



ESSENTIAL

FREUDENBERG SEALING TECHNOLOGIES



PLASTIK

Last und Lösung

KANU UND KUNSTSTOFF

Olympiasieger Thomas Schmidt über die Materialsuche beim Sport.

TÜTE WEG, ALLES GUT?

Kenia hat die Plastiktüte verboten. Was sich daraus lernen lässt.

HOHES C

Wie Kohlenstoff aus alternativen Ressourcen entstehen könnte.

das magazin **2_19**



IN FÜNFZIG WORTEN



Plastik hat ein schlechtes Image. Kein Wunder, schließlich verursacht das unverwüstliche Material einen Großteil unseres Müllproblems. Andererseits wären ohne modernen Hochleistungskunststoff viele neuartige, nachhaltige Lösungen gar nicht möglich. Plastik ist Müll und Bürde, aber auch Zukunftswerkzeug und Vielseitigkeitsheld. ESSENTIAL geht dem Plastik auf den Grund: als Last und als Lösung.

ZUM TRAILER





Last und Lösung

Von Claus Möhlenkamp, Chief Executive Officer,
Freudenberg Sealing Technologies

Wer hat's erfunden?

Es ist eine knifflige Frage, wer genau eigentlich den Kunststoff erfunden hat: War es Leo Hendrik Baekeland 1907 mit dem Patent für Bakelit, dem ersten vollsynthetisch, industriell hergestellten Kunststoff? Oder doch eher Goodyear, der 1839 aus Schwefel und Kautschuk den Gummi entwickelte? Vielleicht suchen wir aber auch im völlig falschen Jahrhundert, und als Erfinder des Kunststoffs müsste eigentlich der Augsburger Benediktinerpater Wolfgang Seidel gelten, der 1531 „künstliches Horn“ erfand. Hart wie Knochen – weil er seinen Magerkäse in der Sonne hatte stehen lassen. Oder gar die Neandertaler, die Birkenrinde erhitzen und daraus Pech gewannen. Genauso ließe sich argumentieren, dass erst der deutsche Chemiker Hermann Staudinger 1922 Kunststoff erfand, weil er als Erster erklären konnte, dass Polymere aus langen Molekülketten bestehen. Im Gegensatz dazu zählt Goodyears Gummi schließlich genauso wie Stastnys Styropor zu den heute noch gerne zitierten wissenschaftlichen Zufallsentdeckungen.

Plastik ist günstig zu produzieren, unglaublich vielseitig und extrem langlebig. Letzteres wird zum Problem.

Günstig, vielseitig, langlebig

Natürlich ist die Debatte müßig, und am Ende könnte es uns egal sein, wer nun wann genau Kunststoff erfunden hat. Die Frage ist aber deswegen relevant, weil sie direkt zu einer anderen führt: Was genau ist denn Kunststoff, umgangssprachlich Plastik genannt? Dieser allgegenwärtige Begleiter, von dem seit 1950 vermutlich etwa neun Milliarden Tonnen hergestellt wurden. Das entspricht in etwa dem Gewicht von 800.000 Eiffeltürmen oder dem von einer Milliarde Elefanten. Plastik hat kein gutes Image. Denn die Stärken des modernen Allzweckwerkstoffs sind längst auch zur Last geworden. Plastik ist günstig zu produzieren, unglaublich vielseitig und extrem langlebig. Gerade Letzteres wird zum Problem. Kein bekannter Mikroorganismus ist in der Lage, Kunststoffe vollständig zu zersetzen. Wenn Plastik nicht mehr in Gebrauch ist, lagert es auf Müllhalden, schwimmt in den Weltmeeren oder gelangt als Mikroplastik zurück in unseren Körper. Ob und welche Auswirkungen das haben könnte, ist bislang noch nicht hinreichend erforscht.

Der Wunderstoff

Plastikos war im Altgriechischen der Begriff für alles, was geformt und verändert werden konnte. In der Kunst hat die Plastik als Begriff für dreidimensionale Objekte überdauert. Noch heute sprechen wir von Plastizität, wenn wir beschreiben wollen, wie formbar ein Werkstoff ist. Die meisten frühen Kunststoffe entstanden tatsächlich durch Umformung. Sie wurden zum Beispiel erwärmt, geformt und behielten ihre neue Form. Heute gibt es Kunststoffe, die gerade deshalb geschätzt werden, weil sie unvorstellbar steif sind, genauso wie es viskose oder elastische Kunststoffe gibt, die niemals fest werden. Mit dem Wortstamm von „Plastik“ haben sie nichts mehr zu tun. Der gemeinsame Nenner: Kunststoffe bestehen aus Polymeren,

aus langen Ketten oder aus stark vernetzten Gebilden. Und genau das macht sie so vielfältig. Synthetische Polymere können äußerst stabile Verbindungen schaffen, tragende Teile von Flugzeugen zusammenhalten – oder sich andererseits wunderbar leicht lösen. Zum Beispiel bestimmte Kleber von selbstlösenden Preisetiketten. Für zahlreiche moderne Anwendungen ließe sich kein besseres Material finden als Kunststoffe. In Form von sterilen medizinischen Geräten ist Plastik lebensrettend, genauso wie für Sicherheitsanwendungen im Auto. Und je mehr Materialien im Auto durch Kunststoffe ersetzt werden, desto stärker reduziert sich das Gewicht und damit der Kraftstoffverbrauch. Hochleistungskunststoffe sind unter nachhaltigen Gesichtspunkten oft nicht nur höchst sinnvoll, sie sind die bestmögliche Lösung.

Das Problem ist nicht jenes Plastik, das noch nach Jahrzehnten zuverlässig seinen Dienst verrichtet und auch nicht jene hochwertigen Puppen, Bausteine und sonstigen Plastikspielzeuge, die noch an die Kinder vererbt werden, sondern der verführerisch leichte Umgang mit Wegwerfplastik.

Von der Last befreien

Damit die Welt künftig nicht unter der Plastiklast erstickt, braucht es ein neues Bewusstsein zum Umgang mit Tüten, Tuben, Trinkhalmen und Umverpackungen. Einmal benutzt, werden sie direkt wieder entsorgt. Ob die Wissenschaft jemals etwas findet oder züchtet, das Plastik vollständig zersetzt, ist noch offen. Der für den Kunststoff benötigte Kohlenstoff lässt sich wohl nicht ersetzen, denn wie er sich zu komplexen Molekülen verbindet, ist einzigartig. Aber was wäre, wenn der für den Kunststoff benötigte Kohlenstoff nicht aus Rohöl gewonnen würde, sondern aus nachwachsenden Rohstoffen? Forschungen dazu gibt es, nur haben sie ein Problem: Öl ist billig,

die günstige Produktion ist ja gerade einer der entscheidenden Vorteile von Plastik. Andererseits muss das nicht so bleiben, dass fossiles Rohöl die preisgünstigste Variante ist, um Kunststoff herzustellen.

Plastik ist heute beides – Last und Lösung. Es wäre fahrlässig, eine der Seiten zu verschweigen. Die Aufgabe der Menschheit wird zweierlei sein: ihren Plastikmüll zu reduzieren, auf welche Art und Weise auch immer – und gleichzeitig weiter am Wunderstoff Plastik zu forschen. Wer weiß, was sich mit innovativen Ideen noch entwickeln lässt – oder mit Zufallsentdeckungen wie Styropor und hart gewordenem Magerkäse? Wir bei Freudenberg Sealing Technologies haben uns beidem verschrieben: bedingungsloser Nachhaltigkeit in der Produktion – und innovativer Forschung an den Hochleistungskunststoffen von morgen. ©

Ob die Wissenschaft jemals etwas findet oder züchtet, das Plastik vollständig zersetzt, ist noch offen.

Inhalt

14

Auf der Suche nach dem heiligen Gral

Olympiasieger Thomas Schmidt über Materialsuche im Leistungssport.

03

In fünfzig Worten
Plastik: Last und Lösung

04

Essay
Wie Kunststoff die Welt eroberte – und was daraus folgt.

08

Bilderstrecke
Was Plastik mit Flüssen, Katzen und Ziegen zu tun hat.



21

Jetzt erzähle ich
Eine Kugel Mikroplastik



26

Hohes C
Wie könnte Kohlenstoff auf nachhaltigem Weg gewonnen werden?

28

Vietnam importiert Müll
Das Land erfindet aber auch Alternativen zum Plastik.

34

Tüte weg, alles gut?
Einige Länder in Afrika haben die Plastiktüte verbannt. Was sich daraus lernen lässt.

36

„An die Fakten halten“
Ernst Osen über die Verantwortung von FST und nachhaltige Kunststoffe.

40

Unser Alltagsbegleiter
Plastik ist überall. Eine Infografik direkt aus dem Leben.

42

Ich war ein Klimakiller
Wie ThyssenKrupp aus Hüttengasen chemische Rohstoffe machen will.

22

Baustein des Erfolgs

Wie Lego zum Plastik fand und jetzt den Kunststoff der Zukunft sucht.

52

Artenvielfalt

Kunststoff ist aus dem Auto nicht wegzudenken. Was ist wo verbaut – und warum?

46

Treibhauseffekt rückwärts
Aus Kohlenstoffdioxid könnte bald ein begehrtes Material werden.

51

Zahlencheck
„2050 ist in den Weltmeeren mehr Plastik, als es Fische gibt.“ Stimmt das?



58

Blüten im ewigen Eis
In der Antarktis gedeiht Gemüse in einem besonderen Gewächshaus aus Plexiglas.



64

Rohstoff aus der Rinde
In Thailand setzen erste Kautschukplantagen auf nachhaltige Produktion.

70

Aus vier mach eins
Wie Kunststoffbauteile mehrere Funktionen gleichzeitig übernehmen.

74

Wissenswert
Neues aus der Welt von FST.

76

Schutzschilde
FST-Experten arbeiten daran, Alubauteile durch Kunststoff zu ersetzen.

78

Der Anfang vom Ende des Plastikproblems?
Kunststoff, der sich komplett in Einzelteile zerlegen lässt.



86

Feedback und Kontakt
Wir freuen uns auf den Dialog mit Ihnen!

62

Es geht auch anders

Zuckerrohr, Graspapier und andere Alternativen zu Plastik.

82

Federleicht

Ohne Verbundwerkstoffe wären die Flügel von Windrädern viel zu schwer.



Alles im Fluss

Flüsse sind nicht nur Lebensadern, sie werden vielerorts auch zum Entsorgen von Müll genutzt. Auf diese Weise gelangen große Mengen an Plastik in die Ozeane. Mit dem Jangtsekiang und dem Indus befördern laut dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung zwei Flüsse allein über 21 Millionen Tonnen Plastik in die Weltmeere – pro Jahr. Die Meeresströmung treibt das Plastik dann von den Küsten weg. Im Indischen Ozean, im Atlantik und im Pazifik haben Forscher fünf Regionen ausgemacht, in denen sich Plastik in gigantischen Müllstrudeln sammelt. Der größte von ihnen, der Great Pacific Garbage Patch, erstreckt sich über eine Fläche, die viermal größer ist als Deutschland. Experten vermuten dort 1,8 Billionen Plastikteilchen. Das Gros davon ist Mikroplastik, das kleiner als fünf Millimeter ist. ©



Kunststoffzentrum

Um 1950 begann der weltweite Siegeszug der Kunststoffe. Damals umfasste die globale Jahresproduktion rund zwei Millionen Tonnen. Seither ist sie beständig angewachsen, auf knapp 360 Millionen Tonnen im vergangenen Jahr. China steuert nahezu ein Drittel der jährlich produzierten Menge bei. Das Reich der Mitte ist damit der weltgrößte Kunststoffproduzent. Der Kunststoff „Made in China“ wird nicht nur zu Winkekatzen verarbeitet, sondern in erster Linie zu Komponenten für Computer und Smartphones, zu Schuhen und Bekleidung sowie zu Spielzeug. In all diesen Bereichen lassen sich die Vorteile des ebenso leichten wie robusten und formbaren Materials hervorragend ausspielen. Weltweit wird Kunststoff übrigens zumeist für Verpackungsmaterial verwendet, und auch im Bausektor spielt er eine wichtige Rolle. ©



Superspeicher

Der Arganbaum gedeiht nur noch in einem kleinen Gebiet im Südwesten Marokkos, wo aus den Kernen seiner Früchte kostbares Öl gewonnen wird. Auch Ziegen stehen auf den Baum und verzehren mit Vorliebe dessen Früchte und Blätter. Durch Rodungen und sinkendes Grundwasser nimmt der Bestand des Arganbaums jedoch ab. Um diesen Trend zu stoppen, experimentierte ein marokkanisches Forschungsinstitut mit Superabsorbentien aus Polymeren, die ein Vielfaches ihrer Masse an Wasser speichern. Werden sie im Boden ausgebracht, geben sie zuvor aufgenommenes Wasser ab, sobald die Erde austrocknet. Eine nützliche Fähigkeit, um die anspruchsvolle Aufzucht der Bäume zu unterstützen. Superabsorber spielen ihre Qualitäten auch in Babywindeln und Ummantelungen von Unterwasserkabeln aus, indem sie Feuchtigkeit wirkungsvoll binden. ©



Auf der Suche nach dem heiligen Gral

Kanu-Olympiasieger, Bootskonstrukteur, Streckendesigner: Thomas Schmidt hat bereits viele Rollen ausgefüllt. Stets hatte er intensiv mit Kunststoffen zu tun – und profitierte von deren Vorteilen.



THOMAS SCHMIDT, DEN 20. SEPTEMBER 2000 WERDEN SIE SICHER NIE VERGESSEN.

Nein, wie könnte ich. Ich wurde in Sydney Olympiasieger im Kanuslalom! Beim wichtigsten Wettkampf überhaupt zu gewinnen, das war unfassbar. Ich war im ersten und im zweiten Durchgang über drei Sekunden schneller als meine Konkurrenten. Und das, wo es in meinem Sport immer eng zugeht. Wir müssen im Wildwasser durch Tore paddeln, ohne diese zu berühren, auch gegen den Strom. Eine Berührung gibt Strafsekunden. Aber an diesem Tag passte bei mir alles. Ein absoluter Traum!

DENNOCH KAM IHR ERFOLG LETZTLICH ÜBERRASCHEND.

Definitiv. Ich hatte mir ein Jahr zuvor die Schulter ausgekugelt. Für einen Kanuten ist das eine sehr schwere Verletzung. Eine

Operation war unausweichlich. In der Reha sah es tief drinnen in mir zeitweise finster aus. Ich musste erst wieder lernen, geradeaus zu fahren. Während das Nationalteam in Australien und Neuseeland trainierte, musste ich zu Hause alleine ran. Das war letztlich aber sogar ein Vorteil.

WARUM?

Ich habe meine Technik umgestellt, ganz viel mental gearbeitet und extrem an meinem Boot gefeilt. Als meine Teamkollegen zurückkamen, war ich plötzlich schneller als sie und habe mir den Startplatz gesichert.

WAS KONKRET HABEN SIE AM BOOT VERÄNDERT?

Ich habe das Boot eines schwereren Kollegen übernommen, was nicht ungewöhnlich ist. Ich musste es aber auf mein



Thomas Schmidt

Jahrgang 1976, bestritt im Alter von neun Jahren seine ersten Kanuslalom-Wettkämpfe. 2000 gewann er bei den Olympischen Spielen in Sydney Gold, ein Jahr später den Gesamtweltcup. Nach einem fünften Platz bei den Olympischen Spielen in Athen beendete er 2004 seine Karriere. Der Diplom-Ingenieur (Maschinenbau) und Master of Engineering Studies arbeitet seit 2016 bei KUKA. Das Unternehmen hat sich auf intelligente Automatisierungslösungen spezialisiert. Als Key Account ist er für den Vertrieb von Reibschweißmaschinen mit den dazugehörigen Automatisierungslösungen zuständig.



Die Regeln



Grün-weiß: Ein Abwärtstor ist flussabwärts zu durchfahren und wird durch zwei grün-weiß gestreifte Stangen markiert. Jedes Tor ist zudem durch ein Schild nummeriert. Es muss in Fahrtrichtung lesbar sein. Auf der gegenüberliegenden Seite ist die Nummer durchgestrichen.



Rot-weiß: Ein Aufwärtstor muss gegen die Strömung flussaufwärts durchpaddelt werden. Es besteht aus zwei rot-weiß gestreiften Stangen.

Körpergewicht und meine Bedürfnisse anpassen. Sonst wäre ich aufgrund der Höhe beim Paddeln dauernd irgendwo angeschlagen. Auch das Heck hätte ich nur schwer unter Wasser bringen können. Das ist allerdings für das Steuern und das Tempo essenziell. Ich musste es flacher machen.

WIE GEHT DAS?

Ein Kajak besteht aus zwei Teilen, einer Ober- und einer Unterschale. Ich habe die Oberschale des Bootes abgenommen, zwei bis drei Zentimeter abgelenkt und dann wieder auf die Unterschale geklebt. Ich habe die Sitzposition verändert und das Zusatzgewicht anders positioniert. So wurde aus einem guten Boot ein noch besseres Boot.

IST ES ÜBLICH, DASS SPITZENKANUTEN SELBER HAND AN IHR BOOT LEGEN?

Durchaus. Auch wenn die Hersteller rund 20 bis 30 Modelle in Umlauf bringen, so ist es für einen Athleten wichtig, beim Boot das für ihn richtige Maß zu

finden. Nicht zuletzt aufgrund des individuellen Fahrstils. Denn letztlich macht das Gesamtpaket aus Sportler, Boot und Paddel den Erfolg aus. Es wird also immer getüftelt. Alle sind auf der Suche nach dem heiligen Gral.

SCHON ALLEIN DESHALB DÜRFTE SICH DIE HEUTIGEN WETTKAMPFBOOTE ENORM VON DEN URSPRÜNGLICHEN KAJAKS UNTERSCHIEDEN?

Definitiv. Gerade beim Material. Unsere Kajaks gehen auf die Boote der Eskimos zurück. Diese bestanden aus Holz und Knochen und waren mit Tierhaut bespannt. Die ersten Wettkämpfe wurden mit Faltbooten bestritten. Bei ihnen war imprägnierter Zeltstoff aus Leinen auf einen steckbaren Holzrahmen gespannt. Vor rund 50 Jahren setzten sich Kunststoffboote durch. Zunächst aus glasfaserverstärktem Kunststoff, heute aus kohlefaserverstärktem. Das Einzige, was in einem modernen Kanu nicht aus Kunststoff ist, sind die Fußstützen, die sind aus Aluminium.

Letztlich macht das Gesamtpaket aus Sportler, Boot und Paddel den Erfolg aus. Es wird also immer getüftelt.



Exemplarische Darstellungen



PADDEL

Aus Kohlefasergewebe (mit UD-Einlage für höchste Steifigkeit) und ergonomisch geformt. Die Blätter können versetzt sein.

OBERSCHALE
Ein Kajak besteht aus zwei Teilen, die durch eine Fügestelle verbunden werden.

MATERIAL

Mehrere Kunststoffschichten aus beispielsweise Kohlefasergewebe, Epoxidharz und Polyurethanschaum.

LUKE MIT SÜLLRAND

Sie wird durch einen um die Taille getragenen Schutz, die Spritzdecke, abgeschlossen.



UNTERSCHALE

Erhält seine Form, wie die Oberschale, indem schichtweise in eine Negativform laminiert wird.

FUSSSTÜTZEN

Sie sind in der Regel aus Aluminium.

SITZ

Im Leistungssport eigens an den Fahrer angepasst.

WIE HABEN WIR UNS DIE KUNSTSTOFFHAUT EINES KAJAKS VORZUSTELLEN?

Das Kohlefasergewebe wird zusammen mit Epoxidharz – einem Kunstharz – in mehreren Schichten zu einem drei Millimeter starken Laminat verarbeitet. Man muss sich die Wand eines Bootes vorstellen wie ein Sandwich. Auf zwei Einzelschichten Kohlefasergewebe und Epoxidharz folgen eine Schicht Polyurethanschaum als Abstandhalter und dann wieder zwei Schichten Gewebe und Harz. Das ist wie bei der Wand eines Wohnwagens.

WARUM EIGNET SICH KUNSTSTOFF SO GUT FÜR IHREN SPORT?

Kunststoff bietet große Freiheiten beim Bootsdesign. Es erleichtert die Formgebung. Daneben lassen sich Boote aus Kunststoff schnell herstellen. Und: Das Material ist superleicht, aber dennoch fest

und zäh. Diese Widerstandsfähigkeit ist wichtig, denn bei mir in Augsburg gibt es Hindernisse aus Beton. Das muss ein Boot wegstecken können. Das geringe Gewicht erleichtert wiederum das Steuern enorm.

WIE WIRKT SICH DAS IM WASSER AUS?

Das Drehverhalten ist deutlich besser. Die Fahrtechnik hat sich mit den neuen Booten weiterentwickelt. Heute werden Manöver gefahren, die so vor zehn Jahren nicht möglich waren. Es reichen weniger Paddelschläge aus, um ein Tor gegen die Strömung zu durchfahren. Insgesamt sind die Boote schneller geworden.

MAN KÖNNTE ALSO SAGEN, OHNE KUNSTSTOFF STÜNDE DER KANUSLALOM NICHT DA, WO ER HEUTE STEHT?

Er wäre in der Form undenkbar. Wir würden im übertragenen Sinne noch auf den Bäumen hocken.

VOR DEN OLYMPISCHEN SPIELEN 2004 KONNTEN SIE SOGAR IHRE EIGENEN WETTKAMPFBOOTE BAUEN.

Das stimmt. Nach meinem Studium war es mir ab 2002 möglich, ein auf mich zugeschnittenes Forschungsprojekt an meiner Hochschule zu leiten, das finanziell unterstützt wurde. Ein wesentliches Ziel bestand darin, den Herstellungsprozess zu optimieren.

WIE SAHEN DIE EINZELNEN ARBEITSCHRITTE BEI IHREN BOOTEN AUS?

Man braucht immer eine Negativform, in die man laminieren kann. Denn nur so wird die Außenhaut des Bootes richtig glatt. Um eine Negativform anzufertigen zu können, benötigt man einen Positivblock. Er stellt nichts anderes dar als die Form des Kajaks. Die haben wir am Computer ausgetüftelt und dann mit einer Fräsmaschine aus Formkunststoff



herausgearbeitet. Die gewünschte Negativform erhielten wir, indem wir Glasfaserlaminat auf den Positivblock aufbrachten.

DIE NEGATIVFORM ERLAUBT ES ALSO ERST, DIE HÜLLE DES BOOTES ANZUFERTIGEN.

Genau. Das oben erwähnte Sandwichmaterial. Ich habe in Epoxidharz vorgetränkte Kohlefasern und einen speziellen Schaum aus Polyurethan verwendet, die ich faltenfrei in die Negativform geben konnte. Nachdem wir die beiden Formhälften des Kajaks aufeinandergefügt hatten, musste das Boot perfekt aushärten. Das gelang unter großem Druck in einem speziellen Ofen, einem Autoklaven.

WIE HABEN SIE SICHERGESTELLT, DASS SICH DIE FORM DES BOOTES DABEI NICHT VERÄNDERT?

Wir haben einen Vakuumsack ins Boot gelegt, der gegen die Wand drückt und so die Form beibehält. Anschließend ha-

ben wir den Sack durch die Einstiegs Luke herausgezogen. Auf diese Weise haben wir zwei völlig identische und perfekt auf mich abgestimmte Boote gefertigt. Sie waren wie aus einem Guss und qualitativ sehr hochwertig. Der Werkstoff war noch leichter, und das bei noch höherer Festigkeit.

WAS HAT SIE AN DER ARBEIT MIT KUNSTSTOFF SO FASZINIERT?

Die Optionen, die sich mit dem Material im Leichtbau ergeben. Die Möglichkeiten im Fertigungsprozess sind vielfältig, und dies eröffnet wiederum ganz neue Chancen in der Formgebung. Diese Wechselwirkung macht es so reizvoll. Kunststoff ermöglicht einfach unglaublich viel.

BEI DEN OLYMPISCHEN SPIELEN 2012 IN LONDON UND 2016 IN RIO HABEN SIE DIE SEITEN GEWECHSELT UND WAREN FÜR DAS KURSDESIGN DER STRECKEN VERANTWORTLICH.

WORAUF KOMMT ES DABEI AN?

Meine Aufgabe war es, die Tore auf der Strecke zu setzen und damit den Kurs vorzugeben. Dabei galt es, die Charakteristik des jeweiligen Kanals mit seinen Strömungen und Wellen zu berücksichtigen. Die Herausforderung bestand darin, den besten Kajakfahrern gerecht zu werden, zugleich aber die schwächeren nicht zu überstrapazieren. Ein schmaler Grat, denn ich weiß aus eigener Erfahrung, dass man es Sportlern nur selten recht machen kann. Zudem musste ich Rücksicht auf die Kampfrichter und die TV-Anstalten nehmen. Das TV will spektakuläre Bilder, die Kampfrichter aber gut einsehbare Tore, was bei den enormen Wellenbewegungen nicht so einfach ist.

DIE WETTKÄMPFE FINDEN SCHON LANGE AUF KÜNSTLICHEN STRECKEN STATT. BEIM BAU NEUER STRECKEN SPIELT KUNSTSTOFF EBENFALLS EINE GROSSE ROLLE.

Das stimmt. Riesige Kunststoffwände erzeugen die charakteristischen Strömungen und Strudel. Was im TV dann so aussieht wie Felsbrocken, sind tatsächlich nur Kappen, die auf diesen Wänden stecken. Mit den Wänden lässt sich die Charakteristik des Kurses ganz bequem verändern. Sie werden wie beim Lego umgesteckt oder auf einem Schienensystem verschoben. Das geschieht zwar lediglich ein- bis zweimal im Jahr, macht es für die Fahrer aber abwechslungsreich und damit spannend.

SIE ARBEITEN HEUTE FÜR DEN INTERNATIONALEN TECHNOLOGIEKONZERN KUKA. WELCHE ROLLE SPIELT HIER DER KUNSTSTOFF, UND WELCHE ANSTRENGUNGEN GIBT ES IN PUNCTO NACHHALTIGKEIT?

Kunststoffe sind aus den KUKA-Produkten nicht wegzudenken. KUKA hat es sich aber in seinem Nachhaltigkeitsbericht auf die Fahnen geschrieben, in der Produktion – wenn möglich – auf recyceltes Material zurückzugreifen beziehungsweise recyclingfähige Kunststoffe einzusetzen.

VIELEN DANK FÜR DAS AUFSCHLUSSREICHE GESPRÄCH. ©



Den zweiten Teil des Interviews lesen Sie unter: <https://bit.ly/2nKGsFH>



JETZT ERZÄHLE ICH

Eine Kugel Mikroplastik

Sie hatten mich bestimmt schon einmal in der Hand, liebe Leserin, lieber Leser. Nur erinnern Sie sich vermutlich nicht daran. Sie haben es wohl nicht einmal gemerkt. Denn im Alltag verberge ich mich sehr gut neben meinen Nachbarn, Sandkörnern, die sogar noch größer sind als ich. Wir werden regelmäßig von den Wellen durchgespült. Jedes Mal habe ich dabei das Gefühl, dass ich noch etwas kleiner werde, wenn ich und die Sandkörner uns aneinanderschmiegeln. Dabei heiße ich doch schon „Mikroplastik“! Und glauben Sie mir: Nicht jeder darf sich so nennen! Dafür gibt es strenge Regeln. Nicht größer als fünf Millimeter dürfen wir sein, wobei das schon ziemlich groß ist. Früher, müssen Sie wissen, war ich Teil einer Plastikflasche, die im Meer schwamm. Aber dann kam die UV-Strahlung, und unsere Polymermatrix begann zu oxidieren. Schrecklich war das!

Zuerst haben sich die Additive verabschiedet und die Weichmacher, dann sind langsam wir Plastikteile auseinandergebrochen. Das dauerte natürlich ziemlich lange. Aber irgendwann haben wir uns in alle sieben Meere verstreut, im wahrsten Sinne des Wortes. Einige von uns soll es ins Polarmeer getrieben haben, wo sie jetzt in Eisbergen festsitzen, ein paar andere wurden bis auf den Tiefseeboden gedrückt, die Armen. Man muss aufpassen als Mikroplastik, dass man nicht von Fischen gefressen oder in Klärwerke hineingeschwemmt wird. Dann beginnt nämlich eine ziemlich abenteuerliche Reise, die meistens auch durch Menschen hindurchgeht. Glauben Sie mir, das ist kein Spaß! Immerhin: Ich habe gehört, die Menschen haben bis heute keine Technik gefunden, um uns aus dem Meer zu fischen. Da sind wir also ungestört. Einmal im Meer, immer im Meer. ©

„Ich bin hier.
Sehen Sie mich?“

©
**Baustein
 des Erfolgs**

Lego begründet seinen Weltruhm auf Plastik. Weggeworfen wird von den Produkten allerdings wenig. Eher vererbt. Dabei war der Erfolg anfangs gar nicht zu erwarten, der Firmengründer setzte noch auf Holz. Eine Geschichte über den Weg zum Kunststoff – und die schwierige Suche nach alternativen Werkstoffen.

Der dänische Schreiner Ole Kirk Christiansen steht Anfang der 1930er Jahre vor dem Ruin. Gerade hat er seine letzten Mitarbeiter entlassen, denn seit dem Beginn der Weltwirtschaftskrise 1929 bestellen seine Kunden keine Fenster, Schubladen oder Küchenzeilen mehr. Er versucht sich mit Holzspielzeug über Wasser zu halten, aber dafür benötigt er Kredite von der Bank. Und selbst seine Geschwister treten nur sehr widerwillig als Garantiegeber auf: Spielzeug, das sei doch nun wirklich kein sinnvolles Produkt mit Zukunftsperspektive.

Ein knappes Jahrhundert später macht die damals von Christiansen gegründete Spielzeugwerkstatt fast vier Milliarden US-Dollar Umsatz und beschäftigt rund 14.000 Mitarbeiter. Seit 2017 ist die Lego Group der größte Spielzeughersteller der Welt. Denn Spielzeug, stellte sich heraus, war tatsächlich ein sehr sinnvolles Produkt, für das Menschen selbst in Krisen- und Kriegszeiten eher bezahlen als für Küchenzeilen. Die Geschichte von Lego ist aber nicht nur ein Lehrstück über die Marktchancen von Spielzeug. Es ist auch eine Geschichte über die Weiterentwicklung von Material.

1934

Erstmals produziert Lego zusammensetzbare Steine aus Plastik. Alle Söhne von Firmengründer Christiansen fürchten allerdings, dass die Plastikproduktion sich als ruinöser Geschäftszweig entpuppen könnte.

1960

Nach einem Feuer in der Schreinerei stellt Lego seine Holzproduktion ein. Bis dahin hatte man zum Beispiel noch Züge aus Holz produziert.

1963

In der Produktion wechselt man vom bisherigen Celluloseacetat auf ABS. Den Kunststoff, mit dem Lego bis heute arbeitet.

1949

Der Schreiner Ole Kirk Christiansen entscheidet sich, vollständig auf Spielzeug zu setzen. Für die damalige Zeit ein gewagter Schritt, der sich aber auszahlen soll.

„Holz ist stärker“

„Man kann hübsche, süße Dinge aus Plastik machen – aber Holz ist der stärkere Werkstoff“, sagte 1949 Godtfred Kirk Christiansen, der Sohn des Firmengründers. Die Spielzeugfirma Lego hat zu diesem Zeitpunkt bereits begonnen, mit Plastik zu experimentieren, obwohl ihre Hauptprodukte eigentlich hölzerne Autos, Flugzeuge und Jo-Jos sind. Aber nach dem Zweiten Weltkrieg ist in Dänemark hochwertiges Buchenholz rar. Ole Kirk Christiansen hatte drei Jahre zuvor der Demonstration einer Spritzgussmaschine beigewohnt. Allerdings gab es zu diesem Zeitpunkt weder die richtigen Werkzeuge noch das richtige Material. Eigeninitiative war also gefragt. Christiansen experimentierte zunächst mit Celluloseacetat, einem der ältesten thermoplastischen Kunststoffe: Dabei werden Baumwollfasern (Cellulose) mit Essigsäurehydrid auf 140 Grad Celsius erhitzt – es entsteht wasserunlösliches Pulver. Und daraus werden die ersten Bausteine zum Zusammenstecken geformt. Bis in die 1960er Jahre bestehen Legosteine aus diesem Werkstoff.

Bis ein noch besseres Material entdeckt wird. Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymerisat, kurz: ABS. Bevorzugter Werkstoff

für Automobilteile, Motorradhelme und ganz generell für alle Konsumgüter, die besonders schlagzäh sein müssen. Denn ABS ist sehr hart. Kratzfest, beißfest, und, für Lego nicht unerheblich: Es ist farbechter als sein Vorgängermaterial. Zusätzlich ist ABS preisgünstig und lässt sich einfach als Spritzguss verarbeiten. In den vergangenen Jahren hat Lego mit dieser Fertigungsmethode so viel Erfahrung gesammelt, dass man 1970 sogar einen eigenen Heißkanal konzipiert. Dort wird das ABS-Granulat auf 232 Grad erhitzt und dann in die Formen gepresst. „Millimeterarbeit“ wäre noch zu grob gedacht: Lediglich ein tausendstel Millimeter Abweichung ist gestattet, damit die Bauteile passgenau zusammengesteckt werden können.

Schwieriger als die Mondlandung?

Vor einigen Jahren setzte sich Lego nun zum Ziel, bis 2030 ausschließlich nachhaltige Rohstoffe in Produktion und Verpackung einzusetzen. Das „Wall Street Journal“ berichtete im Juni, dass der Konzern dazu mittlerweile mehr als 200 verschiedene Zusammensetzungen getestet habe. Allerdings ohne Erfolg. Lego scheitert derzeit an seinen eigenen Ansprüchen: Der Werkstoff auf Basis von Mais stellte sich als zu weich

heraus, bei dem auf Weizenbasis ließen sich Farben nicht reproduzieren, andere Materialien führten dazu, dass die Steine entweder zu hart wurden oder zerbröselten. ABS scheint nach wie vor der einzig perfekte Werkstoff zu sein. Nachhaltigkeitschef Tim Guy zog den Vergleich zur „ersten Mondlandung“ – auch damals habe ein Großteil der Technologien erst erfunden werden müssen. Immerhin: Die Bauteile für Bäume, Büsche und Blätter von Lego bestehen mittlerweile aus Polyethylen auf der Basis von Zuckerrohr. Laut Eigenaussage des Konzerns betrifft das „ein bis zwei Prozent“ des produzierten Plastiks.

Paradox daran: Von einer Plastikdebatte war Lego bis dahin eigentlich verschont geblieben. Da komplette Lego-Sammlungen eher vererbt, verschenkt oder weiterverkauft werden, hält sich die damit verbundene Umweltverschmutzung in Grenzen. Jetzt aber wird der Konzern an den eigenen Aussagen gemessen. Andererseits: Wenn die Geschichte von Lego eines gezeigt hat, dann, dass Vorsicht angebracht ist, einen Werkstoff zu früh zum Nonplusultra zu küren. Würde Lego noch immer auf das „starke“ Material Holz setzen, wäre man heute sicherlich kein milliardenschwerer Weltmarktführer. ©

Lego ist übrigens der größte Reifenhersteller der Welt. 2017 zum Beispiel produzierte der Konzern über 700 Millionen kleine Plastikreifen. Mehr als Bridgestone, Michelin und Goodyear zusammen (je circa 200 Millionen Reifen).

1973

Lego entwickelt den ersten eigenen Heißkanal zur Plastikproduktion. Die zu diesem Zeitpunkt marktüblichen Maschinen erfüllen nicht die Ansprüche der Firma.

Erst 1974 gibt es die erste Lego-Figur. Damals nur ein runder Kopf, der auf quadratische Steine gesteckt wurde. Vier Jahre später folgen bewegliche Beine.

1974

1989

Lego startet seine „Piraten“-Serie. Erstmals bekommen die Figuren eigene Gesichtsausdrücke. Es ist auch der Start in eine immer diversifizierte Lego-Welt.

2003

Die Firma steckt in ihrer größten Krise und meldet ein Defizit von einer Milliarde dänischen Kronen. Die Firma leitet den Umbruch ein und besinnt sich wieder stärker auf das Kerngeschäft.

2016

Mit 1,2 Milliarden Euro Gewinn verzeichnet die Firma bis heute ihr stärkstes Geschäftsjahr. Derzeit ist Lego mit 4,8 Milliarden Euro Umsatz der größte Spielzeughersteller weltweit, noch vor Hasbro und Mattel (jeweils etwa vier Milliarden Euro Umsatz).

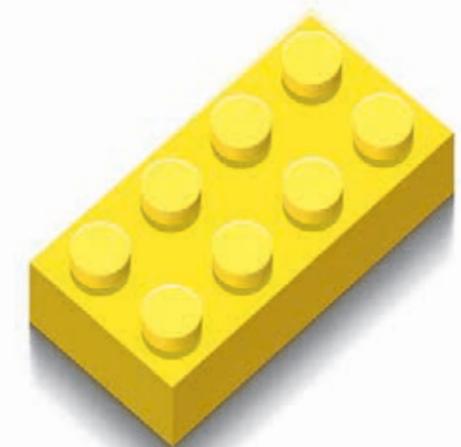
2017

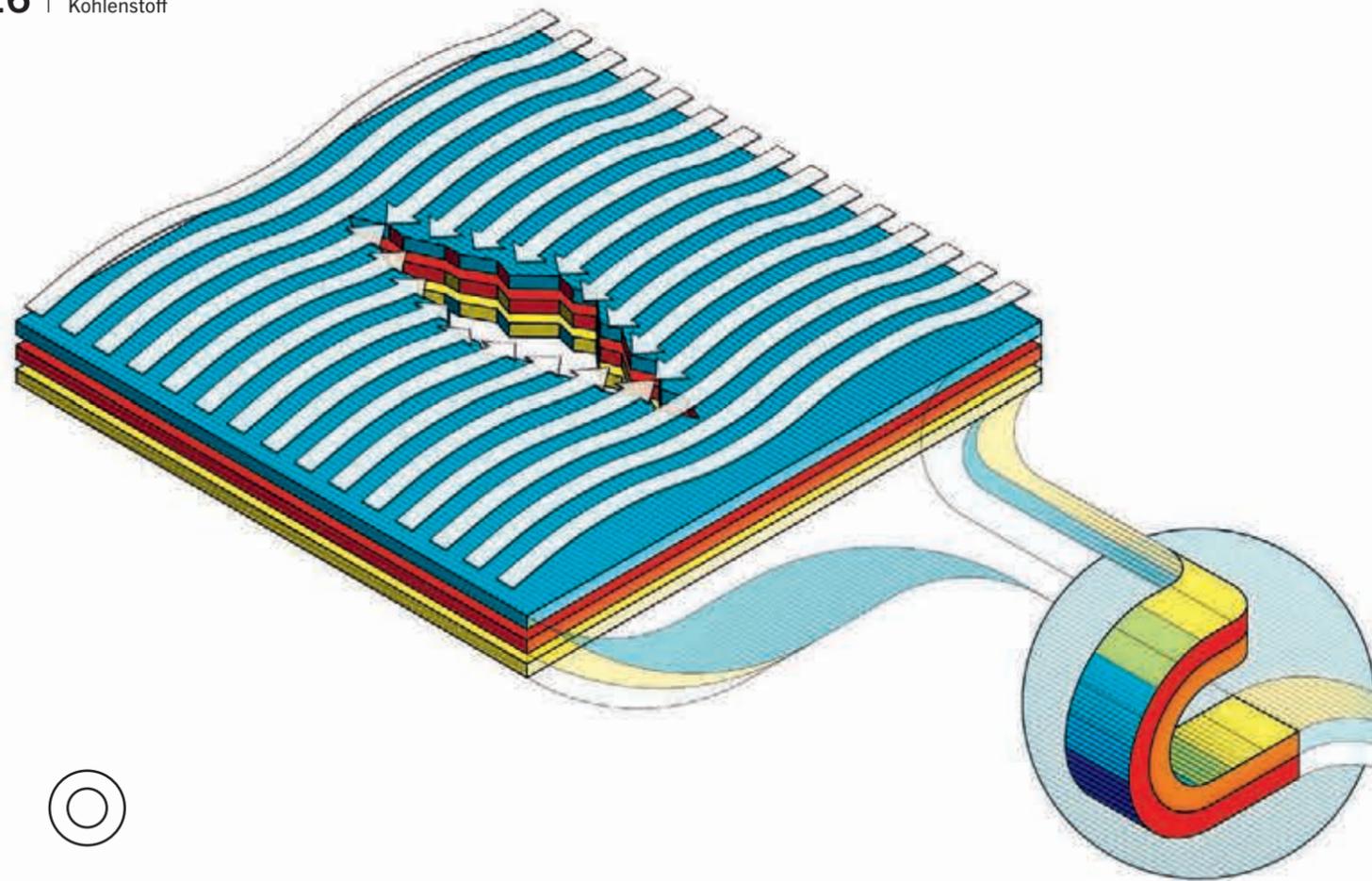
**Passender als gedacht**

Der Name Lego setzt sich zusammen aus den dänischen Wörtern „leg“ und „godt“, was „spiel gut!“ bedeutet. Die Idee entstammt einem Wettbewerb unter den damaligen Mitarbeitern der Spielzeugwerkstatt, der Sieger erhielt eine Flasche Wein. Dass der Name auf Lateinisch auch „Ich sammle“ und sogar „Ich setze zusammen“ bedeuten kann und damit das Grundprinzip des Lego-Steins bezeichnet, fällt erst viel später auf.

Bis heute kompatibel

Der Erfolg von Lego besteht auch darin, dass der ursprünglich entwickelte Noppen-Baustein sich im Grunde kaum verändert hat. Celluloseacetat-Bausteine aus den sechziger Jahren sind bis heute mit modernen Steinen kompatibel. Allerdings raten Verbraucherschützer von solch alten Steinen ab: Eine Studie der Universität Plymouth stellte 2018 darin einen Cadmiumanteil fest, der über allen heutigen EU-Grenzwerten liege.





Hohes C

In der Chemie steht der Buchstabe C für Kohlenstoff, den wichtigsten Grundstoff der Kunststoffproduktion. Dieses Element muss nicht zwingend aus fossilen Ressourcen gewonnen werden. Längst arbeiten Forscher an Alternativen, inspiriert von der Natur.

Selbstheilende Lacke

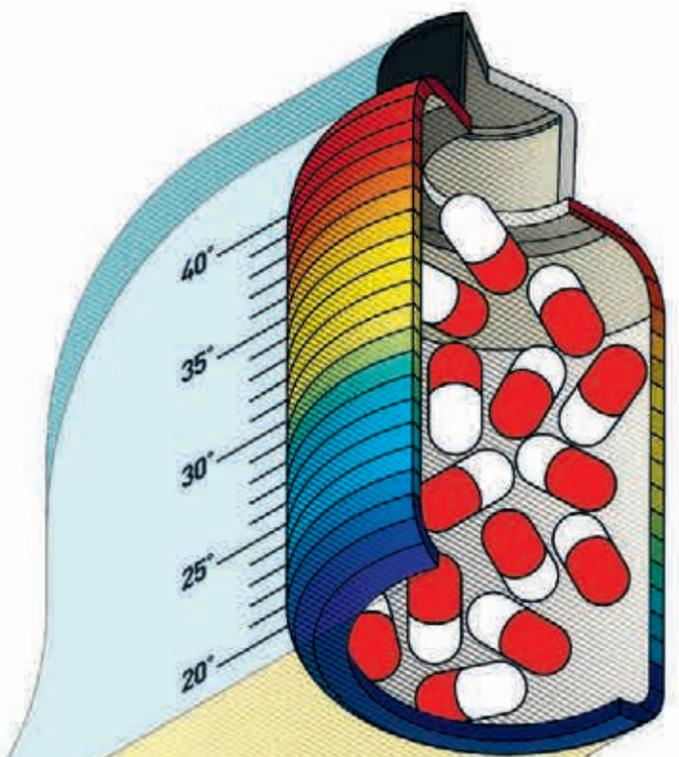
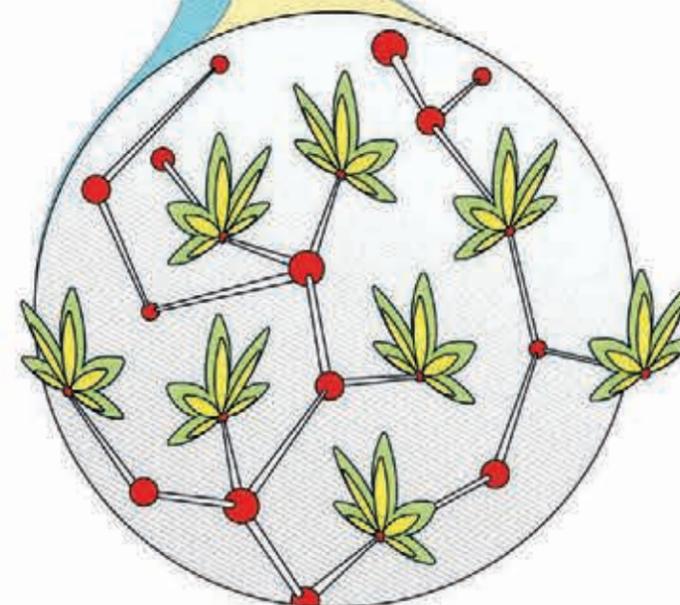
Es klingt wie Science-Fiction: ein Lack, der einen Kratzer selbst ausbessert. Doch die Idee ist keineswegs Fiktion. An der Universität Paderborn forscht der Wissenschaftler Dr. Oliver Strube mit Partnern im Projekt „Selbstheilende Oberflächen“ genau daran. „Wir haben dafür den Automobilklarlack gewählt“, berichtet Strube. Das sei eines der Lacksysteme mit den höchsten Qualitätsansprüchen. „Die Polymernetzwerke eines herkömmlichen Klarlacks werden bei einem Kratzer oder anderen mechanischen Beanspruchungen irreversibel geschädigt“, erklärt Strube. Beim neuen Klarlack sollen sich bei mechanischer Beanspruchung die Verbindungen im Polymernetzwerk lediglich reversibel lösen. Lässt die Krafteinwirkung wieder nach, dann werden die Bindungen wieder geschlossen, und die Oberfläche des Klarlacks bleibt unverletzt. Dieser innovative Effekt wird durch den Einsatz spezieller Biomoleküle ermöglicht. „Das wirklich Faszinierende an natürlichen Materialien ist die Erkenntnis, dass uns die Biologie in vielen Dingen weit voraus ist“, sagt Strube. „Pflanzen können Strukturen bilden und Synthesevorgänge realisieren, die auf künstliche Art nicht zu reproduzieren sind.“ Die Forscher haben bereits ein erstes Komposit aus dem Biomolekül entwickelt, das jetzt als Additiv zum Klarlack umfangreichen Tests unterzogen wird. ©

Thermochrome Kunststoffe

Eine Kunststoffverpackung, die je nach Temperatur eine andere Farbe annimmt: Das wäre nicht nur für Getränkeverpackungen sinnvoll, um die richtige Kühlung anzuzeigen oder vor heißem Inhalt zu warnen. Sie kann beispielsweise auch bei Pharmazeutika eine temperaturgerechte Lagerung visuell signalisieren. Dr. Volker Eberhardt forscht mit seinen Partnern im Projekt „Thermochrome Kunststoffe aus natürlichen Rohstoffen“ daran, wie solche Verpackungen auf Basis von Biopolymeren und natürlichen, ungiftigen und farbgebenden Additiven entwickelt werden können. „In der Kunststoffindustrie gibt es ein Umdenken weg von erdölbasierten Produkten und hin zu Materialien aus nachwachsenden Rohstoffen“, sagt Eberhardt. „Dieses Umdenken betrifft auch Funktionselemente wie die chromogenen Effekte.“ Denn viele konventionellen Additive, die bislang für Farbeffekte benötigt werden, sind gar nicht für den Lebensmittelkontakt zugelassen. Deswegen werden die Temperaturanzeiger lediglich als Label auf die Gebinde geklebt. „Mit natürlichen Rohstoffen könnte der thermochrome Effekt nicht nur als Label, sondern direkt als Verpackungsbestandteil eingesetzt werden“, sagt Eberhardt. Die Forscher arbeiten jetzt an einer geeigneten Bio-Kunststoffmatrix und an der Auswahl gut verfügbarer Farbstoffe. ©

Karosserieteile aus Pflanzen

Im Jahr 1941 berichtet das US-Fachmagazin „Popular Mechanics“ von einem Konstrukteur, der ein Fahrzeug aus Hanf baut. Das sogenannte „Hemp-Car“ („Hanf-Auto“) hat einen Stahlrahmen, besteht ansonsten zu 70 Prozent aus Sisal, Hanf und Weizenstroh und bringt gerade mal 700 Kilo auf die Waage. Allerdings steht dem innovativen Werkstoff der „Marihuana Tax Act“ entgegen. Das Gesetz macht Hanf in den USA sehr teuer und den Anbau im industriellen Stil unrentabel. Daraus hätte mehr werden können: Bei dem Konstrukteur handelt es sich um keinen Geringeren als um Henry Ford. Erst viele Jahrzehnte später erleben Naturwerkstoffe eine Renaissance im Automobil. Mitte der 1990er Jahre ersetzt Mercedes-Benz den Kunststoff in den Türverkleidungen der E-Klasse durch Fasermatten aus Flachs und Sisal. 2013 setzt BMW im i3 nicht nur neue Akzente mit dem E-Antrieb, sondern auch mit der Instrumententafel und den Türverkleidungen, die auf Naturfasern basieren. Seit 2017 arbeitet das Braunschweiger Fraunhofer-Institut für Holzforschung mit Partnern am „BioHybridCar“, bei dem Naturfasern mit Carbon- und Glasfasern kombiniert werden. Aus den Bio-Verbundwerkstoffen wollen die Forscher Karosserieteile fertigen, die um 60 Prozent leichter sind als jene aus Stahl. ©





Zarte Blätter zwischen Müllbergen

Plastikmüll aus aller Welt landet in Vietnam. Gleichzeitig entdeckt eine junge Generation innovativer Städter ihr ökologisches Bewusstsein. Sind Reismehl-Strohhalme und Blätterverpackungen eine Lösung für die Welt? Besuch vor Ort.



Ladenmanager Tran Minh Duc hat seinen Plastikverpackungsverbrauch stark reduziert.



Frische Kräuter werden im Laden Bac Tom in eine Blätterverpackung gewickelt.

Es fühlt sich an, als würde man ungekochte Pasta essen. Die Trinkhalme haben ganz schön Biss, und selbst nach einer Stunde in kaltem Wasser werden sie zwar untenrum etwas krumm, sind vom Al-dente-Zustand jedoch noch weit entfernt. Und überhaupt, wer nuckelt schon so lange an seinem Drink? In Medienberichten wurde die neueste Entwicklung einer vietnamesischen Firma als „essbare Trinkhalme“ angepriesen. Haufenweise wegmümmeln, als wären es Knabberstangen, sollte man sie in ihrem halbgaren Zustand indes nicht, so die Empfehlung des Herstellers.

Kompostierbar sind die Trinkhalme allemal und damit eine umweltschonende Alternative zu Plastik. Vietnams neue Öko-Trinkhalme werden aus Reismehl hergestellt, gefärbt mit natürlichen Zutaten wie roter Bete, Sesam und Spinat. Erst nach einer langen Experimentierphase habe der vietnamesische Lebensmittelhersteller HungHau Foods eine Formel gefunden, mit der die Trinkhalme weder zu brüchig noch zu schlaff würden, sagt Geschäftsführer Vo Minh Khang. Für die Produktion nutzte HungHau Foods die Spaghettifabrik in Sa Dec im Mekongdelta – mittlerweile mit einer Produktionskapazität von rund einer Million Reismehl-Trinkhalmen pro Tag, die auch ins Ausland verkauft werden.

Aber nicht nur mit kompostierbaren Trinkhalmen macht sich das erwachende Umweltschutzbewusstsein in Vietnam bemerkbar. Eher zufällig kam der Hanoier Lebensmittelhändler Bac Tom darauf, in seinen Läden Salate und Kräuter nicht mehr in Plastik, sondern in

Pflanzenblätter einzuwickeln. „Normalerweise haben wir den Bauern, die uns das Gemüse liefern, Plastikverpackungen mit unserem Logo zur Verfügung gestellt“, sagt Bac-Tom-Manager Tran Minh Duc. „Als unsere Lieferung einmal nicht ausreichte, schickte uns ein Bauer sein Gemüse in La-Dong-Blätter eingewickelt.“ Zurück zu den Wurzeln, könnte man sagen, denn in diese pflanzliche Verpackung, die Bananenblättern ähnlich sieht, werden in Vietnam seit Menschengedenken Klebreiskuchen eingewickelt – traditionell wichtige Neujahrsspeisen. „Das kam bei vielen unserer Kunden sehr gut an, einige schossen sogar Selfies mit den Blätterwickeln“, sagt Tran. Zumindest einen Teil seiner Produkte in dieser Blätterverpackung anzubieten sei sein winziger Beitrag zu einem erfreulichen Trend, der Vietnam langsam zu erfassen beginne: „Wir sehen immer mehr



Das kam bei vielen unserer Kunden sehr gut an, einige schossen sogar Selfies mit den Blätterwickeln.“

Tran Minh Duc, Bac-Tom-Manager

Leute, die ihre Plastiktüten mehrmals verwenden oder Taschen aus anderen Materialien mitbringen.“

Das Land der Plastiktüten

Allein: Mit Reis-Trinkhalmen und Blätterwickeln lassen sich die Ozeane nicht vor der Plastikvermüllung retten. Angesichts der gigantischen Müllmenge, die sich in ganz Südostasien türmt beziehungsweise durch die Meere wabert, sind solche Aktionen höchstens ein Tropfen auf den heißen Stein. Aber vielleicht sind sie ein Anstoß zu etwas viel Größerem: „Initiativen dieser Art können dazu beitragen, bei den Leuten ein Problembewusstsein zu wecken“, sagt Nguyen Viet Dung, der in Vietnam für die Ocean Trash Campaign der Umweltschutzorganisation Pacific Environment verantwortlich ist. Er sieht bereits ein gewisses Umdenken. Gleichwohl sei nicht zu leugnen: In ländlichen Gebieten stelle die Plastikverschmutzung ein riesiges Problem dar. „Plastiktüten sind billig, praktisch und auf den Märkten allgegenwärtig.“

Vietnams hauseigenes Müllproblem ist kaum zu übersehen: Die gesamte mehr als 3.000 Kilometer lange Küste des Landes gleicht einer einzigen Müllhalde, vom weltberühmten UNESCO-Welterbe Halong-Bucht über die Strände der Zentralküste bis zur südlichen Ferieninsel Phu Quoc und überall dazwischen. Im Ferienort Dalat im zentralen Hochland wurde jüngst durch starken Regen eine Mülllawine ausgelöst – Teile der an einem Hang gelegenen riesigen Mülldeponie rutschten ab und begruben die darunter gelegenen Gemüsegärten mit einer bis zu vier Meter hohen, stinkenden Schicht.



In der Fabrik des vietnamesischen Lebensmittelherstellers HungHau Foods werden die Trinkhalme aus Reismehl hergestellt und mit natürlichen Zutaten gefärbt. Mittlerweile sind sie auch im Ausland gefragt.



Eingeschweißte Rambutan-Früchte: Noch sind Plastik- und Styroporverpackungen in Vietnams Supermärkten häufig anzutreffen.

Weltweit landen jährlich geschätzte acht Millionen Tonnen Plastikmüll in den Meeren; mehr als die Hälfte davon soll laut einer vom Interessenverband Ocean Conservancy publizierten Studie aus China sowie vier südostasiatischen Nationen stammen. Allesamt Länder mit einem großen Anteil ihrer Bevölkerung in Küstennähe. Gleichzeitig Länder, die in jüngerer Vergangenheit ein enormes Wirtschaftswachstum aufwiesen, und deren Abfallentsorgungssystem schlicht nicht mithalten kann mit dem explodierenden Konsum an Wegwerfverpackungen, der mit dem steigenden Wohlstand einhergeht. Vietnam landet in der Studie auf Platz vier der fünf Top-Ozeanvermüller, hinter China, Indonesien, den Philippinen und noch vor Thailand.

Wird Vietnam zur Müllhalde der Welt?

Angesichts dieser Unmenge an Plastikmüll mag es paradox anmuten, dass Vietnams mächtige Plastikindustrie von Altplastik-Importen aus dem Ausland

abhängig ist. Die besagte Flut an Plastiktüten etwa wird aus recyceltem Plastik hergestellt – und achtzig Prozent dieses Rohmaterials werden importiert, große Teile davon aus Japan, den Vereinigten Staaten und Deutschland.

Tatsächlich verfügt das Land noch kaum über die notwendige Müllmanagement- und Recycling-Infrastruktur, um selbst aus seinen Müllbergen Plastik zu produzieren. So kommt es, dass man auf importiertes Plastik angewiesen ist. Zudem ist das eigene Altplastik oft von geringer Qualität. Nur etwa 20 Prozent davon werden von Müllsammlern wieder herausgepickt und an kleine, informelle Recyclingstätten verkauft, die daraus Plastikpellets als Rohmaterial produzieren. Der große Rest landet entweder auf Müllhalden, wird verbrannt – oder endet im Meer.

Die Altplastik-Importe sind nochmals enorm angestiegen, seit der bisher weltgrößte Abfallimporteur China im Januar



Jährlich landen geschätzte

8 Mio.

Tonnen Plastikmüll in den Meeren.

2018 einen Altplastik-Importstopp verhängte. Zwei Jahrzehnte lang hatte China etwa 45 Prozent des weltweiten Plastikmülls importiert – jetzt muss dieser Müll aus dem Westen auf andere Abnehmer ausweichen, größtenteils in Südostasien. Kein Wunder, dass diese Länder nun fast an der überwältigenden Masse ersticken. Vietnam hatte im vergangenen Jahr seine Inspektionen und Vorschriften für importiertes Altplastik verschärft, was dazu führte, dass sich in den Häfen Tausende Altplastik-Container aus dem Ausland stauten. Die vietnamesische Plastikindustrie, eine der am schnellsten wachsenden Industrien der vergangenen Dekade, befürchtete Verluste in Millionenhöhe, würde Vietnam Plastikimporte auf einen Schlag gänzlich verbieten.

Plastikstopp in der Halong-Bucht
Vietnams eigenen Mülltsunami zu be-

kämpfen versuchen lokale NGOs mit Aktionen wie Strandsäuberungen und Informationskampagnen. Und auch auf offizieller Seite tut sich einiges: In der Halong-Bucht zum Beispiel wollten die Behörden ab September bei allen Tourismusorganisationen ein Plastikverbot durchsetzen. „Aber um langfristige Änderungen zu erzielen und das Angebot wie auch die Nachfrage von Einwegplastik zu reduzieren, braucht das Land nachhaltige Lösungen“, sagt Nguyen. Und Vietnam habe noch keinen spruchreifen Maßnahmenplan. Man wolle von den Erfahrungen anderer Länder lernen, von Taiwan und Südkorea zum Beispiel, und deren Konzepten der erweiterten Herstellerhaftung. „Das alles braucht Zeit. Ein wichtiger Punkt wird sein, das Bewusstsein der Menschen zu schärfen und sie dazu zu bewegen, Plastik zu vermeiden, zu reduzieren, mehrfach zu verwenden und schließlich zu recyceln.“

Derweil wird auch im Kleinen weitergetüftelt: Komplette plastikfrei ist Bac Toms Laden noch nicht, und gerade etwa beim Fleisch seien die Kunden für alternative Verpackungen noch nicht so empfänglich, sagt Ladenmanager Tran. Trotzdem wolle er die Idee auf möglichst viele Produkte ausweiten. Und er ist nicht der Einzige, der sich in Hanoi dieser Ökobewegung angeschlossen hat. Mittlerweile sieht man die Blätterwickel auch in den Regalen großer Supermarktketten. Die Trinkhalmhersteller von HungHau Foods planen die Produktion von umweltfreundlichen Löffeln und Gabeln – und ihre Reismehlhalme sind dabei, die Drinks und Shakes der Welt zu erobern: Exportiert werden sie bereits unter anderem in die Vereinigten Staaten, nach Großbritannien, Portugal, Hongkong und Malaysia. Im Oktober 2019 sind sie auf der Lebensmittelmesse Anuga in Köln vorgestellt worden. ©



Seitenstraße in Hanoi: Vietnam braucht Lösungen, um die Flut der allgegenwärtigen Plastiktüten zu reduzieren.



Tüte weg, alles gut?

THANK YOU



127

Staaten haben Plastiktüten
verbannt oder verteuert.

Es ist verboten, sie zu benutzen, herzustellen und zu importieren – nicht Falschgeld oder Drogen, sondern Plastiktüten. Kein anderes Land bestraft ihren Gebrauch so hart wie Kenia. Das bereitet allerdings auch Probleme.

Noch vor zwei Jahren waren Plastiktüten in Kenia überall: Achtlos weggeworfen flatterten sie über Straßen, wurden vom Wind in Bäume getragen, verfangen sich in Zäunen, verstopften Abwasserkanäle und wurden von Elefanten in Nationalparks ebenso verschlungen wie von Rindern und Schafen. Schlachthöfe dokumentierten 2018 bei jedem zweiten Tier Plastik im Magen. Allein in Kenias Supermärkten gingen jährlich rund 100 Millionen Plastiktüten über die Theke. Nur zwölf Minuten lang ist eine Tüte durchschnittlich im Einsatz, bevor sie weggeworfen wird. Aber erst nach rund tausend Jahren ist sie komplett verrottet.

Seit August 2017 ist das anders. Plastiktüten sind weitgehend aus dem Alltag verschwunden. Denn seit dem Zeitpunkt gilt ein strenges Komplettverbot. Wer sich darüber hinwegsetzt, riskiert Geldstrafen von bis zu 40.000 Dollar und sogar bis zu vier Jahre Haft. Selbst für Touristen gilt keine Ausnahme; sie werden davor gewarnt, Plastiktüten im Gepäck mitzuführen und auf gründliche Kontrollen an Flughäfen hingewiesen.

Harter Einschnitt im Alltag

Ab dem Stichtag des Banns griff Kenias Regierung direkt hart durch – startete Razzien, verhaftete Plastiktütenhändler und schloss Märkte, wenn Verkäufer das neue Gesetz missachteten. Der Wirtschaft bereitete das Verbot zunächst erhebliche Schwierigkeiten. Kunststoffhersteller fanden sechs Monate Übergangsfrist zu kurz. Den etwa 170 Fabriken brach ein Produktionszweig weg, was nach Branchenangaben fast 60.000 Menschen den Job kostete. Einzelhändler und Straßenverkäufer beklagen Umsatzeinbußen. Sie dürfen ihre Ware nur noch in kompostierbare Tüten oder wiederverwertbare Tragetaschen packen, die aber viel mehr kosten als die billig produzierten Polyethylenbeutel. Vor allem die ärmere Bevölkerung kann sich diese Preissteigerungen eigentlich nicht leisten. Der rasch und rigoros durchgesetzte Plastikbann – er hat eine soziale Schattenseite. Hinzu kommt: Plastik hält verderbliche Lebensmittel wie Fleisch, Fisch, Obst und Gemüse länger frisch. Noch fehlt ein gleichwertiger und preiswerter Ersatz. Kritiker des Verbots haben Bedenken, dass sich leichter Krankheitskeime bilden, Lebensmittel schneller verderben und damit häufiger weggeworfen werden.

Unbestreitbar ist allerdings: Kenias staatlicher Druck hat das Bewusstsein für den Umweltschutz gestärkt und die Kunststoffindustrie gezwungen, Recycling voranzutreiben. Gleichzeitig werden nachhaltige Alternativen für Einwegplastik entwickelt. Davon wiederum profitieren zahlreiche Start-ups.

Vom Wegwerfartikel zur Schmuggelware

Bereits 91 Länder weltweit haben Plastiktüten komplett oder zum Teil verboten. Eine Vorreiterrolle im Kampf gegen das Wegwerfplastik übernimmt dabei Afrika mit 34 Ländern. Auch in Ruanda zum Beispiel sind die Tüten verboten – und das bereits seit 2008. Zehn Jahre später wird das Pionierland des Plastiktütenverbots im UN-Report „Single-Use Plastics. A Roadmap for Sustainability“ (UNEP, 2018) als eines der saubersten Länder der Erde gelobt. Auch in Ruanda hat das drastische Verbot eine Kehrseite: Bis heute konnten der Schmuggel von Plastiktüten und der florierende Schwarzmarkt nicht gestoppt werden. Mit Steueranreizen will die Regierung die Industrie motivieren, in Plastikrecycling zu investieren und in die Produktion umweltfreundlicher Tragetaschen. Die Menschen in Ruanda haben sich an den Alltag ohne Plastiktüten gewöhnt. Sie nutzen Stoffbeutel – und Papiertüten. Allerdings sind diese in ihrer Ökobilanz nicht unumstritten: Ihre Herstellung verbraucht deutlich mehr Wasser und Energie als Plastik, hinzu kommt der Einsatz von Chemikalien. Und da Papiertüten nicht sonderlich robust sind, werden sie oft ebenfalls schnell entsorgt. Das verursacht zwar immerhin keinen tausendjährigen Müll – aber trotzdem Abfall.

Woran Plastiktütenverbote scheitern

Die Schlussfolgerung des UN-Reports: Richtig geplant und umgesetzt könnten Verbote den übermäßigen Gebrauch von Plastiktüten in der Tat wirksam eindämmen. Das bedeutet im Umkehrschluss: Es gibt so einige Faktoren, an denen ein Plastikbann scheitern kann. Der Mangel an preiswerten und praktischen Alternativen gehört dazu, genauso wie eine fehlende Akzeptanz bei der Bevölkerung – oder zu wenig Anreize für die Industrie und laxen Kontrollen. Vorreiter Ruanda ist unterdessen bereits einen Schritt weiter. Demnächst sollen noch mehr Plastikverpackungen untersagt sein, darunter Einwegbesteck, Strohhalme und Plastikflaschen. ©



©

„An die Fakten halten“

In der emotional geführten Debatte um Mikroplastik und Vermüllung der Meere plädiert Dr. Ernst Osen für eine nüchterne Bilanzierung. Als Leiter der weltweiten Werkstofftechnik bei Freudenberg Sealing Technologies treibt er Entwicklung und Einsatz umweltfreundlicher Materialien voran.



Dr. Ernst Osen

Als promovierter Chemiker startete Dr. Ernst Osen vor rund drei Jahrzehnten bei den Freudenberg Forschungsdiensten. Zu seinen ersten wichtigen Projekten gehörte es, die Recyclingmöglichkeiten für Elastomer in Vorbereitung auf die erste Altkaroverordnung Europas zu untersuchen. Heute ist Osen für die weltweite Werkstofftechnik bei Freudenberg Sealing Technologies verantwortlich. In seiner Freizeit engagiert er sich ehrenamtlich in der Lokalpolitik und bewegt sich gerne in der Natur.

SELBST AUF TREIBENDEN EISSCHOLLEN IN DER ARKTIS HABEN FORSCHER SCHON MIKROPLASTIK GEFUNDEN. WUNDERT SIE DA DAS SCHLECHTE IMAGE, DAS KUNSTSTOFFE HABEN?

Natürlich sollten Kunststoffe nicht in die Umwelt oder gar in die Nahrungskette gelangen. Wir sollten uns bei der Debatte um Kunststoffe aber an die Fakten halten. Eine aktuelle Studie des Fraunhofer-Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik zeigt: Fast 90 Prozent des Mikroplastiks entstehen in der Nutzungsphase. Bezieht man Elastomere in diese Betrachtung ein, ist der größte Verursacher in Deutschland der Reifenabrieb. Umgerechnet erzeugt ein Auto durchschnittlich rund ein bis 1,5 Kilogramm Mikroplastik innerhalb eines Jahres. Ursache ist die – aus Sicherheitsgründen ja erwünschte – Reibung zwischen Fahrbahn und Reifen.

RUND DIE HÄLFTE DES GESAMTEN MIKROPLASTIKS STAMMT AUS ELASTOMEREN – DER WERKSTOFFGRUPPE, DIE BEI FREUDENBERG SEALING TECHNOLOGIES VERARBEITET WIRD.

Stimmt. Deshalb sehen wir uns auch in der Verantwortung. Man kann allerdings festhalten, dass es bei unseren Produkten – Dichtungen vor allem – äußerst unwahrscheinlich ist, dass Abrieb in die Umwelt gelangt. Daher konstruieren wir unsere Dichtungen so reibungsarm, dass auch bei langer Gebrauchsdauer kaum Abrieb entsteht – und wenn doch, bleibt dieser im Ölkreislauf des Fahrzeugs oder der Maschine.



Mikroplastik

Als Mikroplastik werden Partikel mit einem Durchmesser von weniger als fünf Millimetern und Fasern aus thermoplastischen, elastomeren und duroplastischen Polymeren bezeichnet. Es handelt sich um Stoffe, die bei Standardbedingungen fest sind und direkt oder indirekt durch menschliches Handeln in die Umwelt gelangen.

IN DEN WELTMEEREN FINDET SICH NICHT NUR MIKROPLASTIK, SONDERN TREIBEN AUCH RIESIGE MÜLLTEPPICHE AUS KUNSTSTOFFVERPACKUNGEN.

Das ist vor allem ein Problem der sachgerechten Entsorgung – vor allem in den asiatischen Wachstumsmärkten. Übrigens haben Kunststoffverpackungen über die gesamte Herstell- und Logistikkette oft bessere Ökobilanzen als andere Materialien. Eine Papiertüte beispielsweise muss aufgrund des hohen Energieeinsatzes bei der Produktion mindestens drei Mal eingesetzt werden, damit sie genauso gut ist wie eine Plastiktüte.

SEHEN SIE DENN EINE ABKEHR VOM KUNSTSTOFF?

Im Gegenteil! Kunststoffe sind der Werkstoff des 21. Jahrhunderts. Im Jahr 2000 betrug die Weltproduktion noch 187 Millionen Tonnen, 2017 waren es bereits 387 Millionen Tonnen.

DAS IST DER MÜLL VON MORGEN. WIE SIEHT EINE SINNVOLLE VERWERTUNG AUS?

In Deutschland werden fast 100 Prozent der Plastikabfälle eingesammelt und verwertet – oft energetisch, zum Beispiel in Heizkraftwerken. Das ist sinnvoll, weil man dadurch den Einsatz von Steinkohle und Erdgas spart. Das ist auch der Weg, auf dem wir derzeit einen großen Teil unserer eigenen Produktionsabfälle entsorgen. Die sind sehr beliebt, denn aufgrund des hohen Energiegehalts wird Gummi auch als „elastische Kohle“ bezeichnet.

ABER EINE NACHHALTIGE KREISLAUFWIRTSCHAFT IST DAS NOCH NICHT. IST EIN DIREKTES RECYCLING DENN UNMÖGLICH?

Es gibt schon technische Grenzen, insbesondere was den maximalen Anteil des Altmaterials betrifft. Aber die eigentlichen Hürden liegen anderswo: zum einen in der Wirtschaftlichkeit, zum anderen in den Spezifikationen der Kunden.

WELCHE ERFAHRUNGEN HABEN SIE MIT DEM EINSATZ VON KUNSTSTOFFEN GEMACHT, DIE AUF NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN BASIEREN?

Da gilt im Prinzip Ähnliches. Wir hatten vor wenigen Jahren ein Projekt in den USA, bei dem einer der Grundstoffe für einen EPDM-Kautschuk zu rund 50 Prozent aus Zuckerrohr bestand. Es sollte als ökologisch innovatives Material für Dichtungen in einem Elektroauto zum Einsatz kommen, war aber rund 20 Prozent teurer – und letztlich war der Kunde nicht bereit, diesen Mehrpreis zu tragen. Wir führen die Entwicklungen trotzdem weiter und fragen über unseren Einkauf auch weiterhin solche Materialien an. Teilweise sind die Kunststoffhersteller

allerdings sehr zurückhaltend, weil die Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe oft eine Veränderung in den bestehenden Anlagen und Produktionsprozessen bedeutet.

NACHWACHSEND IST ABER OHNEHIN NICHT GLEICHBEDEUTEND MIT NACHHALTIG.

Auch das ist richtig. Nehmen Sie den Naturkautschuk, der nur in der Nähe des Äquators angebaut werden kann. Abgesehen davon, dass er als Basis für viele technische Produkte nicht taugt, erfüllt der Anbau oft nicht unsere ökologischen und sozialen Mindeststandards. Deswegen schaut der Einkauf sehr genau auf die Lieferantenstruktur.

WIE BEURTEILEN SIE DENN DIE ÖKOLOGISCHE VERTRÄGLICHKEIT EINZELNER WERKSTOFFE?

Wichtigstes Instrument ist bislang unsere Elastomer-Datenbank. Hier sind alle potenziellen Rohstoffe mit Informationen zu kritischen Inhaltsstoffen verknüpft. Da steht auch, welche Stoffe nicht verwendet werden dürfen – mit unserer Richtlinie gehen wir dabei über gesetzliche Anforderungen deutlich hinaus. Zudem haben wir seit einigen Jahren ein IT-gestütztes Energie- und Umweltmanagement installiert. Wir wissen genau, an welcher Stelle wie viele Abfälle entstehen und wie viel Energie wir verbrauchen. Jeder Unternehmensbereich musste fünf Top-Projekte definieren, die nun abgearbeitet werden. Dadurch vermindern wir unseren CO₂-Fußabdruck deutlich.

NOCH MAL ZURÜCK ZUM ROHSTOFF: WIE REALISTISCH IST ES, CO₂ ZU NUTZEN, UM DARAUS KUNSTSTOFFE HERZUSTELLEN?

Das wäre der Königsweg. Wir könnten zum Beispiel das Kohlendioxid nutzen, das prozessbedingt bei der Zementherstellung anfällt, oder es sogar aus der Atmosphäre entnehmen. Wir arbeiten hierzu beispielsweise mit dem renommierten Institut für Kunststoffverarbeitung in Aachen zusammen. Man muss allerdings sagen, dass es sich dabei nach wie vor um Forschung handelt und es noch dauern wird, bis solche Kunststoffe am Markt zur Verfügung stehen.

EINE WELT OHNE KUNSTSTOFFE IST FÜR SIE NICHT DENKBAR?

Natürlich habe ich in meinem privaten Umfeld lieber Holz und Leder als Kunststoffe. Aber viele grüne Technologien, von der Brennstoffzelle über das Elektroauto bis hin zu Solarzellen oder Windkraftanlagen, wären ohne technische Hochleistungskunststoffe undenkbar. Und ein Auto mit Verbrennungsmotor würde deutlich mehr Kraftstoff verbrauchen, wenn die rund 2.000 Kunststoffteile durch schwere Metalle ausgetauscht würden. ©



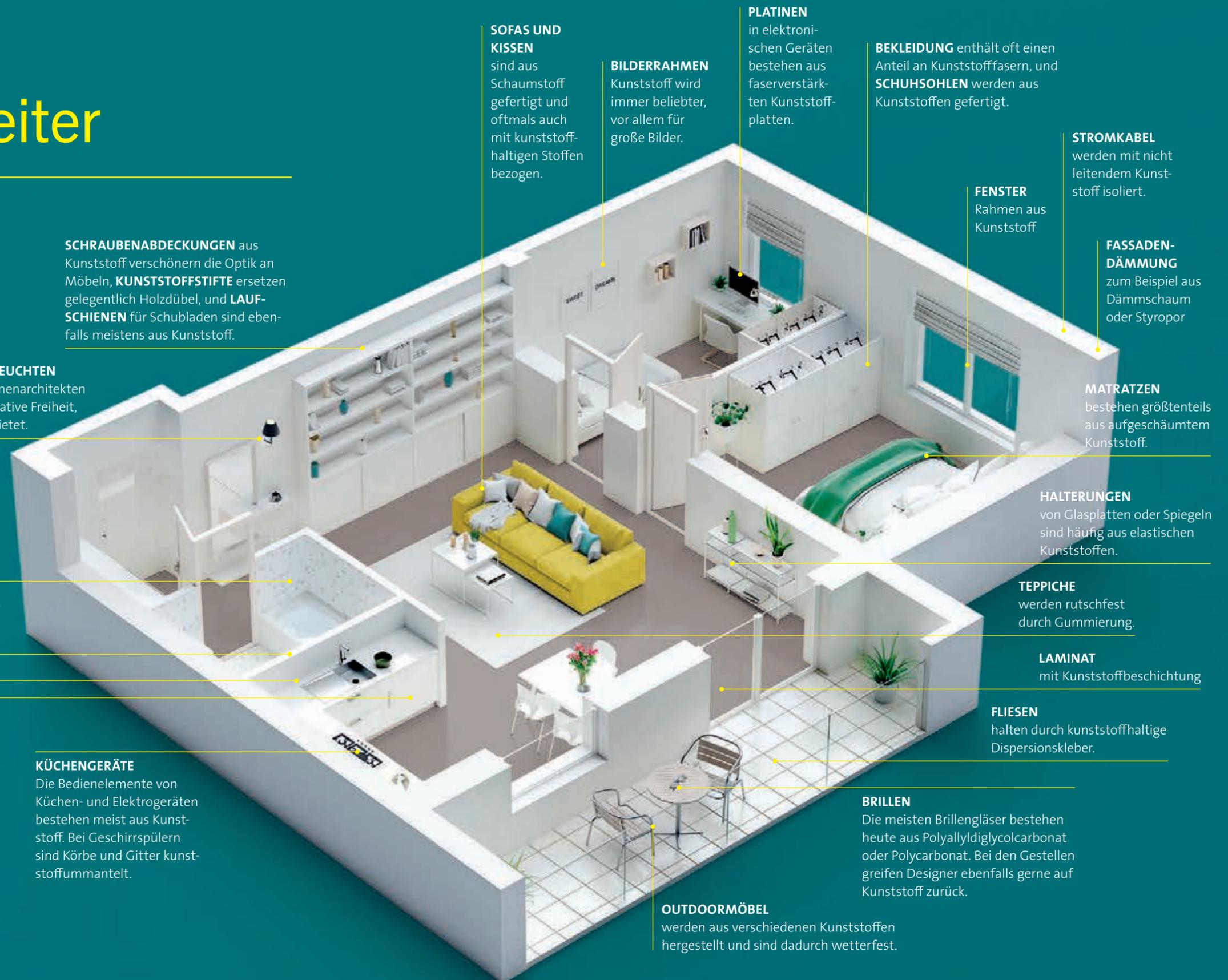
Lesen Sie mehr:
<https://bit.ly/2mjsJVg>





Unser Alltagsbegleiter

Wir sind umgeben von Kunststoff. In einigen Fällen ist Plastik tatsächlich der bestmögliche Werkstoff. Vor allem aber ist Kunststoff allgegenwärtig, wenn auch nicht immer offensichtlich.



SCHWÄMME, GUMMIHANDSCHUHE und andere Haushaltshilfsmittel werden aus Polymeren und Elastomeren gefertigt.

ABFLUSSROHRE sind meistens aus PVC, **ABFLUSSDICHTUNGEN** aus Silikon und anderen Kunststoffen.

ARBEITSFLÄCHE beschichtet mit Laminat

KÜHLSCHRANK
Isolierung aus Polyurethan, Innenverkleidung aus Polystyrol

KÜCHENGERÄTE
Die Bedienelemente von Küchen- und Elektrogeräten bestehen meist aus Kunststoff. Bei Geschirrspülern sind Körbe und Gitter kunststoffummantelt.

LAMPEN UND LEUCHTEN
Designer und Innenarchitekten schätzen die kreative Freiheit, die Kunststoff bietet.

SCHRAUBENABDECKUNGEN aus Kunststoff verschönern die Optik an Möbeln, **KUNSTSTOFFSTIFTE** ersetzen gelegentlich Holzdübel, und **LAUF-SCHIENEN** für Schubladen sind ebenfalls meistens aus Kunststoff.

SOFAS UND KISSEN
sind aus Schaumstoff gefertigt und oftmals auch mit kunststoffhaltigen Stoffen bezogen.

BILDERRAHMEN
Kunststoff wird immer beliebter, vor allem für große Bilder.

PLATINEN
in elektronischen Geräten bestehen aus faserverstärkten Kunststoffplatten.

BEKLEIDUNG enthält oft einen Anteil an Kunststofffasern, und **SCHUHSOHLEN** werden aus Kunststoffen gefertigt.

STROMKABEL
werden mit nicht leitendem Kunststoff isoliert.

FENSTER
Rahmen aus Kunststoff

FASSADEN-DÄMMUNG
zum Beispiel aus Dämmschaum oder Styropor

MATRATZEN
bestehen größtenteils aus aufgeschäumtem Kunststoff.

HALTERUNGEN
von Glasplatten oder Spiegeln sind häufig aus elastischen Kunststoffen.

TEPPICHE
werden rutschfest durch Gummierung.

LAMINAT
mit Kunststoffbeschichtung

FLIESEN
halten durch kunststoffhaltige Dispersionskleber.

BRILLEN
Die meisten Brillengläser bestehen heute aus Polyallyldiglycolcarbonat oder Polycarbonat. Bei den Gestellen greifen Designer ebenfalls gerne auf Kunststoff zurück.

OUTDOORMÖBEL
werden aus verschiedenen Kunststoffen hergestellt und sind dadurch wetterfest.



Vom Klimakiller zum Wertstoff

Die Stahlproduktion im Hochofen belastet das Klima genauso wie die Herstellung von Grundstoffen für die chemische Industrie. Koppelt man die Prozesse, können die Emissionen deutlich sinken. Ein Rundgang durch das von ThyssenKrupp verantwortete Carbon2Chem-Technikum.

Zweimal verfährt sich der Taxifahrer. Das Duisburger Stahlwerk von ThyssenKrupp hat die Ausmaße einer mittleren Stadt, das Technikum hingegen ist eine kleine Pilotanlage. Umso größer sind die Ambitionen, die Dr. Markus Oles hat. Er verantwortet die Innovationsstrategie des Mischkonzerns und will mit dem Projekt „Carbon2Chem“ die Stahlindustrie klimafreundlicher machen. Einfach ist das nicht, denn im Hochofen eines Stahlwerks wird Koks nicht nur als Energieträger genutzt, sondern auch, um den im Eisenerz enthaltenen Sauerstoff zu entfernen. Ohne Kohle kein Stahl, so einfach ist die Gleichung, zumindest bei mehr als 50 Stahlwerken weltweit, die mit dem Hochofenprozess arbeiten. Das hat Folgen: Der Hochofen emittiert Kohlenstoffdioxid sowie weitere Hüttengase, vor allem Kohlenmonoxid, Stickstoff und Wasserstoff. Zwar lässt sich das Hüttengas in einem nachgeschalteten Gaskraftwerk noch energetisch nutzen, doch dabei

gelangt der enthaltene Kohlenstoff als CO₂ in die Luft und trägt zum Treibhausgaseffekt bei. Rund 37 Millionen Tonnen des Klimakillers emittiert die Stahlindustrie allein in Deutschland jährlich.

Carbon2Chem, ein Verbundprojekt, in dem sich neben ThyssenKrupp sowohl weitere Industriepartner als auch mehrere Fraunhofer-Institute sowie die Max-Planck-Gesellschaft engagieren, basiert auf einer simplen Idee. „Wir betrachten die Hüttengase nicht mehr als Abfall, sondern wollen sie als chemischen Rohstoff nutzen“, erläutert Oles. Auf Basis dieser Rohstoffe sollen künftig Kraftstoffe, Düngemittel oder Kunststoffe entstehen. Im Duisburger Technikum, in das mehr als 40 Millionen Euro investiert wurden, untersuchen Chemiker und Ingenieure gemeinsam, ob das zuvor im Labor bereits erprobte Verfahren auch unter realen Bedingungen funktioniert.



Anlage zur Gasreinigung: Das Duisburger Stahlwerk von ThyssenKrupp hat die Ausmaße einer mittleren Stadt.



Im Duisburger Technikum wird die nachhaltige Herstellung von Wasserstoff erforscht.



Bislang haben wir im Hüttengas keine Elemente gefunden, die wir auf diesem Weg nicht beseitigen könnten.“

Zunächst führt Oles in ein blaues Gebäude, in dem Wasserstoff produziert wird. Der wird für die nachfolgenden Schritte in großen Mengen benötigt – der Anteil im Hüttengas reicht dafür nicht aus. Bislang spalten Chemieunternehmen in der Regel Erdgas auf, um Wasserstoff herzustellen. „Das macht für uns keinen Sinn, denn dabei entsteht noch mehr Kohlendioxid“, so Oles. In seiner Anlage kommt daher ein Elektrolyse-Verfahren zum Einsatz, das als Grundstoff nur destilliertes Wasser benötigt, welches mithilfe von umweltschonend erzeugtem Strom in Wasserstoff gewandelt wird. Das Verfahren ist bekannt, aber die Kunst besteht darin, eine solche Anlage auch dann mit hohem Wirkungsgrad zu betreiben, wenn Strom aus volatilen erneuerbaren Quellen genutzt wird. Genau das wird an der Anlage im Technikum, äußerlich einer riesigen Brennstoffzelle ähnelnd, untersucht – alle 15 Minuten ändert sich die Stromlast. Die einzelnen Zellen, in denen die Elektrolyse stattfindet, unterscheiden sich nur in Details, die jedoch für einen großindustriellen Einsatz wichtig sind: Mal variiert die Beschichtung der Elektroden, mal der Aufbau der Membran, an der die Sauerstoffreduktion stattfindet. Mittlerweile läuft die Anlage stabil, der mittlere Wirkungsgrad liegt im Schnitt bei 82 Prozent.

1_ Aus dem Synthesegas können Erdgas, Kunststoffe, Kraftstoffe und Dünger hergestellt werden.

2_ Chemiewerk im Kleinformat: Das Synthesegas wird aus gereinigtem Hüttengas erzeugt.



1

Direkt neben dem Gebäude steht ein Chemiewerk im Kleinformat. Über ein Rohr wird das Hüttengas direkt aus einem benachbarten Hochofen zugeführt. Insgesamt 240 Normkubikmeter des Gases werden hier pro Stunde aufbereitet. Zunächst gilt es, Wasser und Schwefel zu entfernen, Letzterer würde die Katalysatoren in der Anlage sonst schnell zerstören. Mit hochauflösender Messtechnik werden die Gase auf weitere Spurenelemente untersucht, die ein Aktivkohlefilter auffängt. „Bislang haben wir im Hüttengas keine Elemente gefunden, die wir auf diesem Weg nicht beseitigen könnten“, fasst Oles zusammen. Auf die Reinigung folgt die Trennung der Gase. Ziel ist es, dass am Ende Kohlenmonoxid und Wasserstoff in einem genau definierten Verhältnis zueinander vorliegen, das als „Synthesegas“ bezeichnet wird. Dieses Synthesegas wird anschließend entweder methanisiert – also zu synthetischem Erdgas verarbeitet – oder dient als Zwischenprodukt für die Herstellung jener Grundstoffe, auf denen Kunst- und Kraftstoffe sowie Dünger basieren: Ammoniak, Methanol und hochwertige Alkohole. Getestet wird mit dem Industriepartner Linde auch eine Abtrennung des Wasserstoffs, der dann separat in den Prozess eingespeist werden kann. Das Verfahren ist nicht nur für die Stahlherstellung interessant, sondern auch für andere industrielle Prozesse, die verunreinigten Wasserstoff – in Reinform ein begehrter Rohstoff – freisetzen.

Über eine zentrale Leitwarte steuern Verfahrenstechniker die gesamte Anlage. Auf den Monitoren werden alle Prozesse laufend überwacht – bis hinein in die Details einzelner Zellen in der Elektrolyse. Teil des Forschungsprojekts ist auch der Aufbau einer Steuerungssoftware, die mit unterschiedlichen Zusammensetzungen des Hüttengases und verschiedenen elektrischen Lastprofilen optimal funktioniert. Eines Tages, so die Hoffnung, soll die so entstehende Automatisierungstechnik in jedem Stahlwerk auf der Welt eingesetzt werden.



2

In Betrieb genommen wurde das Carbon2Chem-Technikum nach zweijähriger Vorbereitungsphase im Herbst 2018. Schon zum Start ist es gelungen, das erste synthetische Methanol zu produzieren. Mittlerweile wird die nur containergroße Anlage schon wieder umgerüstet auf die Herstellung höherwertiger Alkohole. Die erste Ammoniakproduktion erfolgte im Januar 2019. „Ehrlich gesagt hat uns überrascht, wie stabil die Prozesse laufen“, sagt Oles. Das Forschungsvorhaben läuft trotzdem noch bis 2020, denn am Ende sollen nicht möglichst viele wissenschaftliche Publikationen stehen, sondern ein wirtschaftliches Anlagenkonzept, das rasch weltweit zum Einsatz kommen kann. Anders formuliert: Da die aus dem Carbon2Chem-Verfahren gewonnenen Grundstoffe mit Erdöl- und Erdgasprodukten konkurrieren, muss es kostengünstig sein. Die bisherigen Ergebnisse zeigen aber bereits: Agieren Stahlhersteller und chemische Industrie gemeinsam, ist ein Optimum an Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit zu erreichen. ©



Treibhauseffekt rückwärts

Seit 2017 filtert eine Climeworks-Anlage in Hinwil in der Schweiz jährlich 900 Tonnen CO₂ aus der Luft. Das Gas dient anschließend als Rohstoff.



Noch entweicht es den Schornsteinen von Industrie und Kraftwerken und belastet das Klima. Doch schon in wenigen Jahren wird CO₂ ein begehrter Rohstoff sein, der fossile Ressourcen wie Erdöl ersetzt. Denn CO₂ enthält Kohlenstoff, das Rohmaterial für Kunststoffe.

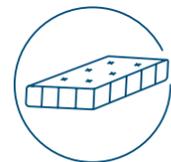
1 Ein kleiner elastischer Faden könnte zur Revolution für die Textilindustrie werden. So sehen es jedenfalls Professor Pavan Manvi von der RWTH Aachen und sein Forscherkollege Jochen Norwig von der Bayer-Tochter Covestro. Anfang Juli 2019 meldeten sie einen Durchbruch: In ihren Laboren in Krefeld-Uerdingen gelang es ihnen, einen elastischen Faden für die Textilindustrie auf CO₂-Basis herzustellen. Wenn sich dieser Faden großtechnisch produzieren ließe, wäre das keineswegs eine Nischenentwicklung: Synthetikfasern müssten dann nicht mehr auf Erdölbasis hergestellt werden, sondern dies wäre dann unter Einsatz von CO₂ möglich, das beispielsweise durch Rauchgaswäsche aus den Abgasen von Kraftwerken gewonnen oder sogar direkt aus der Luft herausgefiltert wird. Treibhauseffekt rückt zurück sozusagen.

Covestro hat bereits bewiesen, dass sich das Verfahren großtechnisch realisieren lässt. Die Bayer-Tochter arbeitet mit dem Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen und mehreren Textilherstellern schon an einem Produktionsverfahren im industriellen Maßstab. „Aus den Fasern sollen in einem ersten Schritt Strümpfe und medizinische Textilien hergestellt werden“, kündigt Covestro-Sprecher Sergio de Salve an.

Im Bayer-Werk in Dormagen bei Leverkusen wird ein neuartiges Polyol mit dem

Markennamen „Cardyon“ produziert, das einen CO₂-Anteil von 20 Prozent aufweist. Das Polyol ist eine zentrale Komponente zur Herstellung weicher Polyurethan-Schaumstoffe, die beispielsweise in Matratzen zum Einsatz kommen. Hier hat Covestro schon die Marktreife geschafft: So nutzt das belgische Unternehmen Recticel den Rohstoff, um daraus Schaumstoffe herzustellen, und vermarktet die Matratzen in Deutschland unter dem Markennamen Schlaraffia. Seit 2016 produziert Covestro jährlich 5.000 Tonnen Polyol. Das Unternehmen arbeitet auch an neuen Anwendungen der Schäume, unter anderem im Fahrzeugbau und zur Herstellung von Dichtungen.

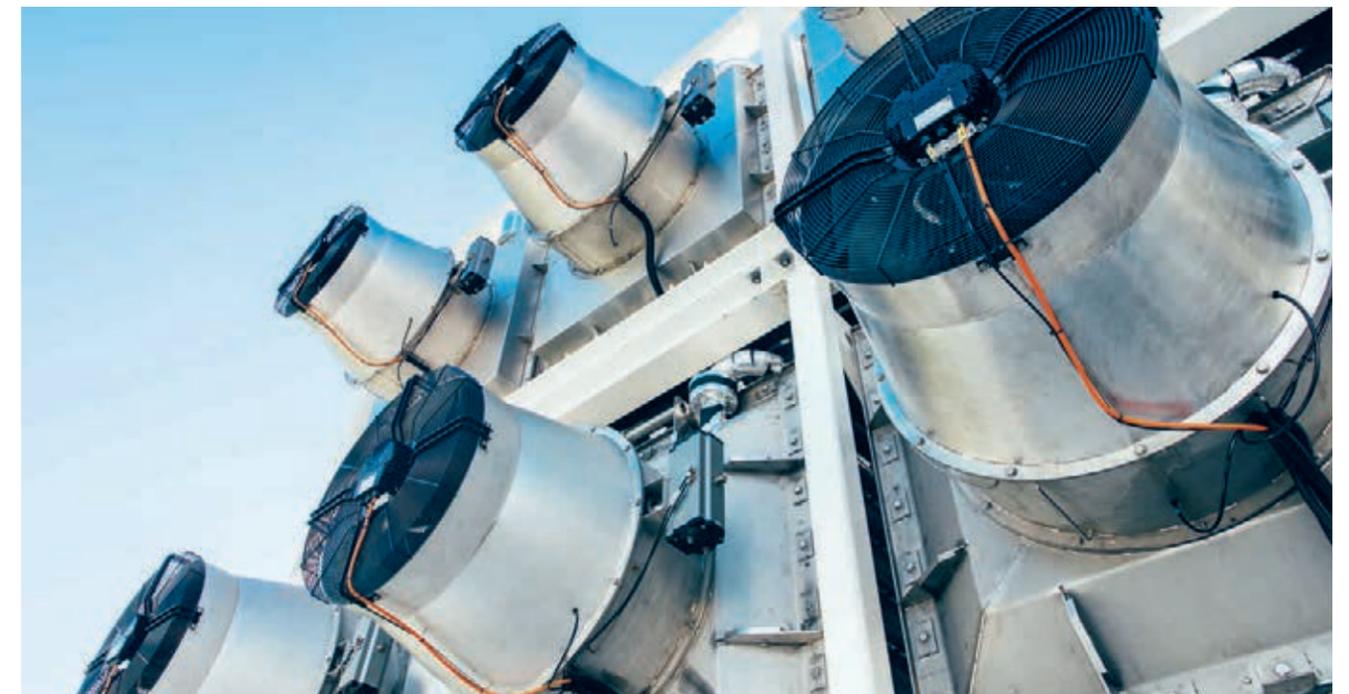
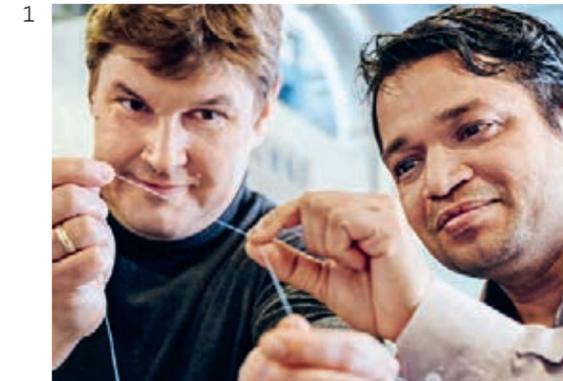
2 Sogar Kunstrasenplätze lassen sich mit CO₂ als Rohstoff herstellen. In Krefeld wurde im Oktober 2018 auf dem Gelände des Hockey-Bundesligisten und Europapokalsiegers Crefelder Hockey und Tennis Club (CHTC) ein solcher Kunstrasenplatz in Betrieb genommen. Auf der Anlage werden sogar Heimspiele der deutschen Hockey-Nationalmannschaft ausgetragen. Das Besondere an dem tiefblauen Platz: Der Unterbau des 99 mal 59 Meter großen Spielfeldes besteht zu einem Fünftel aus CO₂-basiertem Kunststoff. Der Platz wird kein Einzelfall bleiben: Der Sportbodenproduzent Polytan gehört zur bayerischen Sport Group, dem weltgrößten Hersteller von Kunstrasenplätzen und Laufbahnen. Das Unternehmen will das



Seit 2016
produziert Covestro

5.000

Tonnen Polyol u. a. für die
Matratzenherstellung.



1 Am seidenen Faden: Prof. Pavan Manvi (RWTH Aachen, rechts) und sein Forscherkollege Jochen Norwig (Covestro).

2 Sogar Kunstrasenplätze lassen sich mit CO₂ als Rohstoff herstellen.

3 Climeworks entwickelt Filteranlagen, die CO₂ direkt aus der Umgebungsluft gewinnen.

4 „Sun to Liquid“-Forschungsanlage von ETH Zürich und DLR in Móstoles (Spanien).

Verfahren nun für den Bau von Kunst-
rasenplätzen weltweit einsetzen. Auch
andere Chemiekonzerne wie BASF for-
schen längst an Kunststoffen, in denen
CO₂ vorkommt. BASF verarbeitet Kohlen-
stoffdioxid beispielsweise zu Harnstoff
für die Kunstdüngerherstellung. Außer-
dem hat das Unternehmen ein Verfah-
ren entwickelt, bei dem die Superabsor-
ber, die in Windeln den Urin aufnehmen
und kapseln, auf CO₂ basieren.

3 Vor dem Durchbruch steht auch
das Konzept, aus CO₂ Kraftstoffe
herzustellen. Auch diese werden
üblicherweise auf Basis von Erdöl produ-
ziert. Gleich mehrere Forschungseinrich-
tungen und Start-ups sind dabei, Pilot-
anlagen zu entwickeln. Weit vorne sind
die Schweizer Pioniere Christoph Gebald
und Jan Wurzbacher. Sie haben an der
ETH Zürich studiert und als Spin-off
das Unternehmen Climeworks in Zürich
gegründet. Climeworks entwickelt Fil-
teranlagen, die CO₂ direkt aus der Umge-
bungsluft gewinnen. Das Kohlenstoff-
dioxid kann dann über chemische Reak-
tionen weiterverarbeitet oder aber in
Gewächshäusern als Wachstumsförde-
rer in der Luft eingesetzt werden. Seit
2017 filtert zum Beispiel eine Clime-
works-Anlage in Hinwil in der Schweiz
jährlich 900 Tonnen CO₂ aus der Luft.
Das Gas dient als Rohstoff für die Her-
stellung von Kraftstoffen und für die Ge-
tränkeindustrie (Kohlensäure).

Jetzt will Climeworks gemeinsam mit
anderen Unternehmen wie Sunfire (Elektro-
lyse), Ineratec (Synthesetechnik) und
EDL Anlagenbau (Umwandlung der Koh-
lenwasserstoffe zu Kerosin) auf dem Ge-
lände des Flughafens Rotterdam eine
Demonstrationsanlage zur Produktion
von erneuerbarem Kerosin bauen – die

eines Tages klimaneutrales Fliegen er-
möglichen könnte. Große Ventilatoren
sollen das CO₂ aus der Umgebungsluft
des Flughafens filtern. Ein Solarfeld lie-
fert Energie für die Elektrolyse, um ein
Synthesegas herzustellen, aus dem syn-
thetische Kohlenwasserstoffe gewonnen
werden – die Basis für Kerosin. Im Herbst
2019 wird Climeworks dem Flughafen
eine Machbarkeitsstudie vorlegen, bis
2021 soll die Anlage in Betrieb gehen.

4 Einen etwas anderen Weg gehen
die Forscher der ETH Zürich ge-
meinsam mit ihren Kollegen vom
Deutschen Zentrum für Luft- und Raum-
fahrt (DLR) in Köln. Nachdem es ihnen
gelingen war, im Labor Kerosin aus CO₂
herzustellen, stellten sie im Juni 2019
eine deutlich größere „Sun to Liquid“-
Forschungsanlage in Móstoles (Spanien)
vor. Diese kann einen halben Liter Kero-
sin am Tag produzieren. „Das ist ein
Durchbruch, weil die Technik auch in
größerem Rahmen funktioniert“, sagt
Professor Christian Sattler, Experte für
Solare Verfahrenstechnik am DLR. „Die
Ergebnisse werden wir nutzen, um die
Technologie weiterzuentwickeln.“ Der
Unterschied zur Technik von Climeworks
und Sunfire: Die Reaktionsenergie wird
nicht durch Solarstrom erzeugt, sondern
durch 169 Spiegel, die Sonnenlicht auf
den Reaktor konzentrieren. Nach Ein-
schätzung der Forscher könnte eine So-
laranlage von einem Quadratkilometer
Fläche pro Tag 20.000 Liter Kerosin pro-
duzieren.

Die Herstellung von Kraftstoffen aus CO₂
ist für Professor Sattler eine vielverspre-
chende Möglichkeit, um die CO₂-Belas-
tung in der Atmosphäre zu senken. Und
so könnte aus Kohlenstoffdioxid doch
noch ein Segen werden. Als Rohstoff. ©

Eine Solaranlage
von einem Quadrat-
kilometer Fläche
könnte pro Tag
20.000 Liter Ke-
rosin produzieren.



ZAHLENCHECK

2050



Plastikmüll ist ein Problem. Zu Lan-
de wie zu Wasser. Jahr für Jahr ge-
langt immer mehr davon in die
Weltmeere. Würde sich dieser Trend
fortsetzen, dann wäre im Jahr 2050 das
Gesamtgewicht des Plastiks in den Ozea-
nen angeblich genauso hoch wie das der
Fische. Doch worauf basiert diese Prog-
nose? Als Ausgangspunkt gilt ein Beitrag
im Fachmagazin Science aus dem Jahr
2015. Darin geht das an einer Studie be-
teiligte Autorenteam davon aus, dass
2010 zwischen 4,8 und 12,8 Millionen
Tonnen Plastik in die Weltmeere gelang-
ten. Auf diese Zahlen berief sich die Ellen
MacArthur Foundation, eine britische
Wohltätigkeitsorganisation, in einer mit
dem Weltwirtschaftsforum und McKin-
sey herausgegebenen Studie und wagte
einen Ausblick. Das Ergebnis: Wäre das
Verhältnis von Plastik zu Fischen im Jahr
2025 noch 1 zu 3, so hätte es sich 2050
nivelliert. Die Anzahl und damit das Ge-
samtgewicht der Fische in den Ozeanen
basiert dabei auf groben Schätzungen.
Niemand weiß, wie viele Fische dort le-
ben und auch nicht, wie sich deren Be-
stand entwickeln wird. Die Gegenüber-
stellung vom Plastikmüll und den Fischen
ist also mit Vorsicht zu genießen. Das
ändert aber nichts an der Tatsache, dass
viel zu viel Plastik dort landet, wo es
nicht hingehört: in der Natur. ©



Artenvielfalt

Aus einem heutigen Automobil sind Kunststoffe nicht wegzudenken. Im Gegenteil: Waren vor zehn Jahren in einem Durchschnittsauto noch etwa 100 Kilogramm Kunststoff verbaut, so sind es inzwischen beinahe 120. Schließt man Verbundwerkstoffe und verstärkte Kunststoffe mit ein, ist das Gewicht synthetischer Materialien sogar fast doppelt so hoch.

Wichtigster Grund dafür ist der Leichtbau: Nach einer Untersuchung von Frost & Sullivan können 100 Kilo Kunststoff etwa 200 bis 300 Kilo herkömmliche Werkstoffe wie beispielsweise Stahl ersetzen. Das kommt der Klimabilanz zugute: Leichtere Autos verbrauchen weniger Kraftstoff und verursachen weniger CO₂-Emissionen. Polymere bieten dem Automobilbau noch weitere Vorteile. So eröffnen sie beispielsweise den Innenraumgestaltern große Designfreiheiten

und sind Grundwerkstoff für viele Bauteile, die der aktiven und passiven Sicherheit dienen.

Die im Automobil verwendeten Kunststoffe lassen sich in die drei Stoffklassen Thermoplaste, Duroplaste und Elastomere einteilen. Im Automobilbau spielen einige Untergruppen der Thermoplaste eine besonders wichtige Rolle, darunter thermoplastische Polyurethanschäume, Polycarbonate und Polyamide.

THERMOPLASTE

Thermoplaste gehören zu den erfolgreichsten Kunststoffen, weil sie sich im Spritzgussverfahren herstellen lassen und dabei große Freiheiten in der Formgebung erlauben. Bei der Herstellung wird ein Granulat des Werkstoffs aufgeschmolzen und in ein Werkzeug eingebracht, das die spätere Form bestimmt.

Weiterer Vorteil:

Thermoplaste lassen sich in einem bestimmten Temperaturbereich reversibel verformen, der Vorgang kann also nach Belieben durch Abkühlen und Erwärmen wiederholt werden. Thermoplaste sind daher als einzige Kunststoffart schweißbar, lassen sich außerdem gut kleben und können recycelt werden.

Ihr Nachteil liegt in der Temperaturbeständigkeit, denn durch zu starke Erhitzung kann sich das Material zersetzen. Inzwischen wurden jedoch auch thermoplastische Kunststoffe für Bauteile entwickelt, die hohen Temperaturen ausgesetzt sind, etwa für Ansaugkrümmer, Gehäuse von Ölfiltern, Zylinderkopfhäuben, Motorabdeckungen und Luftfilter.

UNTERGRUPPEN THERMOPLASTE

POLYURETHANE

bestehen aus kettenförmigen, nicht vernetzten Polymeren und werden vor allem als Polyurethanschäume verwendet – als Hartschaum beispielsweise zur Ausschäumung der A-, B- und C-Säulen sowie der Türmodule und als Weichschäume etwa in Autositzen. Polyurethanschäume können auch im Cockpit, in Sitzschalen und als Softbeschichtung für Bedienelemente verwendet werden.

POLYCARBONATE

sind hart, schlagzäh und transparent und eignen sich daher beispielsweise für die Streuscheiben von Autoscheinwerfern, glasartige Dacheinfassungen und Panoramadächer.

POLYAMIDE

werden häufig mit Glasfasern verstärkt und ersetzen aufgrund ihrer hohen mechanischen Festigkeit zunehmend Metallbauteile im Auto, etwa Lampengehäuse und Kraftstofftanks. Aufgrund ihrer guten Ölbeständigkeit werden sie zudem für viele Anwendungen im Motorraum eingesetzt.

DUROPLASTE

Duroplaste werden aus Kunstharzen hergestellt, denen Zusätze wie Farbstoffe, Trennmittel, Füll- und Verstärkungstoffe beigemischt werden. Mittels Formpressen, Schichtpressen oder Spritzguss werden sie in die gewünschte Form gebracht.

Durch Wärme oder UV-Strahlung werden die Harze dann vernetzt. Dadurch ist die Form von duroplastischen Bauteilen irreversibel – sie können nach ihrer Aushärtung nicht mehr verformt werden, sind kaum recycelbar und zudem schlagempfindlicher als thermoplastische Kunststoffe.

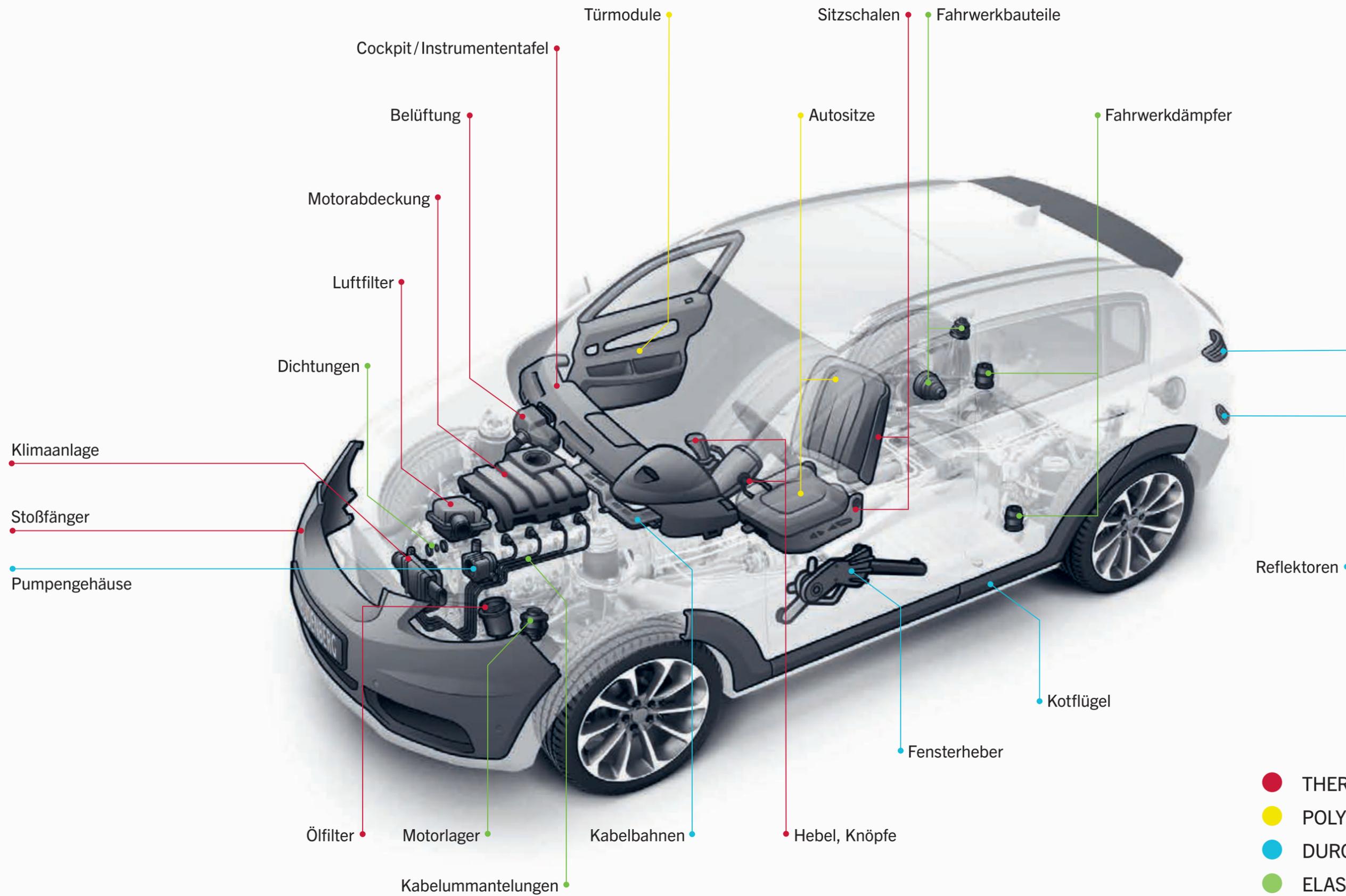
Allerdings haben sie eine höhere Steifigkeit und Härte und sind hitzebeständiger. Deswegen kommen sie vor allem dort zum Einsatz, wo eine hohe thermomechanische Festigkeit gefordert ist, beispielsweise für Gehäuse von Wasserpumpen, Kabelbahnen oder Reflektoren. Faserverstärkte Duroplaste werden auch für Karosserieteile wie Heckklappen oder Kotflügel verwendet.

ELASTOMERE

Bei Elastomeren handelt es sich um elastisch verformbare Kunststoffe, die nach einer Zug- oder Druckbelastung wieder in ihre ursprüngliche Form zurückfinden. Bei ihrer Herstellung wird die Elastomermischung unter Hinzugabe von Schwefel vulkanisiert. Das bedeutet, dass sich die langkettigen Polymere durch Schwefelbrücken miteinander verbinden. Je nach Rohstoffbasis unterscheidet man zwischen Natur- und Synthesekautschuk.

Der Naturkautschuk wird aus Latex gewonnen, dem Milchsaft aus der Rinde des tropischen Baumes „*Hevea brasiliensis*“. Er weist eine hohe mechanische Festigkeit auf und eignet sich daher für zahlreiche Produkte zur Schwingungsdämpfung im Automobil, etwa für Motorlager, Federn und Dämpfer. Synthesekautschuk wird aus Kohlenwasserstoffen hergestellt und ist vor allem als EPDM (Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk) bekannt.

Mithilfe der jeweiligen Materialmischung lassen sich die Eigenschaften der synthetischen Elastomere gezielt beeinflussen. Vor allem können sie sehr temperatur- und medienbeständig sein und eignen sich daher besonders gut als Werkstoff für Dichtungen im Automobil.





Blüten im ewigen Eis

Die chinesische Forschungsstation „Great Wall“ gibt es seit 1985, sie besteht heute aus etwa einem Dutzend Gebäude. Darunter das Gewächshaus, in dem frisches Gemüse angebaut wird.



Kunststoff, der dabei hilft, Pflanzen wachsen zu lassen: In der Antarktis züchten Forscher erfolgreich Gemüse, weil vor knapp einem Jahrhundert eine Gruppe von Chemikern den Vielseitigkeitskönner Acrylglas erfand.

Es ist grau, die Luft eisig, die Erde ist gefroren. Schnee, Geröll und karge Landschaft, so weit das Auge reicht. Kein Wunder bei Temperaturen von minus 30 Grad Celsius, Stürmen und Permafrostboden. Selbst im antarktischen Sommer wachsen hier allenfalls ein paar geduckte Gräser und krautige Pflanzen aus Steinritzen.

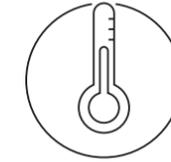
Mit einer Ausnahme: In der chinesischen Forschungsstation „Great Wall“ reifen Tomaten heran, daneben Gurken, Paprika und Salat. Mitten in der kargen Eiswüste, in einem Gewächshaus, das sich fast schon ein wenig trutzig auf Metallstelzen dem Polarhimmel entgegenstreckt. Seit 2015 können sich die Forscher hier mit frischem Gemüse versorgen – bis dahin mussten sie Tiefkühl- und Konservenahrung zu sich nehmen. Über Jahrzehnte hinweg sehnten sich Polarforscher vergeblich nach frischem Gemüse. Denn ein Gewächshaus in der Antarktis ist eine Herausforderung an Planung und Material. „Die extremen Witterungsbedingungen haben es besonders schwer gemacht, das richtige Material zu finden“, sagt Ingenieur und Gewächshausbauer Le Lu von Shanghai Dushi.



Salat, Kräuter und Tomaten reifen hier trotz des schwachen Sonnenlichts.

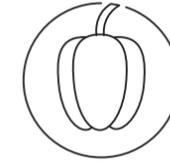


600
Quadratmeter
Acrylglas versorgen
die 36 Quadratmeter
Gewächshaus mit Licht.



30 °C

werden hier erreicht.
Draußen sind es bis zu
minus 30 Grad Celsius.



40

Personen werden
mit frischem
Gemüse versorgt.

Isolieren, Wetter abwehren, Licht durchlassen

Es wurde ein Werkstoff benötigt, der widerstandsfähig gegen die extremen klimatischen Bedingungen, aber gleichzeitig höchst lichtdurchlässig ist. Denn es reicht nicht aus, den Pflanzen im Inneren des Gewächshauses angenehme Temperaturen zu verschaffen, sie zu gießen und zu düngen: Pflanzen brauchen Licht. Und Licht ist hier, auf der König-Georg-Insel im Archipel der südlichen Shetlandinseln, schwer zu bekommen. Zwar strahlt die Sonne in den Sommermonaten ganztägig – aber die Sonnenstrahlen treffen wegen der geneigten Erdachse so flach auf, dass sie wenig Kraft haben. Das geforderte Material für das Gewächshaus musste also isolieren können, den Stürmen trotzen, sowohl UV- als auch lichtdurchlässig sein – und das über Jahre hinweg.

Die Lösung war ein Kunststoff. Polymethylmethacrylat, kurz PMMA oder auch Acrylglas, noch bekannter unter dem Markennamen „Plexiglas“ der Röhm GmbH. Produziert erstmals 1933 von deutschen Chemikern um Dr. Otto Röhm als dünne, transparente Platten. Aber das Material kann viel mehr. Es ist sehr alterungsbeständig, gleichzeitig robust selbst gegen

Chemikalien, lässt sich sehr gut formen, verkleben oder schneiden. PMMA ist ein Werkstoff geworden für Designer und Architekten, für Lichtwerbung und Autoscheinwerfer. U-Boote tauchen damit bis in die Tiefsee, Flugzeughersteller bestücken damit ihre Fenster – und Gewächshäuser profitieren dank Plexiglas vom Sonnenlicht. Wenn auch meist nicht unter solchen Extrembedingungen wie in der Antarktis. „Von allen Materialien, die wir untersucht haben, eignete sich Plexiglas am besten“, bekräftigt Le Lu. In diesem Fall die speziellen Stegplatten für den Gewächshausbau, die deutlich besser isolieren als eine Einfachverglasung und mit 91 Prozent Lichtdurchlässigkeit dafür sorgen, dass die Pflanzen ausreichend natürliches Sonnenlicht erhalten.

Pflanzen dort anbauen, wo sie gebraucht werden

Dabei ist das Antarktis-Projekt mehr als nur ein besonderes Kunststück, um Polarforschern gesünderes Essen zu ermöglichen: „Indoor-Farming“ könnte eine Lösung sein, um die Lebensmittelproduktion der Zukunft zu sichern. Indem Nahrungsmittel dort angebaut werden, wo Menschen sie brauchen: mitten in der Stadt oder in unwirtlichen oder klimatisch ungünstigen Gegenden. Acrylglas

wird auch in diesen Fällen seine Stärken ausspielen können. Der Kunststoff lässt sich dahingehend verändern, dass er genau jene Wellenlängen durchlässt, die Pflanzen für ihr Wachstum benötigen, gegenüber UV-Strahlung aber stabil bleibt und nicht wie viele andere transparente Kunststoffe vergilbt.

Unter dem Markennamen „Plexiglas“ haben die Nachfolger des Chemikers Röhm mittlerweile zahlreiche verschiedene Varianten des Kunststoffes auf den Markt gebracht: Darunter zum Beispiel besonders widerstandsfähige Acrylglasarten für Designelemente von Fahrzeugen oder solche, die sich besonders gut dafür eignen, Licht zu streuen oder zu lenken. Die Autos des 21. Jahrhunderts oder den Siegeszug der LED-Leuchten konnten Röhm und sein Forscherteam damals logischerweise noch nicht vorhersehen, als sie eigentlich „transparentes Gummi“ erschaffen wollten. Denn wie so viele Kunststoffe entstand auch Acrylglas 1933 teilweise aus Zufall. Das war übrigens auch das Jahr, in dem der amerikanische Polarforscher Lincoln Ellsworth versuchte, als Erster die Antarktis mit einem Flugzeug zu überqueren. An Tomaten und Gurken im ewigen Eis dachte damals noch niemand. ©



Es geht auch anders

Wer konsumiert, der wirft auch weg. Und zwar reichlich Verpackungsmaterial. Zumeist handelt es sich dabei um Plastik. Doch es gibt umweltverträglichere Ansätze.

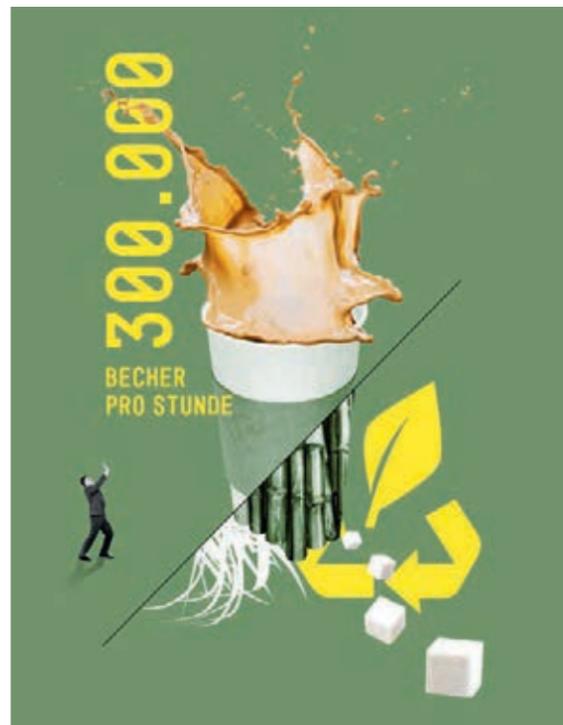
Coffee to go

Life is plastic...

Wer auf dem Weg zur Arbeit oder beim Stadtbummel einen Muntermacher benötigt, der greift gerne auf einen Coffee to go zurück. Das Getränk ist schnell zu konsumieren, der Becher anschließend allerdings ebenso schnell wegzwerfen. Alleine in Deutschland werden angeblich über 300.000 Stück verbraucht – pro Stunde! Selbst wenn die Becher vordergründig aus Pappe sein mögen, so sind sie mit Kunststoff beschichtet und werden damit zu einem Teil des Müllproblems.

... but that sounds fantastic

Als Ersatz dafür treten ökologischere Lösungen auf den Plan. Etwa Becher aus Bagasse. Die Reste aus Zuckerrohrfasern bleiben bei der Herstellung von Zucker als Nebenprodukt übrig. Bagasse lässt sich gut verarbeiten und formen. Becher aus dem Material sind von Natur aus wasserfest, auf eine künstliche Beschichtung kann verzichtet werden. Unterbleibt bei der Produktion zudem der (entbehrliche) Einsatz von Kunststoffharzen, dann sind die Becher vollständig biologisch abbaubar. Derweil forschen Wissenschaftler weltweit an weiteren Alternativen aus rein natürlichen Materialien. Zum Beispiel Algen. ©



Isolierverpackungen

Life is plastic...

Wer Zerbrechliches oder Temperatursensibles kauft, der stellt beim Auspacken fest, dass das Volumen der Verpackung gerne über die wahre Größe des Produkts hinwegtäuscht. Reichlich Plastik und Styropor füllen den Raum zwischen Ware und Karton als Puffermaterial auf. Insbesondere Styropor überzeugt mit seinem isolierenden Effekt. Eben dieses Verpackungsmaterial landet jedoch zumeist umgehend im Müll.

... but that sounds fantastic

Inzwischen gibt es vielversprechende natürliche Alternativen, wenn es darum geht, sensible Waren beim Transport wirksam zu schützen. Bei der Ernte anfallendes Stroh erweist sich bei Isolierung und Stoßschutz gegenüber dem Styropor als gleichwertig. Bei der Regulierung von Feuchtigkeit ist es sogar überlegen. In Form von kompakten Platten kann Stroh somit seine Qualitäten als Füllmaterial ausspielen. Nach dem Auspacken lässt sich das Stroh dann im Garten oder im Biomüll entsorgen. Das Gleiche gilt für die aus Stärke bestehende Hülle, die die Strohplatten zusammenhält. Wird den Strohkartons Trockenreis beigegeben, dann überstehen Obst und Gemüse den Transport nicht nur unbeschadet, sie bleiben auch frisch. ©

Shopping

Life is plastic...

Wer seine Wochenendeinkäufe zu Hause auspackt, der erlebt regelmäßig sein blaues Wunder. Viele Produkte sind doppelt bis dreifach verpackt. Etwa Müsli: In einer überproportionierten Schachtel befindet sich ein Plastikbeutel und darin erst der Inhalt. Oder Süßigkeiten: In einer größeren Tüte sind Kaugonbons oder Schokoriegel nochmals einzeln in Papier beziehungsweise Plastik verpackt. Und: Nicht selten werden zu Rabattaktionen mehrere Packungen von einer weiteren Umverpackung zusammengehalten.

... but that sounds fantastic

Einkaufen, ohne derart viel Müll zu produzieren, ist schon heute möglich. In deutschen, amerikanischen, dänischen oder britischen Großstädten finden sich immer mehr Unverpackt-Läden. Lebensmittel und Güter des Alltags werden dort in großen Behältern, Gläsern und Spendern angeboten. Kunden können sie in selbst mitgebrachte Behältnisse umfüllen. Die Ladenbesitzer erhalten viele Waren in größeren Gebinden geliefert, sodass dabei zwar ebenfalls Müll anfällt – mitunter aus Plastik, nur eben deutlich weniger als üblich. Obst und Gemüse werden zumeist von regionalen Landwirten bezogen und lose verkauft. Plastik? Fehlanzeige. ©



© Rohstoff aus der Rinde

Kautschuk ist der natürliche Rohstoff für Gummi. Größter Exporteur von Naturkautschuk ist Thailand. Dort setzen erste Plantagen und Produzenten auf nachhaltige Anbaumethoden – etwa mit dem Verzicht auf Pestizide und einer Abkehr von der Monokultur.



Bei der Kautschukernte kratzt der Arbeiter mit einem Spezialmesser vorsichtig eine feine Ritze in die äußere Rinde.

Es ist stockfinstere Nacht. Zu sehen ist nur ein Lichtkegel der Stirnlampe eines Arbeiters, der sich einen Weg durchs hohe Gras zu den Baumreihen bahnt. Beim ersten Kautschukbaum kratzt er mit einem Spezialmesser vorsichtig eine feine, schräg von links oben nach rechts unten verlaufende Ritze in die äußere Rinde. Sofort füllt sich der Schlitz mit weißem Milchsaft, der unter der Rinde in den Kapillaren zirkuliert, in eine Schiene tropft und von dort in einen am Stamm befestigten Plastikbecher gelangt. Bei der weißen Flüssigkeit handelt es sich um Latex, der zu etwa einem Drittel aus Naturkautschuk besteht. Für die Ernte, das sogenannte „Tapping“, benötigt der Mann pro Baum nur ein paar Sekunden. Bis zu 500 Bäume schafft er pro Nacht. Stunden später, wenn im Morgengrauen der Frühnebel über dem Tal aufsteigt, sind die Becher voll, der Fluss versiegt. Latex müsse am Morgen geerntet werden, bevor die Temperatur 25 Grad übersteigt, sagt Sudthida Thantanon, Chefin der Firma Phattalung Paratex. Ihr Unternehmen betreibt nicht nur die Kautschukplantage, sondern exportiert den gewonnenen Latex auch.

An der Sammelstation scheint die Sonne, als gegen acht Uhr morgens die letzten „Tapper“ ihre Ernte bringen – einige zu Fuß, andere mit dem Moped aus entfernteren Teilen der Plantage. Ein Manager wiegt die Fässer ab und entnimmt aus jedem eine Probe für Tests auf Kautschukgehalt und Qualität. Dies ist entscheidend für die Bezahlung der Tapper, mit denen das Unternehmen die Einnahmen teilt. Dann wird der Latex mit Ammoniak versetzt, um ihn haltbar zu machen. Sofort zieht ein beißender Geruch durch den offenen Raum. „Latex verdirbt schnell – wie Milch oder ein Curry“, sagt Thantanon. Die Tapper gehen nun schlafen, während ein Tanklaster den Latex in die Fabrik bringt, wo er für den Export vorbereitet und in Fässer abgefüllt wird.

70 Prozent werden zur Herstellung von Reifen verwendet

Kautschukbäume wachsen ausschließlich in den Tropen. Rund 85 Prozent des globalen Naturkautschuks stammen aus Südostasien: Neben Thailand, dem weltweit größten Exporteur, kommen Vietnam, Malaysia, Indonesien, Kambodscha und Myanmar auf größere Marktanteile. Rund 70 Prozent der weltweiten Latexernte gehen in die Reifenherstellung. Andere Produkte aus Naturkautschuk sind Gummi-Komponenten zur Schwingungsdämpfung im Automobil, aber auch Matratzen, Schuhsohlen, Gummistiefel und Kondome. Naturkautschuk ist unter starken Belastungen stabiler und langlebiger als die aus Rohöl hergestellte synthetische Variante.

Die Nachfrage nach Latexprodukten stieg in der Vergangenheit stetig an. In manchen Ländern mussten primäre Regenwälder den Kautschukplantagen weichen. Der natürliche Rohstoff rückt deswegen in den Abnehmerländern zunehmend in den Fokus, wenn es um mehr Nachhaltigkeit in den Lieferketten geht. Das Abholzen der Regenwälder soll möglichst vermieden und der Anbau umweltfreundlicher gestaltet werden. Das ist nicht einfach zu kontrollieren: 85 Prozent des Naturkautschuks werden nach Informationen des World Wide Fund for Nature (WWF) von Kleinbauern angebaut. In Thailand sind es laut dem Kautschuk-Importeur Weber & Schaer, der mit Phattalung Paratex seit vielen Jahren zusammenarbeitet, sogar 93 Prozent. Phattalung Paratex erhält Latex von mehreren dieser Kleinbetriebe, da die eigene Plantage die Nachfrage nicht decken kann.

In manchen Ländern mussten primäre Regenwälder den Kautschukplantagen weichen.

Verzicht auf Pestizide

Sudthida Thantanon ist sehr an mehr Nachhaltigkeit gelegen. Seit zwei Jahren setzt sie in der Plantage keine Pestizide mehr ein. Das Familienunternehmen arbeitet an einer Zertifizierung mit dem neu eingeführten Kautschuksiegel des Forest Stewardship Council (FSC). Nächstes Jahr unterzieht sich das Unternehmen einem vorläufigen Audit, um Genaueres über die Bedingungen zu erfahren. Viele der möglichen Forderungen erfülle die Firma bereits, sagt Thantanon: neben dem Verzicht auf Pestizide etwa das Klären der Abwässer und das Trennen von Müll. Das Unternehmen verwertet jedes Beiprodukt, das nutzbar ist – von der Latexhaut bis zum Gummischaum, der vom firmeneigenen Klärwerk abgesondert wird. Alte Bäume werden gefällt und das Holz verkauft, etwa zum Bau von Möbeln. Auch ihre Lieferanten möchte Thantanon für das FSC-Siegel gewinnen. Weber & Schaer unterstützt diese Plantagen bei den Audits auch finanziell.



1_ Der Milchsaft tropft in eine Schiene und von dort in einen am Stamm befestigten Plastikbecher.

2_ Einige „Tapper“ bringen ihre Ernte mit dem Moped zur Sammelstation.

3_ An der Sammelstation wird der Latex mit Ammoniak versetzt, um ihn haltbar zu machen.



In den „Kautschuk-Waldgärten“ erforschen die Bauern, welche Nutzpflanzen sich für die Mischkultur eignen.

Abschied von der Monokultur

Kautschuk wird in aller Regel in Monokultur angebaut. Mit großflächigem Pestizideinsatz bekämpfen die Bauern hohes Gras, in dem sich Schlangen verstecken können. Damit gehen aber auch andere Pflanzen verloren – und mit ihnen die Tiere, die sich von diesen Pflanzen ernähren. Die nackten Böden halten die Feuchtigkeit schlechter und sind anfällig für Erosion. In Thantanon's Plantage dagegen wachsen zwischen den Kautschukbäumen kleine Palmengewächse, Ranken, Heilkräuter und wilder Ingwer, an dessen Blütenpollen sich die Bienen bedienen. Früher haben sich die Menschen keine Gedanken gemacht, da Latex ja kein Lebensmittel sei, erzählt die Unternehmerin. „Niemand dachte über die Gesundheit der Arbeiter nach, die die Pestizide einatmen – oder darüber, dass der Regen die Pestizide in die Flüsse spült.“ Aber die Umstellung hat ihren Preis. Für den Einkauf der Pestizide musste die ganze Plantage umgerechnet rund 300 Euro im Jahr aufwenden; jetzt zahlt Phattalung Paratex für das manuelle Roden des Unkrauts das Zwanzigfache.

Eigentlich hat Sudthida Thantanon noch ein ganz anderes Ziel: den Abschied von der Monokultur. Im Dorf Tambon Kampengphect steht sie mit einer Gruppe Bauern in einer Plantage, die fast wie ein Garten erscheint. Zwischen Kautschukbäumen wachsen Bambusbüsche, Blattgemüse und junge Hopea-Bäume, die einmal bis zu 45 Meter in die Höhe aufragen werden. In Holzkisten leben Bienen, die einen feinen, leicht säuerlichen Honig produzieren. Es ist grüner und feuchter als in traditionellen Kautschukplantagen. Nachbar Niran Suwarno hatte als Erster Setzlinge für Hopea-Bäume zwischen die Gummibäume gesetzt, die er kostenlos von der Regierung bekommen hatte – und damit die Kooperative für die „Kautschuk-Waldgärten“ im Dorf angestoßen. „Die anderen haben gesehen, was es bringt. Ich pflanze inzwischen mehrere Holzarten, Pfeffer, Kräuter, Gemüse und Obst“, sagt Suwarno, der oft zu Vorträgen eingeladen wird.

Forschung an passenden Nutzpflanzen

Sudthida möchte sich von der Kooperative beliefern lassen – und lernt zugleich von ihr. Vor zwei Monaten pflanzte sie auf einer durch das Fällen alter Bäume frei gewordenen Fläche die neuen Setzlinge weiter auseinander, um mehr Zwischenraum für andere Pflanzen zu haben. Zwischen hohen Gräsern verstecken sich die erst etwa 50 Zentimeter hohen Kautschuk-Pflänzchen. Welche anderen Nutzpflanzen hier für die Mischkultur geeignet sind, wird eine Analyse des Bodens zeigen. Phattalung Paratex unterstützt gemeinsam mit Weber & Schaer ein biologisches Forschungsprojekt der Kooperative, das den Bauern Erkenntnisse bei der Auswahl der passenden Nutzpflanzen liefert und ihnen so neben einer besseren Umwelt auch zusätzliche Einnahmequellen erschließt.

Das ist wichtig, denn aktuell macht den Bauern der niedrige Kautschukpreis zu schaffen. Die unsichere globale Wirtschaftslage drückt neuerdings auf die Nachfrage – und damit den Preis an den Naturkautschukbörsen in Tokio und Singapur. 2010 lag der Preis für ein Kilogramm Feldlatex nach Daten von Weber & Schaer noch bei etwa 3,30 Euro, aktuell bei weniger als 1,20 Euro. Als Minimum für ein Auskommen der Kleinbauern gilt ein Preis von 1,50 Euro. Trotz der Vorteile der Mischwirtschaft sind die Hürden für die Umstellung für jeden Einzelnen aber hoch, da er erst einmal investieren muss. Für nachhaltiges Wirtschaften vom Kunden einen Aufpreis zu bekommen ist schwierig. „Wir müssen viel Überzeugungsarbeit leisten“, ist sich Sudthida Thantanon bewusst. Aber sie selbst ist überzeugt, dass der Kautschuk-Waldgarten mit vielen Nutzpflanzen der richtige Weg in die Zukunft ist. ©



VIER FRAGEN AN ...



Moritz Voss,
Direktor Einkauf bei Freudenberg
Sealing Technologies

Elastomer-Produkte wurden früher auf Basis von Naturkautschuk hergestellt, sind heute aber in vielen Anwendungen durch synthetische Stoffkombinationen ersetzt worden. Gibt es einen Weg zurück? Und wie umweltfreundlich ist Naturkautschuk überhaupt?

AUF WELCHEN LIEFERWEGEN BEZIEHT FREUDENBERG SEALING TECHNOLOGIES DERZEIT NATURKAUTSCHUK?

Moritz Voss: Ursprünglich stammt der Kautschukbaum, der zur Familie der Wolfsmilchgewächse gehört, aus Südamerika. Derzeit beziehen wir etwa 95 Prozent unseres Bedarfs aus Asien. Wir kaufen den Rohstoff vor allem über Händler in Hamburg und Amsterdam ein. Zum Teil wird er dann direkt angeliefert, zum Teil kommt er aus den Lagern unserer Händler. Die Anlieferung erfolgt übrigens nicht nur per Lkw, sondern auch per Schiff über den Rhein bis nach Mainz, wo die Ladung gelöscht und nach Weinheim gebracht wird. Dort verarbeiten wir den Rohstoff dann in unserem Mischwerk weiter.

WOFÜR EIGNET SICH NATURKAUTSCHUK BESONDERS GUT?

Generell wird er vor allem in der Reifenindustrie eingesetzt. In unserem Mischwerk verarbeiten wir ihn für unser Schwesterunternehmen Vibracoustic, das daraus Produkte zur Schwingungsdämpfung im Automobil herstellt – zum Beispiel Motorlager, Dämpfer und Tilger. Die Pflanze schafft es, den Werkstoff molekular sehr systematisch und extrem lang aufzubauen. Das verleiht ihm nicht nur eine hohe Elastizität, sondern auch eine große mechanische Stabilität bei dynamischen Anwendungen. Er eignet sich auch für einige Produkte von Freudenberg Sealing Technologies, etwa für dynamisch hoch belastete Membranen, die sehr strukturfest sein müssen.

WO LIEGEN DIE GRENZEN IM NATURKAUTSCHUK-EINSATZ?

So gut der natürliche Kautschuk auch bei mechanischer Dauerbelastung ist: Er hat den Nachteil, dass er beim Kontakt mit unpolaren Medien wie Ölen und Fetten schnell aufquillt wie ein Schwamm. Deswegen eignet er sich meist nicht für Dichtungen, weil diese dann ihre Form und damit die Dichtfunktion verlieren würden. Polare Medien wie Wasser hält er zwar besser aus, er altert allerdings bei Temperaturen oberhalb von 100 Grad Celsius schnell und bekommt Risse. Auch deswegen eignet er sich kaum für die Dichtungstechnik.

WIE ACHTET FREUDENBERG SEALING TECHNOLOGIES BEIM KAUTSCHUK-EINKAUF AUF NACHHALTIGKEIT?

Zum einen engagieren wir uns gemeinsam mit unseren Lieferanten bei den Nachhaltigkeitsaktivitäten der European Tyre & Rubber Manufacturers' Association. Andererseits sehen wir aber auch, dass der Kautschukbaum eben nur in einem Bereich von einigen Breitengraden um den Äquator gedeiht und damit in Konkurrenz zu den Regenwäldern steht. Ich finde deswegen Alternativen wie den Russischen Löwenzahn spannend, der auch in gemäßigten Breiten gedeiht. Die Pflanze wird derzeit intensiv erforscht, um aus ihr Naturkautschuk zu gewinnen. ©



Aus vier mach eins

Bauteile aus Kunststoff sind häufig leichter als etwa Metallbauteile – in mobilen Anwendungen senkt das die CO₂-Emissionen. Doch damit nicht genug: Ein einziges Bauteil kann auch mehrere Funktionen übernehmen – wie zum Beispiel ein neuer Kunststoffkolben im Getriebe eines Hybridfahrzeugs.

Wie kann ein Kunststoffteil mehrere Funktionen übernehmen? Die Antwort liegt im Deckel einer Wasserflasche. Egal ob es sich um eine PET-Flasche oder um eine Glasflasche handelt, die ja neuerdings eine kleine Renaissance erlebt: Ist der Deckel aus Kunststoff, dann besteht er aus nur einem Teil. Und ist ein wahrer Alleskönner: Der Zusatzring mit Sollbruchstelle an der Unterseite des Deckels etwa übernimmt die Funktion, dem durstigen Besitzer der Wasserflasche anzuzeigen, ob diese noch ungeöffnet ist. Das im Kunststoffdeckel angebrachte Schraubgewinde ermöglicht das mehrmalige Öffnen und Schließen. So richtig spannend wird es aber durch die konusförmige Verstärkung im Inneren des Deckels, die beim Zudrehen gegen den Ausguss der Flasche gepresst wird. Sie dichtet Flasche und Verschluss sicher gegeneinander ab, sodass weder Flüssig-

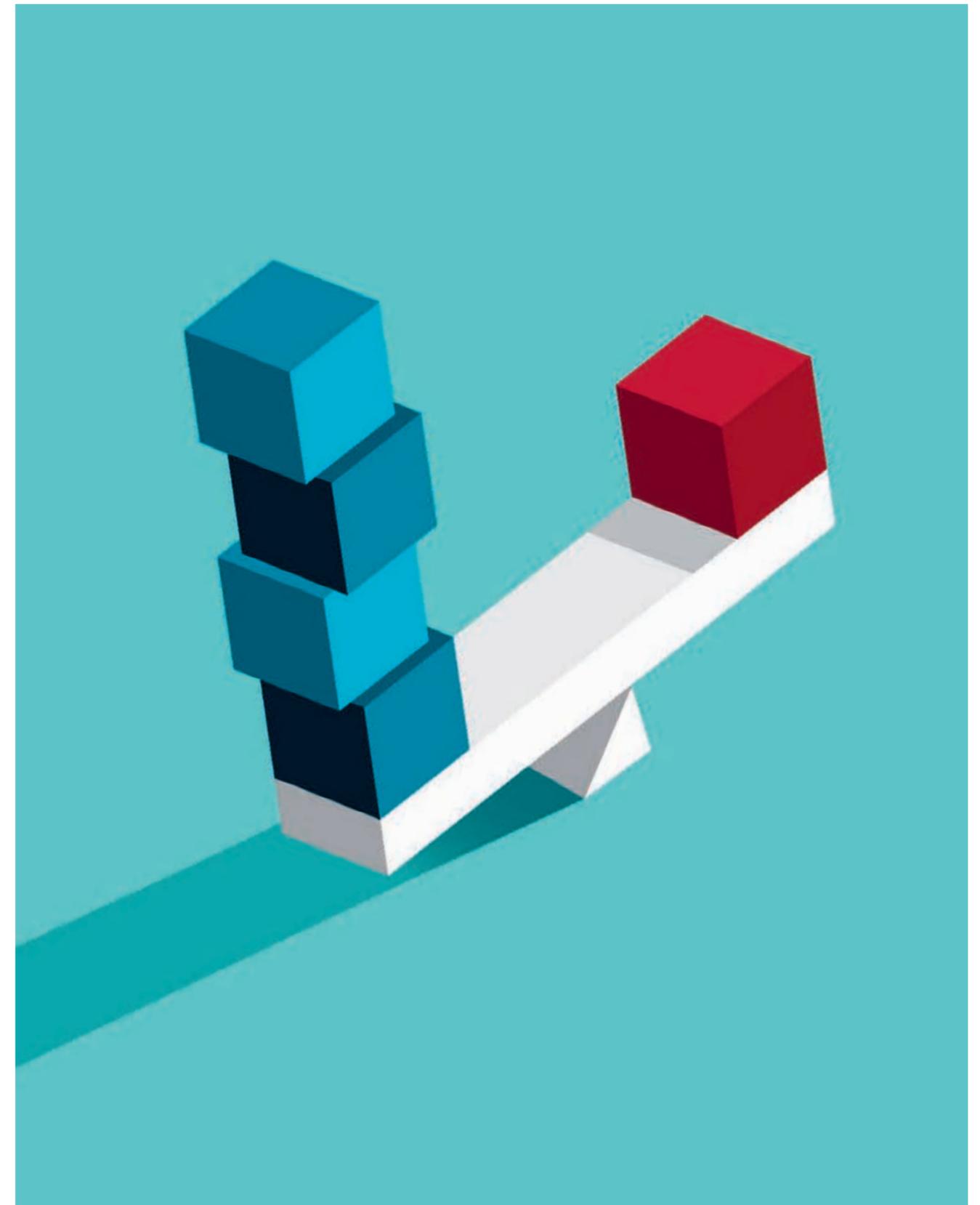
keiten noch Gase in die Flasche ein- oder aus der Flasche austreten können. Auf diese Weise werden zusätzliche Dichtungen überflüssig, wie sie in beispielsweise in den Schraubverschlüssen aus Blech oder in Kronkorken notwendig sind.

Große Freiheit in der Formgebung

Funktionale Integration – so bezeichnen Fachleute diese Eigenschaft von Kunststoffen. Möglich ist das, weil sich im Kunststoff-Spritzgussverfahren nahezu jede beliebige Form erreichen lässt. Zum Beispiel bei Thermoplasten: Bei deren Urformverfahren wird zunächst der als Granulat vorliegende thermoplastische Kunststoff in der Spritzgussmaschine bei 200 bis 300 Grad Celsius aufgeschmolzen und mit einer Förderschnecke zu einer Spritzdüse befördert. In der Einspritzphase wird die Schmelze dann unter hohem Druck durch die geöffnete

Düse in das Werkzeug eingebracht, dessen Hohlraum die spätere Form des Kunststoffteils vorgibt. Durch Abkühlen der Schmelze im Werkzeug wird der Kunststoff wieder formfest. Um den dabei entstehenden Volumenschwund auszugleichen, drücken die Spritzgießer in der Abkühlphase flüssiges Polymer nach. Damit ist der Spritzgussvorgang abgeschlossen, und das fertige Kunststoffbauteil wird aus dem Werkzeug ausgeworfen.

„Je nachdem, wie das Werkzeug gestaltet ist, lassen sich im Spritzgussverfahren aus einem einzigen Ausgangsmaterial Bauteile mit sehr komplexen Geometrien und unterschiedlichen Wandstärken produzieren“, erläutert Matthias Hauer, Spezialist für Kunststoffverarbeitung bei Freudenberg Sealing Technologies. „Die Kunststoffteile sind sprichwörtlich aus





Der ursprüngliche Hydrospeicher für Doppelkupplungsgetriebe

- 1 Kolbendichtring
- 2 + 3 Führungsringe zum Gleiten
- 4 Stützring gegen die Extrusion

Der neue Leichtbau-Hydrospeicher für Doppelkupplungsgetriebe

- 1 Kolbendichtring: Es wird nur noch ein montierter Dichtring benötigt.



Die Anforderungen des Werkstoffs lassen sich mithilfe von Füllstoffen und Additiven einstellen.

einem Guss – ein Verstärkungsring etwa, der bei metallischen Materialien extra angeschweißt werden müsste, lässt sich beim Spritzguss direkt ins Bauteil integrieren.“ Die unterschiedlichen Wandstärken sind in vielen Anwendungsfällen hilfreich, weil viele Kunststoffe sich auch im festen Zustand bis zu einem gewissen Grad verformen lassen – diese Eigenschaft wird auch als „duktil“ bezeichnet.

Integration mehrerer Funktionen

Im Zusammenspiel von Materialeigenschaften und Geometrien kann das Kunststoffteil dann viele verschiedene Funktionen übernehmen. „Verstärkte Bereiche können die Strukturfestigkeit eines Bauteils verbessern oder mechanische Lasten von dynamischen Bauteilen – etwa von rotierenden Wellen – aufnehmen“, beschreibt Hauer. Mit anderen Formen können beispielsweise Dichtaufgaben erfüllt werden. „All dem liegt zugrunde,

dass sich die Eigenschaften des Werkstoffs je nach Anforderungen einstellen lassen, etwa mithilfe von Füllstoffen und Additiven. So lässt sich beispielsweise eine hohe Abriebfestigkeit erreichen, wenn das Bauteil einer stärkeren Reibung ausgesetzt ist.“

Die Integration von Funktionen bietet viele Vorteile. Zum einen sind weniger Bauteile nötig, was Gewicht und Kosten senken kann. Außerdem werden Herstellung und Montage von Systemen vereinfacht und verbundene Prozesse weniger komplex und damit weniger fehleranfällig.

Anwendung im Getriebe von Fahrzeugen

Ein gutes Beispiel für funktionale Integration mithilfe von Kunststoffen sind Kolben aus duroplastischem Kunststoff, der sich ebenfalls im Spritzgussverfahren verarbeiten lässt. Die Ingenieure von

Freudenberg Sealing Technologies haben diese Kolben für Doppelkupplungsgetriebe von Hybridfahrzeugen entwickelt. Sie ersetzen die bisher verwendeten Stahlkolben und kommen in sogenannten Hydrospeichern zum Einsatz, die zum Beispiel in Getrieben die Hydraulikflüssigkeit unter Druck speichern und hydraulische Lastspitzen abfedern. Dadurch reicht ein kleineres Hydrauliksystem zur Betätigung der Gangsteller, die Hydraulikpumpe braucht weniger Energie.

Die Hydrospeicher bestehen aus einer Gas- und einer Flüssigkeitsseite, die durch einen Kolben voneinander getrennt sind. Ist in bestimmten Betriebszuständen zu viel Hydraulikflüssigkeit im System, dann nimmt der Hydrospeicher diese auf, und der als Gasfeder eingesetzte Stickstoff wird komprimiert – auf diese Weise speichert er Energie. Sinkt der Hydraulikdruck, dehnt sich der

Stickstoff wieder aus und befördert die Hydraulikflüssigkeit zurück ins Getriebe.

Bislang war der Kolben im Hydrospeicher aus Stahl gefertigt und musste mit einem umfangreichen Dichtungspaket ausgestattet werden, das aus nicht weniger als vier Einzelteilen bestand. So sorgten zwei Führungsringe für eine gute Führung mit geringer Reibung des Kolbens im Zylinder. Der eigentliche Kolbendichtring musste außerdem mit einem zusätzlichen Stützring geschützt werden, um zu verhindern, dass der Dichtring in den kleinen Spalt zwischen Stahlkolben und Gehäuse gelangt und dort Schaden nimmt.

Exakt abgestimmte Materialmischungen

Der neue im Spritzgussverfahren produzierte Kolben kommt dagegen mit nur einem Dichtring aus. Die beiden Führungsringe können entfallen, weil die Werk-

stoffexperten von Freudenberg Sealing Technologies bereits mit dem Kolbenmaterial und der Auslegung die nötige Führung des Kolbens gewährleisten. Neben den sehr guten Gleiteigenschaften stellten sie die thermischen Eigenschaften des Kunststoffs so ein, dass der Spalt zwischen Kolben und Gehäuse deutlich kleiner ausfallen kann, wodurch auch der Stützring zum Schutz der Kolbendichtung nicht mehr nötig ist. Das Gewicht des Kolbens ließ sich aufgrund der Materialumstellung um etwa die Hälfte reduzieren. Und die Montage der Hydrospeicher ist jetzt deutlich einfacher, weil weniger Bauteile zu berücksichtigen sind.

„Kunststoff kann mehr sein als nur eine Plastiktüte“, sagt Matthias Hauer. „Werden dessen Eigenschaften – die wir gezielt beeinflussen können – geschickt kombiniert, bietet der Werkstoff große Gestaltungsmöglichkeiten.“ ©

September 2019

Fernbusse mit Brennstoffzellenantrieb



FlixBus, Europas größter Anbieter von Fernbusreisen, will gemeinsam mit Freudenberg Sealing Technologies den ersten Fernbus mit Brennstoffzellenantrieb auf die Straße bringen. In den vergangenen Jahrzehnten hat Freudenberg Sealing Technologies zahlreiche Komponenten für Brennstoffzellen und Batterien entwickelt. Durch die Akquisition eines Brennstoffzellenherstellers und die Mehrheitsbeteiligung am US-amerikanischen Batterieproduzenten Xalt Energy hat sich das Unternehmen in den beiden Zukunftstechnologien Batterie und Brennstoffzelle eine herausragende Marktposition verschafft. Es ist in der Lage, Herstellern von Heavy-Duty-Anwendungen – wie Bussen, Bahnen, Lkw und Schiffen – komplette elektrische Energiesysteme aus einer Hand anzubieten. Folgerichtig planen Freudenberg Sealing Technologies und FlixBus eine Partnerschaft mit einem Busproduzenten. FlixBus will, dass die Beschleunigung des Brennstoffzellenbusses heute gängigen Fernbusmodellen entspricht. Die Reichweite soll 500 Kilometer betragen und der Tankvorgang maximal 20 Minuten dauern. „Wir sehen die Brennstoffzelle in Kombination mit Batterien als festen Bestandteil der Mobilität der Zukunft. Mit FlixBus haben wir einen neuen Partner für diese Null-Emission-Anwendung gefunden und freuen uns auf die Zusammenarbeit in diesem wegweisenden Projekt“, blickt Claus Möhlenkamp, CEO von Freudenberg Sealing Technologies, der Kooperation zuversichtlich entgegen. ©

September 2019

Die Zukunft der Mobilität



Im Umfeld der IAA 2019 äußerte sich Claus Möhlenkamp, Vorsitzender der Geschäftsleitung von Freudenberg Sealing Technologies, zur Zukunft der Mobilität und zur Rolle, die sein Unternehmen dabei spielen kann. Grundsätzlich sehe er die Automobilindustrie in einem bislang beispiellosen Transformationsprozess. Freudenberg Sealing Technologies habe folglich sein Geschäft mit batterieelektrischen Antrieben und Brennstoffzellen deutlich ausgebaut und ist dabei, sich vom Komponenten- zum Systemlieferanten zu entwickeln. Der Wert-

schöpfungsanteil bei Batterien liege inzwischen bei 60 Prozent, bei Brennstoffzellen bei 80 Prozent. Beide Antriebslösungen halten für Möhlenkamp große Potenziale bereit. Nicht nur beim Pkw, sondern auch und gerade im Bus-, Nutzfahrzeuge- und Schiffsbau. Da Möhlenkamp aber auch den Verbrenner noch nicht abschreibt, laute die Devise für die Zukunft „Kontinuität und Wandel“: die Effizienz im Geschäft mit Verbrennungsmotoren steigern und mit langem Atem das Geschäft mit der Elektromobilität auf- und ausbauen. ©

Juli 2019

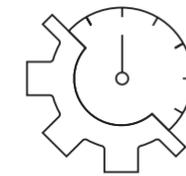
Erstklassige Traktordichtung

Die neue Kassettendichtung S4 erfreut sich reger Nachfrage und ist zugleich ein gutes Beispiel dafür, wie optimierte Lösungen in Kooperation mit einem Kunden entstehen. Über viele Jahre entwickelte Freudenberg Sealing Technologies zusammen mit einem Hersteller die Kassettendichtung S4. Sie ist für den anspruchsvollen Einsatz in mobilen Arbeitsmaschinen der Land-, Bau- und Forstwirtschaft geeignet. In umfangreichen Feldtests erwies sie sich unter rauen landwirtschaftlichen Bedingungen als viermal so langlebig wie die Vorgängerversion. Ein Merkmal, das inzwischen weitere Kunden überzeugte. ©

Juli 2019

Neue Verbundwerkstoffe

Hochleistungskunststoffe wie das Polymer PEEK werden meist aus Standardmischungen gefertigt. Freudenberg Sealing Technologies hat unter Hinzunahme von Additiven PEEK-Mischungen entwickelt, die genau auf die jeweilige Anwendung zugeschnitten sind. Daraus produzierte Getriebedichtungen und Anlaufscheiben für Automatikgetriebe verschleifen weniger, erzeugen eine geringere Reibung und sorgen für eine niedrigere Temperaturentwicklung. Das zeigt: Werden Werkstoffexpertise und Anwendungswissen kombiniert, können Hochleistungskunststoffe noch leistungsfähiger werden. ©



95 %
weniger Verschleiß



April 2019

Originalgeschmack garantiert

Damit Getränke so schmecken, wie sie schmecken sollen, kommt es in Abfüll- und Zapfanlagen auch auf die richtigen Dichtungen an. In Zeiten erhöhter Getränkevielfalt verhindern sie, dass der Geschmack des zuvor abgefüllten oder gezapften Getränks auf das nächste übergeht. Freudenberg Sealing Technologies bietet seinen Kunden die beste Kombination aus Material und Komponenten, um die Leistung ihrer Anlagen zu optimieren, die hygienischen Anforderungen zu erfüllen und komplexe Herausforderungen beim Geschmack und den Zutaten zu meistern. ©



Mehr News online unter:
<https://bit.ly/2mn0B3C>

EMV-Messhalle: Damit die Elektronik wirklich reibungslos zusammenspielt, durchläuft jedes Auto ausführliche Tests.



Schutzschilde

Kunststoffe können nicht nur isolieren, sondern auch Strom leiten. Wer braucht so etwas? Zum Beispiel das Elektroauto der Zukunft. Mithilfe von Spezialkunststoffen und Beschichtungen von Freudenberg Sealing Technologies kann es einige überflüssige Pfunde verlieren.

Dichtungen sind Undercoveragenten. Ihre Mission: Kältemittel, Kraftstoff, Kühlwasser und Öl, in nahezu jedem Auto an Bord, am „Grenzübertritt“ in die Umwelt zu hindern. Die gut ausgebildeten Spezialisten arbeiten auch unter widrigen Bedingungen zuverlässig. Doch in den kommenden Jahren verändert sich das Jobprofil. Zwar braucht auch ein Elektroauto zuverlässige Dichtungen, die beispielsweise dafür sorgen, dass kein Kühlwasser austritt. Damit bescheren sie der Batterie ein langes Leben. Doch wo Strom fließt, entsteht immer auch ein elektrisches Feld – im Physikunterricht mit der „Drei-Finger-Regel“ einprägsam verdeutlicht. Im Elektroantrieb fließt der Strom allerdings – außer bei bestimmten Ladevorgängen – selten kontinuierlich in eine Richtung. Die Leistungselektronik peitscht Wechselstrom mit hohen Frequenzen in die Adern des Elektromotors, der – je nach Bauart – mit Frequenzen von bis zu 30.000 Umdrehungen pro Minute arbeitet. Entsprechend schnell wechseln die Feldstärken und erzeugen dabei elektromagnetische Wellen, die sich mit Lichtgeschwindigkeit durch den Raum bewegen. Würden sie nicht gestoppt, käme es vor allem in der Vielzahl von Kleincomputern an Bord zu Störungen, vielleicht sogar in dem Auto, das nebenan an derselben Ampel hält. Die einzig zuverlässige Waffe im Kampf gegen elektromagnetische Wellen besteht darin, elektrische Komponenten in ein Gehäuse einzusperren, das aus einem elektrisch leitenden Material gearbeitet ist oder dessen elektrisch leitfähige Oberfläche die Wellen reflektiert.

Kunststoff ersetzt Aluminium

In den Elektroautos der aktuellen Generation bestehen die Gehäuse für Akkus, Motoren und Leistungselektronik daher fast ausnahmslos aus Aluminium. Es ist einerseits ein guter Stromleiter, andererseits ein Leichtmetall mit niedrigem spezifischem Gewicht. Zudem lässt es sich im Druckguss gut verarbeiten und ist daher entsprechend kostengünstig. Den Experten von Freudenberg Sealing Technologies ist gut aber nicht gut genug. Denn jedes Kilo Hüftspeck geht beim Elektroauto auf die Reichweite. Könnte man die vielen Alubauteile durch Kunststoffe ersetzen, dann wären einige Dutzend Kilo zu gewinnen – entsprechend kleiner könnte der teure Akku sein. Die Hürde: Man braucht dafür einen elektrisch leitfähigen Kunststoff. Erst seit den 1980er Jahren ist bekannt, dass es solche Wunderwerkstoffe tatsächlich gibt. Eingesetzt werden die recht teuren Materialien allerdings fast ausschließlich in der Elektronikfertigung, beispielsweise für Displays.

Ein Ziel, mehrere Wege

„Intrinsische, also von sich aus leitfähige Kunststoffe kommen auch bei uns vereinzelt zum Einsatz“, sagt Volker Schroiff, der das Technologiemanagement von Freudenberg Sealing

Technologies leitet. „Für die Massenproduktion haben wir allerdings verschiedene Alternativen entwickelt, die deutlich kostengünstiger sind.“ Alternative eins besteht darin, ein Kunststoffgehäuse mit einer leitfähigen Beschichtung zu versehen. Aufgetragen wird sie ähnlich wie ein Lack. Die industrielle Umsetzung ist weit fortgeschritten – gemeinsam mit seinen Kollegen aus dem Geschäftsbereich Special Sealing Products arbeitet Schroiff bereits am Konzept für eine entsprechende Anlage. Alternative zwei basiert auf der Idee, dem Kunststoff vor dem Spritzguss Partikel aus einem leitfähigen Material zuzugeben. Vorteil dieses Weges: In der Produktion sind keine zusätzlichen Prozessschritte notwendig, was besonders bei kleineren Bauteilen einen Kostenvorteil bieten kann. Und schließlich gibt es einen dritten Weg, der sich insbesondere für große Oberflächen – etwa den Gehäusedeckel einer Traktionsbatterie – eignet. Hierfür wird in der Herstellung ein Vlies, dessen Fasern zuvor eine elektrisch leitfähige Beschichtung erhalten haben, in das Werkzeug eingelegt, in dem ein Duroplast-Bauteil produziert wird. „Bei dieser Lösung arbeiten wir eng mit den Vliesstoffexperten von Freudenberg Performance Materials zusammen“, erläutert Schroiff.

Erste Pilotprojekte mit drei großen Direktlieferanten von Elektroantrieben zeigen: Die aus der Physik des Elektromagnetismus abgeleiteten Ideen funktionieren auch in der Praxis an realen Bauteilen. Und ab einer Jahresproduktion von mindestens 30.000 Bauteilen haben die Spezialkunststoffe von Freudenberg Sealing Technologies gegenüber Aluminium nicht nur einen Gewichts-, sondern auch einen Kostenvorteil. Derweil geht Schroiff schon wieder neue Wege. Künftig könnte die leitende Schicht auch aus einem hauchdünnen Elastomer bestehen, das im Zweikomponenten-Spritzgießverfahren gemeinsam mit dem Gehäuse in einem Werkzeug gefertigt würde. Das Elastomer dient dann nicht nur als Schutzschild gegen elektromagnetische Wellen, sondern auch zur Abdichtung gegen flüssige und gasförmige Medien. Das im Sommer 2019 zum Patent angemeldete Verfahren vereint die alte und die neue Mission der Undercoveragenten. ©



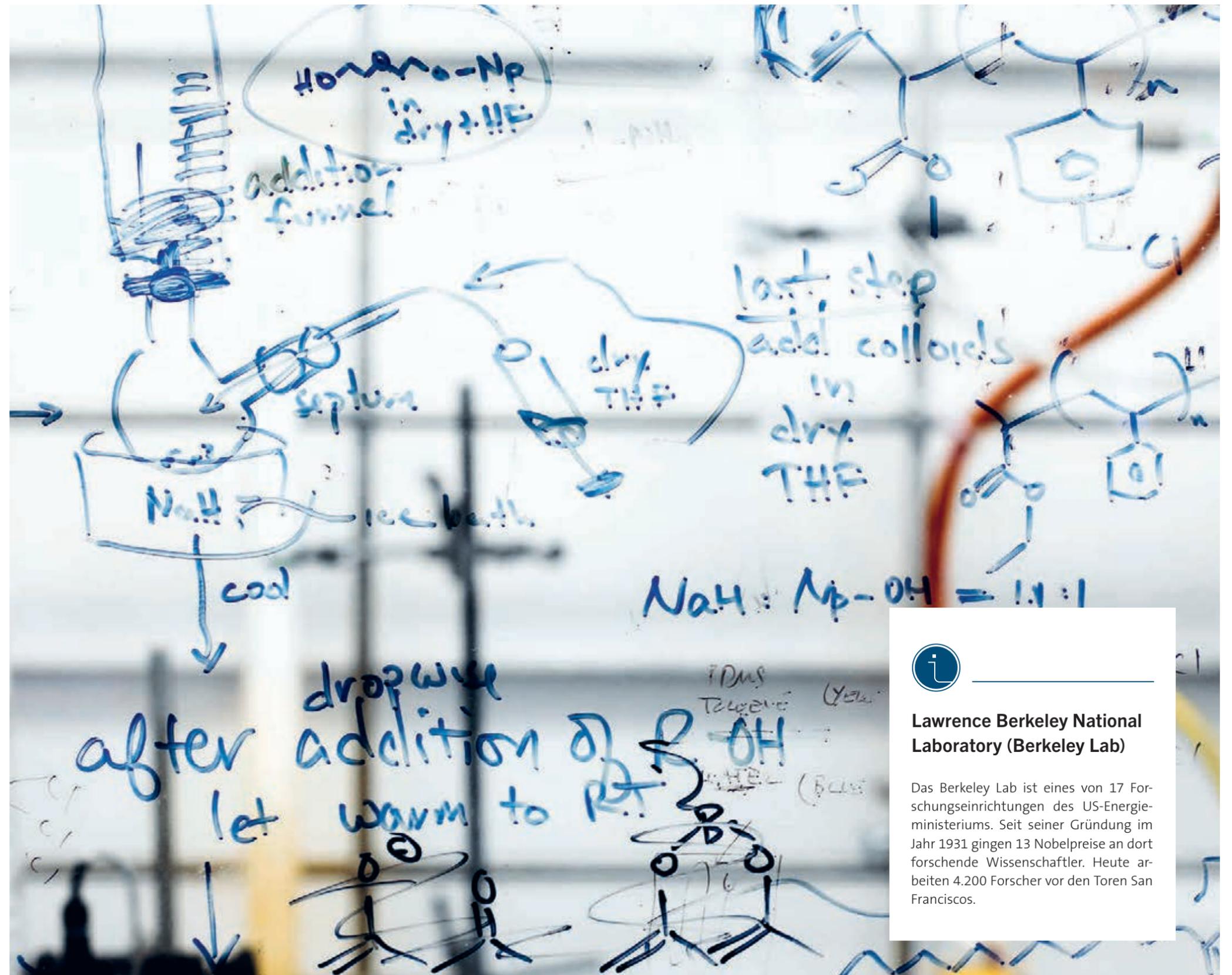
Lesen Sie mehr über den Wandel in der Automobilindustrie:
<https://bit.ly/2m0FPXo>





Der Anfang vom Ende des Plastikproblems?

In den USA ist ein Plastik entwickelt worden, das sich vollständig in seine Einzelbestandteile recyceln lässt. Anschließend kann es sogar zur Produktion von hochwertigerem Kunststoff genutzt werden.



Lawrence Berkeley National Laboratory (Berkeley Lab)

Das Berkeley Lab ist eines von 17 Forschungseinrichtungen des US-Energieministeriums. Seit seiner Gründung im Jahr 1931 gingen 13 Nobelpreise an dort forschende Wissenschaftler. Heute arbeiten 4.200 Forscher vor den Toren San Franciscos.



Brett Helms

Jahrgang 1978, arbeitet seit elf Jahren als Wissenschaftler im Berkeley Lab und fungiert zusätzlich als Chef-Wissenschaftler in seinem Start-up Sepion Technologies. Er studierte am Harvey Mudd College im kalifornischen Claremont, promovierte dann an der Universität von Berkeley in Kalifornien und verbrachte ein Jahr als Postdoc an der Technischen Universität von Eindhoven, wo er sich auf organische Chemie spezialisierte.

Brett Helms hält ein kleines gefärbtes Stück Plastik in seinen Händen. Was so unscheinbar aussieht, ist für ihn von enormer Bedeutung. Und bald vielleicht nicht mehr nur für ihn: „Dieses Plastik hat das Potenzial, die Welt zu verändern“, betont der 41-Jährige. Helms leitet eine Forschungsgruppe in der Molekulargießerei am Lawrence Berkeley National Laboratory in der Nähe von San Francisco. Das Polymer in seinen Händen ist der erste Verbundkunststoff, der sich komplett wieder in seine Einzelbestandteile recyceln lässt.

Recycling mit Tücken

Plastik wird weltweit in immer größeren Mengen hergestellt und ist hinsichtlich seiner Wiederverwertbarkeit tückisch. Das große Problem des klassischen Plastiks sind seine Füllstoffe. Sie machen es weicher und elastischer, UV-resistent und farbig. Die Füllstoffe sind so eng mit den Monomeren des Plastiks verbunden, dass sie auch nach dem Schreddern und Aufbereiten noch im Plastik verbleiben. Werden sie dann zu einem neuen Material verschmolzen, sind dunkle Pellets mit oft unterschiedlichen Eigenschaften das Ergebnis – sie lassen sich bestenfalls noch zu kostengünstigem Baumaterial verarbeiten. Ungeachtet dessen werden große Mengen an Plastik gar nicht erst recycelt, sondern gelangen direkt in die Umwelt, wo sie sich nur sehr langsam zersetzen und als Mikroplastik ins Trinkwasser gelangen können.

Immer mehr Chemiker befassen sich mit dem Problem der wachsenden Plastikberge. Die einen suchen nach neuen Ansätzen, gängiges Plastik zu recyceln – wie Gregg Beckham, der im Yellowstone National Park nach neuen Enzymen sucht, die PET-Plastik zersetzen. Andere

arbeiten daran, komplett neue Kunststoffe zu entwickeln, die aufgrund ihrer Struktur wiederverwertbar sind. Erste Erfolge feierte Ludwik Leibler, Laborchef der französischen nationalen Forschungsanstalt CRNS, der 2011 die glasartigen Vitrimere erfand. 2014 machte Jeanette Garcia von IBM mit ihrem „Fantastic Plastic“ Schlagzeilen – einer neuen Klasse von Polymeren, die sich ebenfalls wiederverwerten lassen.

In diese Richtung forschen auch die Wissenschaftler in den Bergen über der Bucht von San Francisco. Hier sitzt das Berkeley Lab. Brett Helms arbeitet mit seinen acht Mitarbeitern an recycelbaren duroplastischen Polymeren, die sich beim Erhitzen verhärten und deren Monomeren stabile Netzwerk-Verbindungen eingehen. Das extrem robuste Material kommt in Verpackungen, Rohren und Bildschirmen zum Einsatz sowie in der Autoproduktion und in Flugzeugen. Es lässt sich jedoch nach seiner Verarbeitung nicht mehr schmelzen und landet daher grundsätzlich im Müll.

Der Aha-Effekt

Nicht so aber Polydiketoenamine (PDK): „Unseren Durchbruch verdanken wir einem Zufall beim Säubern“, gibt Helms zu. „Der neu entwickelte Stoff klebte so sehr an unseren Glasschalen fest, dass wir eine starke Säure einsetzen mussten, um ihn zu entfernen.“ Doch: Die Säure löste das PDK nicht nur vom Glas ab, sondern zersetzte das Polymer sogar. „Hätten wir die Laborschalen einfach weggeworfen, hätten wir die spontane chemische Reaktion nie beobachtet“, so Helms. Neugierig geworden entdeckten die Forscher im Reagenzglas, dass die einzelnen Bestandteile wieder in ihrer Ausgangsform vorlagen.

Durch die Behandlung des PDK mit der starken Säure fanden die Wissenschaftler heraus, dass es auch möglich ist, all seine Additive wie Farben oder Weichmacher chemisch unverändert herauszufiltern. Daneben standen die ursprünglichen Monomere wie neu zur Verfügung. Einige der Additive, zum Beispiel Brandschutzmittel, sind teurer als das Plastik an sich. Das macht sie wertvoll und stellt einen finanziellen Anreiz zu deren Rückgewinnung dar: „PDK ermöglicht einen Produktkreislauf für Plastik – das recycelte Material hat eine genauso gute Qualität wie jungfräuliches Material“, so Helms. Sogar das Aufwerten ist möglich: das Herstellen eines hochwertigeren Materials als das, aus dem es ursprünglich recycelt wurde. So könnte aus einem harten Plastik ein flexibles werden. „Diese Herangehensweise ist innovativ, einfach und elegant“, bewertet die britische Polymer-Expertin Rachel O'Reilly von der Universität in Birmingham das PDK. „Es gibt nach wie vor noch nicht die eine Lösung für das Plastikproblem, aber diese Entwicklung ist ein sehr wichtiger Schritt dahin.“

Einsatzmöglichkeiten des neuen Plastiks

Das Plastik aus Berkeley entsteht durch das Vermischen von bestimmten Chemikalien, den sogenannten Triketonen, mit Aminen: „Es handelt sich um eine Klickreaktion bei Raumtemperatur, ohne dass ein Katalysator, ein Additiv oder gar ein Lösungsmittel nötig wäre – ein paar Minuten in der Kugelmühle reichen aus“, erklärt Helms. Er arbeitet jetzt mit seinem Team daran, verschiedene Materialeigenschaften zu entwickeln: „PDK könnte gut zu einem Turnschuh verarbeitet werden oder zu Fasern in Textilien, die Nylon in Strumpfhosen ersetzen würden. Es ist aber auch als hartes Plastik vorstellbar,



Hätten wir die Laborschalen einfach weggeworfen, hätten wir die spontane chemische Reaktion nie beobachtet.“

wie es bei Reinigungsflaschen verwendet wird“, so Helms. Allerdings: Weil das pudrige Kunstharz im Ausgangsstoff schon beige ist, sind weiße oder durchsichtige Farbtöne noch nicht möglich. Das PDK kann derzeit nur in dunklere Töne gefärbt werden.

Das Berkeley Lab hat das PDK patentiert. Es sucht jetzt nach großen Partnern, um es gemeinsam zu einem industriell verwendbaren Werkstoff zu entwickeln. „Viele Details im Lebenszyklus des Materials müssen noch ausgearbeitet werden“, sagt Helms, „so ist der Recyclingprozess mit Säuren sehr wasserintensiv.“ Um das neue Material zur Marktreife zu entwickeln, bedarf es eines kompletten Ökosystems, einschließlich darauf abgestimmter Recyclinganlagen. „Bis wir von einer Kommerzialisierung sprechen können, dauert es wohl noch fünf bis sieben Jahre“, mutmaßt Brett Helms. ©

1



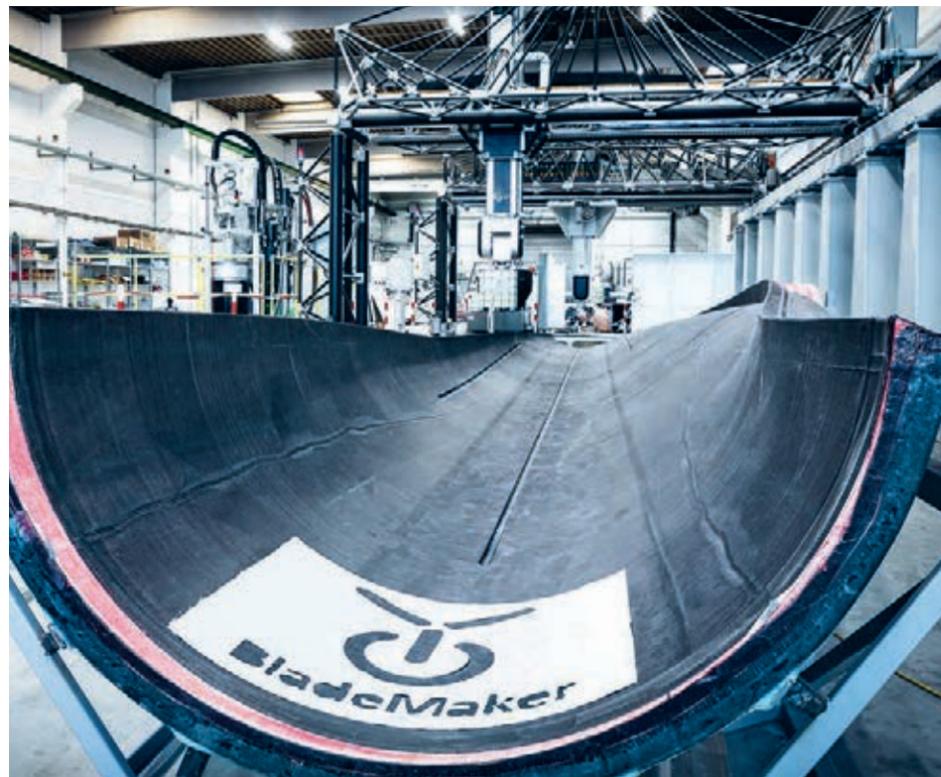
2



1_ Giganten im Meer: Hochleistungskunststoffe garantieren möglichst leichte Flügel.

2_ Ein Schaumstoffkörper dient als Montagehilfe für die erste Schicht aus Balsaholz.

3_ Die zweite Schicht besteht als Glasfasermatten. Dann wird die zweite Halbschale aufgesetzt und der Hohlraum mit Epoxidharz ausgefüllt.



3



Federleicht

Um den Stromertrag zu steigern, sind Windkraftanlagen in den letzten zwei Jahrzehnten immer größer geworden. Die Giganten stehen mit ihren 107 Meter langen Rotorblättern im Meer. Doch ohne Verbundwerkstoffe wären die Flügel der Windräder zu schwer.

Der Wind schlägt nicht nur die Sonnenkraft, sondern mittlerweile auch die Braunkohle. Mit einem Anteil von 20,4 Prozent waren die Windenergieanlagen 2018 in Deutschland der größte Nettostromerzeuger. Weltweit waren Ende 2017 nach Zahlen des Global Wind Energy Council (GWEC) 539.581 Megawatt Leistung durch Windenergie installiert – das entspricht etwa 1.000 Kraftwerksblöcken eines konventionellen Kohlekraftwerks. Zurückzuführen ist das nicht nur auf den Ausbau, sondern auch auf den wachsenden Ertrag pro Anlage. Die neueste Generation von Windrädern auf dem Lande bringt es im Durchschnitt auf 3,2 Megawatt – fast dreimal so viel wie vor 20 Jahren. Ursächlich für die Leistungssteigerung sind zwei Faktoren: Die durchschnittliche Nabenhöhe – mit jedem Meter steigt der Stromertrag um 0,5 bis ein Prozent – wuchs in den letzten zwei Dekaden von 71 auf jetzt 132 Meter und der Rotor Durchmesser von 58 auf 118 Meter.

Wo die Entwicklung hingeht, zeigen die derzeit größten Anlagen im Meer mit einer Leistung von zwölf Megawatt: Jeder Windflügel allein ist schon 107 Meter lang. Ohne die Entwicklung von Hochleistungskunststoffen wäre das nicht möglich. Denn die Flügelspitzen erreichen bei zehn Umdrehungen pro Minute eine Geschwindigkeit von rund 320 km/h. An der Blattwurzel zerren Zentrifugalkräfte von näherungsweise ein-

halb Meganewton. Je größer die Masse des Rotorblatts ist, desto höher sind bei gleicher Drehzahl die Fliehkräfte. Zum Vergleich: Ein Meganewton entspricht der Gewichtskraft von 70 gut ausgestatteten Kompaktwagen.

Auch die Herstellung läuft in außergewöhnlichen Dimensionen ab, denn das Rotorblatt – auch „Blade“ genannt – entsteht in einem Stück. Schon das Formwerkzeug ist tonnenschwer. Bei einem 82 Meter langen Rotorblatt bilden etwa 500 Glasfasermatten mit einer Stärke von rund einem Millimeter den Ausgangspunkt; sie werden manuell in die untere Halbschale gelegt. Dann fahren drei zueinander synchronisierte Portalkräne den vorgefertigten, in einem Rohrgestell befestigten Holm heran. Der Kranführer senkt das Gestell auf selbstzentrierende Aufnahmepunkte ab, damit der Holm genau in der berechneten Position in der Halbschale zu liegen kommt. Wenn die Verbindung zwischen Holm und Blattinnenseite hergestellt und der Blitzableiter verlegt ist – auch das in Handarbeit –, wird der Aufbau der oberen Flügelhalbschale vorbereitet. Dazu setzen die Portalkräne links und rechts des Holms einen Schaumstoffkörper ab. Er dient als Montagehilfe für eine erste Schicht aus Balsaholz, die die Hersteller dann mit rund 500 Glasfasermatten überziehen. Sobald die obere Formwerkzeugschale luftdicht aufgesetzt ist, stellt die automatisch gesteuerte Anlage im Inneren zuerst ein



Das Rotorblatt überstreicht
eine Fläche von

21.900

Quadratmetern.

Vakuum her und injiziert dann rund 8,3 Tonnen Epoxidharz. Durch Erhitzen über einen längeren Zeitraum verbinden sich die eingebrachten Bestandteile dann zu einer Einheit.

Am Ende wiegt das Rotorblatt knapp 30 Tonnen. Eine gewaltige Masse, aber wenn man bedenkt, dass es eine Fläche von 21.900 Quadratmetern überstreicht, ist es geradezu ein Leichtgewicht – und ein enorm zug- und biegefestes obendrein. Genau auf diese Materialeigenschaften kommt es bei den Rotorblättern an. „Bei Blades mit einer Länge von 80 Metern und mehr sind die Anforderungen an die Steifigkeit enorm hoch. Deshalb wird künftig vor allem im Holm vermehrt ein Verbund aus Kohlenstofffasern eingesetzt“, sagt Dr. Tjark von Reden, stellvertretender Geschäftsführer des Netzwerks Carbon Composites. Unter bestimmten Windbedingungen bestehe sonst die Gefahr, dass die Rotorblätter gegen den Turm schlagen. „Der Einsatz von mit Karbonfasern verstärkten Verbundmaterialien nimmt zu“, bestätigt auch Haras Najib, Referent Technologie und Innovation in der AG Windindustrie beim VDMA. Realistische Alternativen zu den Hightechkunststoffen sehen beide Experten nicht. Titan und Aluminium wären denkbar, sind aber vor allem im Vergleich mit Glasfaser viel zu teuer oder nicht stabil genug. Aufhorchen ließ vor einiger Zeit die Präsentation eines Rotorblatts aus knapp zwei Millimeter dickem Stahlblech, dessen Kontur im Hydroforming-Verfahren hergestellt wurde. Allerdings ist der nur wenige Meter lange Windflügel als Machbarkeitsstudie anzusehen und noch längst nicht im industriellen Maßstab einsetzbar.

Stahl könnte ein Problem lösen, das in den 2020er Jahren mit Wucht auf die Windkraftbranche zukommt: Nach dem Auslaufen der 20-jährigen Förderdauer stehen Tausende Windräder in Deutschland zur Erneuerung an. Die bislang aus Duroplasten gefertigten Windfänger sind schwer wiederzuverwerten, weil sich glasfaserbasierte Verbundwerkstoffe wirtschaftlich nicht wieder in ihre Bestandteile zerlegen lassen. Eine große Rolle spielt daher immer noch die thermische Verwertung. Bei Granulaten

mit Anteilen an kohlefaserverstärkten Kunststoffen ist sie aber problematisch: Mit Harz vermengt, ist CFK zur Mitverbrennung ungeeignet, weil es die Filteranlagen beschädigt. „Wir haben noch keinen geschlossenen Materialkreislauf. Daran arbeiten jedoch die Hersteller sowie die nationalen Windenergieverbände, unter anderem mit dem europäischen Verband der chemischen Industrie und mit Forschungseinrichtungen“, sagt Najib.

Ein vielversprechender Weg könne die Hydrolyse sein. „Wenn einmal die Carbon- von den Glasfaserverbunden getrennt sind, lassen sich die Harze mit Wasser aus der Matrix herauslösen und die Fasern separieren“, erläutert der Fachmann von Reden. Forscher des Fraunhofer-Instituts ICT tüfteln an einer ganz neuen Lösung: Sie wollen faserverstärkte Kunststoffe und thermoplastische Schäume miteinander verschweißen. Denn anders als Duroplaste können Thermoplaste wieder aufgeschmolzen und zu neuen Produkten geformt werden. Darüber hinaus soll die neue Materialklasse die mechanische Festigkeit und Langlebigkeit eines Blades noch einmal verbessern und gleichzeitig dessen Masse um etwa 20 Prozent senken. Höchst willkommen Nebeneffekt: Die schmelzbaren Kunststoffe können in automatisierten Fertigungsanlagen verarbeitet werden. Ob dies in breitem Maßstab gelingt, ist noch offen. Doch ohne Fortschritte in der Kunststofftechnik hätte es die Windkraft nicht zum Branchenprimus geschafft. ©



Lesen Sie mehr über Dichtungs-
lösungen in der Energietechnik:
<https://bit.ly/2kut8DW>



Ausgezeichnete Kommunikation

Mit der gleichen Leidenschaft, mit der wir unsere Hochleistungsprodukte entwickeln, bereiten wir aktuelle, kurzweilige und überraschende Themen für Sie auf. Mit einigem Erfolg, wie diese Auszeichnungen für unser Unternehmensmagazin ESSENTIAL belegen:



**Internationaler Deutscher
PR-Preis 2019 – Shortlist**
Kategorie Maßnahmen & Instrumente –
Corporate Media (Print und online)



Mercury Awards 2019 – Gold
Kategorie Custom Publications
B2B Customer Magazine



BCM Awards 2019 – Silber
Kategorie Magazine B2B Handel/
Transport/Logistik

BCM Awards 2018 – Silber
Kategorie Magazin Print



Videographer Awards 2019 – Gold
Trailer „Durst“ in der Kategorie
Video Production/Video (Other)

Videographer Awards 2018 – Silber
Trailer „Umdenken“ in der Kategorie
Video Production/Marketing (Product)



**Communicator Awards 2019 –
Silber**
Kategorie Marketing/Promotion –
Magazine-Corporate

**Communicator Awards 2018 –
Silber**
Kategorie Design for Corporate
Communications

Silber
Kategorie Publicity – Publicity for
Corporate Communications



Videographer Awards 2019 – Gold
Trailer „Digitalisierung“ in der Kategorie
Video Production/Video (Other)

ICMA 2018 – Gold
Kategorie Customer Magazine
B2B Print



Fox Awards 2018 – Gold
Kategorie Industrie, Technik,
Produktion/Externe Kommunikation

Fox Awards Visuals 2018 – Silber
Kategorie Industrie, Technik,
Produktion/Externe Kommunikation



Astrid Awards 2018 – Silber
Kategorie Magazin Cover

Honors
Kategorie Magazine – B2B



MarCom Awards 2018 – Gold
Kategorie Print Media/
Publications/Other: Customer



CMA 2017 – Shortlist
Best PRINT Publication –
Editorial

Feedback und Kontakt

Aktuell und umfassend informiert

Sie wollen mehr über Freudenberg Sealing Technologies, unsere Produkte, Lösungen und Services erfahren? Dann schauen Sie auf www.fst.de vorbei und entdecken Sie unser umfangreiches Portfolio. Auf unserer Internetseite können Sie sich sämtliche Ausgaben unseres Unternehmensmagazins als PDF herunterladen oder das Magazin kostenlos abonnieren.

Wir freuen uns auf den Dialog mit Ihnen!

Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG

Isolde Grabenauer

+49 6201 80-7467
isolde.grabenauer@fst.com

Wenn Sie der Zusendung von ESSENTIAL gemäß dem Widerspruchsrecht des Bundesdatenschutzgesetzes § 28 IV Satz 1 BDSG widersprechen möchten, senden Sie einfach eine E-Mail unter Angabe Ihrer Adresse an: essential@fst.com

Ulrike Reich

+49 6201 80-5713
ulrike.reich@fst.com

IMPRESSUM

Herausgeber

Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG
Corporate Communications
Höhnerweg 2–4, 69469 Weinheim

Redaktion

Profilwerkstatt GmbH,
Redaktionsbüro delta eta

Copyright

Freudenberg Sealing Technologies GmbH & Co. KG, 2019 – Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung dieser Unterlage sowie Verwertung ihres Inhalts unzulässig, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Technische Änderungen vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten allgemeine Beschreibungen der technischen Möglichkeiten, welche im Einzelfall nicht immer vorliegen müssen.

Verantwortlich für den Inhalt

Ulrike Reich (V. i. S. d. P.)

Gestaltung & Konzeption

Profilwerkstatt GmbH

Druck

ABT Print und Medien GmbH
Bruchsaler Straße 5
69469 Weinheim

Chefredaktion

Isolde Grabenauer

BILDNACHWEIS / COPYRIGHT

Cover	Getty Images, Shutterstock Istockphoto, Adobe Stock	Le Thuy/HungHau Foods studiocasper/Istockphoto	S. 64–69	Adirekjob/Istockphoto Gastuner19/Istockphoto
S. 8–9	Noel Celis/Staff, Getty Images	S. 34–35	Christiane Kühl	
S. 10–11	Vincenzofoto/Shutterstock	S. 36–39	FST/Fritz Kopetzky	
S. 12–13	Simone Storelli/Adobe Stock	S. 40–41	artjafara/Adobe Stock	
S. 14–20	Jürgen Nobel Illustration/Nadine Hippe	S. 42–45	ThyssenKrupp AG	S. 70–73
S. 21	bingokid/Istockphoto	S. 46–50	Julia Dunlop/Climeworks und Covestro	Dmitrii_Guzhanin/Istockphoto
S. 22–25	Illustration/Tobias Wandres	S. 51	Richard Carey/Adobe Stock	S. 74–75
S. 26–27	Illustration/madeup.org	S. 52–57	istockphoto.com/megainarmy Walter Seiler/www.burnheads.de	FST
S. 28–33	Magnus Graham Phu Thuan/Thanh Nien News Kim Thoa/HungHau Foods	S. 58–61	istockphoto.com/themacx Röhm GmbH	S. 76–77
		S. 62–63	Illustration/Nadine Hippe	S. 78–81
				S. 82–84
				BWE/Jens Meier Fraunhofer IWES/Jan Meier Fraunhofer IWES/Harry Zier



Produziert auf FSC®-zertifiziertem
Papier aus vorbildlicher Forstwirtschaft



Klimaneutral produziert

NEED LESS

DURCH REIBUNGSÄRMERE DICHTUNGSTECHNIK EMISSIONEN REDUZIEREN



Wie viel Auto braucht der Mensch? Mit wegweisender Dichtungstechnik erschließen unsere Ingenieure neue Potenziale und gestalten die großen Mobilitätsthemen von heute und morgen. In unserer Initiative „Low Emission Sealing Solutions“ (LESS) bündeln wir Produktinnovationen, die Reibung, Bauraum, Gewicht, Kraftstoffverbrauch und Emissionen reduzieren. Hier ist weniger mehr. Dieses Konzept bringt auch E-Mobility und Hybridfahrzeuge voran. less.fst.com

FREUDENBERG
SEALING TECHNOLOGIES

 **FREUDENBERG**
INNOVATING TOGETHER

FREUDENBERG
SEALING TECHNOLOGIES

