsländern. Als verantwortungsvolle Weltmacht sollte China eine Führungsrolle in der globalen nachhaltigen Entwicklung spielen, indem wir bei der Wind- und Sonnenenergie und anderen sauberen Energien eine Spitzenposition einnehmen. Wir wollen einen Weg finden, einen großen Entwicklungssprung zu machen, der anderen aufstrebenden Ländern als Beispiel dienen kann.

China ist zwar sehr gut bei der Planung und der Formulierung von Zielen, scheint sich aber eher schwer damit zu tun, diese auch umzusetzen. In vielen Städten existiert nicht einmal die einfachste Mülltrennung oder ein grundlegendes Hausmüllrecycling. Was unternehmen Sie dagegen?

Das ist ein großes Problem. Wir haben im Jahr 2000 mit einem Pilotprogramm zur Mülltrennung in acht Städten begonnen, darunter Peking und Schanghai. Sechzehn Jahre später haben wir damit immer noch keinen Erfolg. Es gibt immer eine Handlungsaufforderung der Regierung, dann wird ein Dokument veröffentlicht, anschließend berichten die Medien darüber und dann tauchen Entscheidungsträger auf. Doch es gibt keinen langfristigen Mechanismus. Wir arbeiten nun an einer Systemlösung für kommunale Abfälle in Guangzhou, die unter anderem eine anfängliche Mülltrennung, -abfuhr und -sortierung vorsieht, gefolgt von einer Klassifizierung und Beseitigung je nach Kategorie. Sobald wir das System etabliert haben, werden wir Unternehmen aus der Privatwirtschaft dazu einladen, sich daran zu beteiligen und es nachhaltig zu gestalten.



Mitarbeiter zerlegen Elektroschrott in einer Abfallwiederverwertungsanlage in Wuhan in der Provinz Hubei. Die Kunststoffteile werden für die Produktion von Holz-Faser-Verbundwerkstoffen wiederverwertet.



Damit Wirtschaften im Kreislaufmodell gut funktioniert, müssen die Partner entlang der Wertschöpfungskette eng zusammenarbeiten, um Lösungen zu entwickeln und umzusetzen. Wie unterstützt China eine solche Kooperation?

Die Kreislaufwirtschaft löst sowohl Umwelt- als auch Ressourcenprobleme. Umweltprobleme sind eine öffentliche Angelegenheit. Das Ressourcenproblem hingegen muss vom Markt gelöst werden. Das Wiederverwerten von Ressourcen lässt sich nur durch Zusammenarbeit zwischen Regierung und Wirtschaft erreichen. Wenn wir zum Beispiel gebrauchte Milchpackungen oder Glasabfall wiederverwerten wollen, kann die Regierung durch die Subventionierung von Abfällen mit niedriger Wertschöpfung oder durch Lösungen, die die Produzenten stärker in die Pflicht nehmen, den fehlenden Teil der Wertschöpfungskette ergänzen.

Die Anstrengungen Chinas beim Umweltschutz gehen ohne Zweifel nicht nur das Land selbst an,

sondern haben Auswirkungen auf die ganze Welt. Gibt es genug internationale Kooperation?

Wir sind der festen Überzeugung, dass wir internationale Kooperation brauchen, um das Wirtschaften im Kreislaufmodell zu fördern. Wir müssen von anderen Ländern lernen, die Welt aber auch an unseren erfolgreichen Fallstudien teilhaben lassen. Deshalb haben wir zahlreiche internationale Plattformen zur Zusammenarbeit mit wichtigen Industrienationen, den USA, Japan und Europa, geschaffen. Das Programm Eco-Partnerships zwischen den USA und China im Rahmen des strategischen und wirtschaftlichen Dialogs der beiden Länder ist eine dieser Plattformen und hat bisher 42 Umweltpartnerschaften hervorgebracht. Die Forschungseinrichtung Yangtze River Delta Research Academy of Circular Economy, der ich als Direktor vorstehe, hat sich mit der Coca-Cola Company zusammengetan, um die Herstellung umweltfreundlicher Flaschen aus Abfällen der regionalen Landwirtschaft statt aus erdölbasierten Materialien zu fördern. Wir

Professor Du Huanzheng läuft am südwestlichen Studentenwohnheim vorbei, einem der ältesten Gebäude auf dem Campus der chinesischen Tongji-Universität in Shanghai.

„Ich bin der festen Überzeugung, dass unter der Führung von Regierungen, mit der Beteiligung der Öffentlichkeit und bei Umsetzung durch Privatunternehmen der Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft in China und weltweit möglich ist.“

haben mit Japan am Recycling kommunalen Abfalls gearbeitet und ein Projekt mit Deutschland zur Wiederverwertung von Batterien ins Leben gerufen. Wir organisieren außerdem jährliche Schulungen zur Kreislaufwirtschaft in Entwicklungsländern, um die Erkenntnisse aus erfolgreichen Fallstudien weiterzugeben.

Wenn Sie in die Zukunft blicken, sind Sie dann zuversichtlich, dass der Übergang zum Wirtschaften im Kreislaufmodell erreicht wird?

Ich denke, dass wir uns unbedingt in diese Richtung bewegen müssen, damit die Menschheit nachhaltig existieren und sich weiterentwickeln kann. Ich bin der festen Überzeugung, dass unter der Führung von Regierungen, mit der Beteiligung der Öffentlichkeit und bei Umsetzung durch Privatunternehmen der Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft in China und weltweit möglich ist. ■

Neuentdeckungen

Erfindergeist ist gefragt. In dieser Rubrik stellen wir inspirierende Innovationen vor, die unseren Alltag erleichtern und zugleich für mehr Nachhaltigkeit sorgen.



Klare Töne

Rattert ein Zug vorbei, versteht man bei Bahnhofs-durchsagen oft nur noch Bruchteile. Forscher des Fraunhofer-Instituts für Digitale Medientechnologie (IDMT) in Oldenburg haben eine Software entwickelt, die die Verständlichkeit von Sprache deutlich verbessert – bei Lautsprecherdurchsagen ebenso wie bei den Stimmen von Referenten auf Konferenzen oder bei Gesprächen über Mobiltelefone. Ihr Trick: Der Umgebungslärm wird über ein Mikrofon analysiert und die Sprache in Echtzeit daran angepasst. Die Stimme einfach nur lauter zu machen, reicht nicht aus: Algorithmen gewichten die Tonhöhen und verstärken jene, die durch die Umgebungsgeräusche besonders gestört werden. Zusätzlich werden laute Anteile gezielt gedämpft, leise Anteile verstärkt. Damit man immer versteht, wie es mit der Zugverbindung weitergeht.

www.idmt.fraunhofer.de



Wie Kunststoffperlen die Betriebskosten beim Waschen senken

Unsere tägliche Wäsche verbraucht große Mengen Wasser und Energie. Das Start-up-Unternehmen Xeros in Großbritannien hat Pionierarbeit geleistet und eine bahnbrechende Lösung entwickelt, die Einsparpotenziale nutzt und Qualitätsverbesserungen bei der Wäsche erzielt. Xeros verwendet Waschperlen auf Polymerbasis mit einem Durchmesser von 4 bis 6 Millimetern, die große Teile des benötigten Wassers ersetzen: In einer gewerblich genutzten Waschmaschine mit 25 Kilogramm Fassungsvermögen wird das Gewebe von bis zu 1,5 Millionen wiederverwendbaren Kunststoffperlen massiert, wodurch der Wasser- und Waschmittelverbrauch um mehr als 50 Prozent gesenkt werden kann. Xeros und BASF arbeiten seit 2013 zusammen, um die Wirksamkeit der Waschperlen zu verbessern. Ihre ellipsenartige Form, spezielle Dichte und intelligente Funktionalisierung ermöglichen ein sanftes, aber effizientes Waschen und haben sie bei Hotelwäschereien sehr beliebt gemacht.

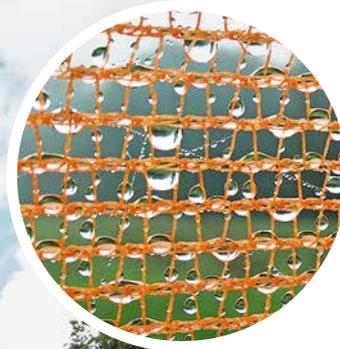
www.xeroscleaning.com/xeros-benefits



Windkraft für jedermann

Ein Windrad, das man im Kofferraum transportieren und mitnehmen kann – nemoi, von der argentinischen Firma Semtive, ist anderthalb Meter hoch, wiegt 25 Kilogramm und ist leicht zu montieren. Dadurch eignet es sich ideal als Reservegerät für herkömmliche Generatoren in abgelegenen Gegenden oder zum Sparen von Energiekosten zu Hause. Dank des Vertikalachsenprinzips funktioniert es schon bei einer leichten Brise. Es besteht zu 95 Prozent aus wiederverwertbaren Materialien, kann mit einem Sonnenkollektor ausgestattet werden und bis zu 450 Watt pro Stunde erzeugen. Zudem speichert eine Versorgungsbatterie die Energie für windstille Phasen.

www.semtive.com



Trinkwasser aus der Luft

Zwischen durchschnittlich 50 und 100 Liter Trinkwasser sammelt der Turm täglich, den der italienische Designer Arturo Vittori erfunden hat. Etwa zehn Meter hoch und aus Binsengewächsen geflochten, sammelt das filigrane Gebilde Regen-, Nebel- und Tautropfen aus der Luft. Das Prinzip: In sein Geflecht ist ein feinschichtiges Netz aus Biokunststoff eingespannt, an dem Wasserdampf kondensiert oder Wassertropfen hängenbleiben. Gesammelt wird die Wasserernte, nachdem sie durch einen Filter gelaufen ist, in einem 3.000-Liter-Wassertank. Rund 1.000 \$ kostet das Warka-Wassersystem einmalig. Seit Mai 2015 mit einem Prototypen in Äthiopien in Erprobung, soll 2019 voraussichtlich die Massenproduktion starten. Nur etwa ein Drittel aller Äthiopier hat Zugang zu sauberem Trinkwasser.

www.warkawater.org

Licht aus Salzwasser

Salzwasser, das Licht in philippinische Hütten und Häuser bringt, haben Aisa und Raphael Mijeno mit ihrem asiatischen Start-up SALT entwickelt. Sie möchten damit die umwelt- und gesundheitsschädlichen Kerosinlampen ersetzen. Und so funktioniert es: Eine Batterie erzeugt Strom aus Wasser und Salz. Pro Salzwasserfüllung bringt sie Lampen sechs Monate lang acht Stunden pro Tag zum Leuchten und kann zudem ein Handy aufladen. Danach muss die Batterie der philippinischen Erfinder wieder aufgetankt werden. Dafür bietet sich in Küstenregionen beispielsweise Meerwasser an. Vor kurzem ist die Serienproduktion gestartet.

www.salt.ph



Die Farbe der Hoffnung

Fast eine halbe Million Menschen ist im vergangenen Jahr an Malaria gestorben, viele davon in Afrika. Bedenklich ist: Die Parasiten der Plasmodiumgattung, die Malaria verursachen, haben Resistenzen gegen die meisten derzeit verfügbaren Arzneimittel entwickelt. Eine Antwort könnte ein Farbstoff aus dem 19. Jahrhundert geben: Methylenblau. Erstmals vor mehr als 100 Jahren von BASF synthetisiert, haben neueste Studien gezeigt, dass damit der Malariaerreger *Plasmodium falciparum* sicher und wirksam behandelt werden kann. 2016 haben die Universitäten Heidelberg und München sowie Jimma in Äthiopien mit einer klinischen Studie zur Erprobung einer Kombinationstherapie auf Grundlage von Methylenblau begonnen. Dabei werden Patienten mit einem weiteren Malariaparasiten, *Plasmodium vivax*, behandelt. Diese Studie wurde gemeinsam mit Wissenschaftlern der BASF entwickelt und wird von BASF unterstützt.

www.basf.com/methylen-blau



Wird Freihandel noch gebraucht?

Multilaterale oder regionale Vereinbarungen? Dr. Karl Brauner (rechts) und Professor Daniel Hamilton sprechen über den richtigen Weg, um den Herausforderungen im internationalen Handel unserer komplexen globalisierten Welt zu begegnen.



Handel ist ein Wachstumsmotor, der Innovation fördert und den Lebensstandard verbessert. In den vergangenen 20 Jahren hat die Welthandelsorganisation (WTO) der Liberalisierung des Handels den Weg geebnet. Doch angesichts der langwierigen Verhandlungen bemühen sich größere Länder nun um regionale Abkommen. Ist dies der richtige Weg, um den Herausforderungen unserer komplexen globalisierten Welt zu begegnen? Creating Chemistry hat Dr. Karl Brauner von der WTO und Professor Daniel Hamilton von der Johns Hopkins University, Washington, D.C./USA, dazu befragt.

Creating Chemistry: Warum ist globaler Handel wichtig?

Karl Brauner: Handel ist das Instrument, mit dem sich Unternehmen und Länder am Weltmarkt beteiligen. Es gibt Belege dafür, dass der Lebensstandard eines Landes umso höher ist, je stärker es sich auf globaler Ebene engagiert. Man sieht dies sehr deutlich, wenn man nordeuropäische oder nordamerikanische Länder mit Nordkorea vergleicht.

Daniel Hamilton: Handel hat wichtige Effekte – sowohl innerhalb eines Landes als auch in seiner Beziehung mit anderen Staaten. Er fördert den Wettbewerb, was in der Regel Innovation vorantreibt. Das bedeutet, dass die Unternehmen effizienter sein müssen, was normalerweise zu besseren Produkten führt. Langfristig bieten offenere Gesellschaften besser bezahlte Arbeitsplätze. Verbraucher profitieren, weil sie aus einem größeren Angebot an Waren

und Dienstleistungen zu niedrigeren Preisen wählen können. All dies steigert tendenziell den Lebensstandard.

Was sind die wichtigsten Errungenschaften der WTO?

Brauner: Wir sind die Organisation, die die multilateralen Regeln für den globalen Handel festlegt und für deren Einhaltung sorgen kann. Wir haben mehr als 500 Streitschlichtungsverfahren bearbeitet, mehr als 90 Prozent der Gerichtsentscheidungen werden von den Staaten anerkannt, und das alles in weitaus kürzerer Bearbeitungszeit, als dies bei nationalen Gerichten der Fall wäre.

Hamilton: Ich stimme absolut zu, dass das globale Regelwerk, über das die WTO bestimmt, fast überall akzeptiert und respektiert wird. Ihr Streitschlichtungssystem ist nach wie vor der Goldstandard, und die Zölle sind heute im Handel zumeist recht niedrig. Doch die Organisation

wird nun mit einer ganzen Reihe von Krisen konfrontiert, die ihre Rolle ernsthaft in Frage stellen.

Worin bestehen diese Herausforderungen?

Hamilton: In den vergangenen Jahren hat sich die Art und Weise des Handels maßgeblich gewandelt. Man denke nur an die Digitalwirtschaft. Je nach Erhebung stellt der digitale Handel den Handel mit realen Waren mittlerweile in den Schatten. Welche sind die richtigen Regeln, um diese Art von Handel zu regulieren? Dann gibt es die Entwicklung der globalen Wertschöpfungsketten. In ihnen besteht der Handel aus einer Reihe von Produktionsschritten, die in einer Vielzahl von Ländern ausgeführt werden. Heute kann man nicht wirklich von „Made in Germany“ oder „Made in China“ sprechen. Man benötigt andere Regeln, um diese neuen Realitäten zu berücksichtigen. Dies betrifft neue Regelungsrahmen sowie die Frage, welche Unterschiede zwischen verschiedenen Ländern sich auf die Handelsflüsse auswirken.

Brauner: Es gibt heute viel mehr relevante Akteure in der Welt. Früher konnten sich eventuell vier Länder einigen, die dann in der Lage gewesen wären, die restlichen Mitglieder zum Handeln zu bewegen. Inzwischen ist das nicht mehr möglich. Man muss eine weitaus größere Gruppe berücksichtigen. Und die Beteiligung der Zivilgesellschaft ist aufgrund der Anti-Globalisierungsbewegung und handelskritischer Strömungen intensiver als in früheren Jahren. Demokratische Regierungen können sich nicht gegen eine lautstarke Zivilgesellschaft stellen.

Warum lösen Handelsabkommen Kontroversen aus?

Brauner: Wie bei jeder wirtschaftlichen und technologischen Veränderung wirken sich die Vorteile des Handels auf verschiedene Wirt-

Daniel Hamilton

Daniel S. Hamilton ist Professor der Austrian Marshall Plan Foundation und Geschäftsführer des Zentrums für Transatlantische Beziehungen an der School of Advanced International Studies der Johns Hopkins University in Washington, D. C./USA. Zuvor war er stellvertretender US-Staatssekretär.



„Wenn man einen Vertrag aushandelt und die eigene Gesellschaft nicht mitgenommen hat, war alles umsonst.“

Professor Daniel Hamilton

„Es stimmt, dass bilaterale Verhandlungen eine stärkere Fokussierung ermöglichen. Doch diese Herangehensweise ist erheblichen Einschränkungen unterworfen.“

Dr. Karl Brauner

schaftssektoren und Beteiligte unterschiedlich aus. Bestimmte Branchen geraten unter völlig neuen Wettbewerbsdruck. Dieser kann sie effizienter machen oder sie vom Markt drängen. Ich denke, wir haben in der Vergangenheit den Fehler begangen, nicht darauf zu achten, dass es Verlierer gibt. Wir haben nur auf den Gesamtnutzen geschaut und nachgewiesen, dass die Volkswirtschaften profitieren, sofern sie liberal sind.

Hamilton: Früher fanden die Verhandlungen hinter verschlossenen Türen statt. Doch wenn man einen Vertrag aushandelt und die eigene Gesellschaft nicht mitgenommen hat, war alles umsonst. Da diese Verhandlungen sich auf so viele verschiedene Teile der Wirtschaft auswirken, muss es für Bürger und verschiedene Wirtschaftsakteure Wege geben, ihre Meinung einzubringen. Das gilt auch für kritische Stimmen.

Wie verändern sich die Strategien bei den Handelsverhandlungen angesichts dieser Herausforderungen?

Hamilton: Die neue Handelsagenda entwickelt sich stärker aus bilateralen und plurilateralen Abkommen wie der Transpazifischen Partnerschaft (TPP) zwischen den USA und Asien und dem Transatlantischen Freihandelsabkommen (TTIP) zwischen den USA und der EU, und zwar mit einer tiefen Integration, die über Zollsenkungen hinausgeht und Möglichkeiten für den Umgang mit nichttarifären Handelshemmnissen findet: neue Arten von Regeln, um Umweltschutz und Klimawandel, Beschäftigung, Nahrungsknappheit, Tierschutz, Verbraucherdruck und anderen Problematiken gerecht zu werden.

Brauner: Es stimmt, dass bilaterale Verhandlungen eine stärkere Fokussierung ermöglichen. Doch diese Herangehensweise ist erheblichen Einschränkungen unterworfen. Im

Fall erweiterter globaler Wertschöpfungsketten beispielsweise hat unter Umständen jedes Abkommen sein eigenes Protokoll bei den Ursprungsregeln. Deren bürokratische Verwaltung wird irgendwann so aufwendig, dass die Unternehmen gar nicht erst versuchen, Abkommen zu nutzen. Wir dürfen auch nicht vergessen, dass diese großen regionalen Abkommen bisher noch nicht abgeschlossen wurden.

Können regionale Handelsabkommen ein Sprungbrett für den multilateralen Freihandel darstellen, oder behindern sie den Fortschritt?

Brauner: Ich denke, beides trifft zu. Wenn ein regionales oder bilaterales Abkommen getroffen wird, entsteht zwischen diesen Partnern ein freierer Handel. Einerseits können die beteiligten Länder jedoch während der Verhandlungen auf der multilateralen Ebene keine Angebote machen, weil sie diese exklusiv ihren Partnern unterbreiten wollen. Andererseits er-

mutigen diese Abkommen Länder, bestimmte Handelshürden zu beseitigen, was auch dazu beitragen könnte, diese Liberalisierung auf das multilaterale Umfeld zu übertragen. Wenn Streitpunkte in bilateralen Abkommen ausgeräumt worden sind, können die Länder auf multilateralem Niveau die gleichen Themen leichter verhandeln.

Hamilton: Die politische Dynamik hat sich tiefgreifend verändert. Der Brexit hat eine neue Debatte über die künftigen Handelsbeziehungen Großbritanniens entfacht. Donald Trump will das Nordamerikanische Freihandelsabkommen NAFTA neu verhandeln, die Transpazifische Partnerschaft kippen, die Zölle für chinesische Importe erhöhen und bilaterale Handelsabkommen abschließen. Die USA und die EU müssen sich neu positionieren, um sich in der wandelnden Weltwirtschaft zu behaupten, doch die Aussichten für regionale und multilaterale Handelsabkommen sind heute eingetrübt. ■



Karl Brauner

Dr. Karl Brauner ist seit 2013 stellvertretender Generaldirektor der WTO. Zuvor war er Ministerialdirektor für Außenwirtschaftspolitik im deutschen Wirtschaftsministerium und vertrat Deutschland im handelspolitischen Ausschuss der EU. Er hat an allen Tagungen der WTO-Ministerkonferenz seit 2001 teilgenommen.



Anzeige der Börsenkurse im Bankenviertel von Tokio/ Japan. Eine wichtige Basis vieler Industrien, darunter auch der Chemiebranche, ist der globale Handel.

Warum Freihandel wichtig ist

Handel schafft Wohlstand und treibt Innovationen voran, was zu besseren Produkten und niedrigeren Preisen führt. Davon ist Teresa Szelest, President, Market and Business Development North America bei BASF Corporation, überzeugt. Als global tätiges Unternehmen unterstützt BASF eine umfassende Liberalisierung des Handels, die über die Abschaffung von Zöllen hinausgeht und sich zusätzlich mit wichtigen Fragen wie Normen und Richtlinien befasst.

Eine wichtige Basis der Chemieindustrie ist der globale Handel. 2015 hat der Handel mit chemischen Erzeugnissen einen Wert von 1,6 Billionen € erreicht. Ein Großteil dieses Handels erfolgt innerhalb von Wertschöpfungsketten, in denen aus Rohstoffen Konsumgüter hergestellt werden. Etwa 80 Prozent aller chemischen Produkte werden an andere Chemieunternehmen verkauft, und ein beträchtlicher Teil der Geschäfte wird zwischen verschiedenen Einheiten des gleichen Unternehmens abgewickelt.

Es hilft BASF, ihren Kunden und der chemischen Industrie insgesamt, den Handel zu stärken, indem Zölle und andere Barrieren abgebaut werden. Dadurch sinken die Materialkosten und der Preis der Endprodukte. Außerdem eröffnet sich der Zugang zu neuen Wachstumsmärkten. Gleichzeitig steigt durch den Handel der Wettbewerb, wodurch sich Innovationen schneller durchsetzen.

Dies sorgt dafür, dass wir aufmerksam bleiben, um neue Wege beim Kostenmanagement zu finden, betriebliche Verbesserungen vorzunehmen und unseren Kunden Mehrwert zu bieten.

Der beste Weg zur Liberalisierung des multilateralen Handels stellten bisher Verhandlungen bei der Welt handelsorganisation (WTO) dar. Doch die jüngste Verhandlungsrunde ist ins Stocken geraten. Zudem sind die Herausforderungen, mit denen wir heute konfrontiert sind, vielschichtig und zielen nicht nur darauf ab, die Zölle weiter zu verringern. Es sollen auch eine größere internationale Harmonisierung von Normen und Richtlinien erreicht sowie Lösungen für neue Formen nichttarifärer Handelshemmnisse gefunden werden. Diese komplexen Themen werden derzeit nicht von der WTO abgedeckt, so dass andere Wege gefunden werden müssen. Eine pragmatische globale Lösung kann nur erreicht werden, indem man den Prozess von hinten aufrollt und mit bilateralen sowie regionalen Vereinbarungen beginnt.

Warum eine regulatorische Harmonisierung sinnvoll ist, zeigt zum Beispiel das Geschäft der BASF mit pharmazeutischen Inhaltsstoffen. Die Produktionsanlagen müssen strikte Qualitätsstandards einhalten. Das bedeutet, dass sie regelmäßig sowohl von der Europäischen Arzneimittelagentur als auch von der US-amerikanischen Food and Drug

Administration (FDA) kontrolliert werden, die jeweils die gleichen internationalen Normen anwenden.

Diese Verdopplung der Arbeit und der Kosten könnte durch eine Vereinbarung zwischen beiden Seiten verhindert werden, ohne sich auf die Standards auszuwirken. Das vorgeschlagene bilaterale Handelsabkommen zwischen den USA und der EU – die Transatlantische Handels- und Investitionspartnerschaft (TTIP) – würde einen ebensolchen Rahmen schaffen, der es den Behörden erlauben würde, ihre Inspektionen gegenseitig anzuerkennen.

Ein solches Maß an Vertrauen und Harmonisierung zu erreichen, ist ein komplexes Unterfangen. Aus diesem Grund müssen wir klein anfangen, um am Ende etwas Großes zu erreichen.

Bilaterale Freihandelsabkommen könnten sich als gangbarster und pragmatischster Weg erweisen, den freien Warenaustausch zum Wohle der Gesellschaft zu stärken – und ein Signal gegen die sich weltweit im Aufwind befindlichen protektionistischen Tendenzen sein. Damit solche Abkommen am Ende erfolgreich sind, müssen sie aber offen sein für den Beitritt weiterer Länder, die den weltweiten Handel mitgestalten. ■



Teresa Szelest

Teresa Szelest ist President, Market and Business Development North America bei BASF Corporation. In dieser Position, die sie seit 2015 inne hat, verantwortet sie die strategische Geschäftsentwicklung und das Marketing in der Region. Ihre Karriere bei BASF startete Szelest 1988. Sie war seitdem in einer Vielzahl unterschiedlicher Rollen im technischen Bereich, als Führungskraft und in der Leitung von Geschäftseinheiten tätig. Szelest erlangte einen Abschluss als Bachelor of Science in Verfahrenstechnik am Rensselaer Polytechnic Institute in Troy, New York / USA.

„Es hilft BASF, ihren Kunden und der chemischen Industrie insgesamt, den Handel zu stärken, indem Zölle und andere Barrieren abgebaut werden.“

Teresa Szelest, President,
Market and Business Development North America bei BASF Corporation



Peru
Puente Continental

Pendeln zwischen Atlantik und Pazifik

Seit Januar 2016 verkehrt auf der Straße zwischen Rio de Janeiro und Lima, der Transoceanica, die mit 6.200 Kilometern längste Buslinie der Welt. Eine Fahrt zwischen den beiden Städten dauert 102 Stunden. Die Planung der Transoceanica begann bereits in den 80er Jahren. Es sollte eine Verbindung zwischen dem Pazifik durch Peru und Brasilien bis zum Atlantik gebaut werden. Die Baumaterialien und Brücken wurden eingekauft, die Straße errichtet. Doch als Mitte der 80er Jahre die finanziellen Mittel erschöpft waren, konnten nur 21 statt der geplanten 22 Brücken errichtet werden. Seitdem galt: mit der Autofähre den Río Madre de Dios bei Puerto Maldonado in Peru überqueren. Die Baumaterialien der 22. Brücke, dem letzten Bindeglied, wurden bis zum Jahr 2007 gelagert, als man die Arbeiten wieder aufnahm. Für viele Teile war eine Generalüberholung nötig: Die tragenden Stahlseile wurden ausgetauscht, Schäden repariert und zum Schluss noch die Struktur verstärkt. Die Puente Continental, die längste Hängebrücke Perus, wurde schließlich 2011 eröffnet und schließt seitdem die Verbindungsstraße zwischen dem Atlantik und dem Pazifik.



Rundum erneuerter Sitz der Vereinten Nationen

Es ist die bislang teuerste Renovierung eines öffentlichen Gebäudes: 2,15 Milliarden \$ kostete es, das 1952 bezogene UN-Hauptquartier in New York/USA zu modernisieren. Der Gebäudekomplex mit der weltberühmten grünblau schimmernden Glasfassade geht auf renommierte Architekten wie Le Corbusier, Oscar Niemeyer und Wallace Harrison zurück. Die Renovierungskosten beliefen sich auf das 30-fache der einstigen Baukosten. 2008 wurde mit der Radikalkur aus Entkernung, energieeffizienten Maßnahmen und technischer Modernisierung begonnen. Höchste Zeit: Bröckelnder Putz, zugige Fenster, veraltete Heizanlagen waren die eine Sache, Asbest und unzeitgemäßer Bau- und Brandschutz die andere. Formal steht der Komplex nicht unter Denkmalschutz, weil die überstaatliche Organisation keiner Behörde untersteht. Die historische Identität der Ikone sollte dennoch erhalten bleiben. Statt wie geplant nach fünf Jahren, wurden die Arbeiten erst im Jahr 2016 fertiggestellt.



USA
UNO-Hauptquartier



Indien
JN Petit Institut



Ausgezeichnete Rettungsaktion

Wie eine Burg mit Zinnen, Türmen, Säulen und kleinen Rundbögen verziert, thront das JN Petit Institut mit Bibliothek und Lesesaal im historischen Zentrum Mumbais. Es wurde von der Stifterin nach ihrem einzigen Sohn benannt, der den Namen Jamsetjee Nesserwanjee Petit trug. Bei der Restaurierung wurden über zwei Jahre lang die schwerwiegenden Zersetzungsspuren außen wie innen akribisch beseitigt – ganz nah an den ursprünglichen Materialien. Der für die dekorativen Zimmerdecken verwendete Gipsputz wurde beispielsweise extra aus Paris importiert. Der UNESCO war das Projekt im Jahr 2015 die Asien-Pazifik-Auszeichnung für den Schutz von Kulturerbe wert.

Neue Zeiten für alte Bauten

Nicht jeder altert gleich gut – das gilt auch für Gebäude und Straßen. Doch lässt sich gegen unliebsame Alterserscheinungen und Materialermüdung einiges tun. Dies zeigen gelungene Sanierungsprojekte aus aller Welt.

Langzeitkur gegen Alterung

Die klaren kubistischen Formen der Fundació Joan Miró ragen weiß in den blauen Himmel über Barcelona. Die Idee für das Museum geht auf den katalanischen Künstler selbst zurück. Fertiggestellt wurde es 1975 von seinem Freund, dem Architekten Josep Lluís Sert, einem Schüler Le Corbusiers. Doch die Beschaffenheit des Betons, noch dazu dem salzigen Seeklima ausgesetzt, ließ das Gebäude schnell altern. Es wies an mehreren Stellen Korrosionsschäden auf, so dass im Mai 2005 mit Instandsetzungsarbeiten begonnen werden musste. BASF ging dabei mit MasterProtect® 8000 CI dagegen vor. Bis heute schützt der Korrosionshemmer auf Basis von Siliciumwasserstoff die Stahlbewehrung im Beton des restaurierten Gebäudes vor neuen Schäden. Zugleich sorgt er als Barriere dafür, dass weniger Wasser in den Beton eindringen kann. Das zeigen auch Langzeitmessungen: 2015, zehn Jahre nach der Behandlung, ist das Gebäude noch immer frei von Korrosionserscheinungen.



Spanien
Fundació Joan Miró



„Ich bin das Original.“

Nur auf den ersten Blick identisch: Aktion Plagarius e. V. vergibt jährlich eine Anti-Auszeichnung für die dreistesten Fälschungen. 2013 hat ein Unternehmen aus Dubai den Preis für seine Imitation des „McEgg“-Eierbechers erhalten. Das Original (links) wird von der deutschen Firma WMF hergestellt.

Das Original bewahren

Gefälschte Waren sind ein sehr einträgliches Geschäft, werden immer ausgeklügelter und lassen sich nur schwer vom echten Produkt unterscheiden. Die wirtschaftlichen Folgen, der Imageschaden und sogar mögliche Gesundheitsrisiken treiben Unternehmen an, sich innovative Strategien auszudenken, um Fälschern weiterhin einen Schritt voraus zu sein.



„Hallo Eierkopf – ist mir
echt egal, schade für dich.“

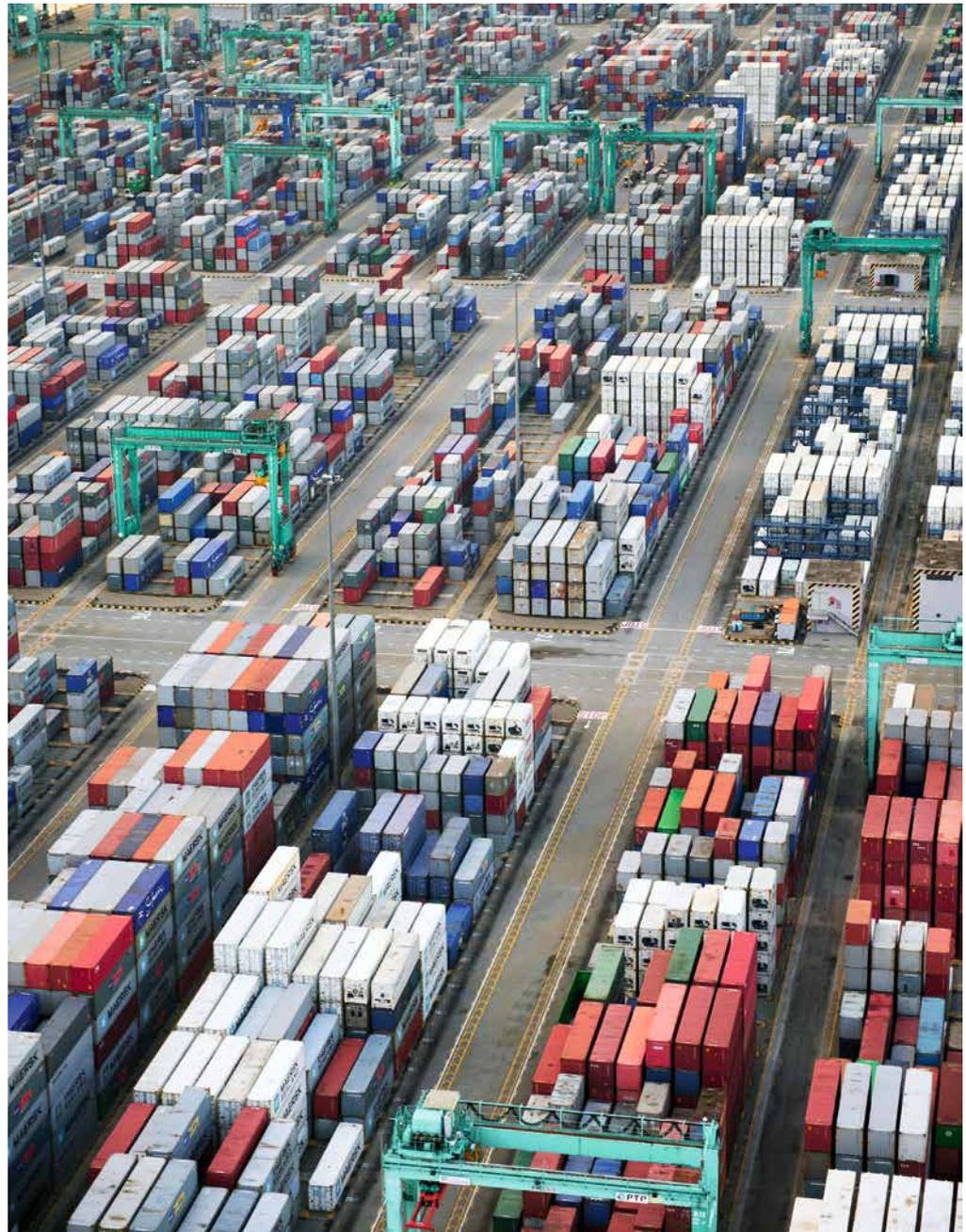
„It's the real thing“ (auf Deutsch etwa: „Es ist das Original“) dürfte einer der berühmtesten Werbeslogans überhaupt sein. Doch wie können Verbraucher sicher sein, dass die von ihnen gekauften Produkte echt sind, und wie können Unternehmen sicherstellen, dass die von ihnen verwendeten Einzelteile und Materialien dem entsprechen, was ihre Lieferanten vorgeben? Ob es um imitierte Designerartikel oder um den gefährlichen Handel mit nachgemachten Arzneimitteln oder Fahrzeugteilen geht: Fälschungen sind ein großes Geschäft.

Eine verlockende Kombination aus hohen Gewinnen und niedrigem Risiko zieht Kriminelle an. „Fast jedes Konsumgut und die meisten Industriekomponenten können gefälscht werden und wurden schon einmal gefälscht“, sagt Pottengal Mukundan, Direktor der Abteilung Wirtschaftskriminalität der Internationalen Handelskammer.

Registrierung der Rechte ist von zentraler Bedeutung

Nach Angaben der Polizeibehörde der Europäischen Union, Europol, ist das Internet die wichtigste treibende Kraft beim Vertrieb gefälschter Waren. Niedrige Preise und Direktbelieferung wirken auf Verbraucher attraktiv, und einige Internetseiten lassen sich nur schwer von denen der echten Rechteinhaber unterscheiden. „Es ist heute leichter, Seiten stillzulegen, über die gefälschte Produkte vertrieben werden. Aber andererseits ist es auch genauso leicht, für diese sofort wieder eine Ersatzseite aufzubauen“, erklärt Mukundan. Und da die Rechtsordnungen mehrerer Länder berührt sind, kann es schwierig sein, juristisch dagegen vorzugehen.

Um ihre Marken zu schützen, müssen die Firmen Markenzeichen und Designs offiziell eintragen lassen, wie Paul Maier, der Direktor des European Observatory on Infringements of Intellectual Property Rights



(IPR) des Amts der Europäischen Union für geistiges Eigentum (EUIPO), unterstreicht. „Für Unternehmen ist es entscheidend, über Rechte zu verfügen, deren Inhaberschaft sie mit Zertifikaten von Urheberrechtsbehörden nachweisen können. Die Registrierung ist in den meisten Ländern eine Voraussetzung für den Rechtsschutz von Markenzeichen und ein wesentliches Beweismittel bei Designs.“ Nach der Registrierung ihrer Rechte können Unternehmen auch die Ermittlungsdatenbank des EUIPO nutzen, ein sicheres Instrument zur direkten Kommunikation mit den Rechteinhabern, Zollbehörden und der Polizei im Kampf gegen Fälschungen.

Rund 80 Prozent des globalen Handels findet auf dem Seeweg statt. Angesichts eines wachsenden Markts für gefälschte Güter werden immer neue Verfahren zum Schutz vor Fälschungen benötigt, um das Problem zu bekämpfen.

Unternehmen sollten außerdem regelmäßig im Internet nach gefälschten Seiten oder Produkten suchen und sicherstellen, dass sie bei den rechtlichen Rahmenbedingungen in allen Regionen, in denen sie aktiv sind, auf dem neuesten Stand sind. Es hilft, regelmäßig Testkäufe durchzuführen, und selbstverständlich auch, die Vertriebsnetze und Distributionskanäle zu kontrollieren. „Bei der Kontrolle des Markts auf Verstöße gegen das Recht des geistigen Eigentums haben sich Rückmeldungen von Kunden und Informationen von Geschäftspartnern als die verlässlichsten und maßgeblichsten Hinweisquellen erwiesen, insbesondere bei kleineren

Die Produkte mit den meisten Fällen von Fälschungen weltweit¹

1

Schuhe



27.119

Zu den Produkten mit den weltweit meisten Markenrechtsverletzungen zählen führende Turnschuhmarken

2

Gestrickte oder gehäkelte Bekleidung



17.995

Fälschungen von Designerartikeln werden immer ausgefeilter

3

Lederwaren



17.960

Luxushandtaschen können eines der einträglichsten Produkte für Fälscher sein

4

Elektrische Maschinen und Elektrogeräte



15.907

Billige Imitationen enthalten häufig fehlerhafte Bauteile, die überhitzen oder elektrische Schläge verursachen können

5

Uhren



6.927

Edelmarken zählen zu den bevorzugten Zielen von Fälschern

Betrieben“, so Maier. Die Zusammenarbeit zwischen dem öffentlichen und privaten Sektor bei der Strafverfolgung und der Wissensaustausch mit Ordnungshütern sind ebenfalls wichtig.

Arzneien, Pflanzenschutzmittel, Kosmetika, technische Produkte wie Autoteile und Haushaltsgeräte – dies alles kann gefälscht werden. Es gibt auch Imitationen von Lebensmitteln und Getränken. Da sogar die für die Produktion verwendeten Materialien anfällig für Fälschungen sind, ist der Kampf gegen Kopien für Hersteller aus den unterschiedlichsten Branchen ein Thema.

Intelligente Technologien zur Fälschungssicherung

In der Textilindustrie beispielsweise haben laut James Hayward, PhD, Geschäftsführer der US-Firma Applied DNA Sciences (ADNAS), Marktumfragen gezeigt, dass einige Einzelhandelsmarken bei dem Anteil und der Herkunft der enthaltenen Baumwolle falsche Angaben machen. Die Kunden erhielten nicht die Qualität, für die sie bezahlt hatten. Daher hat sein Unternehmen eine intelligente Lösung für dieses Problem entwickelt. Dabei werden zur Authentifizierung der Stoffzusammensetzung Markierungen auf Grundlage genetischen Materials von Pflanzen – Desoxyribonukleinsäure (DNS) – verwendet. „Wir stellen es uns wie eine Art Diagnose mit an-

„Es besteht eine wachsende Nachfrage nach Lasermarkierung. Die Möglichkeiten, die sie im Kampf gegen Fälschungen bietet, sind fast unbegrenzt.“

Dr. Steffen Ehrenmann,
Produktmanager bei TRUMPF

schließender Therapie vor“, erklärt Hayward. „Unser ‚Fasertypisierungs‘-Verfahren sagt uns, welche Sorte Baumwolle in Ihrem Produkt enthalten ist. Der therapeutische Teil besteht darin, die Faser während der Produktion mit der DNS zu markieren.“ Die Rohbaumwolle wird im Entkörnungsstadium gekennzeichnet, so dass ihr Weg vom Spinn- und Webprozess bis zum Verkäufer oder Verbraucher nachverfolgt werden kann.

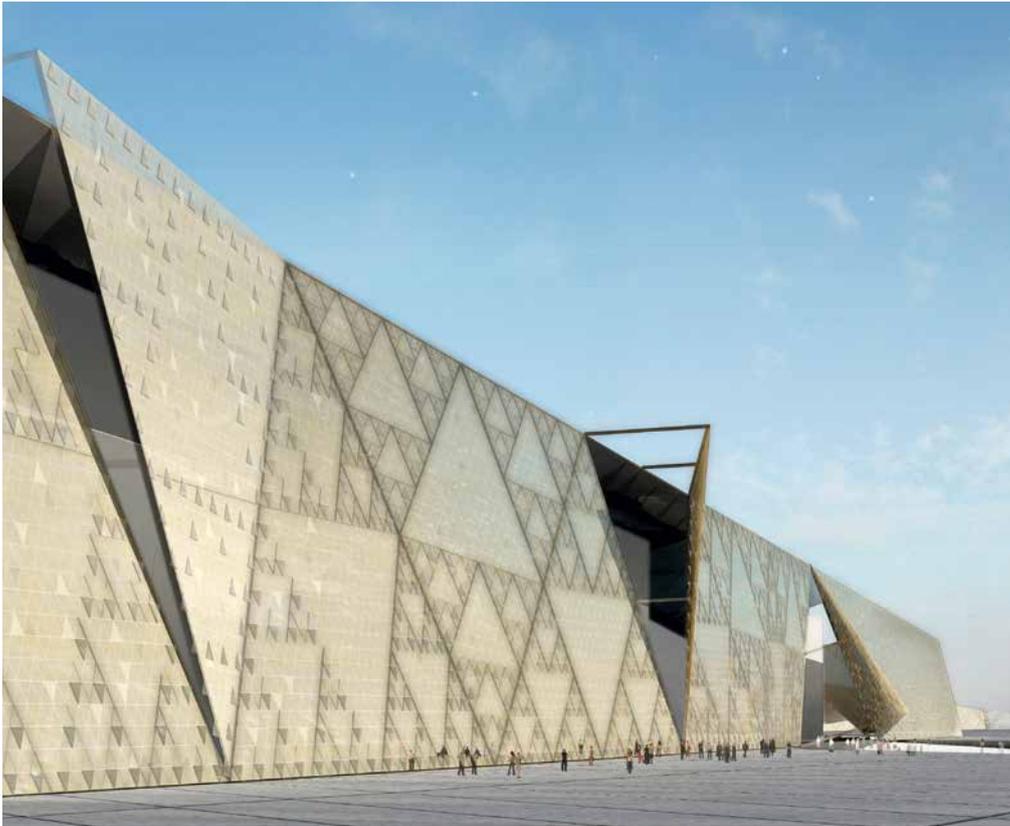
Das Verfahren hält extremen Temperaturen, Abrieb und sogar ultravioletter Strahlung stand. Unternehmen, die Probleme mit der Kontrolle ihrer Lieferketten in Übersee hatten – die Endprodukte entsprachen den Anforderungen nur zu 20 Prozent oder weniger – haben es dank der Technologie geschafft, dass die Vorgaben nun zu 100 Prozent eingehalten werden. Dies ergaben mehr als 1.000 DNS-Tests. Darüber hinaus macht die erforderliche DNS-Menge nur einen einzigen von einer Billion Baumwollfaserteilen aus.

„Sie ist so gering, dass das keinerlei Auswirkungen auf irgendeine Kunst- oder Naturfaser hat“, sagt Hayward.

Die Laserkennzeichnung ist ein weiteres Verfahren, mit dem Unternehmen beweisen können, dass ihre Produkte und Einzelteile echt sind. TRUMPF, ein international aufgestelltes Hightech-Unternehmen mit Sitz im baden-württembergischen Ditzingen, stellt Laser her, die

Mit den Lasern von TRUMPF kann eine große Bandbreite an Produkten, etwa medizinische Geräte, gekennzeichnet werden, so dass sich ihre Echtheit nachweisen lässt.





jeden Werkstoff – einschließlich Metall, Kunststoff und organische Materialien wie Leder – schnell und dauerhaft markieren können. Ein Mobiltelefon oder Handscanner mit Verbindung zu einer Datenbank liest die verschlüsselten Informationen. Die Markierung selbst kann sich in dem Produkt verbergen oder ist aufgrund ihrer geringen Größe fast unsichtbar. Laser können sogar eine Kennzeichnung unter der Oberfläche anbringen oder die Materialzusammensetzung der obersten Schicht lokal verändern.

„Es besteht eine wachsende Nachfrage nach dieser Technologie“, so Dr. Steffen Ehrenmann, Produktmanager bei TRUMPF. „Unsere Kunden kommen unter anderem aus dem Automobilbau, der Luftfahrt-, Medizinprodukte- und Nahrungsmittelindustrie. Die Möglichkeiten, die das Verfahren im Kampf gegen Fälschungen bietet, sind fast unbegrenzt.“

In China machen Fälschungen für Pflanzenschutzmittel im Markt schätzungsweise 10 bis 15 Prozent aus. „Ein beträchtlicher Anteil“, meint Mark Shillingford, Leiter Marketing bei BASF Crop Protection in China. Schwerer abzuschätzen ist der Schaden für den Pflanzenbau, die Erträge der Bauern, ihr Land und möglicherweise für die Gesund-

Das Grand Egyptian Museum ist das größte Archäologiemuseum der Welt. BASF hat eine spezielle Betonmischung geliefert, die das spektakuläre Aussehen des Gebäudes ermöglicht. Eine Optik, die mit einem minderwertigen Produkt nicht hätte erreicht werden können.

„Stellen Sie sich vor, eine Brücke stürzt ein und Sie wollen nachvollziehen, wessen Zement es war. Das können Sie nun tun. Zudem können Sie herausfinden, ob die Firma eine ausreichende Menge hochwertigen Zements im Beton verarbeitet hat.“

Lorenzo Ambrosini, Segmentleiter bei BASF Construction Chemicals am Standort Zürich

heit des Menschen und den Ruf des betroffenen Produkts.

Fälschungssichere Etiketten und unsichtbare Markierungen

Um dieser Herausforderung zu begegnen, hat BASF ein Kennzeichnungsverfahren für Etiketten auf Grundlage von Farb Beimengungen entwickelt, das Ende 2014 auf den Markt kam. Originalprodukte tragen ein Wasserzeichen, das in Innenräumen unsichtbar ist. Unter Sonnenlicht werden aber chinesische Schriftzeichen erkennbar. Doch bereits in den ersten sechs Monaten nach ihrer Einführung wurde die Technologie kopiert. „Wir hatten diese Obsoleszenz bereits eingeplant“, erläutert Shillingford. „Dieses Jahr haben wir ein neues Fälschungsschutzverfahren mit verschiedenen Codes eingeführt, und wir hoffen, dass wir dadurch den Fälschern weiterhin einen Schritt voraus sein werden. Das neue Verfahren umfasst sowohl das Innere als auch das Äußere der Verpackungen, und man benötigt eine spezielle Ausrüstung, um es lesen zu können.“

Selbst die Zementproduktion hat Fälscher angelockt. „Ein Hersteller kann einen Zementsack öffnen, 10 Prozent entnehmen und diese durch Sand ersetzen, oder er kann beispielsweise bei der Betonmi-

schung die falsche Zementmenge verwenden“, erklärt Lorenzo Ambrosini, Segmentleiter bei BASF Construction Chemicals am Standort Zürich.

Die Zementproduktion ist hochkomplex, und es kann schwierig sein, den Weg eines Produkts nachzuvollziehen, wenn es einmal die Fabrik verlassen hat. BASF hat einen Stoff zur Markierung entwickelt, bei dem eine Dispersion aus Acryl-copolymerpartikeln verwendet wird. Diese werden mit fluoreszierendem Material eingefärbt und haften an den Zementpartikeln. „Durch die Möglichkeit, Farben zu kombinieren, können wir einen Code für den Zement erstellen – wie einen Barcode. Doch dieser ist versteckt, man braucht die richtige Ausrüstung, um ihn zu erkennen“, erklärt Ambrosini. So kann der Zement auch nach Jahren in gehärtetem Beton noch geprüft werden. „Stellen Sie sich vor, eine Brücke stürzt ein und Sie wollen nachvollziehen, wessen Zement es war. Das können Sie nun tun. Zudem können Sie herausfinden, ob die Firma eine ausreichende Menge hochwertigen Zements im Beton verarbeitet hat“, stellt er fest.

Die Methode für die Messung der Partikel ist laut Ambrosini noch nicht automatisiert. „Noch muss die Arbeit von Hand gemacht werden, aber eines Tages werden Sie ein einfaches Gerät mit zu Ihrer Baustelle nehmen, es auf Ihre Betonwand richten und diese untersuchen können.“ Er glaubt, dass ähnliche Kennzeichnungsverfahren auch für andere anspruchsvolle Produkte im Premiumsegment, etwa Farben und Lacke oder Kosmetika, benutzt werden könnten.

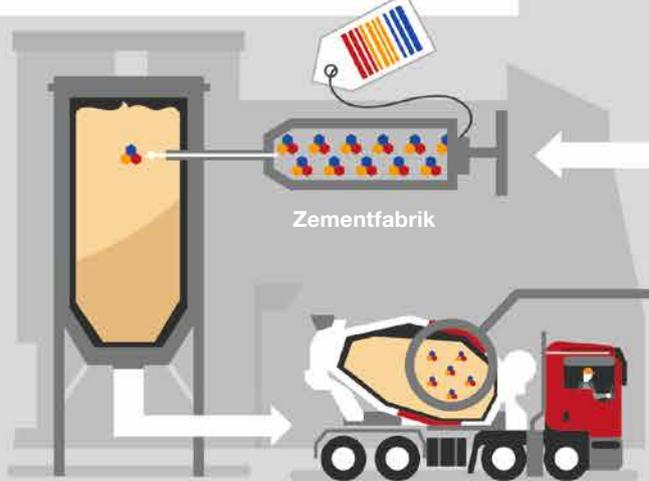
In der Welt der Fälscher ist eines sicher – ein schneller technischer Wandel und bahnbrechende neue Verfahren wie der 3-D-Druck führen dazu, im Kampf gegen diese Bedrohung immer einfallreichere Antworten finden zu müssen. Unternehmen werden feststellen, dass es sich mehr als auszahlt, so viel wie möglich in den eigenen Schutz zu investieren und vertrauenswürdige Partner auszuwählen. Vorläufig sollte jeder eine ganz einfache Regel im Hinterkopf behalten, meint Mukundan: „Misstrauen Sie Produkten, die billiger scheinen, als sie sein sollten. Normalerweise gibt es einen Grund dafür.“ ■

Ein Barcode für Zement

Für einige Projekte eignet sich nur hochwertiger Zement. Daher hat BASF einen unsichtbaren chemischen Markierungsstoff entwickelt. Dieser begleitet den Zement wie ein Barcode entlang der Vertriebskette und trägt so dazu bei, Kunden vor Produktfälschungen zu schützen.

Ein chemischer Markierungsstoff ist eine milchige Dispersion aus Polymerpartikeln, die mit einem fluoreszierenden, mit bloßem Auge nicht erkennbaren Stoff eingefärbt wurden. Die Partikel des chemischen Markierungsstoffs können mit einer einzigen oder mehreren Farben eingefärbt werden, so dass Millionen von Kombinationen möglich sind.

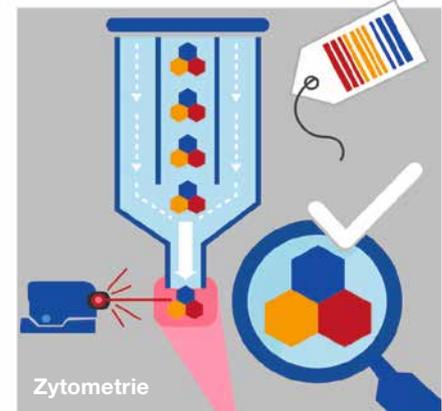
Chemischer Markierungsstoff



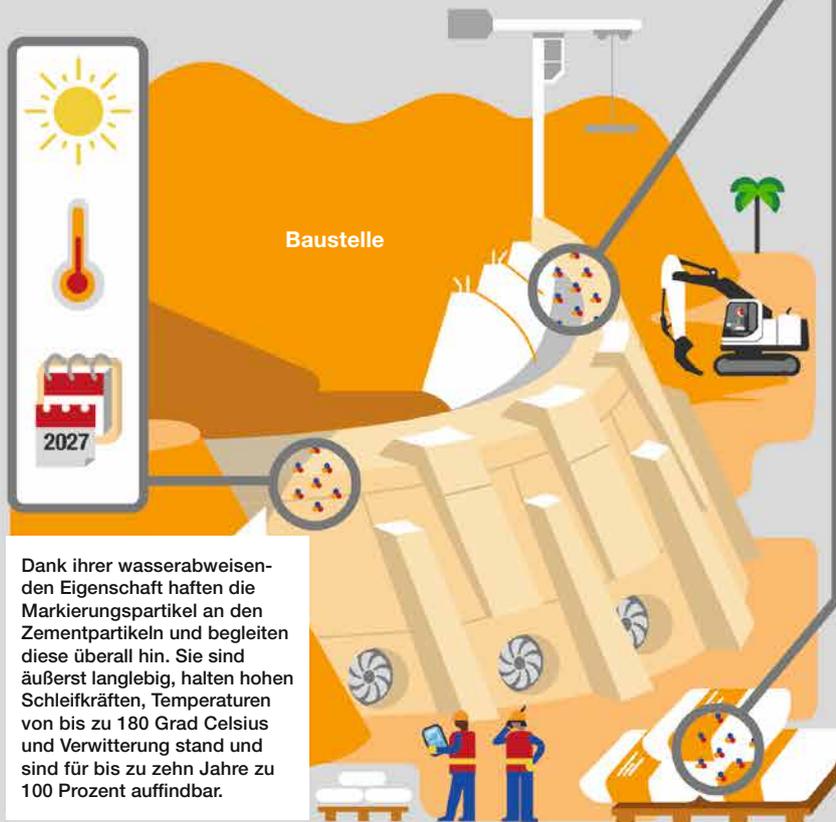
In der Zementfabrik wird die Dispersion mit dem Markierungsstoff durch eine Schraubepumpe auf den Zementklinker gegeben. Der Klinker wird gemahlen, was für eine gleichmäßigere Verteilung der Markierungspartikel sorgt.

Labor

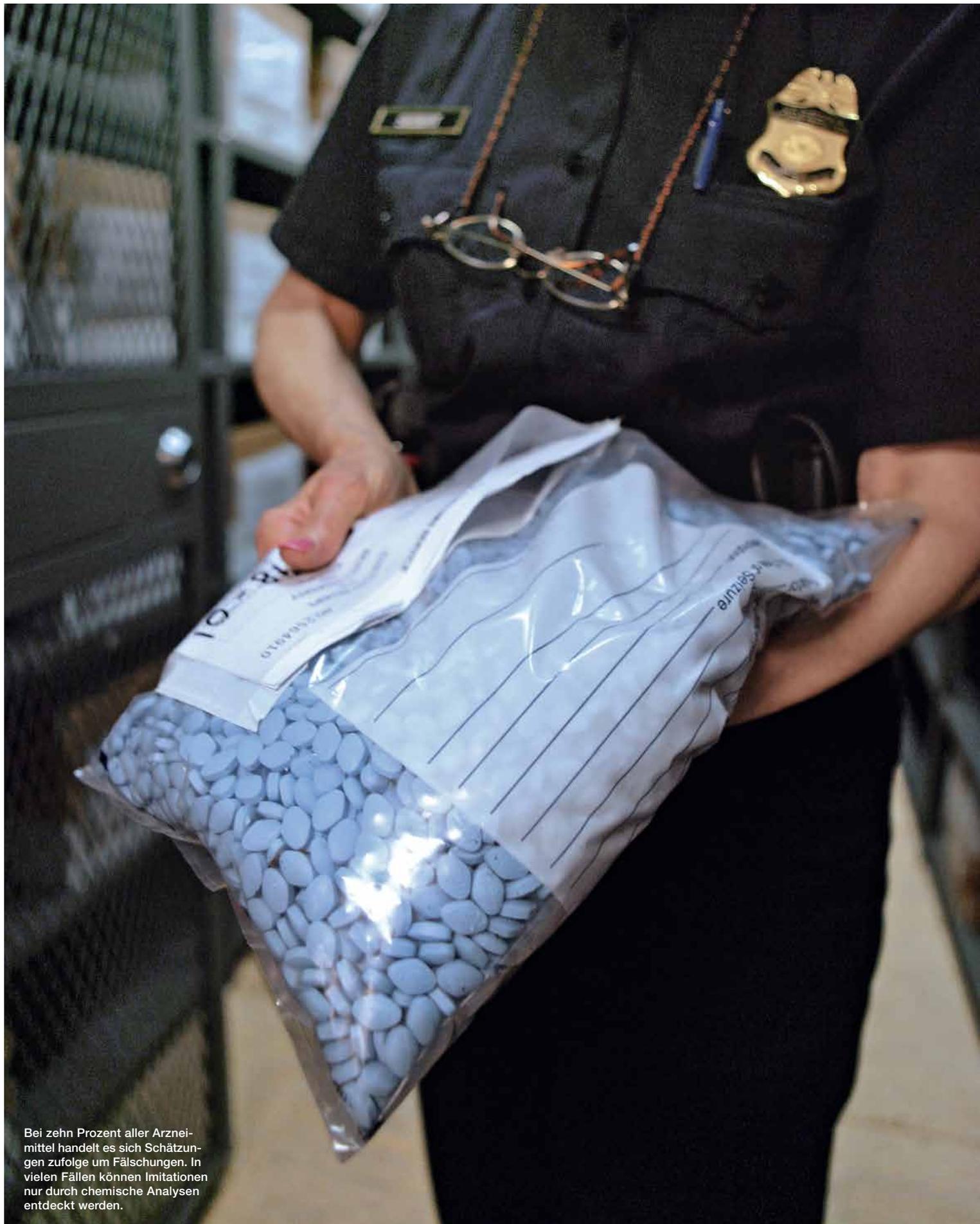
An jedem Punkt in der Vertriebskette können Proben genommen und zur Analyse in ein Labor geschickt werden.



Die Markierungspartikel werden mit Hilfe der Durchflusszytometrie analysiert. Dieses Verfahren wird häufiger in der medizinischen Diagnostik verwendet, etwa beim Zählen menschlicher Zellen. Die Partikel werden durch einen schmalen Flüssigkeitsstrom geleitet und dann durch einen Laserstrahl stimuliert, der sie dazu anregt, ihr fluoreszierendes Licht abzugeben. Die Bandbreite der Fluoreszenz des abgegebenen Lichts wird in einem Zytogramm sichtbar gemacht, so dass die verschiedenen Partikel bestimmt und gezählt werden können. Wenn der Beton mit einer geringeren Zementgüte verwässert wurde, wird dies nun sichtbar.



Dank ihrer wasserabweisenden Eigenschaft haften die Markierungspartikel an den Zementpartikeln und begleiten diese überall hin. Sie sind äußerst langlebig, halten hohen Schleifkräften, Temperaturen von bis zu 180 Grad Celsius und Verwitterung stand und sind für bis zu zehn Jahre zu 100 Prozent auffindbar.



Bei zehn Prozent aller Arzneimittel handelt es sich Schätzungen zufolge um Fälschungen. In vielen Fällen können Imitationen nur durch chemische Analysen entdeckt werden.

„Eine ernsthafte Bedrohung für Wirtschaft, Gesundheit und Sicherheit“

Die Zoll- und Grenzschutzbehörde der USA steht beim Kampf gegen Fälscher an vorderster Front. Von Washington, D. C./USA aus leitet Michael Walsh, der Direktor der Abteilung für geistiges Eigentum der Behörde, einen Mitarbeiterstab aus Spezialisten für internationalen Handel. Außerdem beaufsichtigt er die National Targeting and Analysis Group für gewerblichen Schutz und Urheberrechte mit Sitz in Los Angeles. In einem Interview beschreibt er einige der größten Herausforderungen seines Jobs.

Creating Chemistry: Wie schwerwiegend ist das Problem mit den Fälschungen?

Michael Walsh: Es ist eine ernsthafte Bedrohung für unsere Wirtschaft, Gesundheit und Sicherheit. Wir sind sehr engagiert bei unseren Durchsetzungsmaßnahmen, um die Einfuhr so vieler gefälschter Güter wie möglich zu verhindern.

Welche Waren werden tendenziell am häufigsten gefälscht?

In den letzten fünf Jahren haben wir einen anhaltenden Trend beobachtet: Mode, Unterhaltungselektronik, Schuhe, Armbanduhren, Handtaschen und optische Speichermedien zählen zu den Produkten, von denen die meisten Kopien sichergestellt werden.

Was sind im Alltag die größten Herausforderungen?

Der stetig weiter zunehmende Strom an Waren, die das Land erreichen, und der bestmögliche Einsatz unserer Ressourcen. Die Fälscher sind inzwischen sehr raffiniert und es ist mittlerweile eine sehr große Herausforderung, festzustellen, ob man es mit einer Kopie zu tun hat.

„Die Fälscher sind inzwischen sehr raffiniert, und es ist mittlerweile eine sehr große Herausforderung, festzustellen, ob man es mit einer Kopie zu tun hat.“

Wie sieht der typische Tag eines Zollbeamten aus?

Die Hauptverantwortung der Beamten liegt in der Arbeit mit Reisenden an den Grenzen. Doch wenn sie im Handelsbereich arbeiten, halten sie nach allen möglichen Verstößen Ausschau. Sie stellen also sicher, dass alle unsere Abkommen zum Handels- und gewerblichen Schutz- und Urheberrecht eingehalten werden, oder schauen auf mögliche Sicherheitsgefährdungen. All das gehört zu ihrem Arbeitsalltag. Die Arbeit mit Fragen des gewerblichen Schutz- und Urheberrechts ist deshalb wichtig, weil viele Waren, die dagegen verstoßen, der US-amerikanischen Bevölkerung eventuell schaden könnten.

Wie werden die Beamten geschult und spezialisieren sie sich auf bestimmte Marktsegmente oder Produkte?

Das ist ein Dauerthema. Wir arbeiten sehr eng mit den Rechteinhabern zusammen, um unsere Mitarbeiter im Außeneinsatz kontinuierlich zu schulen. Diese treffen eine erste Einschätzung und arbeiten zur näheren Bestimmung mit Branchenspezialisten in unseren Kompetenzzentren zusammen. Es ist ein Zusammenspiel aus der getroffenen Ersteinschätzung und dem endgültigen

Urteil der Spezialisten in enger Zusammenarbeit mit den Rechteinhabern. Wir versuchen, diesen Prozess so schnell wie möglich abzuwickeln, um sicherzustellen, dass wir keine ordnungsgemäßen Waren zurückhalten.

Welche sind die wirksamsten Werkzeuge der Abteilung?

Ich denke, das sind Abstimmung und Zusammenarbeit mit der Privatwirtschaft. Sie informiert uns über Problembereiche, liefert gute Anleitungen, um die Produkte zu identifizieren, und stellt sicher, dass wir uns auf sie verlassen können, wenn wir Fragen haben. Wir verfügen über viele ausgeklügelte Instrumente in unserem Labor und bei unseren Forschungsdiensten, aber die Arbeit mit der Privatwirtschaft ist entscheidend. Genau wie sich Fälschungsverfahren weiterentwickeln, wollen wir uns weiterentwickeln und geben unseren Leuten regelmäßig neue Anleitungen, wonach sie suchen sollen, wie sie danach suchen sollen und was sie unternehmen sollen.

Können Sie uns einige der ungewöhnlicheren Maßnahmen verraten, die Fälscher zum Import ihrer Waren ergreifen?

Die Menschen unternehmen alle möglichen Anstrengungen. Wir haben erlebt, dass bei Handtaschen nach dem Abnehmen der Außenhülle Markennamen zum Vorschein kamen oder dass bei Turnschuhen die gefälschten Logos mit Aufnähern überdeckt werden, die man später entfernen kann. Die Leute können sehr kreativ sein. ■



Michael Walsh

Als Direktor der Abteilung IPR Policy and Programs der Handelsstelle der US-amerikanischen Zoll- und Grenzschutzbehörde koordiniert Michael Walsh auf nationaler Ebene den Kampf gegen den Import gefälschter Waren in die Vereinigten Staaten. Er hat 25 Jahre Erfahrung im Zollbereich und ist Absolvent des Programms Senior Executive Fellows der John F. Kennedy School, einer akademischen Einrichtung der Harvard University. 2015 hat seine Abteilung mehr als 28.000 gefälschte Waren in einem Gesamtwert von über 1,3 Milliarden \$ sichergestellt.

Die Chemie des Apfels

Das Wassermolekül H_2O ist einer von rund 300 Inhaltsstoffen, die in einem Apfel stecken.

Wasser
 Glucose
 Fructose
 Saccharose
 Lignin
 Provitamin A
 Thiamin (Vitamin B1)
 Riboflavin (Vitamin B2)
 Niacin (Vitamin B3)
 Pyridoxin (Vitamin B6)
 Cobalamin (Vitamin B12)
 Ascorbinsäure (Vitamin C)
 Folsäure (Vitamin B9)
 Tocopherol (Vitamin E)
 Vitamin K
 Chlor
 Eisen
 Kalium
 Kalzium
 Kupfer

Magnesium
 Mangan
 Natrium
 Pektin
 Phosphor
 Schwefel
 Zink
 Asparaginsäure
 Cystein
 Glutaminsäure
 Harnsäure
 Leucin
 Lysin
 Cumaroylchinasäure
 Caffeoylchinasäure
 Phloretin
 Procyanidin
 Quercetin (Flavonol)
 Formaldehyd

Wilde Äpfel wuchsen schon vor Millionen Jahren. Es gibt Hinweise, dass sie bereits vor 4.000 Jahren in Asien kultiviert wurden. Von dort aus haben sie die Welt erobert und sich ihren Namen als Gesundheitsmacher verdient. Denn in und unter der Schale verbirgt sich eine fruchtige Apotheke.

Ein fallender

Apfel soll es gewesen sein, der Isaac Newton um 1660 zu seiner bahnbrechenden Idee der Gravitation inspiriert hat. Heute sind Äpfel das weltweit am meisten angebaute Obst – und noch immer ein Quell der Inspiration für die Wissenschaft. Zum Beispiel dort, wo es um ihr reichhaltiges Innenleben geht.

Ein Apfel enthält nahezu alle Vitamine, die der menschliche Stoffwechsel braucht. Dazu gehören auch E 101 und E 300. Riboflavin (E 101), bekannt als Vitamin B2, ist ein natürlicher Farbstoff und erfüllt wichtige Aufgaben im Eiweiß- und Energiestoffwechsel. Ascorbinsäure (E 300) zählt als Vitamin C zu den wirkungsvollsten Antioxidantien; 100 Gramm Apfel enthalten im Schnitt 12 Prozent der empfohlenen Tagesdosis.

Dazu kommen Mineralstoffe und Spurenelemente auf Basis von Kalzium, Magnesium, Schwefel, Phosphor und Chlor. Schon ein kleiner Apfel deckt rund ein Zehntel des täglichen Kaliumbedarfs – das ist gut für die Fitness und Konzentration und hilft die Spannkraft der Muskeln zu verbessern. Wer kraftvoll in den Apfel beißt, scheint außerdem an Gewicht verlieren zu können. Der Schlankmacher-Effekt wird unter anderem auf das im Apfel enthaltene Pektin zurückgeführt – es sorgt wegen seiner wasserbindenden Eigenschaften für eine vorzeitige Sättigung.

Doch was genau verbirgt sich in und unter der Schale? Welche chemischen Bausteine stecken noch im Apfel und was können sie bewirken?

„Die Moleküle in den Zellen der Äpfel unterscheiden sich in vielen Faktoren voneinander – je nach Sorte, Erntezzeit und -methode. Alle Äpfel haben nahezu identische Erbsubstanzen, sind aber dennoch von Sorte zu Sorte verschieden“, sagt Luca Sebastiani, Professor für Gartenbauwissenschaften am Pisaner Istituto di Scienze della Vita in Italien. Doch fest steht, dass jeder Apfel zum größten Teil – es sind rund 85 Prozent – aus Wasser besteht und zu etwa 11 bis 14 Prozent aus Zucker, vornehmlich Fructose. Die wenigen restlichen Prozent der Apfelsubstanz setzen sich aus verschiedenen Inhaltsstoffen zusammen. Darunter sind zum Beispiel sogenannte Polyphenole, die für den Apfel wichtig sind. Zum einen verantwortlich für die Farbe und das Aroma der Frucht, regulieren Polyphenole als Antioxidantien zum anderen deren Stoffwechselaktivitäten und schützen den Apfel vor Schäden, die beispielsweise durch sehr intensive Sonneneinstrahlung hervorgerufen werden können.

Reich an Nährstoffen

Von der gleichen Wirkung profitiert der Mensch: Der positive Effekt antioxidativer Stoffe scheint dabei zu helfen, Krankheiten wie Asthma und Krebs vorzubeugen. Mehr als 200 Milligramm dieser Polyphenole können in 100 Gramm Apfel stecken. Dazu gehört auch der Blütenfarbstoff Quercetin, der „in erster Linie als natürliches Therapeutikum gegen Bluthochdruck erforscht wird“, wie Sebastianis Kollegin Professor Rossella di Stefano berichtet, die in Pisa zu Therapien gegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen forscht.

Drei Viertel der wertvollen Inhaltsstoffe eines Apfels befinden sich in oder direkt unter der Schale.

Ein Apfel enthält nahezu alle Vitamine, die der menschliche Stoffwechsel braucht. Und er deckt unter anderem rund ein Zehntel des täglichen Kaliumbedarfs.

„Verschiedene Studien an Mensch und Tier haben Hinweise dafür geliefert“, so di Stefano weiter, „dass Quercetin eine Rolle bei der Behandlung von Bluthochdruck spielen kann.“

Zwei Drittel der wirkungsvollen Apfel-Antioxidantien finden sich übrigens in und dicht unter der Schale. Äpfel ungeschält zu essen lohnt sich. „Alle Apfelsorten sind gesund und ihr Verzehr ist durchaus wichtig für das menschliche Wohlergehen“, sagt Sebastiani. Der Apfel ist also ein wahrer Nährstofflieferant – auch wenn seine Kerne Amygdalin enthalten, das der menschliche Stoffwechsel in Blausäure umwandelt. Wird der Apfel als Ganzes verzehrt, besteht keine Vergiftungsgefahr. Nur die Kerne zu essen, ist allerdings nicht ratsam. Schon eine geringe Menge, etwa 10 Gramm zerkauter Kerne, kann für den menschlichen Organismus schädlich sein. Auch Formaldehyd, der gebräuchliche Name für die chemische Verbindung Methanal, findet sich im Apfel – bis zu 20 Milligramm pro Kilo. Er ist, wie viele andere Stoffe, notwendiger Bestandteil des Stoffwechsels von Organismen – also nicht nur bei Äpfeln.

Geforscht wurde viel, doch die komplexen Bestandteile des Apfels, ihr Zusammenspiel und ihre Wirkung lassen noch einigen Raum für wissenschaftliche Betätigung. „Um diese Mechanismen zu erforschen, brauchen wir mehr groß aufgestellte und kontrollierte Vorher-Nachher-Studien“, sagt di Stefano. Noch birgt die Frucht einige Geheimnisse unter ihrer mal glänzenden, mal schrundigen Außenhaut. ■



Ein Speicher voller Sonne

Solarthermiekraftwerke wandeln die Energie der Sonne in elektrische Energie um. Das große Plus: Mit Wärmespeichern liefern sie auch dann Strom, wenn die Sonne nicht scheint. Von einer umweltfreundlichen Technologie, der Experten eine große Zukunft voraussagen.

Das größte Solarwärmekraftwerk der Welt entsteht am Rande der Sahara: Bis 2018 soll es mehr als 1,3 Millionen Menschen mit Strom versorgen. Die erste Anlage Noor I läuft bereits – am Tag und in der Nacht.



Auf der roten

Erde von Ouarzazate im Süden Marokkos glitzern hunderttausende Spiegel in der Wüstensonne. Rund 800 Reihen bilden sie, jeweils hunderte Meter lang. Was wie eine Fata Morgana im flimmernden Licht über der kargen Ebene anmutet, ist eine Stromfabrik der Superlative: Das Solarwärmekraftwerk in Ouarzazate soll das größte der Welt werden, so groß wie etwa 4.000 Fußballfelder. Seit Inbetriebnahme im Februar 2016 produziert die erste Ausbaustufe Noor I – auf Arabisch „Licht“ – mit einer Nennleistung von 160 Megawatt (MW) genug Strom für 350.000 marokkanische Haushalte. „Solarwärmekraftwerke konzentrieren Sonnenlicht, um hohe Temperaturen zu erzeugen. So können sie in sonnenreichen Regionen in großen Mengen umweltfreundlichen Strom aus erneuerbarer Quelle liefern“, erklärt Professor Robert Pitz-Paal, Direktor des Instituts für Solarforschung am Deutschen Luft- und Raumfahrtzentrum (DLR), an dem seit fast 40 Jahren zu solarthermischen Kraftwerken geforscht wird.

Konzentrierende Solarthermie, beziehungsweise Concentrating Solar Power (CSP), eignet sich nach Einschätzung von Solarexperten am besten für Länder mit hoher Sonnenintensität: In Südeuropa, Nordafrika und dem Mittleren Osten, Südafrika, China, dem Süden der USA und Australien finden sich Standorte mit großer Energieausbeute, an denen bereits Solarwärmekraftwerke in Betrieb oder im Bau sind. Der marokkanische Solarpark liegt perfekt: Die Sonneneinstrahlung erreicht in der Gegend um Ouarzazate eine Intensität von mehr als 2.500 Kilowattstunden (kWh) pro Quadratmeter und Jahr – einer der höchsten Werte weltweit.

Energierohstoff Sonne

537.000 computergesteuerte Parabolspiegel richten sich wie Sonnenblumen ständig zur Sonne hin aus. Sie bündeln in der Noor-I-Anlage gleich einem Brennglas die Lichtstrahlen der Sonne und wandeln sie in Wärme-

energie um. Über zehn Meter ragen die leicht gebogenen Spiegel in die Höhe. In ihrer Mitte verlaufen Rohrleitungen, in denen ein Thermoöl zirkuliert. Die synthetische Flüssigkeit, die auf bis zu 393 Grad Celsius erhitzt werden kann, wird zum Kraftwerk geleitet, dem Zentrum der gigantischen Spiegelfläche. Dort wird am Ende Wasserdampf erzeugt, der die riesige Kraftwerksturbinen antreibt und Strom erzeugt.

Damit der Strom auch nach Sonnenuntergang verfügbar ist, wurden große Wärmespeicher installiert. Dadurch können Solarwärmekraftwerke im erneuerbaren Energiemix einen entscheidenden Vorteil bieten: Strom kann rund um die Uhr genutzt werden. „Energie kann hier in Form von Wärme zu relativ geringen Kosten gespeichert werden. Mit thermischen Speichern, zum Beispiel großen Salzspeichern, können diese Kraftwerke daher auch in den Abend- und Nachtstunden, wenn die Sonne nicht mehr scheint, zuverlässig Strom liefern“, erläutert Pitz-Paal.

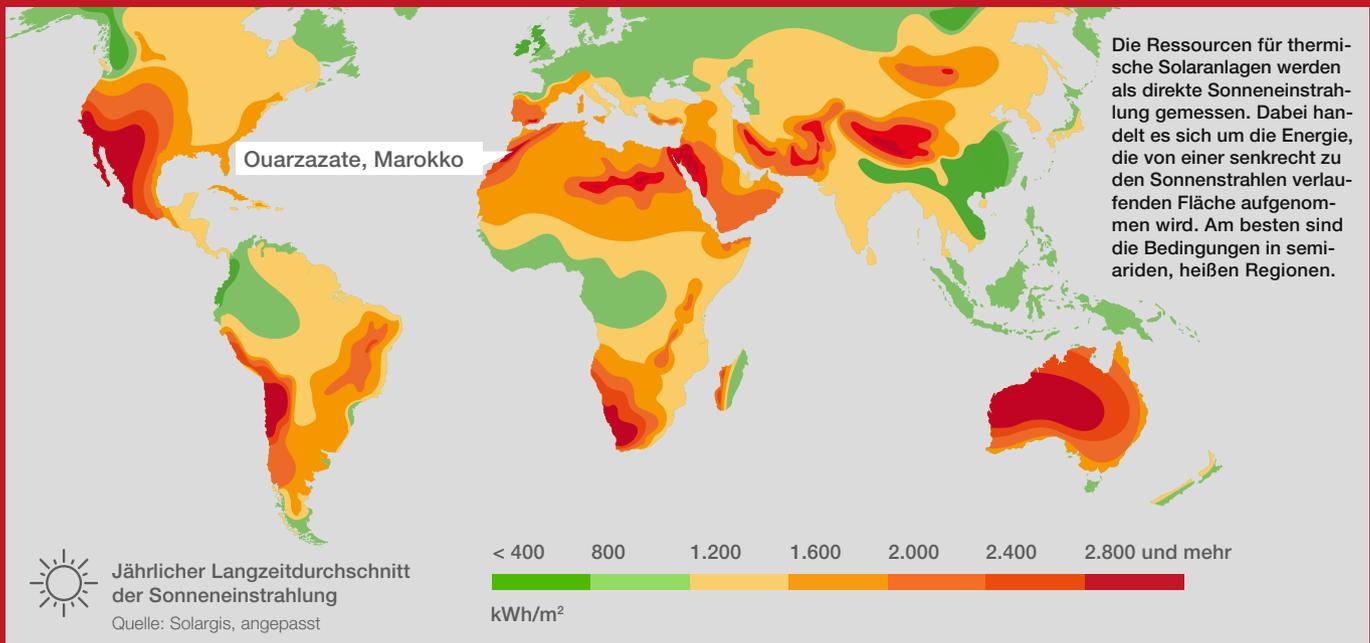
Solar-Mekka

Die Wärmespeicher von Noor I bestehen aus zwei riesigen Stahltanks: „Darin befindet sich eine spezielle Salzmischung aus Kalium- und Natriumnitrat, die bei Temperaturen von etwa 240 Grad Celsius flüssig wird“, erklärt Dr. Matthias Hinrichs, Manager Solar Business and New



Die Sonne ist bis zu 15 Millionen Grad Celsius heiß. Nur ein Bruchteil ihrer Strahlkraft erreicht die Erde – und könnte dennoch den Energiebedarf der gesamten Menschheit decken.

Direkte Sonneneinstrahlung weltweit



Business Development Inorganics bei BASF. Das Chemieunternehmen konzentriert sich bei den Speichersalzen auf die Herstellung von hochreinen synthetischen Natriumsalzen – schon seit über 90 Jahren. Durch die Abgabe der Wärme aus dem Speicher kann die volle Leistung der CSP-Kraftwerke auch über Nacht aufrechterhalten werden. Ein Vorteil der synthetischen Natriumsalze von BASF: „Durch ihre hohe Reinheit und Qualität können mit ihnen Salzmischungen erreicht werden, die bei minimaler Korrosion bis zu einer Temperatur von 565 Grad Celsius erhitzen sind – und bei sorgfältiger Kontrolle der chemischen Bedingungen in CSP-Kraftwerken sogar noch heißer werden können“, erklärt Hinrichs. Für die Salzmischungen in den Speichertanks werden gewaltige Mengen benötigt: Rund 27.000 Tonnen Natriumnitrat produzierte BASF in Ludwigshafen allein für die Anlage in Marokko.

Noor I ist erst der Anfang: Das auf insgesamt vier Kraftwerke ausgelegte Vorzeigeprojekt soll bis Ende 2017 eine Kapazität von knapp 500 Megawatt liefern. Laut der Studie „Solar Thermal Electricity – Global Outlook 2016“ leisten Länder wie Marokko damit einen wichtigen Beitrag, um den Ausstoß von Treibhausgasen zu vermindern: Bereits 2020 könnten die Länder, die im Sonnengürtel der Erde liegen – also zwischen dem 40. nördlichen und 40. südlichen Breitengrad – durch konzentrierende Solarwärme 32 Millionen Tonnen CO₂ einsparen. Nach Ansicht der Studie, die von SolarPACES, einem Technologieprogramm der Internationalen Energieagentur (IEA), Greenpeace und dem europäischen Industrieverband Solarthermische Stromerzeugung (ESTELA) in Auftrag gegeben wurde, würde zudem der Einsatz der klimaneutralen Energiequelle in diesen Ländern im selben Jahr für Investitionen in Höhe von 16 Milliarden € sorgen und in Zukunft 70.000 neue Arbeitsplätze schaffen.

Verhaltener Start, vielversprechende Aussichten

Das Prinzip ist alt: Einer Legende nach bündelte bereits Archimedes in der Antike Sonnenlicht mit Brennsiegeln, um eine römische Invasion abzuwenden. Doch die Technik wurde im Laufe der Zeit verfeinert (siehe Infografik auf Seite 51). Bereits kurz vor dem Ersten Weltkrieg

Das chinesische Solar Valley

Wie unterschiedlich die Energie der Sonne genutzt werden kann, zeigt Dezhou in China. Dort sorgt die Sonne für warmes Wasser in den Haushalten, Photovoltaikanlagen erzeugen Strom. Die solare Musterstadt Dezhou ist ein Beispiel für die zahlreichen Ökostädte, die derzeit in China entstehen – angestoßen durch das 2006 in Kraft getretene Gesetz zu erneuerbaren Energien.

Dezhou nutzt seine Standortvorteile. Die sonnenreiche Stadt im Osten Chinas ist der weltweit größte Produktionsstandort von Solarwarmwasserbereitern. Markenzeichen des „Solar Valley“ von Dezhou sind dann auch die vielen Solarthermieanlagen: Rund 90 Prozent aller Wohnhäuser im neugebauten Stadtbezirk bekommen ihr Warmwasser durch die Sonne. Der hier ansässige Konzern Himin Solar – ein Pionier im Bereich Solarthermie – macht die Ökowasserehitzer auch für ärmere Haushalte erschwinglich, das günstigste Modell kostet rund 200 €. Unternehmensgründer Huang Ming setzt seit 1995 auf die Kraft der Sonne. Für seine Solarinnovationen bekam der „Sonnenkönig von China“ 2011 den alternativen Nobelpreis „Right Livelihood Award“ verliehen. Das Solar-Valley-Projekt wurde 2005 von Dezhous Lokalregierung ins Leben gerufen. Geplant und gebaut hat es in wesentlichen Teilen Himin Solar. Die solare Musterstadt führt vor, dass Solarenergie bei entsprechenden Wetterbedingungen eine Alternative zu konventionellen Energien sein kann: Den Straßenverkehr regeln Solarampeln, solarbetriebene Straßenlampen erhellen die Stadt, und Besucher können Solarbusse oder -boote nutzen. Auf Fabriken, Hausdächern und an Fassaden sind Solarkollektoren angebracht und werden sogar zum architektonischen Hingucker: Über der emissionsarmen Hochhaussiedlung „Utopia Gardens“ schweben riesige Sonnensegel aus Solarmodulen. Wahrzeichen von Solar Valley ist das „Sun-Moon Mansion“, mit einer Fläche von 75.000 Quadratmetern das größte solarbetriebene Gebäude der Welt.



China setzt auf die Kraft der Sonne: Das „Sun-Moon Mansion“ in Dezhou ist das größte solarbetriebene Gebäude der Welt (Bild oben). Kollektoren sind günstig, und in den Metropolen nutzen viele Bewohner Warmwasser, das mit Sonnenkraft erhitzt wird (Bild unten).

entstand in Nordafrika eine Versuchsanlage, die die Sonnenstrahlung konzentrierte. Nach dem Zweiten Weltkrieg erlebte die grüne Technologie ein Revival, weitere Test-Kraftwerke folgten, und Mitte der 80er Jahre gingen in Südkalifornien die ersten kommerziellen Solarwärmekraftwerke ans Netz. In Sachen CSP-Kapazität belegen aktuell Spanien und die USA die Spitzenplätze. Doch andere Länder ziehen nach: China will bis 2020 Solarwärmekraftwerke mit einer Gesamtkapazität von 10 Gigawatt (GW) in Betrieb nehmen und Saudi-Arabien plant bis 2032 eine CSP-Kapazität von 25 GW.

Um weltweit erfolgreich den Weg in eine Energiezukunft einzuschlagen, die sich aus regenerativen Quellen speist, braucht es einen schnelleren Technologiewechsel – davon ist die IEA in ihrem Technologiefahrplan überzeugt. Eine wichtige Rolle kommt laut IEA dabei Solarwärmekraftwerken zu. Aber die Wirklichkeit sieht noch anders aus: Ende 2015 waren weltweit solarthermische Kraftwerksanlagen mit einer Kapazität von 4,9 GW in Betrieb. Zum Vergleich: Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien lag zur gleichen Zeit bei 1.985 GW. Ein Grund für das langsame Wachstum liegt im gestiegenen Kostendruck. Sonnenwärmekraftwerke waren zunächst bei den spezifischen Investitionskosten pro installierten Kilowatt günstiger als Photovoltaikanlagen. Dieser Vorteil hat sich aber durch den starken Preisrückgang bei Solarmodulen seit 2011 umgekehrt. Möglich wurde dieser Kostenrückgang unter anderem durch hohe Subventionen.

Luis Crespo, PhD, Präsident des ESTELA, hält einen reinen Kostenvergleich von Photovoltaik und CSP indes für unsinnig: „Die erneuerbaren Energien können sich ergänzen. Dadurch, dass mit den Solarwärmekraftwerken Energie gespeichert werden kann, machen sie den weiteren Ausbau von erneuerbaren Energien erst möglich.“ Bei neuen Hybridprojekten würden beispielsweise Photovoltaik und CSP verknüpft. Und obwohl das Wachstum hinter den Prognosen vergangener Jahre zurückgeblieben ist, sagt die bereits erwähnte Studie zur Zukunft der solarthermischen Elektrizität, deren Koautor Crespo ist, der Solarthermie eine blühende Zukunft voraus (siehe Infografik auf Seite 50).

Je höher die Temperatur, desto effizienter die Anlage

Eine wichtige Voraussetzung, um Solarwärmekraftwerke wettbewerbsfähiger zu machen, sind nach Einschätzung von Solarexperten höhere Betriebstemperaturen: Mit zunehmender Prozesstemperatur können die Anlagen aus der bereitgestellten Wärme anteilig mehr Strom erzeugen. „Eine vielversprechende Lösung sind Turmkraftwerke, bei denen selbstausrichtende Spiegel, sogenannte Heliostaten, die Sonnenstrahlen sehr präzise auf einen Empfänger an der Turmspitze lenken“, sagt Mark S. Mehos, Leiter der Forschungs- und Entwicklungsabteilung Solarthermische Anlagen am National Renewable Energy Laboratory (NREL) in Colorado/USA. Durch die starke Konzentration der Sonneneinstrahlung werden Betriebstemperaturen von über 550 Grad Celsius erreicht. Das kann für eine bessere Effizienz der Anlage sorgen, wie eine NREL-Studie zur Weiterentwicklung solarthermischer Kraftwerkstechnologie zeigt.

Höhere Betriebstemperaturen durch Salze

Auch BASF-Wissenschaftler arbeiten daran, die Betriebstemperaturen heraufzusetzen. Sie untersuchen das chemische Verhalten der Salze bei hohen Temperaturen, um Maßnahmen zu identifizieren, wie die Speichersalze auch direkt als Wärmeträgermedium eingesetzt werden können. Die in der Regel verwendeten Thermoöle zersetzen sich bei



Solartürme erreichen den höchsten thermischen Wirkungsgrad. Das Kraftwerk PS20 des Unternehmens Abengoa Solar im spanischen Sevilla hat eine Leistung von 20 Megawatt.

Von Solarkanonen und olympischen Fackeln – ein Blick auf die Anfänge der Solarthermie

Die Geschichte der Solarthermie ist fast so alt wie die Geschichte der Menschheit: Die Ägypter entwarfen bereits etwa 800 v. Chr. einfache Solarspiegel, mit denen sie dunkle Räume erhellten. Gleichzeitig konnten die Spiegel die Sonnenstrahlen so bündeln, dass sie einen Behälter mit Wasser erwärmten. Weitaus spektakulärer ist die Anlage, die der Solarpionier und berühmte Mathematiker Archimedes 212 v. Chr. entworfen haben soll. Mit Hilfe der Sonnenkraft und zahlreicher blankpolierter Bronzeschilder als Spiegel hat er angeblich bei der Belagerung von Syrakus die gesamte römische Flotte in Brand gesteckt und versenkt. Das Massachusetts Institute of Technology (MIT) in den USA hat 2005 Archimedes' Konstruktion nachgebaut, um den Wahrheitsgehalt der Legende zu überprüfen. Das Ergebnis: Grundlegend funktioniert die Technik. Doch nur auf die sehr kurze Distanz von 25 Metern Entfernung schafften es die Wissenschaftler, ein kleines Feuer zu entfachen. Ein Sonnenbrauch der Antike jedoch wird noch heute gelebt: Noch immer wird alle vier Jahre die olympische Fackel mit Hilfe von Solarkraft und einem Parabolspiegel entzündet.

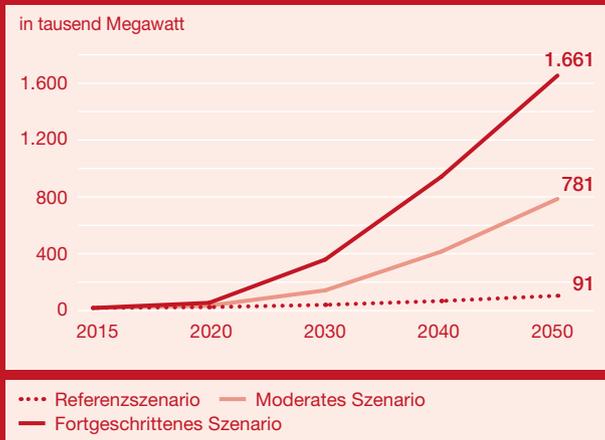
Temperaturen über 400 Grad Celsius. Und wenn statt Ölen Salze als Wärmeträgermedium eingesetzt werden könnten, ließen sich die Kraftwerke bei noch höheren Temperaturen und damit noch effizienter betreiben.

Damit die Salzchemie von Anfang an bei der Konzeption eines CSP-Kraftwerks berücksichtigt wird, bietet das Chemieunternehmen nicht nur das Speichersalz, sondern auch Beratungsleistungen von der Planung, über den Bau bis zum Betrieb der Anlage an. Gut für die Wettbewerbsfähigkeit von CSP ist auch, dass die Kosten für Komponenten wie Spiegel oder Rohre in den vergangenen Jahren gesunken sind. Und je mehr Solarwärmekraftwerke ans Netz gingen, sagt ESTELA-Präsident Crespo, desto mehr verstärkte sich dieser Trend. Allerdings sind seiner Einschätzung nach momentan zu wenig neue CSP-Projekte in der Pipeline: „Das Hindernis liegt dabei in der Politik, nicht in der Technologie.“

Der Verband fordert deshalb stabile politische Rahmenbedingungen und verlässliche Planungsverfahren für Investitionen in den Ausbau der solarthermischen Elektrizität. Crespo ist sicher: „Wenn alle Beteiligten an einem Strang ziehen, könnte konzentrierende Solarkraft die wichtigste Form klimaneutraler Energie im 21. Jahrhundert werden.“

Die Menge der Energie aus Solaranlagen wird wachsen – Prognosen für drei Szenarien

Die Menge des solarthermischen Stroms aus konzentrierenden thermischen Solaranlagen wird den Erwartungen zufolge in den nächsten Jahren wachsen.



Quelle: International Energy Agency (IEA)

Die Sonne im Spiegel

Ein Sonnenwärmekraftwerk ist ein thermisches Kraftwerk, das die Sonne als Energiequelle zur Stromerzeugung nutzt. Spiegel konzentrieren die Sonnenstrahlen, um damit ein Wärmeträgermedium auf hohe Temperaturen zu erhitzen. Solarthermische Kraftwerksarten unterscheiden sich unter anderem durch die Form der Kollektoren, die die Sonnenenergie auffangen. Wir zeigen am Beispiel der weit verbreiteten Parabolrinnentechnik, was dabei genau vor sich geht.

Die gekrümmte Spiegeloberfläche der Kollektoren konzentriert die Sonnenstrahlen auf eine Rohrleitung, durch die Thermoöl fließt.

Erwärmtes Öl

Kaltes Öl

Wärmetauscher

Das erwärmte Öl fließt zu einem Dampferzeuger. Dort wird die Wärme vom Öl auf das Wasser übertragen und Dampf produziert. Anschließend fließt das kalte Öl zurück ins Solarfeld, wo es sich erneut aufheizt.

Überschüssige Wärme aus dem Thermoöl wird durch einen Wärmetauscher auf eine flüssige Salzmischung übertragen. Dort kann sie viele Stunden gespeichert und später in Elektrizität umgewandelt werden. Dafür fließt zunächst Salz aus dem kalten Tank über den Wärmetauscher zum heißen Tank und nimmt dabei die Wärme des Thermoöls auf. Zur Entladung fließt die heiße Salzmischung wieder in den kalten Salzspeicher zurück. Dabei passiert sie erneut den Wärmetauscher und erhitzt das vorbeiströmende Thermoöl, welches die Wärmeenergie zum Dampferzeuger transportiert.

Salzspeicher warm

Salzspeicher kalt

Dampferzeuger

Wasserdampf

Der Wasserdampf wird in einem Kondensator wieder verflüssigt und über Pumpen in den Kreislauf zurückgeführt. Gerade in kargen Wüstenregionen mit Wassermangel ist es wichtig, Wasserverluste zu minimieren.

Kondensiertes Wasser

Generator

Kondensator

Der Wasserdampf treibt über eine Turbine einen Generator an, der Strom erzeugt und diesen ins Stromnetz einspeist.

Quelle: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), modifiziert

Eine ganz besondere Verbindung



Reich an weißem Gold: Salar de Uyuni in Bolivien ist die größte Salzwüste der Erde und bekannt für ihre markanten Salzkegel.

Salz ist weit mehr als ein Gewürz. Es steckt in Seife, Glas und Plastikdosen. Ohne Salz würde nicht nur der Suppe etwas fehlen.

Obacht – Verwechslung möglich. Wer hat nicht schon mal den ersten Schluck Kaffee am Morgen gleich wieder ausspucken wollen, weil er versehentlich zum Salz- statt zum Zuckerstreuer gegriffen hat? Doch abgesehen vom Geschmack: Was hat Salz, das Zucker nicht hat, obwohl es ihm so ähnlich sieht? Es sind seine elektrostatischen Kräfte, die das Salz in all seinen Formen und Facetten zu einem ganz besonderen Grundstoff machen. Wenn wir im Alltag von Salz sprechen, meinen wir Natriumchlorid, umgangssprachlich Kochsalz. Aber chemisch ist das nur ein Salz unter vielen, denn alle ionisch aufgebauten festen Verbindungen gehören zu dieser Gruppe. Oft formen sie faszinierend aussehende Kristalle. Aber nicht jeder Kristall ist ein Salz.

Jedem Salz wohnt positive und negative Ladung und damit der Wunsch nach Verbindung inne. Diese Eigenschaft macht es zu einem Multitalent. Zum Beispiel im Badezimmer, wo es als Seife – chemisch betrachtet als Natrium- oder Kaliumsalze der Fettsäuren – darauf wartet, sich auf unserer Haut mit Fetten und den darin gefangenen Schmutzpartikeln zu verbinden. Praktisch auch, dass manche Pflanzenfarbstoffe genauso elektrostatisch bindungshungrig sind wie Salze – so wird der Rotweinfleck auf dem Flokati durch Einreiben mit Salz unsichtbar, weil Salz und Farbe einander anziehend finden.

Steinböcke lecken an mineralhaltigen Steinen. Das enthaltene Natrium ist auch für Tiere überlebenswichtig (Bild oben). Salz ist auch in Seifen enthalten (Bild unten).

Salz ist nicht gleich Salz

Salze können blass sein oder farbig, wie das violette Kaliumpermanganat, das wegen seiner desinfizierenden Wirkung im Deo steckt. Salze können würzig schmecken, wie Ammoniumchlorid, ein Bestandteil von Salmiak-Lakritz. Oder sie können süß schmecken, wie zum Beispiel Bleiacetat, das giftig ist, aber trotzdem bis ins 19. Jahrhundert als Zuckerersatz diente. Einige Salze sind sogar hochtoxisch,



Unser Körper enthält im Durchschnitt 150 bis 300 Gramm Kochsalz. Ohne Salz wären wir nicht lebensfähig.

wie Kaliumcyanid, das bei der Goldgewinnung eingesetzt wird.

Am bekanntesten ist Natriumchlorid. Doch 95 Prozent der weltweiten Kochsalzproduktion landen nicht etwa im Kochtopf, sondern dienen als industrieller Grundstoff für zahlreiche Produkte, von A wie Aluminium bis Z wie Zellstoff.

Besondere Eigenschaften zeigt Salz, wenn es in Bewegung, also flüssig, ist: „Ionische Flüssigkeiten bestehen aus elektrisch geladenen Molekülen“, erklärt Professor Barbara Kirchner vom Mulliken Center for Theoretical Chemistry an der Universität Bonn. In solchen Flüssigkeiten sind überraschende Reaktionen möglich. „Aus den unterschiedlichen Kombinationen von Molekülonen erhält man unendlich viele neue Flüssigkeiten“, so die Wissenschaftlerin. „Zurzeit werden beispielsweise ihre Eigenschaften als Energiespeicher im Bereich der Lithium-Luft-Batterien untersucht.“ Und in der Solarthermie sind ionische Flüssigkeiten wichtig als Wärmespeicher.

In Maßen zu genießen

Verzichten können wir wie alle Lebewesen unter keinen Umständen auf die physiologischen Funktionen des Salzes. Unser Körper enthält im Durchschnitt 150 bis 300 Gramm Kochsalz. Was ausgeschwemmt oder ausgeschwitzt wird, muss mit der Nahrung wieder zugeführt werden – in der Regel bis zu sechs Gramm pro Tag. Denn Natriumionen sind eine Art Universalregulator in unserem Körper: Für die Funktion der Nerven und Muskeln sind sie genauso wichtig wie für die Regulierung des Wasserhaushalts und Blutdrucks. Ohne Salz wären wir einfach nicht lebensfähig. Erstaunlich dabei ist, dass sich die physiologisch notwendige und die tödliche Dosis nur um den Faktor 20 unterscheiden. Nimmt ein Mensch am Tag etwa ein Gramm Salz pro Kilogramm Körpergewicht zu sich, stirbt er – abhängig von seiner körperlichen Verfassung – mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent. Ein Erwachsener mit einem Gewicht von 60 Kilogramm kann also von etwa 60 Gramm Salz innerhalb von 24 Stunden sterben, bei einem Kleinkind mit 15 Kilogramm Gewicht reicht schon ein großer Esslöffel voll mit 15 Gramm. ■

Kleine Forscher, großer Förderer

Chancen ergreifen – das kann Dietmar Hopp, und das möchte er auch anderen ermöglichen. Seit über 20 Jahren ist der SAP-Gründer Stifter und fördert unter anderem Bildungsprojekte. Dazu gehört auch das „Haus der kleinen Forscher“, das dem kindlichen Entdeckungsdrang Raum gibt.

Ein ‚kleiner Forscher‘ war ich bereits als Kind“, sagt Dietmar Hopp. „Da es vor 70 Jahren kaum Spielzeug gab, war die Natur unser Spielort, und wir haben mit natürlichen Materialien gebastelt, gebaut und experimentiert.“ Diese Neugier und Flexibilität haben den studierten Nachrichtentechniker geprägt, auch in seiner beruflich entscheidenden Phase. „Später habe ich mich beim Aufbau der SAP in gewisser Weise ebenfalls als Forscher empfunden. Ich war offen für Neues und wollte Dinge ausprobieren, verstehen und vorantreiben“, ergänzt Hopp, der 1972 den bis heute jüngsten deutschen Weltkonzern mitbegründete. Dass er mit dieser Haltung so erfolgreich wurde, macht den SAP-Gründer stolz – doch keineswegs übermütig. Ganz im Gegenteil zeichnet den Unternehmer und Biotech-Start-up-Investor bis heute eine Demut aus, die ihn, gepaart mit seinem Tatendrang, auch zum erfolgreichen Stifter und Mäzen gemacht hat. Über 500 Millionen € hat die 1995 ins Leben gerufene Dietmar Hopp Stiftung bislang ausgeschüttet. Ursprünglich gegründet, um an Krebs erkrankten Kindern und ihren Familien zu helfen, fördert sie heute Projekte in den Bereichen Medizin, Sport, Soziales und Bildung. Das entspreche seinem „persönlichen Verständnis von Ganzheitlichkeit“, sagt Hopp und erläutert weiter: „Als Kind der Nachkriegszeit habe ich Erfahrungen

„Den ‚Flaschentornado‘ habe ich zu Hause gleich mit meinen Enkeln ausprobiert.“

gemacht, die mein Leben prägten. Doch jede Zeit hat ihre besonderen Herausforderungen. Wie man ihnen begegnet, liegt letztlich in einem selbst und in den Chancen, die man ergreift.“ Deshalb sei es ihm wichtig, die Chancen benachteiligter Menschen zu verbessern ebenso wie den Nachwuchs zu fördern.

Neugier wecken

Vor zehn Jahren hat Hopp daher auch das Berliner „Haus der kleinen Forscher“ mit aus der Taufe gehoben. Das Ziel dieser Stiftung ist die bundesweite Förderung der kindlichen Neugier auf naturwissen-

■ BASF-Projekt „Mit Neugier und Pipette“

Die Kita als Labor

Beim BASF-Projekt „Mit Neugier und Pipette“ begeben sich Kinder zwischen vier und sechs Jahren auf eine Entdeckungsreise in die Welt der Naturwissenschaften. Unter Anleitung von Auszubildenden der BASF lösen sie Salz oder Kreide in Wasser. Sie sieben, filtern und pipettieren und bauen einen echten Magnetrührer. Die Auszubildenden besuchen die Kindertagesstätten regelmäßig über mehrere Wochen hinweg. Dabei geben sie spannende Impulse, die den Forschergeist bei Kindern, Eltern und pädagogischen Fachkräften wecken. Ganz nebenbei vertiefen die Auszubildenden ihre fachlichen Kenntnisse durch die kindgerechte Vermittlung der Inhalte und stärken ihre sozialen Kompetenzen. Das Projekt ist Teil der „Offensive Bildung“, in der sich die BASF gemeinsam mit Partnern seit 2005 für eine vielseitige frühe Bildung in der Metropolregion Rhein-Neckar engagiert. Bei den insgesamt 17 Projekten geht es neben der naturwissenschaftlichen Bildung auch um Themen wie Sprachförderung, Inklusion oder Stärkung der seelischen Widerstandskraft.

Das Angebot des „Hauses der kleinen Forscher“ richtet sich auch an Kindertagesstätten. Beim „Flaschentornado“ lernen die Kinder spielerisch, wie man eine Flasche am besten leert.



„Ich war offen für Neues und wollte Dinge ausprobieren, verstehen und vorantreiben.“

Dietmar Hopp

1940 in Heidelberg geboren, begann die Karriere von Dietmar Hopp 26 Jahre später bei dem IT-Unternehmen IBM in Mannheim. Gemeinsam mit vier ehemaligen Kollegen gründete er 1972 die Firma „Systemanalyse und Programmentwicklung“, die heutige SAP. 1988 erfolgte der Börsengang. 1995 rief Hopp die Dietmar Hopp Stiftung ins Leben. Sie hat bis heute überwiegend in der Metropolregion Rhein-Neckar rund 500 Millionen € für gemeinnützige Zwecke ausgeschüttet. Zudem ist Hopp als Investor tätig. Auch Fußballfans ist der 76-Jährige ein Begriff. Er unterstützt die TSG 1899 Hoffenheim, für die er in seiner Jugend selbst spielte, und verhalf dem Verein so zum Aufstieg in die erste Fußball-Bundesliga.

schaftlichem, mathematischem und technischem Gebiet. McKinsey und die Helmholtz-Gemeinschaft hatten sich mit dieser Idee an die Dietmar Hopp Stiftung gewandt und waren dort auf offene Ohren gestoßen. Zusammen mit der Siemens Stiftung gab Hopp das Startkapital für die Bildungsinitiative und fördert das „Haus der kleinen Forscher“ seitdem als Stiftungspartner. Bisher hat die Dietmar Hopp Stiftung rund 4,1 Millionen € in das Projekt fließen lassen, das inzwischen auch vom Bundesministerium für Bildung und Forschung maßgeblich unterstützt wird. In der Stiftung sind heute 136 Mitarbeiter beschäftigt. Das „Haus der kleinen Forscher“ hat ein deutschlandweites Netzwerk mit über 225 Partnern aufgebaut. Dazu

gehören unter anderem Museen, Vereine, Kita-Träger, Jugendämter und Unternehmen. Ein Kooperationspartner ist die Wissensfabrik – Unternehmen für Deutschland e. V., in der sich die BASF und rund 120 weitere Unternehmen und Stiftungen engagieren.

Entdecken, Forschen, Lernen

Das „Haus der kleinen Forscher“ unterstützt pädagogische Fach- und Lehrkräfte dabei, Kinder beim Entdecken, Forschen und Lernen zu begleiten. Dabei helfen kindgerechte Experimentiervorschläge zu 15 Themenfeldern – von Astronomie, über Magnetismus bis zu Zeit. Die Kinder bauen zum Beispiel Trinkhalmraketen, Löffelmagneten und Kuchenuhren. Auch Hopp hat

sich mit seinen 76 Jahren nochmal anstecken lassen. „Beim 20-jährigen Jubiläum meiner Stiftung zeigte das ‚Haus der kleinen Forscher‘ den ‚Flaschentornado‘. Das habe ich zu Hause gleich mit meinen Enkeln ausprobiert“, erzählt Hopp. Das Experiment erklärt mit Hilfe zweier Plastikflaschen, einem Adapter und Leitungswasser, wie man eine Flasche am besten leert – nämlich indem man sie kopfüber in Rotation versetzt.

Pädagogen aus über 26.500 Kitas, Horten und Grundschulen haben bereits die Fortbildungsangebote des „Hauses der kleinen Forscher“ genutzt. Damit ist das „Haus der kleinen Forscher“ bundesweit die größte Qualifizierungsinitiative im Bereich der frühen Bildung. ■

Vordenker

Alessandro Volta

Strom aus Chemie: Der italienische Physiker stellte im Jahr 1800 der Royal Society in London mit der Volta'schen Säule die erste funktionierende Batterie vor.

Europa Ende des 18. Jahrhunderts: Die Erzeugung von Strom ist ein großes Rätsel. Irgendwie magisch. Auf Jahrmärkten sorgen Gaukler mit einfachen Elektrisiermaschinen für Spektakel. Doch Alessandro Volta gelingt es, den Aufbruch ins elektrische Zeitalter einzuleiten. Der Wissenschaftler und Erfinder entwickelt einen Apparat, der erstmals gezielt über einen längeren Zeitraum elektrischen Strom fließen lässt.

Volta war frühzeitig klar, was er wollte. Bereits als Jugendlicher machte er sich im Selbststudium mit den Grundlagen der Elektrizität vertraut. Mit 18 Jahren beschloss er, gegen den Willen seines erziehungsberechtigten Onkels, Experimentalwissenschaften zu studieren. Die richtige Entscheidung – in Folge lieferte er bahnbrechende Arbeiten, vor allem auf dem Gebiet der Elektrizitätslehre: Volta entwickelt einen brauchbaren Elektrophor, eine einfache Spannungsquelle, die auf Reibungselektrizität beruht. 1776, als Physikkozent am städtischen Gymnasium in Como/Italien, entdeckt er das brennbare Gas Methan und konstruiert damit die sogenannte Volta-Pistole. Sie erzeugt einen elektrischen Funken, durch den sich das Methan entzündet – ein Vorläufer des Gasfeuerzeugs. Zwei Jahre später wird er Professor für Experimentalphysik an der Universität Pavia/Italien.



Die Volta'sche Säule

Alessandro Volta entdeckte Metalle als Quelle der Elektrizität – eine Erkenntnis, die es ihm erlaubte, die Volta'sche Säule zu entwickeln: übereinandergeschichtete Zink- und Kupferscheiben, dazwischen in Salzwasser getauchte Pappe. Diese sogenannte „Galvanische Zelle“ produziert elektrische Spannung, indem die Zinkscheibe Elektronen abgibt. Daraufhin entsteht ein Elektronenüberschuss und damit negative Ladung. Das Kupfer wiederum nimmt die Zinkelektronen auf, so dass Elektronenmangel und positive Ladung entstehen. Werden der Plus- und Minuspol, die beiden Enden dieser Volta'schen Säule, verbunden, fließt elektrischer Strom. Noch heute funktionieren viele Batterien nach diesem Prinzip – etwa in Minidimension in Hörgeräten.

Der italienische Wissenschaftler Alessandro Volta (1745–1827) ist Erfinder der Batterie und Namensgeber für die elektrische Maßeinheit „Volt“.

Hier wird 1787 seine Laufbahn ihren Höhepunkt erreichen: Alessandro Volta kombiniert verschiedene Metalle miteinander und stellt fest: Bei Berührung laden sich die Metalle unterschiedlich auf – es entsteht eine elektrische Spannung. Diese Erkenntnis setzt er mit seiner „Volta'schen Säule“ in die Praxis um (siehe Kasten).

Die Glühbirne, der Stromgenerator, der Elektromotor – unsere gesamte elektrifizierte Welt gründet auf Voltas Erfindung: der ersten praktisch einsetzbaren Stromquelle. Auf dieser Grundlage geht 1802 erstmals eine Batterie in Massenproduktion. Alessandro Volta wird mit Ruhm überhäuft: Die Londoner Royal Society verleiht ihm mit der Copley-Medaille die höchste wissenschaftliche Auszeichnung seiner Zeit. Auch Napoleon ist begeistert und ernennt ihn erst zum Senator, später zusätzlich zum Grafen. Die höchste Ehre erlebt Volta allerdings nicht mehr: 1881, 54 Jahre nach seinem Tod, wird auf dem ersten elektrischen Weltkongress in Paris die Einheit für elektrische Spannung nach ihm benannt – in „Volt“. ■

Weiterdenker

Michael Thackeray

Der in Südafrika geborene Chemiker ist einer der führenden Wissenschaftler bei der Entwicklung von Lithium-Batterien – eine Schlüsseltechnologie für die Nutzung sauberer Energie.

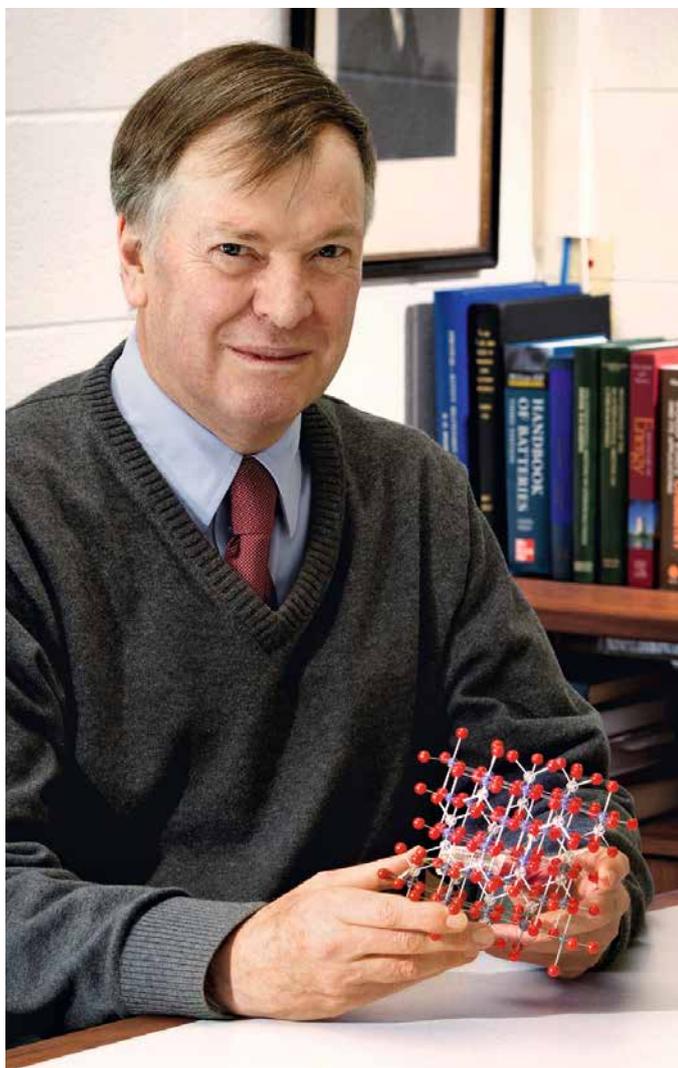
Michael Thackeray, PhD, der im südafrikanischen Pretoria aufgewachsen ist, begann sich schon früh für Naturwissenschaften zu interessieren. Seine Leidenschaft für Chemie wurde in seinem zweiten Jahr an der Universität von Kapstadt geweckt, als er die Schönheit von Kristallen entdeckte. „Das war ein Aha-Erlebnis für mich“, so Thackeray. „Ich weiß noch, dass ich gesagt habe, ich könne mir vorstellen, auf diesem Gebiet zu arbeiten.“

Nach seinem Abschluss mit einem Master of Science in Chemie im Jahr 1973 kam ihm nichts weniger in den Sinn als eine Karriere im Fachgebiet schmierig-schmutziger Batterien. Als er jedoch beim Council for Scientific and Industrial Research (CSIR) in Pretoria anfang, war gerade die Ölpreiskrise im Nahen Osten ausgebrochen. Dies löste einen weltweiten Wettlauf bei der Entwicklung wiederaufladbarer Batterien aus. Johan Coetzer, der Mentor von Thackeray beim CSIR, hatte begonnen, kristalline silberionenleitende Festelektrolyten zu erforschen, was Thackeray einen ersten Einblick in die Beziehungen von Kristallstrukturen zu elektrischer Energie ermöglichte.

Michael Thackeray, PhD,
ist ein Distinguished
Fellow in der Abteilung für
Elektrochemische Energiespeicherung des Argonne
National Laboratory im
US-Bundesstaat Illinois.

Was sind Spinelle?

Spinelle sind Kristalle mit einer kubischen Struktur, durch die sich Lithiumionen in drei Dimensionen bewegen können. Durch diese Struktur wird der Ladungs- und Entladungsprozess in einer Batterie erheblich beschleunigt, weil sich die Ionen zwischen den beiden Elektroden hin und her bewegen können. An der Universität von Oxford in England hat Michael Thackeray, PhD, entdeckt, dass Lithium bei Raumtemperatur in Eisenoxid- und Manganoxidspinelle eingeführt werden kann. Dies ermöglicht günstige und sicherere Elektroden.



Gemeinsam arbeiteten sie an der Entwicklung neuer Technologien für Natrium- und Lithium-Hochtemperaturbatterien.

Thackeray war fasziniert von den Möglichkeiten, die Lithium bot, und bewarb sich für eine Zusammenarbeit mit Professor John Goodenough, einer internationalen Koryphäe im Bereich Metalloxide an der Universität von Oxford in England. 1981 zog er mit seiner Familie nach Oxford und begann, das Verhalten von Spinell-Oxidelektroden bei Raumtemperatur zu erforschen (siehe Kasten). Seine Forschung zu Reaktionen bei Einlagerung von Lithium hat zum Einsatz diverser Spinell-basierter Materialien für Elektroden in Lithiumionen-Batterien geführt – die Akkutechnologie, die heute bei elektronischen Geräten und Elektroautos dominiert.

Seit 1994 leitet Thackeray ein Team beim gemeinnützigen Argonne National Laboratory in den USA. Es entwickelt Materialien für Festkörper-Lithium-Polymer-Batterien für stationäre Energiespeicher und konzipiert Kompositelektrodenstrukturen, die die Leistung und Sicherheit von Lithiumionen-Batterien erhöhen.

Im Alter von mittlerweile 67 Jahren arbeitet Thackeray weiterhin an der Verbesserung von Kompositelektroden, indem er eine Spinellkomponente in die Struktur einführt. „Dieser Ansatz ist wirklich vielversprechend“, stellt er fest. „Außerdem wollen wir die Energie des in den Metalloxidstrukturen enthaltenen Sauerstoffs nutzen – eine noch anspruchsvollere Aufgabe.“ ■

Eine zu hohe Ozonbelastung kann bei Flugzeugpassagieren und Besatzung zu einer deutlichen Beeinträchtigung des Wohlbefindens führen. Wenn das Ozon aus der Luft in der Flugzeugkabine entfernt wird, sind Flugreisen angenehmer.

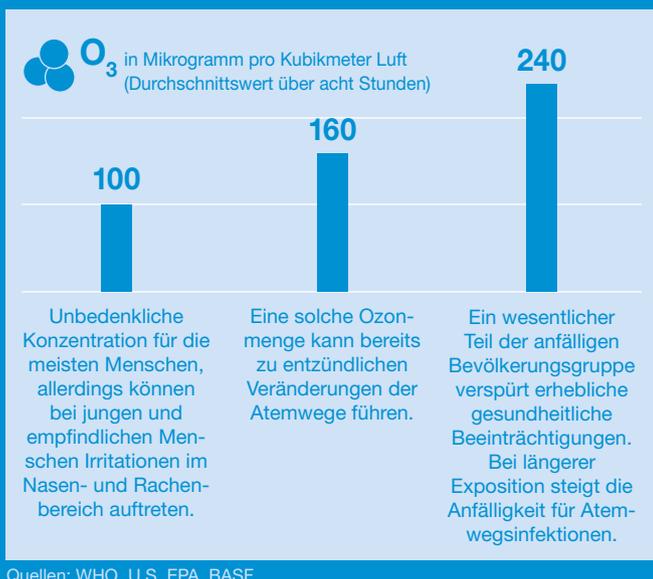
Für eine gesunde Flugatmosphäre sorgen



Deoxo® schützt Flugpassagiere durch die Umwandlung von gesundheitsschädlichem Ozon in Sauerstoff.

Wie viel Ozon (O₃) ist gefährlich?

Die Wirkung auf den Menschen verstärkt sich mit steigender Ozonkonzentration und Einwirkungsdauer.

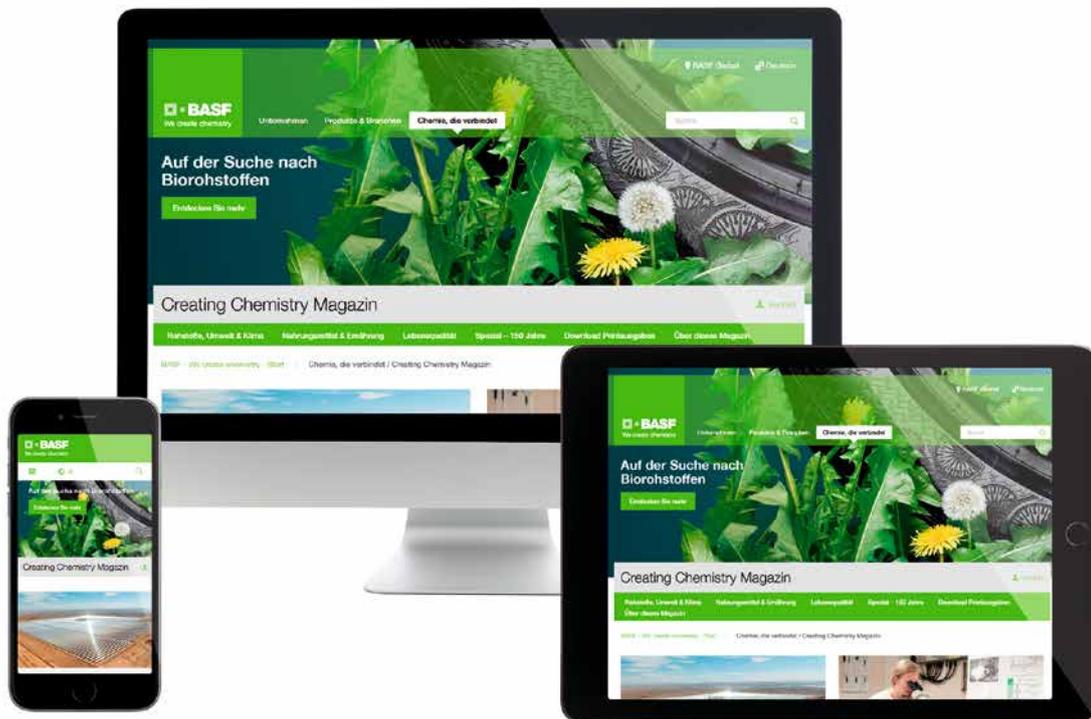


Man kann Ozon nicht sehen, aber schon kleine Mengen können die Gesundheit beeinträchtigen. Wenn Sauerstoff photochemisch durch die ultraviolette Strahlung der Sonne umgewandelt wird, entsteht in der Atmosphäre Ozon. Die Ozonkonzentration variiert je nach Jahreszeit, Höhenlage, Breitengrad und Wetter. Auf der Erde kann schon eine Ozonmenge von 120 Mikrogramm pro Kubikmeter zu Problemen in den oberen Atemwegen, zu trockenen Augen und Kopfschmerzen führen. In Flughöhen, die im kommerziellen Luftverkehr regelmäßig erreicht werden, ist die Ozonkonzentration erheblich höher. Wenn Ozon durch die Luftleitungen in das Flugzeug gelangt, kann es bei Passagieren und Besatzung zu einer deutlichen Beeinträchtigung des Wohlbefindens führen.

Seit über 30 Jahren liefert BASF Deoxo® Ozonkonverter an Fluggesellschaften und Flugzeughersteller, um Luftschadstoffe aus der Kabine zu entfernen. Der Deoxo-Konverter entzieht der Kabinenluft Ozon, indem er es katalytisch in Sauerstoff umwandelt. Darüber hinaus bietet BASF eine Deoxo-Ozon/VOC-Konvertertechnologie an. Diese vermindert unangenehme Gerüche, die normalerweise durch flüchtige organische Verbindungen (auf Englisch: Volatile Organic Compounds, VOC) verursacht werden, die aus Abgasen der Flugzeugtriebwerke stammen. Das sorgt für eine gesunde und angenehmere Luft in der Flugzeugkabine. ■

➔ Weitere Informationen finden Sie unter: www.catalysts.basf.com/deoxo

Entdecken Sie mehr in unserem Online-Magazin



Sie möchten mehr erfahren über die zukünftigen Herausforderungen in den Bereichen Rohstoffe, Umwelt und Klima; Nahrungsmittel und Ernährung sowie Lebensqualität? Unser Creating Chemistry-Online-Magazin bietet Ihnen eine breite Auswahl an spannenden Geschichten, Videos und interaktiven Grafiken:

➤ www.creating-chemistry.basf.com

Wenn Sie die kostenlose Printausgabe des Magazins regelmäßig erhalten möchten, können Sie sich online registrieren:

➤ www.basf.com/creatingchemistry

Impressum

Herausgeber:

BASF SE
Unternehmenskommunikation &
Regierungsbeziehungen
BASF-Gruppe
Anke Schmidt

Redaktion:

BASF SE, Editorial Office
Holger Kapp
Julia Durstewitz

Axel Springer SE
Heike Dettmar
Janet Anderson

Gestaltung:

BASF SE, Channel Management
Charlotte Miller

Anzinger und Rasp, München
Olaf Zimmermann
Maria Freundorfer

Druck:

johnen-druck GmbH & Co. KG

Titelfoto:

Gabriel Gauffre

Illustrationen:

Florian Sänger (Seite 14–15, 41,
48, 51)

Bildnachweise:

Wolf-Dieter Böttcher (Seite 2, 6, 7,
8, 44)
Daryl Peveto (Seite 2, 28, 30)
Andreas Mader (Seite 2, 29, 31)
Aktion Plagiarus e. V. (Seite 2,
36–37)
Getty Images (Seite 3, 4, 5, 12, 20,
21, 32, 34, 45, 46–47, 52, 53, 58)
BASF (Seite 3, 10–11, 13, 22,
27, 33)
Bradley Schroeder (Seite 5)
Coca-Cola Deutschland (Seite 9)
LEGO® (Seite 9)
Olivier Hess (Seite 16, 19)
Jordi Ruiz Cirera (Seite 16, 17,
18, 19)
David Woolfall, erstmals veröffent-
licht in „Recycling & Waste World“
(Seite 20)

Gabriel Gauffre (Seite 23, 25)
Chen Zhuo/ChinaFotoPress/laif
(Seite 24)
picture alliance/JOKER (Seite 26)
www.semtime.com (Seite 26)
UN Photo/Loey Felipe (Seite 34)
Angelo Hornak/Alamy Stock Foto
(Seite 35)
Peter Bialobrzeski/laif (Seite 35)
Eric Martin/Figurophoto/laif
(Seite 35)
Guariglia/Redux/laif (Seite 38)
BIOTRONIK (Seite 39)
heneghan peng architects (Seite 40)
picture alliance/dpa (Seite 49)
Ian Teh/Agence VU/laif (Seite 49)
Paul Langrock/Zenit/laif (Seite 50)
Berthold Steinhilber/laif (Seite 55)
picture alliance/united archives
(Seite 56)
Argonne National Laboratory
(Seite 57)

Kontakt

BASF SE
Editorial Office
Antje Schabacker
Telefon: +49 621 60-41706
E-Mail: antje.schabacker@basf.com

Dieses Magazin wurde auf
Papier gedruckt, das mit
speziellen Inhaltsstoffen der
BASF hergestellt wurde.
Die verwendeten Rohstoffe
stammen aus verantwortungs-
voll verwalteten Wäldern und
für den Produktionsprozess
wird hauptsächlich Energie
aus Biomasse eingesetzt. Es
ist FSC®-zertifiziert.



Wenn wir die Luftqualität verbessern, können Sie besser schlafen.

Die Luft um uns herum hat einen wesentlichen Einfluss auf unser tägliches Leben. Jüngste Studien zeigen, dass Luftverschmutzung das Risiko von Atembeschwerden während des Schlafens erhöhen kann. Dies führt dazu, dass Sie schlecht schlafen.

Unsere Luftkatalysatoren helfen dabei Smog zu vermindern, indem schädliche Emissionen von Autos und der Industrie nicht in die Luft gelangen. So bleibt die Luft sauber und für uns gesünder.

Wenn Menschen aufgrund der Luftqualität keine schlaflosen Nächte haben, dann ist das Chemie, die verbindet. Von BASF.

Um mehr über unsere Ideen zu erfahren,
besuchen Sie www.creating-chemistry.basf.com/de

 **BASF**
We create chemistry