



ESSENTIAL

FREUDENBERG SEALING TECHNOLOGIES

IN GENIEURKUNST

MATERIAL WORLD

Von der Idee zum Werkstoff

BLAUES LICHT

Physik-Nobelpreisträger Shuji Nakamura im Interview.

TEAMSACHE INNOVATION

Dr. Ruth Bieringer: Warum Materialentwicklung Austausch benötigt.

LEDER UND POLYMER

Wie Freudenberg sich historisch über Werkstoffe erneuert hat.

das magazin **2_22**

ZUM TRAILER



DAS MAGAZIN online unter:
www.fst.com/de/corporate/magazin



IN FÜNFZIG WORTEN



Fortschritt hatte immer mit neuen Werkstoffen zu tun. Die Erfindung von Bronze, Keramik, Papier. Von Elastomeren und Polymeren. Der Mensch kombiniert, verändert oder erschafft neue Stoffe. Die wichtigste Zutat in der Mischung jedes Verbundwerkstoffs war immer: Innovationskraft. Ein Funke Genialität. Eine Idee. Ingenieurskunst beginnt im Kopf. Und erschafft neue Welten.



Material World

Von Claus Möhlenkamp, Chief Executive Officer,
Freudenberg Sealing Technologies

Wie bekommt man ein Gas unter Kontrolle, das kristallisiert, aber sich dabei partout nicht entscheiden kann, welche Form es annehmen soll? Die Rede ist von Siliziumkarbid. Wenn das harte, metallisch glänzende Material stark genug erhitzt wird, dann schmilzt es nicht – sondern verwandelt sich stattdessen in Gas. Das Siliziumkarbid-Kristall, das anschließend entsteht, ist heute ein äußerst gefragter Werkstoff, als Halbleiterchip für Photovoltaik und die Elektromobilität. Das ist einer Gruppe von Wissenschaftlern zu verdanken, die in den 1980er Jahren damit beschäftigt waren, den Prozess der Kristallisation so zu kontrollieren, dass unter 177 möglichen Strukturen genau die entsteht, die gewünscht war.

Findige Köpfe fertigten Stahl, Keramik und Glas. Zivilisationsprünge haben häufig mit neuen Werkstoffen zu tun.

Die Geschichte der Materialentwicklung und der Werkstoffforschung ist voll von solchen Beispielen. Sie zeigen auf, mit welchem Erfindungsreichtum und auch mit welcher Beharrlichkeit Menschen in den vergangenen Jahrhunderten und bis heute immer wieder Kunstvolles vollbracht haben: indem sie Rohstoffe verändern, ihre Aggregatzustände umwandeln, Stoffe kombinieren oder Verbundwerkstoffe erschaffen, die völlig andere Eigenschaften besitzen als ihre einzelnen Komponenten. Die Geschichte der Menschheit beginnt damit, dass sie Rohstoffe nutzt. Aber dabei blieb es eben nicht. Mit Steinen, Eisen und Holz allein hätten wir nicht die heutige zivilisatorische Höhe erreicht. Findige Köpfe fertigten Stahl, Keramik und Glas. Zivilisationsprünge haben häufig mit neuen Werkstoffen zu tun: Ohne die Zellulosemischung Papier wäre die Revolution des Buchdrucks nicht möglich gewesen. Ohne die Mixtur aus Schwefel, Holzkohle und Kalisalpeter, vulgo „Schwarzpulver“, die Welthistorie anders verlaufen.

Fortschritt, das war immer eine Sache von Versuch und Irrtum. Nicht erst zu unseren Zeiten hochkomplexer Verbundwerkstoffe – sondern schon etwa 4.000 v. Chr. Damals begann der Kupferabbau. Das weiche Metall eignete sich nur bedingt für Werkzeuge, aber es stellte sich heraus, dass Kupfer aus verschiedenen Lagerstätten unterschiedlich hart sein konnte – weil es sich im Boden gelegentlich mit Blei oder Arsen vermischt. Während Blei das Kupfer noch verformbarer werden lässt, bewirkt

schon ein wenig Arsen, dass Kupfer deutlich härter wird. Von diesem Erkenntnis dauerte es sicherlich noch einige Zeit, bis schließlich aus Kupfer und Zinn die erste Legierung entstand: Bronze. Plötzlich waren völlig neue Werkzeuge und Waffen möglich.

Viele Verbundwerkstoffe wurden erfunden, ohne dass der Homo sapiens wirklich verstanden hatte, was er da tat, weil er die Welt der Atome noch nicht begriff. So richtig änderte sich das vielleicht erst mit der Erfindung der Polymerchemie. Auch das eine Geschichte von Versuch, Irrtum und Zweifeln: Als Hermann Staudinger in den 1920er Jahren darlegte, dass langkettige, große Moleküle existieren, wurde ihm von renommierten Kollegen „Schmierchemie“ vorgeworfen – die Versuche seien chemisch nicht rein und deswegen wertlos. Makromoleküle? „So etwas gibt es nicht!“, rief der Schweizer Mineraloge Paul Niggli mitten in einen Fachvortrag Staudingers hinein. Er irrte. Das Zeitalter der Polymere war eingeläutet.

Alle diese Schlaglichter machen eines deutlich: Die wichtigste Zutat eines Werkstoffs befindet sich außerhalb der Mischung. Es ist die menschliche Innovationskraft. Der zündende Funke einer Idee, Materialien zu kombinieren oder zu verändern. Und natürlich anschließend daraus ein Produkt zu entwickeln. Wir widmen die aktuelle Ausgabe der ESSENTIAL diesem Erfindungsreichtum und der faszinierend vielfältigen Welt der Werkstoffe. Wir möchten darüber sprechen, wie Werkstoffe unsere Welt

Wir sind stolz auf unsere Mitarbeitenden, die genau diese Ingenieurskunst repräsentieren.

verändert haben und prägen. „Material World“ haben wir das Heft überschrieben, und damit ist natürlich weder die materialistische Welt gemeint noch der Gegensatz zur spirituellen Welt, sondern der Gedanke, wie sehr unsere Welt von Materialien und Werkstoffen geprägt ist. Und ganz bescheiden freuen wir uns an dieser Stelle, dass wir bei Freudenberg Sealing Technologies einen Teil zu diesen Fortschritten und Erfindungen beigetragen haben. Mit unseren Werkstoffen, unseren Entwicklungen – nicht nur im Bereich Elastomere – und unseren Produktideen. Auch wir sind überzeugt davon, dass Innovationskraft und ein Schuss Genialität ein ganz wichtiger Teil dieser Entwicklung sind. Wir sind stolz auf unsere Mitarbeitenden, die genau diese Ingenieurskunst repräsentieren. ©

Inhalt

14

Interview

Nobelpreisträger Shuji Nakamura setzte auf ein Material, das abgeschrieben schien.

54

Infografik

Welche innovativen Bauteile machen das Elektroauto alltagstauglich?

03

In fünfzig Worten
Material World

04

Essay
Die wichtigste Zutat eines Werkstoffs ist Innovation.

08

Bilderstrecke
Werkstoffe verleihen zahlreichen Produkten besondere Eigenschaften.



51

Jetzt erzähle ich
PTFE ist überall im Alltag zu finden, aber vielen kaum bekannt.

52

Auf den zweiten Blick
Manchmal dauert es länger, bis Potenzial erkannt wird.



20

Stetiger Wandel
Wie Freudenberg mit immer neuen Werkstoffen Weltkrisen getrotzt hat.

25

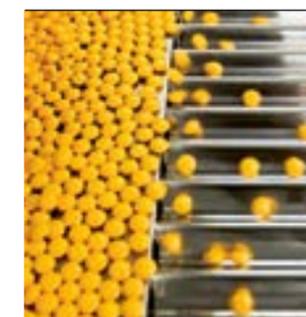
Zahlencheck
Wie viel Geld wird weltweit in Forschung und Innovation investiert?

26

Polymere
Warum komplexe Kunststoffe so vielseitig einsetzbar sind.

28

Teamsache
Interview mit Dr. Ruth Bieringer über Innovation und Forschung.



59

Besser in Weiß?
Welche Werkstoffe in der Medizinproduktion punkten.

62

Wissenswert
Neues aus der Welt von Freudenberg Sealing Technologies.



38

Wie entsteht ein Werkstoff?
Alle Schritte vom Rohstoff zum Endprodukt. Eine Fotoreportage.

42

Die Mischung macht's
Blick auf zwei Rohmischwerke von Freudenberg Sealing Technologies.



34

Stresstest

Prüfstände zeigen im Zeitraffer, wie sich Werkstoffe bewähren.

46

Vielfältige Verbindung

Ein Projektteam verhilft einer neuen Materialklasse zum Durchbruch.

56

Sicher und rein

Über die Hygiene-Herausforderungen der Pharmabranche.

64

Raus aus dem Ofen
Müssen bestimmte Werkstoffe immer nachhärten?

68

Lebenslang
Was moderne Simulation über die Alterung von Dichtungswerkstoffen lehrt.

70

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



Qualitätsgarant

Werkstoffe sind elementar für die Herstellung zahlreicher Produkte. Sie verleihen ihnen eine besondere Qualität. Manche Produkte werden mit ihrer Hilfe beispielsweise resistenter gegenüber hohen Temperaturen. Viele Materialien haben das Zeug zum Werkstoff. Auch das hier abgebildete Neodym, das zu den Seltenen Erden zählt. Im richtigen Mischungsverhältnis mit Eisen und Bor entstehen daraus die stärksten Magnete der Welt. Einige von ihnen büßen selbst bei Temperaturen von 230 Grad Celsius nichts von ihrer Anziehungskraft ein. Werkstoffe sind also ein wichtiger Faktor in der Produktion. Umso mehr, als die daraus entstehenden Produkte unseren Alltag erleichtern. Das heißt: Für Produzenten ist es enorm bedeutsam, über eine Werkstoffkompetenz zu verfügen. ©





Werkstoffquelle

Um Werkstoffe zu erhalten, braucht man entsprechende Rohstoffe, aus denen sie zu extrahieren sind. So kann Erzgestein Molybdändisulfid enthalten, aus dem sich Molybdän gewinnen lässt. Das chemische Element kommt für die Produktion von Edelstahl oder als Zusatz für Legierungen infrage. Denn Molybdän besitzt einen hohen Schmelzpunkt und wird zugleich nicht von reduzierenden Säuren angegriffen. Seit rund 125 Jahren ist man sich dieser Eigenschaften bewusst. Molybdän wurde daraufhin lange zur Härtung von Stahl genutzt. Bis heute verhilft es als Legierungselement, Metalle korrosions- und hitzebeständiger zu machen. Daneben findet es in Schmierfetten Verwendung. In manchen Hochleistungswerkstoffen hat Molybdän viele technische Verfahren erst ermöglicht, auch unter ökonomischen Gesichtspunkten. ©





Experimentierfeld

Als Trockenschmiermittel spielte das auf der Vorderseite vorgestellte Molybdän sogar schon auf der Außenseite von Raumfahrzeugen seine Vorteile aus. Der Weltraum wird überdies gerne als Experimentierfeld für die Material- und Werkstoffentwicklung genutzt. So forschen die Astronauten auf der Internationalen Raumstation ISS immer wieder an Elementen oder nehmen neue Mischungsverhältnisse unter die Lupe. Je nachdem, wie sich diese in der Schwerelosigkeit verhalten, lassen sich daraus Erkenntnisse für einen Einsatz auf der Erde ableiten. Oder sie eröffnen neue Chancen, beispielsweise indem sich bestimmte Mischungen stabiler machen lassen. Zuletzt forschte eine Weltraummission an antimikrobiellen Oberflächen. Sie wären ein wichtiger Gewinn für das Leben auf der ISS, aber auch in Krankenhäusern. ©





„Vertrau deiner eigenen Kreativität!“

Über drei Jahrzehnte galt es als unmöglich, blaue Leuchtdioden zu entwickeln. Dann gelang 1993 einem japanischen Ingenieur der Durchbruch – weil er auf einen Werkstoff setzte, den alle anderen abgeschrieben hatten. Ein Interview mit Physik-Nobelpreisträger Shuji Nakamura über die Grenzen von Forschung, Feuer im Labor und über Licht, das die Welt verändert.



Shuji Nakamura

Geboren 1954. Nach seinem Elektroingenieur-Studium arbeitet er für die damals kleine Firma Nichia (heute einer der weltgrößten Hersteller von LEDs). Er entwickelt die erste helle Galliumnitrid-Leuchtdiode und erhält 1994 von der Universität Tokushima seinen Dokortitel. Weitere Forschungserfolge sind eine Indium-Galliumnitrid-LED sowie ein blauer Laser. 2001 verklagt er Nichia dafür, dass die Firma ihn unzureichend an den Forschungserfolgen beteiligt hat (umgerechnet etwa 150 Euro Prämie). Beide Parteien einigen sich am Ende auf sechs Millionen Euro – die bis dato höchste in Japan gezahlte Prämie. Heute besitzt Nakamura die US-Staatsbürgerschaft. 2014 erhält er gemeinsam mit Isamu Akasaki und Hiroshi Amano den Physik-Nobelpreis für seine LED-Forschung.

HERR NAKAMURA, IHRE KARRIERE STARTETE EIGENTLICH ETWAS UNGEWÖHNLICH ...

Sie meinen, weil ich als Elektroingenieur 1979 frisch von der Universität bei einem Chemieunternehmen begann?

JA. NICHIA STELLTE PHOSPHOR HER. KEINE DIREKTE VERBINDUNG ZUR ELEKTRONIK.

Das Unternehmen suchte nach neuen Märkten. Eine Idee war, Phosphor zu nutzen, um Galliumphosphid herzustellen, ein Halbleitermaterial für rote Leuchtdioden. Das war mein Auftrag. Immerhin, mit Verbindungshalbleitern hatte ich während meines Studiums schon gearbeitet.

TROTZDEM WAREN SIE EIGENTLICH KEIN MATERIALENTWICKLER.

Ich musste mir beibringen, wie man Kristalle aus Gallium und Phosphat züchtet. Dazu müssen die Stoffe bis über 1.000 Grad Celsius erhitzt werden. Nun müssen Sie sich vorstellen, mein Büro war etwa zehn Quadratmeter groß – und Phosphor ist ein explosives Material. Wenn man es zu sehr erhitzt und es mit Sauerstoff reagiert, haben Sie eine Explosion und Flammen, die zur Decke schlagen. Das brennende Phosphor fliegt in alle Richtungen. Das geschah dann etwa einmal im Monat.

WIE BITTE?

Ja, so gegen fünf Uhr nachmittags, wenn die Kollegen auf dem Weg zum Parkplatz waren, hatte die Temperatur 1.100 Grad Celsius erreicht. Wenn dann die Stoffe explodierten und ich das Feuer mit Wasser löschte, entstanden beeindruckende Rauchwolken. Anfangs kamen Angestellte herein und fragten mich, ob alles in Ordnung sei. Tatsächlich habe ich mich nie dabei verletzt.

MIT VERLAUB, DAS KLINGT AUS HEUTIGER SICHT BIZARR.

Nun, wir waren ein Unternehmen auf dem Land. Mitten in Tokio wäre das so nicht möglich gewesen. Ein Problem bestand darin, dass ich für den Prozess Reagenzgläser aus Quarz benötigte. Die, die wir hatten, waren offen, also musste ich sie selbst verschweißen. Je besser ich all diese Prozesse beherrschte, desto weniger Explosionen gab es.

Innerhalb von nur drei Jahren erreicht Shuji Nakamura die Massenproduktion von Galliumphosphid. Aber der Markt reagiert verhalten, weil das Unternehmen klein ist. Also entwickelt der Vertrieb eine neue Idee: Wenn man bereits die Technik für die Halbleitermaterialien beherrscht, warum nicht direkt rote Leuchtdioden produzieren? Nakamura bringt sich die erforderlichen Schritte bei. Und er fasst einen Entschluss: Er will mehr. Er will die blaue LED erfinden.

IHR DURCHBRUCH ZUR BLAUEN LED BEGANN MIT EINER GEWAGTEN ENTSCHEIDUNG: SIE WÄHLTEN GALLIUMNITRID ALS HALBLEITERMATERIAL.

Das hatte einen ganz einfachen Grund. Ich wollte endlich meinen Dokortitel machen. In Japan müssen Sie dazu Forschungsergebnisse veröffentlichen. Und ich dachte mir, zu Zinkselenid sind schon Hunderte Papiere geschrieben – das war das Halbleitermaterial, von dem sich jeder den Durchbruch erhoffte. Zu Galliumnitrid aber gab es fast gar nichts. Da konnte ich experimentieren und neue Forschung leisten.

Es ist schwer, sich der Anziehungskraft von Shuji Nakamura zu entziehen. Er ist auf vornehme Art zurückhaltend und bescheiden, gleichzeitig zugewandt und einnehmend. Was er hier fast als Zufall abtut, entsprach einer Serie an Fortschritten in der Materialentwicklung, die Nakamura mit Beharrlichkeit und Kreativität löste – sodass er plötzlich Forschungsabteilungen und Universitäten um Jahre voraus war.

Wenn Sie Kristallschichten für eine Leuchtdiode herstellen wollen, benötigen Sie eine MOCVD, eine sehr teure Maschine, mit der ich mich aber nicht auskannte. Unser Plan war, dass ich ein Jahr an der Universität Florida verbringe und mich dort in die Technologie einarbeite. Stattdessen verbrachte ich zehn Monate damit, eine neu gelieferte Maschine zusammenbauen zu müssen.

DAS WAR NICHT DER PLAN ...

Nein, aber ich entwickelte so ein sehr grundlegendes Verständnis der MOCVD-Technologie. Als ich anfing, mit Galliumnitrid zu experimentieren, konnte ich die Maschine anpassen, Einzelteile umbauen, neu verschweißen. Normalerweise machen



Forschung bedeutet immer Rückschlag. Wenn Sie vorankommen wollen, müssen Sie experimentieren.“



Für Unternehmen ist es sinnvoll, an Produkte zu denken. Wissenschaftler können sich auch erlauben, einfach etwas zum Fortschritt der Menschheit beitragen zu wollen.“

Forscher das nicht, dazu brauchen sie Techniker. Und Techniker wiederum haben wenig Ahnung von Materialforschung.

ES WIRKT SO, ALS HABE JEDER SCHEINBARE RÜCKSCHLAG SIE AM ENDE IN WIRKLICHKEIT VORANGEBRACHT.

Forschung bedeutet immer Rückschlag. Wenn Sie vorankommen wollen, müssen Sie experimentieren. Ich habe mir viel Wissen angelesen, aber ab einem bestimmten Punkt müssen Sie aufhören, zu lesen und selbst kreativ werden. Sie müssen all das ignorieren, was scheinbar feststeht.

SO WIE DIE TATSACHE, DASS GALLIUMNITRID ALS HALBLEITER-MATERIAL VON ALLEN EXPERTEN VERWORFEN WURDE?

Nun, manchmal liegen Forschungspapiere auch falsch. Wer immer nur kopiert, kann keine eigenen Ideen entwickeln. Ich sage: Vertrau deiner eigenen Kreativität! Die Wahrheit liegt in deinen Experimenten.

SIE WAREN EIN EINZELKÄMPFER, DIE ENTWICKLUNGS-ABTEILUNG BESTAND FAST NUR AUS IHNEN – WAR ES AUCH EIN VORTEIL, SO UNABHÄNGIG ZU SEIN?

Ja, kurioserweise haben mir später andere Materialentwickler gesagt, ich hätte Glück gehabt. Menschen, die in Abteilungen mit einem Dutzend Forschern gearbeitet haben! Dort schlugen dann aber neun von zehn Leuten vor, lasst uns an Zinkselenid forschen, und die eine kreative Stimme wird überstimmt. Ich konnte selbst entscheiden. Ich war in meiner Firma der Einzige, der das Thema durchdrungen hatte. Verrückte Ideen müssen manchmal von Einzelpersonen kommen.

Was Nakamura hier positiv darstellt, war lange Zeit auch ein erschwerender Faktor für ihn: Das Management wollte mehrfach seine Forschungen stoppen, über lange Zeit hatte er wenig Budget und schlechte Geräte, die er selbst verbesserte. Bei Gehaltserhöhungen wurde er übergangen. Einen Teil seiner Entwicklungen vollbrachte Nakamura entgegen der Anweisung aus der Chefetage.

SIND BEI ERFINDUNGEN GLÜCK UND ZUFALL IMMER EIN FAKTOR?

Sie spielen jedenfalls eine Rolle. Menschen haben seit den 1970er Jahren an LEDs geforscht. Es gab Fortschritte, es gab auch Experimente mit Galliumnitrid. Aber für eine wirklich helle Leuchtdiode müssen Sie die elektrische Leitfähigkeit eines Halbleiters verbessern. Sie brauchen negativ und positiv aufgeladenes Material, und lange Zeit dachte man, positives Galliumnitrid sei nicht möglich. Der Werkstoff hatte auch noch andere Schwächen. Nur: Am Ende stellte sich heraus, dass einige dieser Schwächen gar keine Rolle spielen. Dafür war das Potenzial der Lichtausbeute enorm. Die nächste Hürde war dann, Indium-Galliumnitrid von ausreichender Qualität herzustellen, für das blaue Licht. Auch das hielt man so für unmöglich.

HEUTE ARBEITEN SIE NICHT MEHR FÜR EIN UNTERNEHMEN, SONDERN SEIT 1999 FÜR DIE UNIVERSITÄT. WAS IST DER UNTERSCHIED IN DER ENTWICKLUNG?

In einem Unternehmen muss man sich selten um die Finanzierung kümmern. An Universitäten ist das eher eine Heraus-

forderung. Wir haben hier auch eine höhere Fluktuation, Studierende bleiben im Schnitt fünf Jahre. Der Vorteil ist, wir können kreativer, verrückter sein. Bei Unternehmen muss am Ende ein Produkt herauskommen.

LIMITIERT ES ENTWICKLUNG, WENN SIE AN EIN PRODUKT GEBUNDEN IST, ODER FOKUSSIERT ES SIE AUCH?

Beides. Für Unternehmen ist es sinnvoll, an Produkte zu denken. Wissenschaftler können sich auch erlauben, einfach etwas zum Fortschritt der Menschheit beitragen zu wollen. Andererseits besteht die Gefahr, dass es bei der Theorie bleibt. Am Ende sind es nämlich die Produkte, die die Menschheit voranbringen.

WELCHE THEMEN INTERESSIEREN SIE DERZEIT?

Laser sind nach wie vor ein vielschichtiges Feld. Laserdioden können Quantencomputer oder die Nuklearfusion voranbringen. Beides sind spannende Zukunftsthemen. Insgesamt findet sehr viel Fortschritt statt, der Laserdioden und Leuchtdioden nutzt. Denken Sie auch daran, wie wichtig LEDs für das Thema Nachhaltigkeit sind: Wir sparen eine Menge Energie, weil sie mehr Licht produzieren und weniger Wärme.

WAS WÄRE IHR RATSCHLAG AN KÜNFTIGE MATERIALENTWICKLER?

Dass sie ab einem gewissen Punkt Risiken eingehen müssen. Wenn man die Grundlagen gemeistert hat, kommt es auf die kreative Umsetzung an. ©



Der stetige Wandel

Die Historie von Freudenberg zeigt exemplarisch, wie neue Werkstoffe Fortschritt bringen. Vom Leder über Elastomere bis zum modernen Kunststoff. Das Besondere: Jeder Schritt hat mit dem vorigen zu tun. Eine Geschichte darüber, wie man sich auch von Krisen nicht beirren lässt.

Das Material braucht UV-Licht: Lackleder trocknet auf der Wiese von Freudenberg in der Sonne.



Freudenberg & Co. KG, Unternehmensarchiv

Es fängt mit dem Lackleder an. Mitte des 19. Jahrhunderts rollt eine Modewelle durch Europa: „Alles, was schön aussehen sollte, wurde aus Lackleder gemacht“, erzählt Dr. Michael Horchler, Leiter des Unternehmensarchivs bei Freudenberg: „Schuhe, Zaumzeug, bis hin zu Sitzgarnituren.“ Und Feuerwehrhelme. Die sind zwar mit Lack leichter entflammbar: „Aber sie sahen schön aus.“ Für den richtigen Lack ist allerdings Fachwissen, idealerweise verbunden mit Material-Know-how rund um das Leder, nötig. Beides trifft auf die Gerberei zu, deren Inhaber Carl Johann Freudenberg dem Credo folgt: Qualität – und Ideen. Kombiniert: Materialkompetenz. „Er hatte einen hohen Exzellenzanspruch“, sagt Horchler. So beginnt sich die Gerberei erstmals weiterzuentwickeln.

Wachstumsmotor und Wirtschaftsschock

Lederherstellung ist kompliziert: Um ein Rohfell zu einem fertigen Leder zu verarbeiten, sind rund 75 Produktionsschritte nötig. Freudenberg ist handwerklich ausgerichtet, es gibt noch keine Maschinen: „Wenn man ein gutes Produkt haben wollte, musste jeder Schritt optimiert werden.“ Das habe sich auf die Firmenphilosophie übertragen, schildert der



Von Schafen und Bienen

Der vermutlich erste Mitarbeitenden-Verbesserungsvorschlag in der Geschichte von Freudenberg hat ebenfalls mit Lack zu tun: Das lackierte Leder soll auf einer Wiese in der Sonne trocknen, aber abends weist der erhärtete Lack plötzlich unerwünschte gelbe Streifen auf. Man steht vor einem Rätsel. Bis ein Mitarbeitender den Tipp gibt, sich eine Schafherde anzuschaffen. Die Lösung: Bienen haben Pollen vom auf der Wiese blühenden Klee gesammelt, sind anschließend über das Leder gekrabbelt und haben die gelben Pollen im Lack hinterlassen. Als die Schafe den Klee fressen, suchen sich die Bienen andere Nahrungsquellen.



Sorgsam festgehalten: Eine Rezeptur von 1869 beschreibt, welche Harze man für Lackleder benötigt.



Erfolgreiche Idee bis heute: der Simmering® mit Wurmfeder im Querschnitt.

Archivar und Firmenhistoriker. „Materialkompetenz muss immer offen sein für neue Ideen.“

Das Lackleder wird zum ersten großen Motor der Firmenentwicklung. Mit dem Lackleder steigt das Unternehmen bis in die Mitte der 1870er Jahre zu einem der größten Lederhersteller Deutschlands auf. Als man 1900 das Chromgerbverfahren einführt, entwickelt sich Freudenberg sogar zum größten Lederhersteller Europas und zu einem der größten der Welt – und bleibt das bis zum Ende der 1920er Jahre. Es folgt der Schock: Durch die Weltwirtschaftskrise bricht der Ledermarkt zusammen. Neue Absatzmärkte müssen her. Andernfalls droht die Entlassung von mehreren Hundert Mitarbeitenden.

„Wandel, um erfolgreich zu sein“

So beginnt die Idee mit der Dichtung. Denn Dichtungen bestehen zu dieser Zeit aus imprägniertem Filz oder Leder. Es ist also Wissen über das Material, zu Schmierung und Ölung nötig. Man braucht, abermals, Materialkompetenz – und die hat Freudenberg. „Leder ist ein sehr widerstandsfähiges Material“, sagt Horchler. „Aber ohne eine Beschich-

tung hält es nicht lange dicht.“ Dabei sei dem Unternehmen die Erfahrung aus der Lacklederherstellung zugutegekommen. Aus der einen Entwicklung folgt die nächste, schon 1929 werden die ersten Lederdichtungen verkauft. Im Hintergrund steht noch immer die Mahnung des Firmengründers Carl Johann, erinnert Horchler: „Dass es die Fähigkeit zum Wandel braucht, um langfristig erfolgreich zu sein.“ Also experimentiert man weiter, verbindet 1932 Leder mit Metall – und erfindet so den Simmering®. Walther Simmer baut eine Feder in ein Metallgehäuse, die für eine Druckveränderung sorgt und gleichzeitig die Dichtung auf der drehenden Welle sowie die Dichtlippe im Metallgehäuse fixiert. Erstmals können so Radialwellen wirklich gut abgedichtet werden: „Das war Freudenbergs großer Durchbruch in Sachen Dichtungen.“



Rinderhäute warten auf ihre Verarbeitung: Bis in die 1950er Jahre ist Leder der dominierende Werkstoff bei Freudenberg.

Wettbewerbsvorteil durch Kautschuk

Obwohl Leder zunächst (und bis in die 1950er Jahre) ein dominierender Werkstoff sein wird, experimentiert Freudenberg parallel schon weiter. Bereits in den 1930ern folgen erste Versuche mit Elastomeren, da das Leder ab 1934 knapp wird. Denn in Deutschland haben 1933 die Nationalsozialisten die Macht übernommen, sie wollen die heimische Wirtschaft weitestgehend autark machen, plötzlich fehlen Rohstoffe. Freudenberg sucht Ersatz für Leder. Man wird zum ersten Unternehmen, das mit Synthesekautschuk im Dichtungsbereich arbeitet, genauer gesagt: mit Nitrilkautschuk. Dafür werden Nitril, Schwefel und Ruß zu einem Verbundwerkstoff gemischt, der vulkanisiert auch formstabil ist. „Deswegen sind Dichtungen häufig schwarz“, erklärt Horchler. Trotz oder gerade wegen der Materialverknappung weitet Freudenberg also die eigene Materialkompetenz aus, immer neue Elastomer-Mischungen entstehen.

„Mit der ersten Gummidichtung war man der absolute Pionier“, skizziert Horchler. Die deutsche Automobilindustrie wird der wichtigste Absatzmarkt. Aber auch im Maschinenbau kommen Simmeringe®, Faltenbälge und O-Ringe von Freudenberg zum Einsatz. Der neue Werkstoff entpuppt sich als Volltreffer. „Der Kautschuk ließ sich einfacher und exakter formen als das Leder“, erklärt Horchler. So können die Dichtlippen genau an den jeweiligen Verwen-



Dr. Michael Horchler

Dr. Michael Horchler arbeitet seit mehr als 20 Jahren im Unternehmensarchiv der Freudenberg-Gruppe und hat im Jahr 2008 dessen Leitung übernommen. Der studierte Historiker, Betriebswirt und Medien- und Kommunikationswissenschaftler stieß während seiner Promotion zu Freudenberg. „Im Gegensatz zu vielen Historikern, die sich mit abgeschlossenen Zeiträumen beschäftigen, arbeiten wir am lebenden Objekt“, sagt er über seinen Beruf. „Die Geschichte wird immer fortgeschrieben, und wir beschäftigen uns mit Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft des Unternehmens.“



75

Produktionsschritte
umfasst die
Lederherstellung.

dungszweck angepasst werden: „Die Elastomer-Dichtungen von Freudenberg hoben sich schnell von den Lederdichtungen der Wettbewerber ab.“

Damit hat sich Freudenberg innerhalb eines Jahrhunderts vom Werkstoff Leder weiterentwickelt zum Werkstoff des synthetischen Elastomers. Und sich das Überleben gesichert. „Von den großen Gerbereien aus den 1920er Jahren existieren heute nur noch eine oder zwei“, sagt Horchler. Das Besondere an der Firmenentwicklung von Freudenberg aber ist: „Man war immer sehr nah am ursprünglichen Geschäft.“

Immer wieder entsteht Innovation

In den Wirtschaftswunderjahren beweist sich dann, wie sehr sich die Investition in die Elastomer-Forschung gelohnt hat: Immer mehr Menschen können sich ein eigenes Auto leisten, der deutsche Maschinenbau exportiert ins Ausland: „Das waren echte Boomjahre für Dichtungen“, erzählt der Firmenhistoriker. Freudenbergs Produktpalette wächst. Bis heute. Aktuell kann das Unternehmen für sein Produktportfolio auf rund 200.000 eigene Elastomer-Mischungen zurückgreifen dank des stetigen Fokus auf Innovation. „In der frühen Elastomer-Forschung gab es auch viele gescheiterte Versuche“, sagt Horchler: „Aber auch wenn nicht immer alles sofort funktioniert hat, kam am Ende oft etwas Gutes dabei raus.“

Das ist das Beeindruckende an der Materialinnovation: Immer wieder entstehen wichtige Lösungen scheinbar zufällig. Weil Freudenberg zum Beispiel Kompetenz im Zusammenspiel von Elastomeren und Metall besitzt, werden Bauteile gefertigt, die Vibrationen und Geräusche reduzieren. Es entsteht – ein neuer Geschäftszweig, die Schwingungstechnik. „Die moderne Automobilindustrie ist ohne Schwingungstechnik undenkbar“, betont

Horchler. Auf ähnliche Weise kommen die Vliesstoffe ins Programm – ursprünglich sind sie das Trägermaterial für Latex-Syntheseleder, heute sind sie wichtiger Bestandteil in der Automobilindustrie, in Kleidung und Schuhen, in medizinischen und technischen Anwendungen wie in Wundauflagen, Batterien und Kabelsystemen oder in Vileda-Reinigungsprodukten. Zur Wahrheit gehört allerdings auch: „Ein Jahrzehnt lang haben die Vliesstoffe nur Entwicklungsgeld gekostet.“ Dass man im Unternehmen trotzdem weiterforschte, ist nicht nur charakteristisch für Freudenberg – es erklärt sich aus der Firmengeschichte.

„Fortlaufend wurde geschaut, welche neuen Rohstoffe es auf dem Markt gibt“, bilanziert Horchler. Und jede Krise wird im Zweifelsfall zum Anlass genommen, sich weiterzuentwickeln. So wie schließlich auch die ersten Lederdichtungen aus der Notlage der Weltwirtschaftskrise entstanden sind: „Heute bildet die Dichtungsfertigung einen eigenen Unternehmenszweig – Freudenberg Sealing Technologies.“ Vom Leder allerdings hat sich das Unternehmen vor einigen Jahren endgültig verabschiedet, 2002 war das, als die mittlerweile sehr kleine Produktion eingestellt wurde, die seit vielen Jahren unrentabel gewesen war. ©

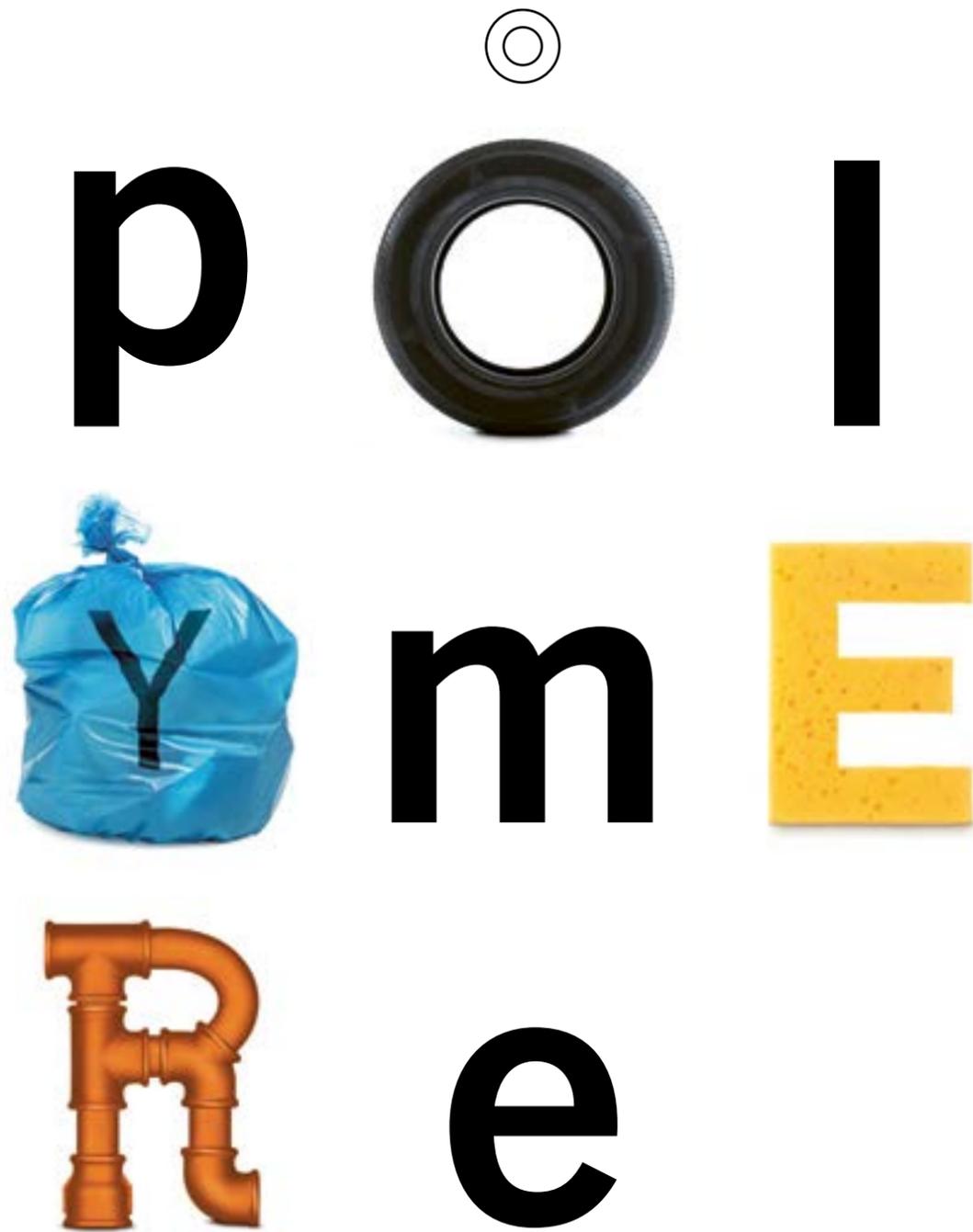


ZAHLENCHECK

1,7 Billionen



Anwendungen für die 5G-Mobilfunktechnologie, Impfstoffe gegen Krankheiten, Werkstoffe für die Elektromobilität und Baustoffe, die in Zeiten des Klimawandels CO₂ schlucken. Bevor Innovationen wie diese auf den Markt kommen, ist neben reichlich Know-how und dem Faktor Zeit allen voran eines gefragt: Geld. Laut UNESCO beliefen sich die globalen Gesamtausgaben für Forschung und Entwicklung vor der Coronapandemie auf 1,7 Billionen US-Dollar. 80 Prozent dieser Gelder verteilen sich auf gerade einmal zehn Länder. In den Vereinigten Staaten flossen beträchtliche 581 Milliarden US-Dollar in die Forschung und Entwicklung, in China rund 500 Milliarden US-Dollar. Japan, Deutschland und Südkorea folgten schon in deutlichem Abstand dahinter. Mehr noch als Regierungen stellen weltweit Unternehmen Forschungsgelder bereit. Allein Amazon investierte 2019 fast 29 Milliarden US-Dollar und rangierte damit vor Samsung, Huawei, Microsoft und Volkswagen. Das zeigt, dass die IT und der Elektroniksektor heute bedeutende Innovationstreiber sind. Gemessen an ihrem Gesamtumsatz thront jedoch die Pharmaindustrie auf Rang 1. Laut einer Erhebung der Europäischen Kommission steckte sie 2020 über zwölf Prozent ihres Umsatzes in die Forschung und Entwicklung. ©



Sie stecken in den Verpackungen unserer Lebensmittel und in der Verkleidung von Fahrzeugen. Im alltäglichen Gebrauch kennen wir sie meist als Kunststoffe. Doch Polymere sind noch so viel mehr.

Jeden Tag sind wir umgeben von Polymeren. Sei es die Trinkflasche aus Kunststoff oder der PVC-Fußboden, auf dem wir uns bewegen. Dabei treten sie in ganz unterschiedlichen Formen, Farben und Konsistenzen auf. So sind sie als Haushaltsschwamm weich und formbar, als Bestandteil eines Fensters dagegen hart und stabil. Sogar in einem Flugzeug sind Kunststoffe aus Polymeren verbaut und halten schwerster Last stand. Und genau darin scheint die Faszination des Alleskönners zu liegen: Er ist vielseitig einsetzbar.

Das steckt bereits im Namen des Werkstoffs. Die Wortteile „Poly“ und „Meros“ kommen aus dem Altgriechischen und sind mit „viel“ und „Teil“ zu übersetzen. Die vielen Teile sind sogenannte Monomere: Moleküle, die miteinander reagieren und sich zu langen kettenförmigen Makromolekülen verzweigen. Je nachdem, welche Monomere aufeinandertreffen, entstehen unterschiedliche Arten von Polymeren. So bilden die Kettenmoleküle der sogenannten Duomere ein engmaschiges Netz und sind im Ergebnis hart und stabil. Bei den Elastomeren, dessen bekanntester Vertreter das Gummi ist, gestalten sich die Verzweigungen dagegen weitmaschiger und ergeben so die für sie typische elastische Eigenschaft. Die dritte Familie der Polymere, die Thermoplaste, weisen wiederum Molekülketten auf, die losen Fäden gleichen. Bei niedrigen Temperaturen sind sie fest, schmelzen aber beim Erhitzen und lassen sich dann je nach Bedarf verformen. Duomere und Elastomere können dagegen nicht schmelzen und

sind somit hitzebeständig. In der weiteren Verarbeitung können Zusatzstoffe noch mehr Eigenschaften hervorbringen, und so entstehen komplexe Kunststoffe, Kunstfasern und sogar Farbe oder Kleber. In manchen Fällen fungieren Polymere auch selbst als Hilfsmittel: In der Kosmetik gilt das Polymer Hyaluronsäure etwa als bewährtes Mittel gegen Falten.

Im Vergleich mit anderen Rohstoffen wie Eisen, Metall oder Holz sind Polymere zwar meist weniger stabil, dafür aber leichter. Als Bauteil eines Fahrzeugs sparen sie so Gewicht und tragen zu einem niedrigen Spritverbrauch bei. Gerade bei der Entwicklung von Elektro- und Hybridantrieben machen es leichte Kunststoffe erst möglich, neuen Anforderungen gerecht zu werden. Und auch in der Herstellung benötigen Polymere vergleichsweise wenig Energie. Was in Zeiten des Klimawandels jedoch ernst zu nehmen ist: Polymere lassen sich nur bedingt recyceln und entsorgen. Lösungen könnten biologische Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen sein: etwa Kunststoffe aus Mais oder Textilien aus Spinnenseide. Oft steht biobasierten Werkstoffen allerdings ein höherer Kostenaufwand in der Herstellung und damit auch ein höherer Preis für den Endverbraucher entgegen. Daneben spricht die Langlebigkeit von synthetischen Kunststoffen für deren ökologischen Handabdruck. Denn, ob es nun nachhaltiger ist, auf ein biologisch abbaubares Produkt zu setzen, das weniger lange hält, oder doch auf ein synthetisches, das besonders lange währt, gilt es abzuwägen. ©



Polymere

Polymere kommen auch in der Natur und sogar im Menschen vor: als Enzyme, Haare oder Seide. Selbst unsere Erbsubstanz, die komplexe Desoxyribonukleinsäure, ist ein Polymer. Die ersten vom Menschen hergestellten Fasern und Kunststoffe bestehen daher aus natürlichen Polymeren. Einige davon finden bis heute Verwendung: Naturkautschuk ist ein Biopolymer und dient unter anderem als Rohstoff für die Reifenproduktion.



„Innovation ist immer eine Teamsache“

Was hat Mitarbeit in Gremien und wissenschaftlichen Verbänden mit Nachhaltigkeit zu tun? Dr. Ruth Bieringer, Vice President Technology & Innovation bei Freudenberg Sealing Technologies, ist überzeugt: Wissen und Forschung sind im Bereich Werkstoffe Trumpf. Und wer erfolgreich sein will, muss die Zukunftsthemen im Blick haben.



FRAU DR. BIERINGER, WAS FASZINIERT SIE AN WERKSTOFFEN?

Das Kreierende und das Schöpferische. Man erschafft etwas Neues. Wir komponieren ein Rezept, und dazu braucht es das Wissen um die Rohstoffe, die Verarbeitungsprozesse und die spätere Anwendung. Bei uns zum Beispiel haben wir allein über 3.000 aktive Werkstoffe im Portfolio. Da am Ende ein schlaues Produkt zu entwerfen, sowohl im Design als auch im Prozess kostengünstig zu sein und alle Kundenanforderungen zu erfüllen, ist eine in jeder Hinsicht vielfältige Herausforderung. Das steht und fällt mit dem Werkstoff. Wenn der Werkstoff falsch gewählt ist, kommt hinten nur Grütze raus.

VERÄNDERN SICH DIE ANFORDERUNGEN DERZEIT?

Ja, unsere Aufgaben und unser Werkstoffportfolio erweitern sich. Denn es hat sich ja auch unser Produktportfolio vergrößert: Wandel bietet Chancen auch abseits des klassischen Dichtungsgeschäfts, in diesem Fall meine ich den Wandel bei der Mobilität und der Energieversorgung. Thermoplaste werden an vielen Stellen Metalle ersetzen, und das Thema Nachhaltigkeit gewinnt zunehmend an Bedeutung. Außerdem gibt es bei den Entwicklungszeiten einen Paradigmenwechsel: Die Hersteller können es sich nicht mehr leisten, zu früh einen „Design Freeze“ und einen „Werkstoff-Freeze“ auszurufen, also den Punkt, an dem am Produkt nichts mehr geändert werden darf.

WORAN LIEGT DAS?

Daran, dass sich zum Beispiel auch die politischen Rahmenbedingungen immer schneller ändern. Hersteller müssen immer kurzfristiger reagieren, auf Emissionsgesetze oder auf Recyclingquoten. Die Geschäftsprozesse und Innovationszyklen beschleunigen sich – das lässt immer weniger Zeit für die Entwicklung.

WERDEN WERKSTOFFE ENTWICKELT, UM BESTIMMTE PROBLEME ZU LÖSEN, ODER KOMMT ERST DAS NEUE MATERIAL UND DANN DIE FRAGE, WOZU ES SICH EIGNET?

Beides. Es gibt sowohl „Push“ als auch „Pull“. Es gibt den Kunden, der beschreibt, dass seine Dichtung zu stark quillt und er deswegen etwas Neues haben möchte. Das führt meist zu eher inkrementellem Fortschritt: Man weiß genau, was man tun muss, welche Stellschraube gedreht wird. Innovativer



Innovation entsteht meist dann, wenn man sich erlaubt, kreativ und verrückt zu denken.“

Durchbruch geschieht dabei selten. Deswegen schauen wir immer auch voraus: Welche neuen Rohstoffe gibt es, welche Themen sehen wir kommen? Was ist Gegenstand aktueller Forschung, was braucht der Markt in fünf Jahren? Innovation entsteht meist dann, wenn man sich erlaubt, kreativ und verrückt zu denken.

AN WAS DENKEN SIE ZURZEIT?

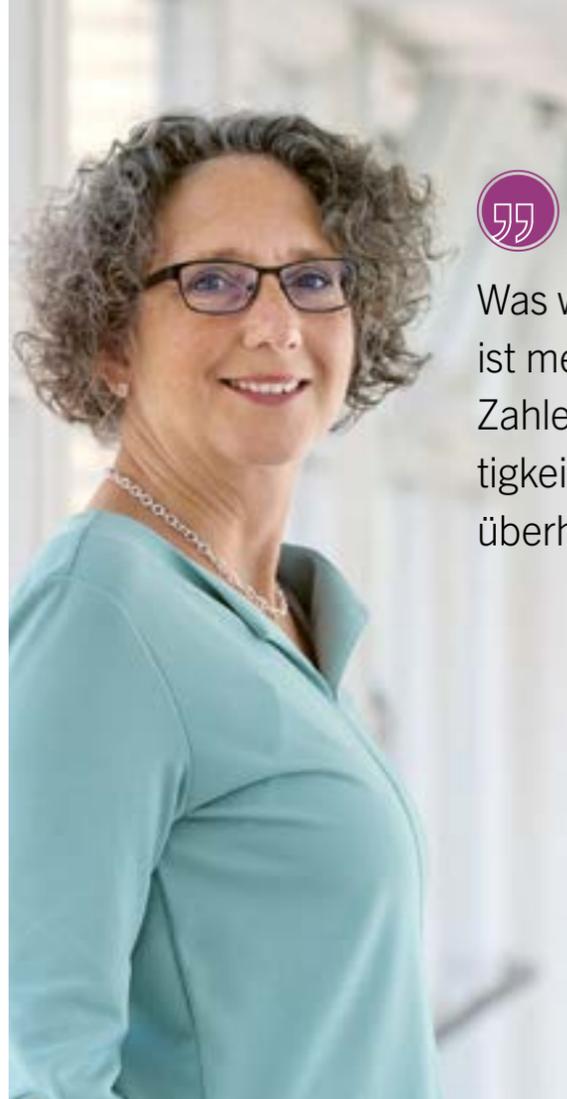
Wir wissen, dass wir unsere Stärken bei Elastomeren haben, also denken wir viel darüber nach, was wir noch kreativ mit dem Werkstoff tun können. Zum Beispiel eine Dichtung, die nicht nur ihren Verschleiß signalisiert, sondern voraussagt, dass sie in zwei Wochen gewechselt werden muss. Oder Komponenten, die nicht mehr nur dichten, sondern auch elektrisch leitfähig sind – oder die Wärme oder elektromagnetische Strahlung abschirmen können.

SIE SPRACHEN EBEN REGULARIEN AN – INWIEWEIT ÄNDERT DAS DIE ARBEIT VON ENTWICKLERN?

Das ändert einiges. Zum einen steigt das Wissen über Stoffe fortlaufend. Wo wir als Gesellschaft gestern bestimmte Stoffe noch als harmlos eingestuft haben, stehen solche Gewissheiten heute infrage. Als Konsequenz werden Chemikalien beschränkt oder komplett verboten. Und das derzeit in immer kürzeren Zeiträumen. Die europäische Chemikalienverordnung REACH wird gerade überarbeitet: Behörden gehen dazu über, Stoffe nicht mehr einzeln zu beschränken, sondern ganze Stoffgruppen zu regulieren. Zukünftig wird weniger die Frage gestellt werden, welches Risiko von einem Stoff ausgeht – vielmehr wird nach der wesentlichen Verwendung geschaut. Insgesamt ein Paradigmenwechsel in der Chemikaliengesetzgebung.

**Dr. Ruth Bieringer**

Dr. Ruth Bieringer hat an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz Chemie studiert und (im Hauptstudium) an der University of Massachusetts Amherst ihr Wissen auf dem Gebiet der Polymerwissenschaften vertieft. An der Universität Bayreuth promovierte sie anschließend in Polymerchemie. Nach unterschiedlichen Führungspositionen innerhalb der Freudenberg-Gruppe verantwortet Bieringer seit 2020 den Bereich Technology & Innovation – Material Technology bei Freudenberg Sealing Technologies.



Was wir jetzt dringend brauchen, ist mehr Standardisierung, damit Zahlen, die etwas über die Nachhaltigkeit unserer Produkte aussagen, überhaupt vergleichbar sind.“

weil sie ein sehr spezielles Eigenschaftsprofil haben. Die Fluorchemie ist einzigartig. Natürlich kann die Menschheit ohne spezialbeschichtete Bratpfannen oder wasserdichte Sportschuhe leben, aber Fluorchemie ist weit mehr als das – ganze industrielle Prozesse müssten komplett geändert werden.

WELCHE ROLLE SPIELT DAS THEMA NACHHALTIGKEIT?

Eine entscheidende. Viele Elastomere sind bis heute vor allem erdölbasiert. Grob gesagt gibt es drei nachhaltige Alternativen: biobasierte Rohstoffe, Rezyklate oder den Kohlenstoff direkt aus Kohlendioxid gewinnen. In letzter Zeit gibt es neue Ansätze bei biobasierten Rohstoffen, und auch die Entwicklungen rund um die stoffliche Wiederverwertung nehmen Fahrt auf. Als Produzent sind wir darauf angewiesen, dass die Akteure in der Wertschöpfungskette vor uns ihre Hausaufgaben machen. Wir können aber natürlich trotzdem selbst etwas tun: Abfall vermeiden, unsere eigenen Prozesse nachhaltiger gestalten zum Beispiel. Da haben wir starke Hebel, um unseren globalen Fußabdruck zu senken. Und es ist in unserem eigenen Interesse, Kosten und Performance zu optimieren, davon profitieren wir ja auch selbst. Nachhaltigkeit wird künftig ein wichtiger Differenziator im Wettbewerb sein. Genau wie viele unserer Kunden haben auch wir uns sehr ehrgeizige Ziele gesetzt, das ist eine spannende Reise, auf die wir uns begeben.

LANGE ZEIT WIRKTE NACHHALTIGKEIT WIE EIN LIPPENBEKENNTNIS...

Das ist es nicht mehr. Die Automobilhersteller sind da ganz vorne dabei und fordern Daten, Zahlen und

ALSO MÜSSEN SIE UMSO INTENSIVER NACH ALTERNATIVEN SUCHEN?

Ja, das klassische Beispiel ist PFAS: per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen. Diese Stoffgruppe umfasst knapp 5.000 verschiedene Verbindungen und wird in zahlreichen industriellen Prozessen und Produkten eingesetzt. Von einigen dieser Stoffe weiß man, dass sie giftig sind, aber in der Diskussion steht jetzt im Raum, dass die ganze Gruppe reguliert werden könnte, weil die Materialien persistent sind, sich also in der Umwelt nicht abbauen. Da viele auch ein vielfach genutzter Stoff wie PTFE darunter. Das macht uns schon Sorgen.

WIE AUFWENDIG IST ES, IN SOLCHEN FÄLLEN ERSATZ ZU SUCHEN?

Das kann sehr aufwendig sein, weil es sehr selten einen Eins-zu-eins-Ersatz gibt. Man verwendet ja bestimmte Stoffe nicht, weil sie cool sind, sondern

Beweise von uns. Was wir jetzt dringend brauchen, ist mehr Standardisierung, damit Zahlen, die etwas über die Nachhaltigkeit unserer Produkte aussagen, überhaupt vergleichbar sind. Wenn unsere Wettbewerber anders rechnen oder Daten anders gewinnen als wir, nützt alles nichts.

WER WÄRE DAFÜR VERANTWORTLICH, DIESE STANDARDS FESTZULEGEN?

Wir sehen da die Verbände und Normungsgremien in der Pflicht. Also zum Beispiel den Verband der Automobilindustrie VDA oder die Normungskreise von DIN in Deutschland oder ASTM in den USA. Alternativ muss die Politik tätig werden. Wir brauchen Einheitlichkeit. Nehmen Sie das Thema Lebenszyklusanalyse, da gibt es zwar schon Werte und Berechnungen, aber die sind tatsächlich so grob, dass man keine zwei Analysen wirklich vergleichen kann.

IST DAS EIN GRUND, WARUM SIE SICH SELBST SO STARK IN DER GREMIENARBEIT ENGAGIEREN?

Ja, ich bin im VDA im Arbeitskreis Elastomere und TPE aktiv, da geht es sehr viel um Werkstoffe. Es gibt hier bereits viele genormte Prüfungen, aber für unsere Ansprüche sind sie oft nicht eng genug definiert. Der VDA kann zwar offiziell nur Empfehlungen aussprechen, aber oft schließen sich so viele dieser Empfehlung an, dass sie zum Standard wird. Umso wichtiger ist es, hier aktiv zu sein und mit voranzuplanen.

ARBEIT IN GREMIEN UND VERBÄNDEN KLINGT FÜR VIELE EHER UNSEXY...

Und genau das ist sie nicht. In einem Wissenschaftsverband wie der Deutschen Kautschukgesellschaft oder der Gesellschaft Deutscher Chemiker wird sehr viel Wissen ausgetauscht. Genauso wie in vielen anderen Gruppierungen weltweit, in denen Kolleginnen und Kollegen international aktiv sind. Diese Verbände haben sich der Verbreitung von Wissen verschrieben und sind wichtige Netzwerke, um gemeinsam an grundlegenden Themen zu forschen und neue Trends frühzeitig zu erkennen.

IST ES FÜR PRODUZENTEN SINNVOLL, DAS EIGENE WISSEN ZU TEILEN?

Wenn diese Zusammenarbeit bedeutet, dass wir zum Beispiel an einer VDA-Empfehlung mitarbeiten, die normativen Charakter hat, auf jeden Fall. So können wir vielleicht sicherstellen, dass die Regel zu unseren Prüflaboren oder unseren Werkstoffanwendungen passt. Und wir profitieren ja auch



5.000

Stoffe etwa umfasst die Stoffgruppe der per- und polyfluorierten Chemikalien (PFAS). Sie sind mittlerweile Bestandteil vieler Alltagsprodukte, unter anderem von Verpackungen.

vom Wissen anderer – es ist ein Geben und Nehmen. Wir schreiben uns Technologieführerschaft auf die Fahnen. Wir sind diejenigen, die sich neue, innovative Produkte ausdenken wollen. Da ist es auch eine Frage unserer Reputation, in den wissenschaftlichen Gemeinschaften präsent zu sein. Wir wollen ein geschätzter Ansprechpartner für neue Forschungsthemen sein, dazu ist die Vernetzung mit Experten außerhalb des Unternehmens wichtig; wir brauchen auch die Außensicht.

INNOVATION BRAUCHT AUSTAUSCH?

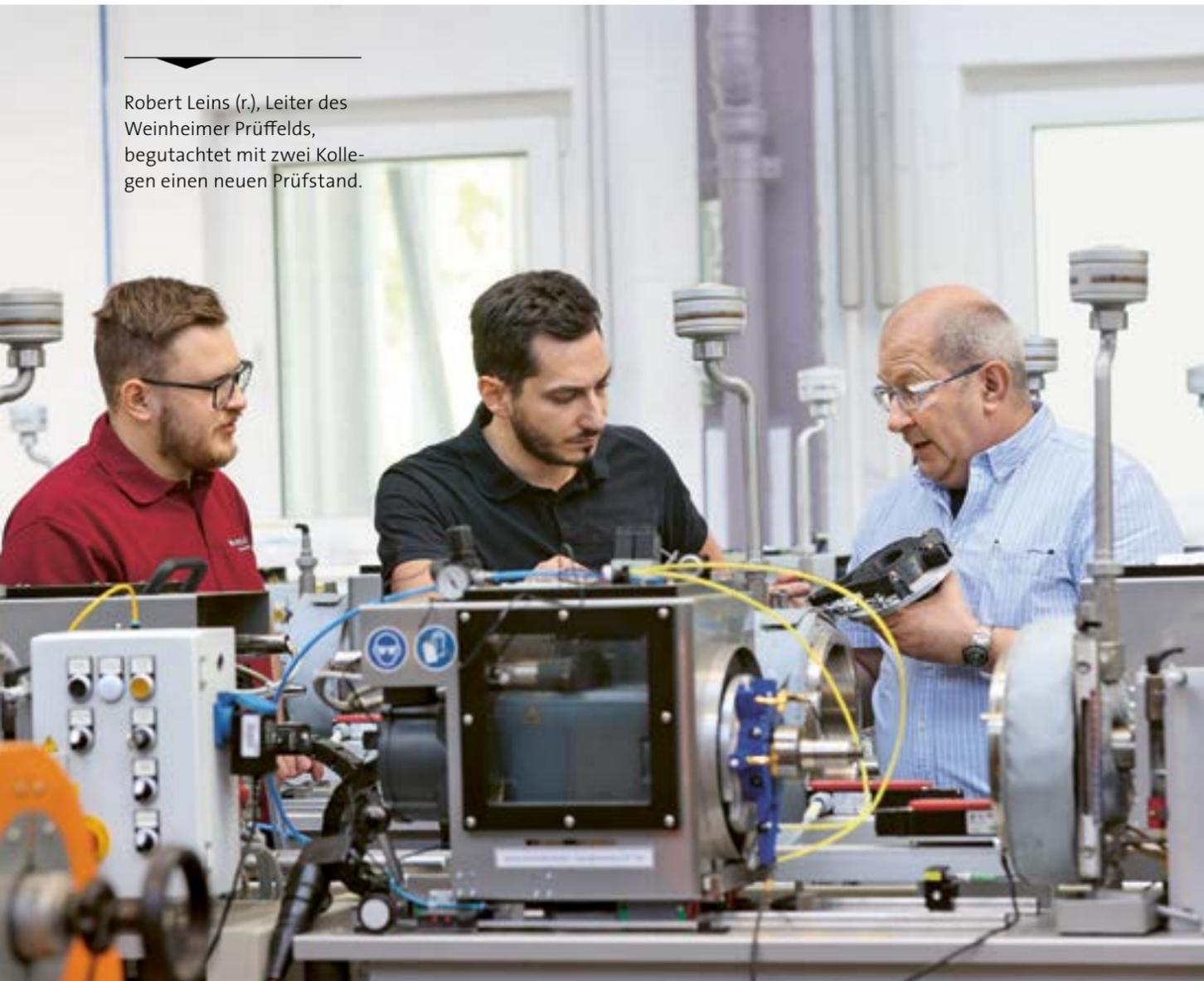
Wenn Sie an die vergangenen zwei Jahre zurückdenken, würde ich sagen, hat uns Corona gelehrt: Richtig innovativ sind wir zu Hause nicht, Innovation braucht den Austausch, das zufällige Gespräch in der Kaffeeküche, bei dem man von Hölzchen auf Stöckchen kommt, und plötzlich hat jemand eine gute Idee. Innovation ist immer eine Teamsache. Es gibt erste verlässliche Studien, die belegen, dass man alleine weniger innovativ ist. Und da es kein Zurück ins „alte Normal“ geben kann und geben wird, brauchen wir Formate, bei denen wir uns treffen und austauschen können. Ich bin da für uns aber sehr zuversichtlich: Wir haben immer sehr viel Wert auf Materialentwicklung gelegt, obwohl sie langwierig und aufwendig ist. Wir sind mit den Namen unserer Werkstoffe bekannt bei den Kunden. Design kann man einfach kopieren, einen Werkstoff deutlich weniger. ©



Stresstest im Zeitraffer

Bevor neue Dichtungen und Werkstoffe auf den Markt kommen, müssen sie sich in anspruchsvollen Tests beweisen. Freudenberg Sealing Technologies setzt auf eigene, hochwertige Prüfstände.

Robert Leins (r.), Leiter des Weinheimer Prüffelds, begutachtet mit zwei Kollegen einen neuen Prüfstand.



Das Unheil begann damit, dass das Elektrofahrzeug während der Fahrt anfang zu vibrieren. Laute Geräusche aus dem Motor verstärkten den Eindruck, dass irgendwas nicht stimmte. Doch worin lag die Ursache für die plötzlich auftretenden Probleme, die ein französischer Fahrzeughersteller 2015 bei einem seiner Modelle bemerkte? „Schuld waren Elektroerosionen“, klärt Stefan Morgenstern auf, Vorentwickler bei Freudenberg Sealing Technologies. „Sie hatten das Lager im Elektromotor nach einigen Jahren so weit geschädigt, dass die Vibrationen und Geräusche auftreten mussten.“ Aufgrund der sich während der Fahrt aufbauenden Spannung im Elektroantrieb schlugen beständig unzählige winzige Funken zwischen den Kugeln der Kugellager sowie den Laufflächen hin und her. Irgendwann waren die derart angegriffenen Oberflächen der Lager geriffelt und nicht mehr glatt. Ein Motorschaden drohte.

Der französische Fahrzeughersteller suchte Rat bei Freudenberg Sealing Technologies in Weinheim. Noch im selben Jahr präsentierten die Dichtungsexperten eine Lösung. Sie brachten ein Vlies auf die Radialwellen-Dichtung auf, das elektrisch leitfähig ist. Das eCON getaufte Produkt bewirkt, dass die schädlichen Ströme an den Lagern vorbeigeleitet werden. Um die Leistungsfähigkeit der integrierten Lösung nachzuweisen, sahen sich Morgenstern und sein Team gefordert, einen geeigneten Prüfstand zu konzipieren und obendrein den richtigen Prüfprozess zu finden. Angesichts des seinerzeit neuen Elektromotorproblems war Pionierarbeit gefragt. Letztlich erweiterte das Team einen bestehenden Prüfstand um neues Equipment und etablierte einen validen Prüfprozess. Die Wirksamkeit von eCON ließ sich schwarz auf weiß nachweisen und hat sich seither in der Praxis mit großem Erfolg bestätigt.

Simulation von Arktis- und Wüstenfahrten

eCON zeigt jedenfalls, wie wichtig es ist, hochwertige Prüfstände nicht nur zu besitzen, sondern mit dem notwendigen Know-how auch zielführend spezifizieren zu können. An seinem Hauptsitz in Weinheim verfügt Freudenberg Sealing Technologies über ein Prüffeld mit vielen unterschiedlichen Prüfständen. „Mit ihnen versuchen wir, der Realität so nah wie nur möglich zu kommen“, sagt Leiter Robert Leins. „Für die Tests unserer Simmerringe® können wir zum Beispiel Fahrten durch die Arktis, die Wüste und Wasserdurchfahrten simulieren.“

Indem Freudenberg Sealing Technologies vielerlei Bedingungen in Motoren, Radlagern und anderen Anwendungen nachstellen kann, lassen sich die Wirksamkeit und Effizienz der



Einblicke in die Arbeit des Prüffelds in Weinheim gewährt dieses Video:



Prüfstände werden stets anhand genauer Vorgaben gebaut, sie lassen sich aber auch modifizieren.





In den Prüfständen erfolgen auch Tests für Hersteller von Maschinen, Fahrzeugen und Ölen.

wasser oder Öl beaufschlagen. Und wenn nötig können wir auch Axialspiel simulieren, und das von minus 40 Grad Celsius bis 150 Grad Celsius.“

Beim Bau seiner Prüfstände arbeitet Freudenberg Sealing Technologies eng mit einem Sondermaschinenbauer zusammen. Er erstellt die Vorrichtungen anhand genauer Vorgaben. Wenn neue Anforderungen es erforderlich machen, dann werden die Prüfstände modifiziert. Das erfolgt bei Freudenberg Sealing Technologies teilweise in Eigenregie. „Wir haben heute kaum noch einen Prüfstand, der im ursprünglichen Zustand ist. Für uns ist die Erweiterungsfähigkeit unserer rechnergestützten Anlagen um zusätzliche Soft- und Hardware unerlässlich“, so Leins. „Mit unseren Prüfständen sind wir als Unternehmen top aufgestellt. Unabhängige Messlabore greifen auf vergleichbare Prüfstände zurück, teilweise sind wir sogar Vorreiter.“

Eigenentwicklungen nachweisen. Leins und seine Mitarbeitenden prüfen aber auch für Hersteller von Maschinen, Fahrzeugen und Ölen, die für die Tests spezifische Vorgaben machen. Damit ersparen sich diese Erprobungen in realen Fahrzeugen. „Es ist schließlich praktischer, in Prüfständen zu testen, als zu warten, bis ein Radlager 300.000 Kilometer auf dem Buckel hat“, verdeutlicht Leins. „Wir arbeiten in unseren Prüfständen mit höheren Drehzahlen, Drücken und Temperaturen, als sie in der Praxis auftreten. Wenn die derart geprüften Materialien und Lösungen diese Stresstests durchstehen, dann ist davon auszugehen, dass sie auch eine bestimmte Lebensdauer in der Praxis erreichen.“ Die Tests verkürzen so den Zeitraum, bis belastbare Ergebnisse vorliegen, deutlich. Und sollte es notwendig sein, dann können Anpassungen schneller erfolgen.

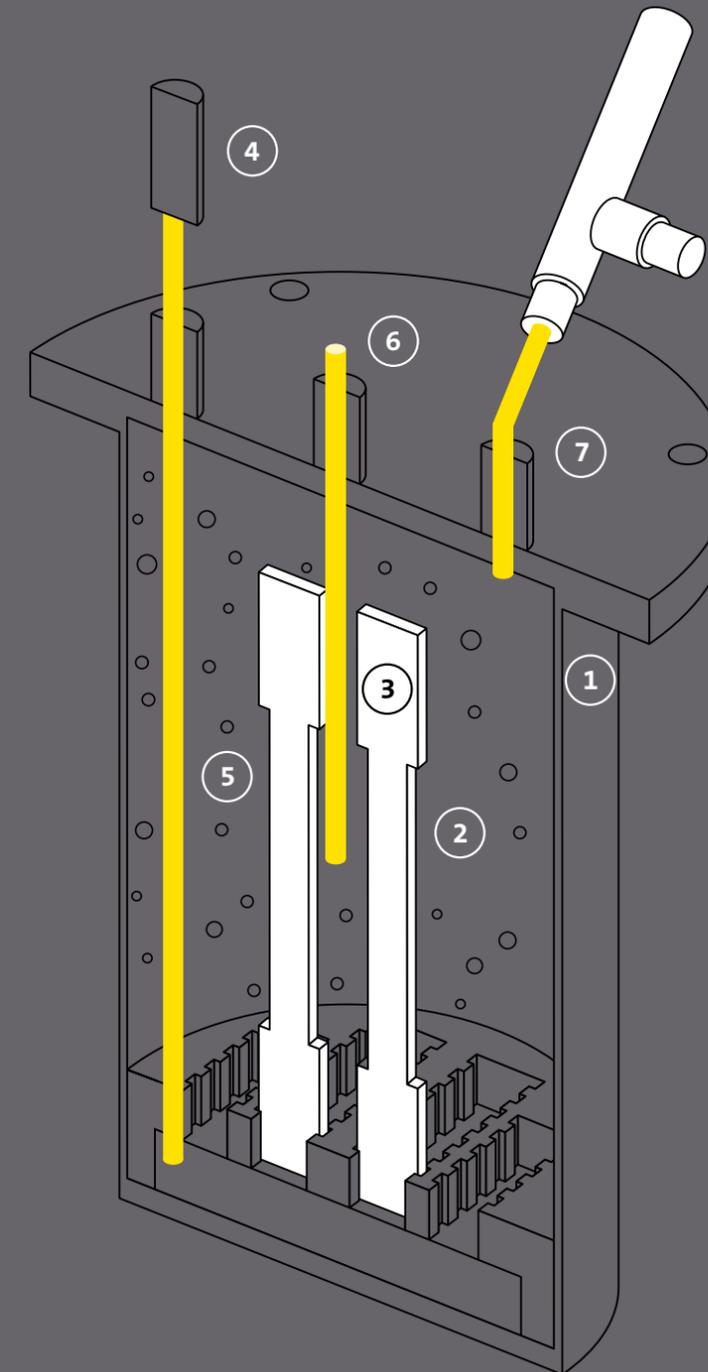
Kinderkrankheiten gar nicht erst auftreten lassen

Grundsätzlich sind alle Prüfstände frei programmierbar, die Messdaten (Drehzahl, Drehmoment, Mediumtemperatur oder Innendruck) werden automatisiert erfasst und dokumentiert. „Prüfstände wirken heute in der Automobilindustrie maßgeblich daran mit, dass neue Modelle gar nicht erst mit Kinderkrankheiten auf die Straße kommen“, erläutert Leins: „Früher war man diesbezüglich nachsichtiger. Inzwischen wird vorab alles bestmöglich auf Herz und Nieren geprüft. Wenn man auch die Sonderprüfstände einbezieht, können wir Drehzahlen bis 36.000 Umdrehungen pro Minute abbilden, wechselweise links und rechts drehen. Wir können Dichtungen mit wenigen Millimetern bis zu einem Meter Durchmesser auf ihr Dichtverhalten prüfen. Dichtsysteme mit Staub, Schlamm und Spritz-

Hochmoderner Prüfstand für Elektrolyseur-Werkstoffe

Das zeigt zum Beispiel der jüngste Prüfstand, für den Freudenberg Sealing Technologies im Sommer 2022 am Standort in Plymouth, Michigan, eine sechsstellige Summe in die Hand genommen hat. In ihm werden Dichtungswerkstoffe, die in Elektrolyseuren zum Einsatz kommen, genauestens geprüft. Elektrolyseure ermöglichen die Produktion von Wasserstoff im großen Maßstab. „Mit dem Prüfstand können wir in wenigen Wochen simulieren, wie sich unsere Werkstoffe im jahrelangen Dauereinsatz bewähren“, sagt Werkstoffspezialist Dr. Alexander Hähnel von Freudenberg Sealing Technologies. Ganz gleich, welche Anwendungsbedingungen in verschiedenen Elektrolyseuren herrschen, der hochmoderne Prüfstand kann sie simulieren und herausfinden, wie sich die Werkstoffe in dem aggressiven Umfeld verhalten. Im Zeitraffer wird so mess- und sichtbar, wie hohe Temperaturen in Kombination mit Kalilauge oder Schwefelsäure auf die Werkstoffe einwirken, die zudem noch mit Hochdruck hindurchgepresstem Sauerstoff standhalten müssen. Die Ergebnisse ermöglichen gezielte Weiterentwicklungen. Für die Elektrolyseur-Hersteller bietet die Dokumentation des Prüfstandes zudem den Vorteil, die Sicherheit der verbauten Dichtungen nachweisen zu können.

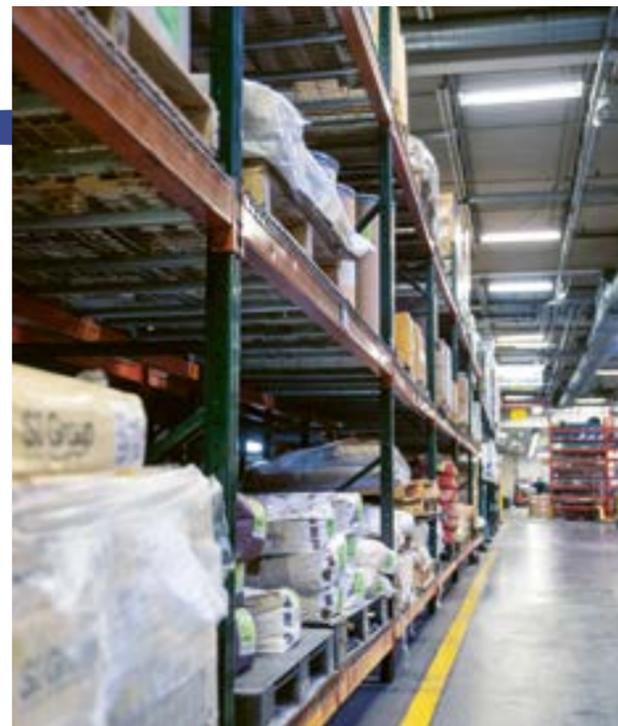
Mit Prüfständen wie in Weinheim und Plymouth hebt sich Freudenberg Sealing Technologies von der breiten Masse der Materialhersteller ab. Und sollte ein Kunde ein Problem haben, dann helfen sie, der Lösung auf die Spur zu kommen. ©



Wie im Zeitraffer: Ein neuer Freudenberg-Prüfstand simuliert, wie stark die anspruchsvolle Umgebung in Elektrolyseuren Dichtungsmaterialien angreift. Dazu wird eine zwei Liter fassende Druckkammer (1) zu 80 % mit Kalilauge oder Schwefelsäure (2) befüllt und erwärmt. In ihr befinden sich die Werkstoffproben (3). Reiner Sauerstoff (4) wird der Kammer mit einem Druck von 35 bar zugeführt, dessen Gasblasen (5) die Proben umfließen. Zwei Sensoren überwachen die Temperaturen (6) und das Tempo (7) der Gasblasen.

Wie entsteht ein Werkstoff?

Um aus Rohstoffen einen Werkstoff herzustellen, bedarf es mehrerer Schritte. Bei einem Besuch im Rohmischwerk von Freudenberg Sealing Technologies in Bristol (New Hampshire) zeigt sich: Der Prozess erinnert ein wenig ans Kuchenbacken.



Rohmischwerk in Bristol, USA

Das Global Rubber Mixing Lead Center von Freudenberg Sealing Technologies umfasst zehn Rohmischwerke auf der ganzen Welt. Von diesen zehn produziert das Werk in Bristol die zweitgrößte Menge an Gummimischungen. Es ist der wichtigste Produktionsstandort in Nord-, Mittel- und Südamerika und trägt mehr als 40 Prozent zum gesamten Produktionsvolumen der Region bei. Der Standort bedient in erster Linie die Dichtungsproduktionsanlagen des Unternehmens in New Hampshire, unterstützt aber auch alle anderen Standorte in der Region. In Bristol sind rund 45 Mitarbeitende beschäftigt, das Werk verfügt über eine Produktionsfläche von etwas mehr als 3.000 Quadratmetern und managt mehr als 172 aktive Mischungen.

1 Lagern und rückverfolgen

In den Materialmischungen von Freudenberg Sealing Technologies stecken verschiedene Rohstoffe. Alle Zutaten kommen zunächst im Lager des Rohmischwerks in Bristol an. Ein ERP-System unterstützt das Etikettieren und Rückverfolgen der Materialien durch die gesamte Produktion.

2

Zutaten abwiegen

Je nach Rezeptur werden alle Zutaten bis auf das (Milli-)Gramm abgewogen. Schließlich müssen die Gummimischungen als Endprodukt bestimmte Anforderungen erfüllen und zum Beispiel einem gewissen Temperaturbereich standhalten, druckbeständig oder resistent sein. Dann werden die Zutaten für den nächsten Schritt vorbereitet.

3

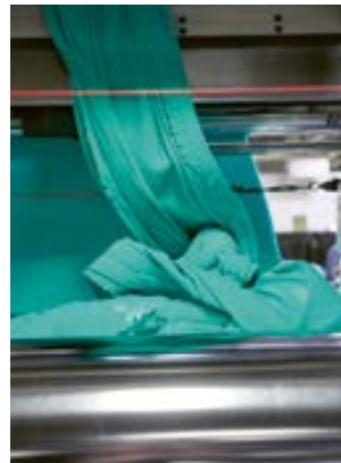
Mischen und kneten

Die abgewogenen Zutaten werden in einer großen Knetmaschine vermengt. Dabei ist es wichtig, bestimmte zeitliche Reihenfolgen einzuhalten. Die Temperatur in der Maschine beträgt etwa 100 Grad Celsius was dazu beiträgt, dass die Zutaten zu einer homogenen Masse, dem sogenannten Batch, werden.

4

Homogenisieren

Der Batch gelangt automatisiert zu einem Walzwerk. Dort wird das Material durch ständiges Falten und Walzen abgekühlt und immer weiter vermischt, wodurch sich die Homogenität der Mischung verbessert. In dieser Phase des Prozesses wird der Batch nun zu einer fertigen Mischung.



5

Überprüfen und Qualitätskontrolle

Jeder Batch muss eine strenge Qualitätskontrolle durchlaufen. Dazu gehört, dass eine Probe entnommen und auf Dichte und Härte geprüft wird (unten). Eine Zugprüfmaschine zieht den genormten Prüfkörper außerdem in entgegengesetzte Richtungen, um dessen Festigkeit und Elastizität festzustellen (oben).

6

Pressen, formen, konfektionieren

Parallel zur Qualitätskontrolle wird die gewalzte Masse vom Walzwerk abgeschnitten und zum Abkühlen ausgelegt, während sie auf die Qualitätsfreigabe wartet. Je nach Auftrag lassen sich mithilfe eines Extruders Streifen, Schnüre oder unterschiedliche Rohlinge herstellen.



7

... verpacken und versenden

Die fertigen Mischungen werden anschließend verpackt und sowohl werksintern als auch zu anderen Standorten transportiert. Dort kommen sie bei der Herstellung von Dichtungen zum Einsatz.





Die Mischung macht's

In Rohmischwerken werden die passenden Rohstoffe mit den richtigen Zusatzstoffen vermengt, um Werkstoffe mit den gewünschten Merkmalen zu erhalten. Bei Freudenberg Sealing Technologies entstehen so mehr als tausend Elastomer-Mischungen.

Am Standort Shelbyville stellen wir in unserem Rohmischwerk eine Vielzahl von Gummimischungen her, die in zahlreiche Anwendungen münden. Etwa in dynamische Dichtungen, die in der Fahrzeugindustrie und speziellen Industrie gefragt sind. Zudem in Motor- und Getriebedichtungen, Rohr- und Kolben-dichtungen sowie in spezielle Vorrichtungen für Öl und Gas. Mit unseren Produkten beliefern wir hauptsächlich Freudenberg-Unternehmen. Wir bieten ihnen Elastomer-Mischungen in den unterschiedlichsten Formen: in Streifen, Blöcken, Scheiben und als Pads. Durch unsere zentrale Lage sind wir imstande, die Abnehmer rasch zu beliefern. Neben der hervorragenden Qualitätsbilanz zeichnet uns vor allem ein sehr erfahrenes Team aus. Bei uns wirken Frauen und Männer als Chemiker, Materialexperten, Anlagenführer, Ingenieure und Betriebsleiter zusammen. Sie verkörpern unsere umfassenden Produkt- und Verfahrenkenntnisse.

In Shelbyville setzen wir auf die neueste Technologie. Mit unseren Mischungslinien produzieren wir über 100 Gummimischungen in einer monatlichen Gesamtmenge von 170 Tonnen. Während autonome mobile Roboter (AMR) den Materialtransport zum Mischer gewährleisten, übernehmen Walzwerke, Strainer, Extruder und die Batch-off die Nachbereitung. Durch die Optimierung von Produktionsprozessen können wir in verschiedenen Fällen auf eine Nachbehandlung verzichten und so Kosten einsparen. Zudem helfen spezielle Tools, unsere Effizienz zu verbessern und Prozessschwankungen zu reduzieren. Darüber hinaus haben wir im Zuge der SAP-Einführung unsere Daten-

modelle vereinfacht und harmonisiert. Zum Teil treiben wir die Digitalisierung mit eigenentwickelten Lösungen voran.

Seit Kurzem legen wir ein Hauptaugenmerk auf die Silikonfertigung im industriellen Maßstab. Hier sind wir mit Unterstützung unserer Werke in Tillsonburg (Kanada) und Weinheim (Deutschland) dabei, den Maßstab für den optimalen Mischprozess von Silikon zu setzen. Das eröffnet uns die Chance, im Bereich der Elektromobilität zu wachsen. Schließlich spielen Silikonmischungen in deren Batteriemangement eine bedeutende Rolle.

KEVIN TEMPLETON
arbeitet seit 2012 für
Freudenberg-NOK
Sealing Technologies.
Als Director Applica-
tion Center Compo-
nents verantwortet
er im Rohmischwerk
Shelbyville, Indiana,
den sicheren Betrieb.





In unserem Rohmischwerk in Weinheim produzieren wir Elastomer-Mischungen in einer sehr großen Vielfalt. Sie sind das Grundmaterial für alle Dichtungsprodukte. Das macht unser Werk zu einem Herzstück von Freudenberg Sealing Technologies. Wir vermischen hauptsächlich Kautschuk mit Vernetzern, Füllstoffen und der einen oder anderen Spezialität, um die gewünschten Merkmale unserer Produkte zu erzielen. Am Markt sind wir schon lange für unsere hohe und gleichbleibende Qualität bekannt. Mit der Entwicklung von Spezialmischungen verfügen wir über ein Alleinstellungsmerkmal. Unsere Materialentwicklung kreiert regelmäßig maßgeschneiderte Lösungen für unsere Kunden. In unserem Rohmischwerk haben wir die Kompetenz, diese individuellen Entwicklungen zu industrialisieren, also in die Produktion zu überführen. Als Experten und Marktführer auf dem Gebiet der Elastomer-Herstellung können wir so selbst die anspruchsvollsten Produkte abdecken.

Früher haben wir auf den klassischen Aufbau einer Mischungslinie gesetzt, bestehend aus Knetzer, Walzwerk und Batch-off. Der Trend geht nun unter anderem zu mehr Automatisierung: zum Beispiel zur Integration weiterer Prozessschritte in-line dank der Extrudertechnologie. Wir streben zugleich danach, weitere noch manuelle Prozesse zu automatisieren. Deshalb setzen wir in all unseren Standorten auf Digitalisierung. Wir vernetzen die Maschinen und nutzen die Chancen der Remote-Unterstützung. Wir wollen hin zu App-Steuerungen sowie globaler Transparenz- und Prozesskontrolle.

In Weinheim sind nach wie vor zahlreiche Mitarbeitende aus verschiedenen Nationen in unsere Produktionsprozesse eingebunden. In unserem Rohmischwerk ist nicht das eine Know-how gefragt, es ist eine Vielzahl an Qualifikationen vonnöten. Denn die Anlagen und die darin ablaufenden chemischen Prozesse sind komplex. 2021 haben wir in Weinheim rund 9.000 Tonnen Elastomer-Mischungen hergestellt. Unsere Mischungen finden sich in jedem Elastomer-Bauteil von Freudenberg Sealing Technologies. Daneben beliefern wir andere Freudenberg-Unternehmen und einige ausgewählte externe Kunden. ©



Wir streben zugleich danach, weitere noch manuelle Prozesse zu automatisieren. Deshalb setzen wir in all unseren Standorten auf Digitalisierung.“



DR. BORIS JAKOBI

ist als Senior Vice President Division Components unter anderem für alle Misch-, PTFE- und Stanzwerke bei Freudenberg Sealing Technologies verantwortlich. Der promovierte Maschinenbauer ist seit 20 Jahren im Unternehmen.



Verbindung vielfältiger Elemente

Die Entwicklung innovativer Werkstoffe für extreme Einsatzbedingungen ist ein Gemeinschaftswerk. Das Projektteam Dr. Tina Andrä und Kira Truxius verhelfen einer neuen Materialklasse zum Durchbruch und plädieren für diverse Teams in einer Inklusionskultur.

Unzählige Kombinationen kennt die organische Chemie, in der sich Kohlenstoffatome mit anderen Elementen verbinden. Jedes neue Molekül glänzt mit einzigartigen Eigenschaften, die nur durch die spezifische Konstellation entstehen. Mit Teams verhält es sich nicht anders: Wo Menschen sich entfalten dürfen und ihre Mei-

nungen und Stärken einbringen können, entsteht mehr Innovation in kürzerer Zeit. Dass die Entwicklung innovativer Werkstoffe genau darauf angewiesen ist, zeigt die Zusammenarbeit zwischen der Chemikerin Tina Andrä und der Kunststoffingenieurin Kira Truxius. Gemeinsam haben sie mit einem Projektteam die Entwicklung einer neuen Klasse an





1.000 °C

und mehr hält das Material Quantix® ULTRA aus und bleibt selbst dann steif und belastbar.



Dr. Tina Andrä

Die Chemikerin Tina Andrä arbeitet seit April als Foresight Managerin für Freudenberg Technology Innovation an Werkstoffen und Zukunftsthemen wie Wasserstoff. Zuvor war sie für Freudenberg mehr als fünf Jahre als Projektleiterin für Werkstofftechnologien tätig. Ihren Berufsweg begann Andrä 2015 als Laborleiterin bei der BASF Polyurethanes GmbH.

Kunststoffen vorangetrieben, wie es sie zuvor noch nicht gab: Auch bei Temperaturen von mehr als 1.000 Grad schmilzt das Material „Quantix® ULTRA“ nicht (siehe Kasten, S. 50). Wenn die beiden Expertinnen gemeinsam im Technikum stehen, in der neue Materialien gemischt und zu Granulat verarbeitet werden, merkt man ihnen nicht an, dass sie eigentlich für zwei verschiedene Unternehmen der Freudenberg-Gruppe arbeiten. Andrä koordiniert die Forschung an zukünftigen Werkstoffen für Freudenberg Technology Innovation, während Truxius nach neuen Thermoplast-Anwendungen für Freudenberg Sealing Technologies sucht.

Die Lebenswege der beiden Frauen weisen trotz aller Unterschiede Parallelen auf. Die Liebe zur Chemie beginnt bei Andrä in der Kindheit, als sie die Bibliothek ihres Großvaters, eines Chemielehrers, durchstöbert. Die Struktur komplexer Moleküle fasziniert sie zunächst nur, mit dem Fachunterricht in der Schule wächst dann das Verständnis. Nach dem Abitur studiert sie denn auch Chemie an der Technischen Universität Chemnitz. Auch bei Truxius ist es zunächst der Großvater, ein Ingenieur für Eisen- und Hüttenkunde, der das Interesse an der Technik weckt, der mit seiner Enkeltochter antike Geräte vom Flohmarkt repariert und sie für den Umgang mit verschiedenen Werkzeugen begeistert. Im Grundschulalter kaufte sie sich einen eigenen Flipperautomaten – damals für 150 D-Mark. Als dieser nicht mehr funktionierte, war die Neugier geweckt, ihn zu reparieren. Flipper optisch und technisch zu restaurieren ist ein Hobby, das die Ingenieurin bis heute pflegt. Dass Truxius sich schließlich für ein Studium der Kunststofftechnik an der Hochschule Darmstadt entscheidet, liegt an einem zuvor ge-



Gemeinschaftswerk: Die Chemikerin und die Kunststoffingenieurin haben jeweils ihre Expertise genutzt, um den Hochleistungskunststoff Quantix® ULTRA zu entwickeln.

machten Umweg: Sie beginnt zunächst eine Ausbildung als Zahntechnikerin. Sie schätzt die Arbeit mit unterschiedlichsten formbaren Materialien – vor allem Thermoplasten, will aber mehr lernen.

Theorie und Praxis verknüpfen

Beide Expertinnen entscheiden sich früh dafür, Studium und Praxis zu verknüpfen. Andrä erarbeitet ihre Diplomarbeit in einem anwendungsorientierten Forschungsprojekt der BASF. Truxius hingegen steigt bei Celanese (ehemaliger Hoechst-Konzern) als Werkstudentin ein und verfasst dort auch ihre Bachelor- und Masterarbeit. Schon damals findet sie die Werkstoffentwicklung als Schnittmenge zwischen Chemie und Maschinenbau besonders spannend. Während Truxius nach dem Studium direkt bei Freudenberg einsteigt, promoviert Andrä

zunächst und wechselt kurz darauf als Laborleiterin zu BASF Polyurethanes Lemförde. Aus privaten Gründen sucht sie aber schon bald eine Stelle in Süddeutschland und beginnt 2016, ein Jahr nach Truxius, bei Freudenberg.

Im Jahr 2019 legte die Freudenberg-Gruppe dann ein strategisches Programm neu auf, in dem sechs Tochterunternehmen gemeinsam nach neuen Werkstoffen für extreme Einsatzbedingungen suchen sollen. Andrä übernimmt die Gesamtkoordination, das entspricht ihrem nüchtern-analytischen Wesen. Eines der Suchfelder des Programms umfasst hochtemperaturfeste Kunststoffe für die Elektromobilität. Truxius leitet und koordiniert das Programm aufseiten von Freudenberg Sealing Technologies. „Wir waren alle gleichberechtigt, egal ob



Kira Truxius

Die Diplomingenieurin Kira Truxius ist seit 2015 als Materialexpertin für Thermoplaste für Freudenberg Sealing Technologies tätig. Zuvor absolvierte sie ihren Master in Kunststofftechnik an der Darmstadt University of Applied Sciences. Ehrenamtlich engagiert sich Truxius unter anderem im moveMINT-Programm der Hochschule Mannheim.



Dadurch, dass wir die Erfahrung und das Wissen von allen zusammenbringen konnten, haben wir schnell Fortschritte gemacht.“

Kira Truxius, Materialexpertin Thermoplaste

im Technikum, der Materialprüfung oder im Labor, auch die erfahrenen Mitarbeitenden, die tagein, tagaus an der Maschine stehen“, erinnert sich Truxius. „Dadurch, dass wir die Erfahrung und das Wissen von allen zusammenbringen konnten, haben wir schnell Fortschritte gemacht.“

Wertschätzung macht den Unterschied

Und dennoch, es ist nicht nur das messbare Wissen, das zum Erfolg beiträgt. Die beiden Expertinnen sind sich von Anfang an sympathisch und schätzen ihre Arbeit gegenseitig. So sagt Truxius über Andrä: „Sie hat einerseits einen sehr wertschätzenden Umgang mit allen Teammitgliedern, verliert andererseits aber nie den Überblick und weiß, was zu tun ist.“ Im Gegenzug schätzt Andrä an ihrer Kollegin das Fachwissen, aber auch die Begeisterungsfähigkeit und die Hartnäckigkeit: „Kira sorgt dafür, dass nichts verloren geht.“ Auf die neue Werkstoffgruppe „Quantix® ULTRA“ schauen Andrä und Truxius voller Stolz. Ohne das große Projektteam und die gegenseitige Unterstützung wäre es nie entstanden, versichern beide.

Dass sie als Frauen in technisch-naturwissenschaftlichen Positionen im Jahr 2022 noch immer in der Minderheit sind, beschäftigt sowohl Andrä als auch Truxius. „Es geht aber nicht nur um Diversität der Geschlechter“, sagt Truxius, die schon während ihres Studiums fast ausschließlich auf männliche Kommilitonen und Professoren traf. „Wir müssen insgesamt noch bunter werden.“ Das Engagement Einzelner kann dabei einen Unterschied machen. So setzt sich Truxius für „Diversity & Inclusion“ bei

Freudenberg ein und eröffnet Einblicke in die Lebenswelt von Menschen der LGBTQIA+-Community, Regenbogenfamilien und MINT-Frauen. Die Unterzeichnung der Charta der Vielfalt, an der Truxius mitgewirkt hat, verpflichtet Freudenberg unter anderem dazu, die Vielfalt innerhalb und außerhalb der Organisation anzuerkennen, die darin liegenden Potenziale wertzuschätzen und für das Unternehmen gewinnbringend einzusetzen. Vielfalt ist eben Trumpf, nicht nur in der organischen Chemie. Darüber hinaus engagiert sich Truxius beim moveMINT-Programm der Hochschule Mannheim für Freudenberg, um MINT-Studentinnen den Einstieg in das Berufsleben zu erleichtern. Zukünftig möchte sie schon bei Kindern die Begeisterung für MINT-Berufe wecken. ©



Eine neue Klasse

Mit „Quantix® ULTRA“ stellt Freudenberg Sealing Technologies eine neue Klasse an Kunststoffmaterialien vor, die auch bei sehr hohen Temperaturen weder schmelzen noch entflammen. Normalerweise zeigen teilkristalline Thermoplaste während des Erhitzens zunächst eine geringe Abnahme der Steifigkeit. Wird eine bestimmte Temperatur überschritten – von Experten „Glasübergangstemperatur“ genannt –, erweicht der Kunststoff allmählich; er weist dann eine deutlich geringere Steifigkeit auf. Steigt die Temperatur weiter, erreicht das Material irgendwann den Schmelzpunkt. Auch Quantix® ULTRA weist eine allerdings deutlich höhere Glasübergangstemperatur auf, ab der die Steifigkeit abnimmt. Anstatt mit zunehmender Temperatur immer plastischer zu werden und schließlich zu schmelzen, verhält sich das Material nun allerdings so elastisch wie ein Elastomer. In einem Labortest überstand eine Materialprobe mit einer Dicke von weniger als einem Millimeter sogar eine für zehn Minuten aufgebrachte Flamme mit einer Temperatur von 1.200 Grad Celsius.



JETZT ERZÄHLE ICH

Polytetrafluorethylen

„Ich bin hier.“

Während viele Menschen von meinen Vorzügen profitieren, ist ihnen mein Name fremd. Aber das ist okay. Ich Sorge derweil weiter dafür, dass Speisen nicht an Bratpfannen haften bleiben. Und ich ermögliche es Joggern, Radfahrern oder Wanderern, wasser- sowie winddichte, aber atmungsaktive Funktionskleidung zu tragen. Ich bin PTFE, ein Hochleistungswerkstoff. Diejenigen, die sich mit mir befassen, loben meine Vielseitigkeit. Das schmeichelt mir. Die oben genannten Beispiele deuten meine Qualitäten jedenfalls bereits an.

Dabei war meine Entdeckung purer Zufall. 1938 suchte der US-amerikanische Chemiker Dr. Roy J. Plunkett nach einem Kältemittel für Kühlschränke und experimentierte mit Tetrafluorethylen. Anstelle des gewünschten Kältemittels fand er einen wachsartigen Feststoff: mich.

Einige meiner Eigenschaften? Ich bin elektrisch isolierend, habe eine geringe Oberflächenhaftung, bin resistent gegenüber Korrosion, unbrennbar und enorm hitzebeständig. Werde ich erwärmt, dann schmelze ich nicht dahin, sondern werde gummiartig weich. Laugen, Öle, Alkohole, organische und mineralische Säuren können mir nichts anhaben.

Was sich damit anfangen lässt, das wurde rasch verstanden. Im Maschinen- und Fahrzeugbau stecke ich in Dichtungen und Lagern, im Bauwesen in Auf- und Gleitlagern zum Verschieben von Bauwerken. In der Elektrotechnik bin ich in Isolierungen, in der chemischen Industrie in Ventilen, Pumpen und vielem mehr. Sogar auf einem anderen Planeten gibt es mich bereits: Komponenten der Mars-Rover Spirit und Opportunity sind dank mir langlebiger. ©



Innovation auf den zweiten Blick

Ein neuer Werkstoff wird entdeckt. Aber erkennt man auch direkt sein Potenzial? Das dauert manchmal etwas länger...

Zelluloid

Ein neuer Stoff ...

In den 1860er Jahren war der Chemiker John Hyatt auf der Suche nach einem neuen Material für Billardkugeln. Diese wurden bis dahin meist aus Elfenbein gefertigt, was sie zu einem extremen Luxusartikel machte. Hyatt stieß bei seiner Suche auf die Verbindung aus Nitrozellulose und Kampfer, die einige Jahre zuvor entdeckt worden war. Er verfeinerte die Herstellung und machte das Material massentauglich. Der neue Kunststoff erwies sich als äußerst vielseitig: von Brillengestellen über Kämmen bis hin zu Spielzeug. Leider war der Werkstoff leicht entflammbar, sodass er ab 1950 mehr und mehr durch andere Materialien ersetzt wurde.

... Stoff für Neues

Rund 30 Jahre später entwickelte der Amerikaner Hannibal Goodwin den Werkstoff weiter – zu einem flexiblen, elastischen und durchsichtigen Material. Dieser Zelluloidfilm ersetzte in der Fotografie die Glasplatten als Trägermaterial. Plötzlich konnten handliche Rollfilme hergestellt werden: der Grundstein für die moderne Fotografie, aber vor allem auch für den Film! Mit Glasplatten wären keine Bewegtbilder möglich gewesen (man denke an Dias), der Rollfilm jedoch erweckte Träume auf der Leinwand zum Leben.



Carbon

Ein neuer Stoff ...

Die Entdeckung einer ganzen Werkstoffgruppe gelang in den 1870er Jahren im Zuge einer anderen bahnbrechenden Neuerung: der Glühlampe. Auf der Suche nach dem perfekten Material für den Glühdraht experimentierte Thomas Edison mit verschiedenen Werkstoffen. Er suchte nach einer Faser, die biegsam, robust und elektrisch leitfähig war. Schließlich fand er einen japanischen Bambus, dessen Fasern genau diese Eigenschaften hatten, wenn man sie durch Erhitzen verkohlte („Karbonisierung“). Er machte die Glühlampe damit wettbewerbsfähig. Nebenbei hatte er auch noch die erste Carbonfaser erfunden.

... Stoff für Neues

Zwar werden heute andere Ausgangsstoffe für die Karbonisierung verwendet, die Herstellungsweise basiert aber weiterhin auf der Entdeckung von Edison: Durch extreme Hitze werden alle Elemente bis auf den Kohlenstoff vom Ausgangsmaterial abgestoßen. Es entstehen Fasern, die zugfester und leichter sind als Stahl. Carbon wird überall dort eingesetzt, wo ein leichtes, aber widerstandsfähiges Material benötigt wird. Beispielsweise für Autos, Prothesen oder Flugzeuge – der Airbus A350 besteht zur Hälfte aus Carbonfasern. Während Edisons Glühlampe sukzessive durch LED verdrängt wird, ist der Siegeszug seiner Nebenbei-Entdeckung Carbon ungebrochen.



Polyvinylchlorid

Ein neuer Stoff ...

Henri Victor Regnault war 1838 nicht bewusst, was er da geschaffen hatte, als er seinen neu entdeckten Stoff Vinylchlorid dem Sonnenlicht aussetzte und sich daraus ein weißes Pulver bildete – Polyvinylchlorid oder kurz PVC. Eine Produktidee gab es zunächst nicht. Erst die Rohstoffknappheit nach dem Ersten Weltkrieg machte den neuen Werkstoff erfolgreich. Zu diesem Zeitpunkt ließ sich PVC auch industriell herstellen. Zunächst wurden Folien, Rohre und andere Baustoffe aus dem neuen Material gefertigt, ab 1945 war er der meistproduzierte Kunststoff der Welt.

... Stoff für Neues

Die vielleicht revolutionärsten Auswirkungen hatte der neue Werkstoff aber in einem anderen Bereich – in der Musik. Bis in die 1940er Jahre waren Schallplatten aus Schellack weit verbreitet. Diese eigneten sich jedoch nicht für den Versand: zu schwer und leicht zerbrechlich. Auf der Suche nach Alternativen fand man ... PVC! Die Platten aus dem neuen Kunststoff waren leichter und nahezu bruchstabil. Außerdem ermöglichten sie schmalere Rillen zur Wiedergabe der Musik. Das verbesserte nicht nur die Tonqualität, sondern verlängerte auch die Spielzeit enorm: von neun auf 45 Minuten. Ergebnis: Die erste Langspielschallplatte – und bis weit ins Zeitalter der CD hinein die unausgesprochene Regel, dass ein Album etwa 45 Minuten Spielzeit hat. ©



E-Werk

Mehr Reichweite, schnelleres Laden: Das Elektroauto wird alltagstauglich. Dazu tragen Bauteile aus innovativen Werkstoffen bei, deren Entwicklung Freudenberg Sealing Technologies in den letzten Jahren forciert hat.

1

Wärmeleitende Ladebuchse

Wenn mit hoher Stromstärke in kurzer Zeit viele Elektronen in die Batterie gepumpt werden, freut das den wartenden Fahrer. Aus Sicherheitsgründen wird der Ladestrom direkt am Stecker mit einem Temperatursensor überwacht. Damit die Messung fehlerfrei funktioniert, darf die Buchse nur Wärme, nicht aber Strom transportieren. Freudenberg Sealing Technologies hat dafür eine Werkstofflösung auf Silikonbasis entwickelt. Der Sensor wie die Aufnahmepins für den Stecker werden mit diesem Material umspritzt. Im gleichen Werkzeug wird auch die tragende Steckerplatte aus einem handelsüblichen Thermoplast hergestellt, sodass ein einziges montagefähiges Bauteil entsteht.

2

Elektromagnetisch abgeschirmte Batteriegehäusedeckel

Mehr Kilowattstunden pro Kilogramm: Eingespartes Gewicht führt dazu, dass die Reichweite eines Elektroautos steigt, ohne dass die Batterie größer und teurer wird. Ein Beitrag zum Leichtbau kann darin bestehen, den Deckel des Batteriegehäuses aus Kunststoff statt aus Metall zu fertigen. Um Störungen an der Elektronik des Fahrzeugs auszuschließen, muss der Kunststoff jedoch elektromagnetische Wellen abschirmen. Möglich ist das durch eine von Freudenberg Sealing Technologies entwickelte Beschichtungstechnik. Dafür wird das Kunststoffbauteil mit einer wässrigen Lösung beschichtet, die elektrisch leitfähige Füllstoffe enthält.

4

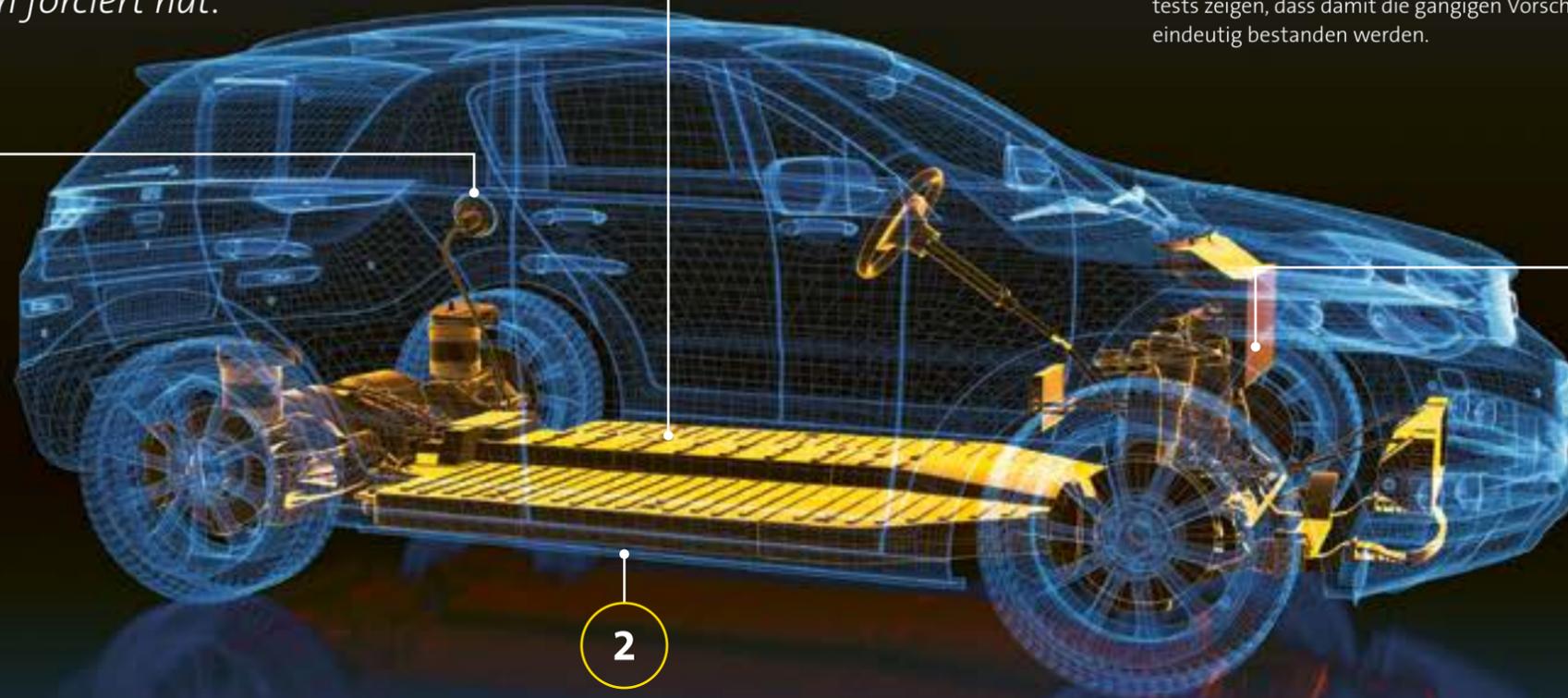
Feuerfeste Zellverpackung

Elektroautos brennen nach Aussagen des Gesamtverbandes der Versicherungswirtschaft nicht häufiger als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Allerdings besteht bei Überhitzung eines Lithium-Ionen-Akkus die Gefahr eines „Thermal Runaways“, bei dem eine Batteriezelle nach der anderen Feuer fängt. Eine Art Brandschutztür hat Freudenberg Sealing Technologies auf Basis eines Materials entwickelt, das ursprünglich aus der Luftfahrt stammt. Der Schutzschild besteht aus einem extrudierten Profil, das von oben auf jeweils drei Batteriezellen aufgebracht wird. Flammtests zeigen, dass damit die gängigen Vorschriften für den Brandschutz eindeutig bestanden werden.

3

Elektrisch leitfähige Dichtungen für E-Antriebe

Bis zu 20.000 Mal pro Sekunde schalten die Leistungshalbleiter, die den Strom zum Elektromotor leiten. Bei jedem dieser Schaltvorgänge entstehen winzige Spannungsschwankungen, deren Frequenz sich auf die Rotorwelle übertragen kann. Das kann zwei unerwünschte Nebenwirkungen haben: Einerseits wirkt die Welle wie eine Antenne und sendet störende elektromechanische Strahlung aus, andererseits kann sich das entstehende elektrische Potenzial entladen und dadurch zu Elektrokorrosion, insbesondere in den Wellenlagern, führen. Mit einer neuen Generation elektrisch leitfähiger Dichtungen schaltet Freudenberg Sealing Technologies beide Effekte aus.





Nicht nur sicher, sondern rein



Reine Oberflächen sind essenziell, wenn es um die Produktion von Medikamenten geht. Denn Verunreinigungen entstehen schon im mikroskopischen Bereich und sind nicht immer sofort zu erkennen. Wie die Branche mit Regularien und den richtigen Werkstoffen für Sicherheit sorgt.

Als Anfang der 1960er Jahre weltweit Babys mit Fehlbildungen geboren wurden, suchten Ärzte und Pharmazeuten feberhaft nach dem Grund. Doch es dauerte mehrere Jahre, bis die Experten auf die Verbindung zwischen den Fehlbildungen und dem Beruhigungsmittel Contergan kamen: Der neue Wirkstoff war vor Markteinführung nicht ausreichend auf Nebenwirkungen hin getestet worden. In der Folge forderten Mediziner klarere und schärfere Vorschriften, und 1968 schließlich verpflichtete die Weltgesundheitsorganisation WHO die Hersteller auf Richtlinien zur „Good Manufacturing Practice“, oder kurz: GMP.

Dabei geht es nicht nur um Nebenwirkungen. Es geht auch darum, in jedem Produktionsschritt zu gewährleisten, dass das Produkt rein bleibt. Kontamination soll verhindert werden. Diese GMP-Richtlinien sind bis heute Standard; sie werden von der WHO regelmäßig geprüft, überarbeitet und dienen weltweit als Grundlage für Arzneimittelgesetze der jeweiligen Länder. Das Regelwerk der Weltgesundheitsorganisation deckt den gesamten Lebenszyklus des Medikaments ab: vom Qualitätsmanagement in der Produktion über Transport und Lagerung bis hin zur Einnahme beim Patienten. Denn jeder einzelne Schritt birgt das Risiko, das Arzneimittel zu verunreinigen.

Kontamination kann zu jedem Zeitpunkt stattfinden

Das alles war damals neu. Eine stetige Überwachung von Arzneimitteln über die eigentliche Produktion hinaus hatte es vorher so nicht gegeben. Immer deutlicher wurde aber in der Folge klar: Kontamination, also kleinste Partikel, die an irgendeinem Punkt der Kette in das Produkt gelangen, kann zu jedem Zeitpunkt stattfinden.

Eine der offensichtlichsten Lösungen, die sich an dieser Stelle anbieten, besteht darin, Oberflächen und Maschinen intensiv zu reinigen. Das aber wiederum bedeutet: Das Material ist entscheidend. Wenn Oberflächen mit teilweise aggressiven Chemikalien behandelt werden, müssen sie das aushalten. Noch besser ist es, wenn ihre Oberfläche bereits so beschaffen ist, dass sie sich leichter reinigen lässt. Seit Jahrzehnten gilt also



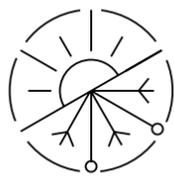
Edelstahl 1.4301

Dieser Werkstoff war der erste nichtrostende Stahl, der bis heute kommerziell erhältlich ist. Er ist von 600 Grad Celsius bis beinahe zum absoluten Nullpunkt einsetzbar. Der Stahl ist gegen Speisesäuren, schwache organische und anorganische Säuren, Wasser und hohe Luftfeuchtigkeit beständig. Er wird eingesetzt, wo Oberflächen hygienisch rein sein müssen, wie in der Pharmazie oder in der Gastronomie.



Edelstahl mit der Werkstoffnummer 1.4301 hat gleichbleibende Eigenschaften zwischen

600 °C



und **-273 °C**

für die Pharmaindustrie: Nicht nur die Inhaltsstoffe sind entscheidend – sondern auch die richtigen Werkstoffe. Und zwar die Werkstoffe all jener Maschinen und Oberflächen, die im Prozess eine Rolle spielen.

Edelstahl, Glas und Kunststoff

Schnell setzten sich hier Materialien wie Edelstahl und Glas durch. Also Werkstoffe, die widerstandsfähig und robust zugleich sind. Konkret: Edelstahl mit der Werkstoffnummer 1.4301. Diese Stahlsorte kommt in der Pharmazie sogar schon seit den 1920er Jahren zum Einsatz, denn sie hat weitere Vorteile: Sie rostet nicht und kann einem sehr breiten Temperaturspektrum standhalten – von minus 273 Grad Celsius bis 600 Grad Celsius. Mit diesen Eigenschaften ist Edelstahl ein idealer Werkstoff für Oberflächen in pharmazeutischen Anlagen und Maschinenkomponenten.

Aber nicht alles ließ und lässt sich aus Edelstahl herstellen. Schon vor dem aktuellen Zeitalter des Kunststoffs verfügten medizinische Geräte über einzelne Komponenten aus Kunststoff, insbesondere Knöpfe und Schalter. Heute haben sich Kunststoffe auf breiter Front auch als Werkstoffe durchgesetzt. Umso wichtiger, auch hier auf Details wie Chemikalienbeständigkeit zu achten (siehe Seite 59). Einige Konstrukteure in der Pharmaindustrie setzen zunehmend auf antibakterielle Werkstoffe, die einen Anteil an Silberionen enthalten. Dieses spezielle Additiv zerstört die Zellwände der Mikroorganismen und tötet sie dadurch ab. Das erspart zwar nicht, die Oberflächen regelmäßig zu reinigen, aber es minimiert die Kontaminationsgefahr zwischen den Reinigungsintervallen.

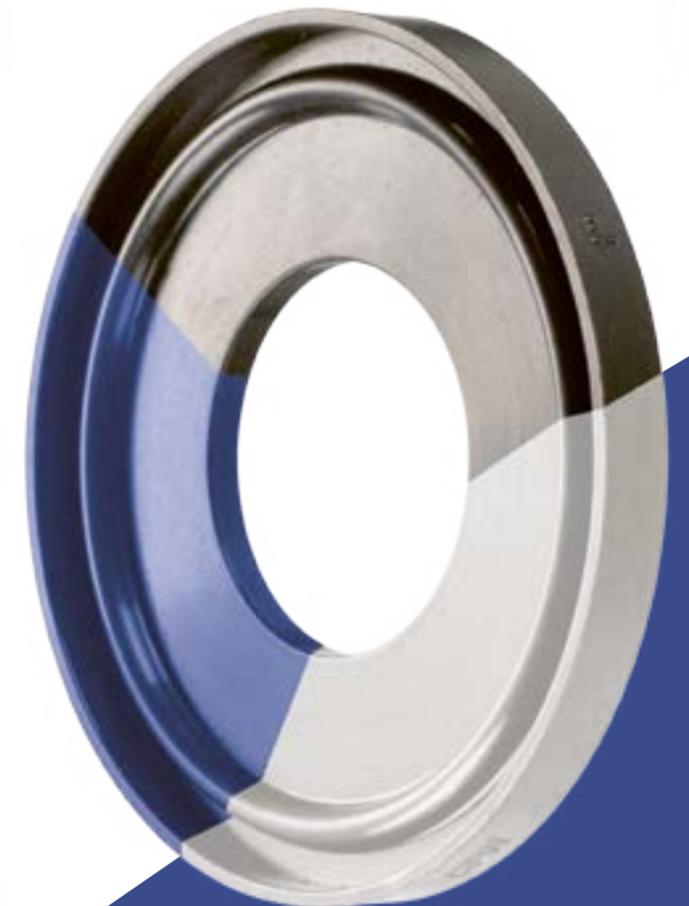
Entscheidend an den GMP-Richtlinien ist, dass sie insbesondere die Hersteller in die Pflicht nehmen: Diese müssen, bevor sie ein Medikament einführen, einen mehrstufigen Zulassungsprozess definieren und das Produkt auch nach Verkaufsstart weiterhin genau überwachen. Fast alle Unternehmen haben heutzutage deswegen eine eigene Qualitätssicherungsabteilung. Die dort beschäftigten Mitarbeiter überprüfen ständig die Reinheit von Medikament, Fertigungsanlage und Verpackung. Die Formel lautet also: Stringente Richtlinien, ergänzt um die richtigen Werkstoffe, ergeben einen sicheren Qualitätsstandard. Denn am Ende ist für die heilende Kraft eines Medikaments nicht nur entscheidend, ob es hilft oder welche Nebenwirkungen es hat – sondern auch, in welchem Umfeld es hergestellt wurde. ©



„Je weniger drin ist, desto weniger kann raus“

Ein Werkstoff, der speziell für die Anforderungen der Lebensmittelindustrie entwickelt wurde, entpuppt sich als hervorragend für die Pharmabranche. Umgekehrt sind manchmal vermeintlich einleuchtende Ideen gar nicht sinnvoll. Experte Mike Minow erklärt, welche Werkstoffe für die Medizinproduktion punkten.

Weiß ist die Kleidungsfarbe vieler medizinischer Berufe, unter anderem weil man Verunreinigungen darauf leichter erkennt. Aber als Mike Minow, Global Key Account Manager bei Freudenberg Process Seals, den Pharmaproduzenten einen weißen Werkstoff anbietet, erlebt er eine Überraschung: Die wenigsten wollen ihn. Dabei war der Entwicklung einiges an Ingenieurleistung vorausgegangen. „Wir haben den Ruß im schwarzen EPDM durch Silikate ersetzt, um die weiße Färbung zu erzielen“, sagt Minow. Tatsächlich erwies sich die Farbe als hinderlich. Denn wenn die Pharmaindustrie schwarzen Kunststoff einsetzt, „können die Hersteller mögliche Ablösungen von Partikeln im Produkt schneller sehen“, sagt Minow. Und notfalls die ganze Charge entsorgen. Für Pharmazeuten ist es wirtschaftlicher, ein verunreinigtes Produkt zu entsorgen, als unwissentlich Schmutzpartikel im Medikament zu haben.





200°C

Fluorene® XP ist sehr temperaturbeständig und kann bei Temperaturen bis zu 200 Grad Celsius eingesetzt werden.

Teures Endprodukt

Damit zeigt die Pharmaindustrie sowohl auffallende Parallelen als auch Unterschiede zu einer anderen Branche: der Lebensmittelindustrie. Für beide Branchen ist Hygiene im Prozess zentral. Selbst kleinste Verunreinigungen sind problematisch: „Im pharmazeutischen Bereich wird sehr viel in die Entwicklung eines Produkts investiert“, sagt Minow: „Das macht die Endprodukte um ein Vielfaches teurer als jene der Lebensmittelindustrie.“ Freudenberg Sealing Technologies hat sehr viel Erfahrung mit den spezialisierten Produkten im Bereich Food & Beverage. Und stellt seit geraumer Zeit fest: Vieles davon lässt sich hervorragend auf Pharma übertragen – manches passt sogar besonders gut. Aufgrund der Preisstruktur ist die Pharmabranche überwiegend bereit, in innovative Produkte zu investieren.

„Wenn eine Charge des an sich schon teuren Endprodukts vernichtet werden muss, reden wir schnell von einer halben Million Euro Verlust“, sagt Minow. Deshalb ist der Einsatz der richtigen Werkstoffe hier besonders wichtig: Dichtun-

gen in hygienisch reinen Anlagen müssen hohe Temperaturen aushalten und beständig gegen aggressive Reinigungsmittel sein.

Ein ganz neuer Werkstoff

Einer dieser Werkstoffe ist Fluorene® XP. „Den haben wir eigentlich für den Lebensmittelbereich entworfen und dann festgestellt: Das funktioniert auch für die Pharmazie“, erklärt Minow. Der blaue Werkstoff habe einen besonderen Stellenwert im Portfolio von Freudenberg Sealing Technologies: „Damit haben wir ein Material geschaffen, das so auf dem Markt nicht existierte“, sagt Minow. Ausgangspunkt war eine Frage, die zunächst auf die Lebensmittelindustrie zugeschnitten schien: Man habe nach einem Material gesucht, bei dem ein Transfer von Aromen ausgeschlossen ist: „Wir waren uns sicher, da müsste es ein Grundbedürfnis geben.“

Dann stellte sich heraus: Das Bedürfnis war größer als gedacht – es betraf sogar andere Branchen, wie beispielsweise die Pharmaindustrie. Fluorene® XP ist noch temperaturbeständiger als ein

Ethylen-Propylen-Dien-(Monomer)-Kautschuk, kurz EPDM. Deshalb kann Fluorene® XP bei Temperaturen bis zu 200 Grad Celsius eingesetzt werden. Ein Material, das kaum mit anderen Stoffen reagiert und gleichzeitig hohe Temperaturen aushält, habe es so vorher noch nicht gegeben: „Für manche Einsatzgebiete ist es damit etwas überkonstruiert.“ Für viele Anwendungen in der Pharmaindustrie aber ist es genau richtig.

Möglichst wenig drin

„Der EPDM 291 wird bei uns eindeutig am meisten verkauft“, sagt Minow. Der Werkstoff sei ideal für den Einsatz in hygienisch reinen Anlagen: Er ist chemisch beständig – und besonders steril. Da Sterilität in der Branche so wichtig ist, experimentieren einige Hersteller und Pharmaproduzenten mit antibakteriellen Kunststoffen – auch Minow und sein Team haben darüber nachgedacht. Allerdings hat die naheliegende Idee einen entscheidenden Haken: „Man würde einem bewährten Material etwas hinzufügen“, gibt Minow zu bedenken: „Und es ist nie klar, welche Auswirkungen das hat.“ Kurz gesagt: Die hoch-

sensible Pharmabranche will keine unnötigen Risiken eingehen, wenn sie stattdessen auf einen Werkstoff setzen kann, der nachweislich ideal funktioniert.

Viel sinnvoller ist, die Anlagen von vorneherein so zu konstruieren, dass keine Toträume entstehen, in denen sich Schmutz ansammeln kann: „Besser auf hygienisches Design setzen als auf zusätzliche Chemie, die korrigieren muss, was nicht perfekt konstruiert wurde“, sagt Minow. Ziel müsse sein, den Eintrag in die Anlage möglichst gering zu halten. Für die eingesetzten Werkstoffe heißt das laut Minow: „Je weniger drin ist, desto weniger kann rauskommen.“

Problemlöser und Vermittler

Wenn es aber um Anlagendesign geht, kann Freudenberg Sealing Technologies eine Vermittlerrolle zwischen Maschinenbauern und Pharmaherstellern einnehmen: „Beide Seiten sprechen nicht immer dieselbe Sprache“, sagt Minow. Es könne sein, dass die zündende Idee eines Ingenieurs bei den Pharmazeuten ein Problem verursacht, das dieser gar nicht bedacht hat. „Wir können solche Probleme

aber oft lösen“, sagt Minow: „Weil wir aus der Sicht des Werkstoffs denken – in beide Richtungen.“ So ist beiden Seiten geholfen: Der Maschinenbauer entwirft ein besseres Produkt, der Pharmahersteller kann sicher produzieren.

„Wir haben langjährige Erfahrung mit Werkstoffen“, betont Minow. Zwar haben qualitativ hochwertige Produkte ihren Preis – dafür aber seien sie auch bis zum Hersteller zurückzufolgen: „Das ist besonders für kleinere Unternehmen wichtig.“ Und dafür seien sie auch bereit, etwas mehr Geld auszugeben. Denn bei Fehlern in der Produktion gehe es bei kleineren Zulieferern schnell um die Existenz: „Die Branche braucht hochreine Werkstoffe, Rückverfolgbarkeit und Beratung.“ Freudenberg Sealing Technologies werde da weiterhin Ideen entwickeln, auch wenn sie vielleicht zunächst nicht so gut am Markt ankommen – wie der weiße Kunststoff. Der übrigens mitnichten ein Fehlschlag sei, unterstreicht Minow: Für einige Pharmahersteller und deren spezielle Prozesse war er nämlich genau die richtige Lösung. ©



Einblick in die Pharmabranche: Mike Minow, Global Key Account Manager bei Freudenberg Process Seals.

September 2022

Sturmfest auf hoher See

Im Meer errichtete Windkraftanlagen müssen selbst Orkanen trotzen. Dichtungslösungen von Freudenberg Sealing Technologies tragen dazu bei. In Nord- und Ostsee werden die Anlagen oft mit Monopiles im Meeresboden verankert. Der Turm der Anlage wird dann meist von einem Verbindungsstück

(Flansch) getragen. Dutzende Schraubenbolzen, mit denen der Flansch befestigt wird, sind nach der Turmmontage unzugänglich. In über 800 Offshore-Windanlagen schützen Freudenberg-Dichtungen die Verschraubungen vor Korrosion.

Freudenberg stellt auch die wichtige Ringdichtung am oberen Ende des Pfeilers her. In doppelter Ausführung verhindert diese, dass kleinere Transport- oder Montagegeschäden deren Funktion beeinträchtigen. Die Ringdichtung wird meist kundenspezifisch produziert, ist aber auch als etabliertes Standardprodukt verfügbar. Daneben schließen mit Luftkammern durchzogene Ringdichtungen den Spalt zwischen Pfeiler und Verbindungsstück ab. Wird der Spalt mit Zement aufgefüllt, hält eine Ringdichtung den sich aushärtenden Zement in Position. In den Monopiles schützt eine Freudenberg-Spezialdichtung dort angebrachte Wartungsplattformen vor eindringenden biologischen Gasen.

Die Lebensdauererwartung an die Bauteile seegestützter Windkraftanlagen liegt heute bei bis zu 35 Jahren. Prüfstandtests können eine so lange Betriebsdauer nicht absichern. Freudenberg extrapoliert die Ergebnisse sechswöchiger intensiver Belastungstests mit einem adaptierten Arrhenius-Algorithmus. Dabei werden chemische und physikalische Effekte mit dem strukturmechanischen Verhalten des Werkstoffs gekoppelt. ©



April 2022

Global einsetzbar

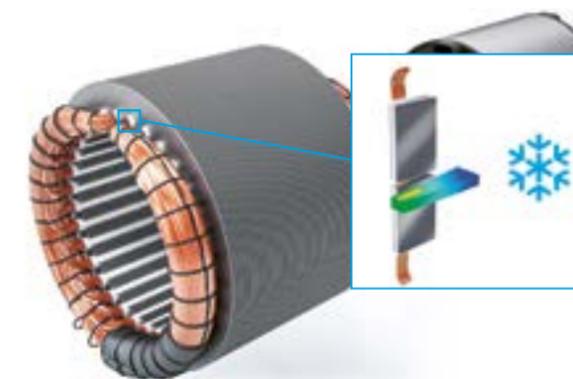
Freudenberg Sealing Technologies erweitert das Werkstoffportfolio für den weltweiten Einsatz in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie um weitere technische Kunststoffe. Dazu zählen die beiden Hochleistungs-PTFE-Werkstoffe Y002 und Y005. Sie besitzen alle globalen lebensmittelspezifischen Freigaben und halten starken Temperaturschwankungen sowie aggressiven Medien sicher stand. Die beiden Werkstoffe zeichnen eine sehr hohe Reinheit, ein großer Temperatureinsatzbe-



reich und eine hohe Beständigkeit gegen nahezu alle Medien aus. Zwei Beispiele für das große Portfolio an Freudenberg-Werkstoffen, die die weltweit geltenden Konformitätsanforderungen in der Prozessindustrie erfüllen. ©

April 2022

Richtig temperierte E-Motoren



Freudenberg Sealing Technologies hat für die E-Mobilität wichtige TCEI-Materialien (Thermally Conductive, Electrically Insulating) weiterentwickelt. Sie verfügen über hervorragende mechanische Eigenschaften und sind temperaturbeständig. Im Vergleich zu anderen thermoplastischen Werkstoffen weisen sie eine zuverlässigere Wärmeleitfähigkeit und verbesserte elektrisch isolierende Eigenschaften auf. So verfügt etwa Quantix® 90-5 dank geeigneter Füllstoffe über eine hohe Wärmeleitfähigkeit von 0,6 W/mK through-plane und 4 W/mK in-plane. Zugleich verfügt der Werkstoff über hohe elektrisch isolierende Eigenschaften (Volumenwiderstand von $2 \times 10^{14} \Omega\text{-cm}$).

Wichtige Vorteile für Hersteller von E-Fahrzeugen, denn sie können so die Leistung ihrer E-Motoren durch ein besseres Wärmemanagement optimieren. In E-Motoren unerwünschter Wärmestau und überhöhte Temperaturen bleiben aus, während niedrigere Innentemperaturen im E-Motor zu einer höheren Leistungsdichte des Motors beitragen und vereinfachte Kühlkonzepte sowie eine längere Lebensdauer ermöglichen. ©

Juni 2022

Grüne Dichtungs-kompetenz

Aufgrund der ehrgeizigen Emissionsziele der Industrie wird durch Elektrolyse erzeugter grüner Wasserstoff sehr stark zunehmen. Freudenberg Sealing Technologies nutzt die Kompetenz bei Brennstoffzellen-Dichtungen, um fortschrittliche Dichtungen für Elektrolyseure zu entwickeln. Mit der Integration der Dichtwerkstoffe in Elektrolyseur-Stapelplatten bietet das Unternehmen zuverlässige, montagefreundliche Plattenmodule, um die Dichtungsleistung in aggressiven Elektrolyseur-Umgebungen zu optimieren.



1 Gigawatt

Leistung aus grünem Wasserstoff steht aktuell weltweit zur Verfügung

Freudenberg setzt bei den Dichtungen auf eine Vielzahl firmeneigener Werkstoffe auf Kautschukbasis wie EPDM und FKM. Dank erstklassiger Werkstoffprüf- und Analyselabore können die Experten Werkstoffrezepte entwickeln und testen, die auf die individuellen Anforderungen der Kundenanwendungen zugeschnitten sind. Zudem lassen sich Dichtungs- und Bindestoffe für eine optimale Leistung in verschiedenen Elektrolyseur-Systemen anpassen. Eine schlanke Fertigung erlaubt zudem, Produktionsprozesse schnell zu verändern und an den Bedürfnissen neuer Märkte und Produkte auszurichten. ©



Mehr News online unter:
<https://on.fst.com/3t5BTco>





Raus aus dem Ofen

Einige Werkstoffe erhalten ihren notwendigen letzten Schliff, indem sie im Ofen unter hohen Temperaturen nachhärten. Das kostet Energie – und müsste vielleicht gar nicht sein. Warum es innovativ sein kann, darauf zu verzichten, erklärt Materialexperte Joe Walker.

Manchmal entsteht Innovation durch Zufall. Im Jahr 2001 sollten Joe Walker, Global Technology Director Materials and Laboratories bei Freudenberg Sealing Technologies, und sein Team eine statische Kunststoffdichtung für einen Kunden entwickeln. Die Konkurrenz setzte auf ein Material, das nachheizen musste – aber sich im Ofen unter der Hitze verformte. „Eine sehr unerwünschte Eigenschaft“, kommentiert Walker. Also experimentierten sie. Und entwickelten erstmals ein Produkt, das auch ohne anschließende Zeit im Ofen auskam. Am Ende stand eine Lösung, die gleichzeitig alle wichtigen Funktionen erfüllt, langlebig ist und nachhaltig obendrein.

Nachhärten für saubere Werkstoffe

Hierzu muss man wissen: Einer der üblichen Nachbearbeitungsschritte für einige Werkstoffe aus Kunststoff und Gummi lautet: ab in den Ofen. Denn unter Hitze ändern die Materialien ihre Eigenschaften. Dabei sind die Begriffe nachheizen oder nachhärten etwas ungenau, erklärt Walker, der für Freudenberg Sealing Technologies die Werkstoffe und Labore in den USA verantwortet: „Beim Aushärten denken wir meist daran, dass sich Molekülketten



Die Welt verlangt von uns, dass wir die Art und Weise, wie wir Dinge tun, verändern. Deshalb müssen wir mit den Kunden über umweltfreundlichere Alternativen sprechen, die gleichzeitig die Herstellungskosten senken.“

verdichten, also ein Material seine mechanischen und physikalischen Eigenschaften verändert.“ Den Zusammenhang gebe es durchaus, es sei aber nicht der einzige Grund für den Gang in den Ofen: Gummi muss beispielsweise schon allein deswegen nachgeheizt werden, um unerwünschte Nebenprodukte loszuwerden. Diese entstehen, wenn die einzelnen Zutaten sich vermischen und chemisch miteinander reagieren. Verbleiben sie aber im Werkstoff, können sie dessen Eigenschaften verändern – oder sogar schädigen. Andere Werkstoffe, die in der Lebensmittel- oder Arzneimittelindustrie zum Einsatz kommen, müssen wiederum in den Ofen, um einen bestimmten Reinheitsgrad zu erreichen. Und auch die Produktivität kann sich bei den hohen Temperaturen verbessern: etwa bei Polymeren, die unter Druck und Hitze geformt und anschließend in einem Ofen fertiggestellt werden. „Solche Materialien ermöglichen kurze Zyklen in den Maschinen“, erklärt Walker. Denn die Formgebungswerkzeuge sind schneller wieder frei, während große Chargen in den Öfen nachhärten.

Öfen abschalten und Energie sparen

Trotz all dieser guten Gründe entwickeln Walker und sein Team seit damals gezielt Werkstoffe, die ohne Nachheizen auskommen. „Typischerweise sind das FKM- und EPDM-Materialien“, sagt Walker. Beide Werkstoffe basieren auf Kautschuk und werden für Dichtungen in unterschiedlichen Bereichen eingesetzt – FKM beispielsweise in der Automobil-, Luftfahrt- und Nutzfahrzeugindustrie, EPDM in der Lebensmittel- und Pharmabranche. Warum es sich lohnt, in manchen Fällen nicht nachzuheizen, hat insbesondere mit dem immens hohen Energieverbrauch zu tun, den der Vorgang verursacht: „Ein



Francis Joseph Walker

Joe Walker arbeitet seit mehr als 43 Jahren mit Elastomeren und Kunststoffen. Bei Freudenberg Sealing Technologies überwacht er alle Entwicklungen im Bereich moderne Werkstoffe in den USA. Der Experte ist bereits mehrfach für seine Verdienste in der Gummiindustrie ausgezeichnet worden. So ernannten ihn Mitglieder des Rubber Technologists Network zum US-Kautschuk-Technologen des Jahres 2016.

Zyklus im Ofen einer unserer Simmerring®-Fertigungen verbraucht etwa 41 Kilowattstunden Strom“, führt Walker an. Pro Tag sind drei solcher Zyklen möglich, und das an 250 Tagen im Jahr. Übersetzt man diesen Stromverbrauch in CO₂, das dabei entsteht, kommt man auf Emissionsmengen in Millionenhöhe – Emissionsmengen, die ohne Öfen erst gar nicht anfallen müssten. „Wir werden nie in der Lage sein, vollständig auf die Öfen zu verzichten“, schränkt Walker ein: „Denn einige Polymere müssen wir wie gesagt nachheizen, um schädliche Nebenprodukte zu eliminieren und um spezielle Eigenschaften zu erhalten.“ Aber es wäre durchaus höchst lohnenswert, Öfen dort herunterzufahren oder sogar abzuschalten, wo sie nicht zwingend notwendig sind. CO₂-Emissionen ließen sich erheblich reduzieren. Obendrein würden weniger Kosten anfallen – für die Energie selbst sowie auch Personalkosten, schließlich müssen die Öfen be- und entladen und gewartet werden. Zykluszeiten würden sich verkürzen.

Erst der Werkstoff, dann die Spezifikation

Warum aber sind Öfen bis heute standardmäßig Teil des Prozesses? „Ein Problem sind die Spezifikationen“, antwortet Walker. Also jene genau festgelegten Eigenschaften, auf die sich Kunden und Freudenberg Sealing Technologies bei der Entwicklung eines Werkstoffs geeinigt haben. Dabei wird meist in umgedrehter Reihenfolge entwickelt: Zunächst wird im Labor gemischt und getestet. Und sobald ein Werkstoff funktioniert, werden rückwirkend die Eigenschaften als Spezifikationen festgehalten: Wie fest ist er, welchen Druckwiderstand besitzt er, welches mechanische Profil weist er auf? Das ist wichtig, um gleichbleibende Qualität zu

garantieren. „Manchmal aber müssen wir Materialien nachheizen, um gewisse Spezifikationen zu erfüllen“, sagt Joe Walker. „Und das, obwohl es die Leistung des Werkstoffs nicht erfordert.“ Eben weil es im Vorfeld so festgelegt wurde.

Innovation braucht Dialog

Umso wichtiger also, sich bereits im Vorfeld Gedanken zu machen, ob nachgeheizt werden muss oder nicht – und Spezifikationen entsprechend zu planen. Bei einigen Werkstoffen war das für Walkers Team möglich. So sind zum jetzigen Zeitpunkt bereits diverse Werkstofftypen von Freudenberg Sealing Technologies global im Einsatz, die nicht nachgeheizt werden. Schwieriger gestaltet es sich bei Werkstoffen, die bei den Kunden bereits etabliert sind. Denn um neue Werkstoffe einzuführen, braucht man sowohl auf Kunden- als auch auf Herstellerseite Mitarbeitende, die diese bewerten, testen und Prozesse anpassen. Das wiederum nimmt Zeit und Ressourcen in Anspruch. Unternehmen stehen aber aktuell bereits vor anderen schwerwiegenden Herausforderungen: etwa davor, dass Rohstoffe knapp werden, Lieferketten unterbrochen werden und sich infolgedessen viele Abläufe ändern. Trotzdem lohne es sich, in den Dialog zu treten, meint Walker: „Die Welt verlangt von uns, dass wir die Art und Weise, wie wir Dinge tun, verändern. Deshalb müssen wir mit den Kunden über umweltfreundlichere Alternativen sprechen, die gleichzeitig die Herstellungskosten senken.“ ©



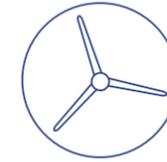
Lebenslang

Mit modernen Simulationsmethoden gelingt es Freudenberg Sealing Technologies, die Lebensdauer von Dichtungen über Jahrzehnte vorherzusagen. Was in der Windkraft bereits zum Standard gehört, gewinnt auch in anderen Branchen an Gewicht.

280 Meter ragt die größte Offshore-Windkraftanlage der Welt über den Meeresspiegel, wenn sie im kommenden Jahr im dänischen Østerild in Betrieb genommen wird. Mit einer Leistung von 15 Megawatt soll sie pro Jahr 80 Gigawattstunden Strom erzeugen – in etwa so viel Energie, wie 25.000 Elektroautos pro Jahr verbrauchen, wenn sie jeweils 15.000 Kilometer zurücklegen. Die Offshore-Windkraft strebt zu immer neuen Rekorden. Dass dabei gewaltige Mengen an Beton und Stahl verbraucht werden, trübt die CO₂-Bilanz nur geringfügig: Maximal 11,8 Gramm des Treibhausgases emittiert laut Fraunhofer-Institut für Bauphysik eine auf See stationierte Windkraftanlage, wenn man die durch den Bau entstehenden Emissionen auf den Betrieb umrechnet. Klar wird durch diese Rechnung aber auch: Je länger eine Windkraftanlage hält, desto klimafreundlicher fällt die Bilanz aus.

Es ist nicht allzu lang her, dass Windkraftexperten mit einer Mindestlebensdauer von 25 Jahren rechneten. Mittlerweile geben die Betreiber bis zu 35 Jahre vor. Was im Sinne der Nachhaltigkeit gut ist, stellt die Ingenieure von Freudenberg Sealing Technologies vor neue Herausforderungen. Denn sie müssen die Lebensdauer der Dichtungen, die zwischen dem Turm und dem tragenden Stahlpfeiler – von Fachleuten „Monopile“ genannt – eingesetzt werden, ebenfalls auf eine Lebensdauer von drei Jahrzehnten auslegen. Da mit diesen Dichtungen die Verschraubung vor dem korrosiven Meereswasser geschützt wird, muss eine einwandfreie Funktion bis zum letzten Betriebstag unbedingt gegeben sein.

Ein so langes Bauteilleben kann nicht allein durch Prüfstandtests abgesichert werden. Deshalb ermittelt Freudenberg



180.000

und mehr Volllaststunden muss eine moderne Offshore-Windkraftanlage aushalten.

bestimmte Werkstoffeigenschaften zunächst in sechswöchigen Belastungstests. Anschließend kommt ein weiterentwickelter Arrhenius-Algorithmus zum Einsatz, mit dem sich die Lebensdauer extrapolieren lässt. Das nach dem schwedischen Chemiker und Nobelpreisträger Svante August Arrhenius benannte und an sich bekannte Verfahren wurde von Freudenberg-Werkstoffexperten in den letzten Jahren konsequent weiterentwickelt. So verbesserten sie das Lebensdauermodell deutlich, indem sie chemische und physikalische Effekte mit dem strukturmechanischen Verhalten des Werkstoffs koppelten.

Bewährtes Werkzeug

„Die konsequente Entwicklung von Simulationswerkzeugen ist ein wesentlicher Teil moderner Werkstoffentwicklung, da Kunden von uns auch Aussagen erwarten, die über den üblichen 1.000-Stunden-Langzeittest im Labor hinausgehen“, erläutert Dr. Boris Traber, der bei Freudenberg Sealing Technologies die Werkstoff-Vorentwicklung verantwortet. „Für das Langzeit-Alterungsverhalten der Elastomere, die in statischen Dichtungen eingesetzt werden, liegen mittlerweile sehr gute Modelle vor, die bereits bei zahlreichen Kundenprojekten zum Einsatz gekommen sind.“ Gemeinsam mit Freudenberg Technology Innova-

tion konnte zudem eine neue Methode etabliert werden, um den Einfluss der Schädigung durch Sauerstoff – die sogenannte thermo-oxidative Alterung – zu bestimmen und die Werte in die Modelle zu integrieren. Dadurch sind für immer mehr Werkstoffe Datenbankwerte verfügbar, die die Experten nutzen können.

Doch mit dem Erreichten gibt sich Traber nicht zufrieden, denn viele weitere Faktoren beeinflussen die Lebensdauer einer Dichtung. Und außerdem sind statische Dichtungen nicht die einzigen, die sehr viel aushalten müssen. „Viele statische Dichtungen sind mit dynamischen Schwingungen überlagert, beispielsweise eine Rahmendichtung in dem Motorblock einer Gasturbine, die mit sehr hohen Temperaturen arbeitet“, ruft Traber in Erinnerung. Die Hersteller solcher Turbomaschinen wünschen sich Standzeiten von bis zu 99.000 Betriebsstunden. In solchen Anwendungen reicht es nicht, allein den Dichtungswerkstoff zu betrachten. Entscheidenden Einfluss auf die Alterung hat nämlich das Zusammenspiel zwischen Dichtung und den abzudichtenden Medien. Im Fall der Gasturbine waren es gleich zwei Medien: Kühlwasser und Motoröl. „Auch wenn das die Königsklasse der Lebensdauerprognose bedeutet, muss es doch unser Anspruch sein, dass wir solche Herausforderungen in Zukunft ebenfalls vorher sagen können“, so Traber.

Auch im Automobilgeschäft wird langfristige Haltbarkeit wichtiger. So fragen Hersteller und Zulieferer immer häufiger nach einer hohen Lebensdauer unter extremen Bedingungen – etwa für Dichtungen in Elektroantrieben oder in der Abgasanlage von Wasserstoffmotoren. Und auch da gilt: Je länger das Leben, desto nachhaltiger das Produkt. ©

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.com 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 FST GmbH

Isolde Grabenauer

+49 6201 960-7467
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 960-5713
ulrike.reich@fst.com

IMPRESSUM

Herausgeber

Freudenberg FST GmbH
Corporate Communications
Höhnerweg 2–4
69469 Weinheim

Redaktion

Profilwerkstatt GmbH;
Johannes Winterhagen

Copyright

Freudenberg FST GmbH, 2022 – 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

| | | | | | |
|----------|---|----------|--|----------|--|
| S. 8/9 | iStock: Darryl Fonseca | S. 25 | Shutterstock: Romix Image | S. 52/53 | iStock: bombuscreative; MicroStockHub; |
| S. 10/11 | Shutterstock: Oliver Hoffmann | S. 26 | Adobe Stock: Aleksandar Kamasi; donatas1205; New Africa; iStock: Mantonature | | Shutterstock: Degtyaryov Andrey; kldy; KsanderDN; Mrs_ ya; Nudphon Phuengsuwan; Pavel Kubarkov; IM_photo |
| S. 12/13 | Shutterstock: Dmitriy Kuzmichev | | | S. 54/55 | Freudenberg Sealing Technologies; Walter Seiler |
| S. 14/15 | David Strick; Redux; laif | | | S. 56 | iStock: luza studios |
| S. 17 | Illustrationen: Nadine Hippe; iStock: ThaiCatwalk; Shutterstock: Ruslan Maiborodin; Touchr | S. 28–36 | FST: Fritz Kopetzky | S. 58 | iStock: josemoraes |
| | | S. 37 | Illustrationen: Nadine Hippe | S. 59 | FST: Johannes Vogt |
| S. 19 | alamy: Love Lanner; Illustrationen: Nadine Hippe; iStock: adeThaiCatwalk; Shutterstock: Peter Sobolev | S. 38–41 | extern: Scott Eisen | S. 61 | Fischer, Weinheim |
| | | S. 42 | Illustrationen: Tanja Lutz | S. 62/63 | FST |
| S. 20 | iStock: ozgurdonmaz | S. 43 | FST: Paola Aranda | S. 66 | TIF Photographic; LLC |
| S. 21–23 | Unternehmensarchiv Freudenberg & Co KG | S. 44 | Illustrationen: Nadine Hippe | S. 68 | Shutterstock: Fokke Baarssen |
| | | S. 45 | FST: Fritz Kopetzky | | |
| | | S. 46–49 | FST: Fritz Kopetzky | | |
| | | S. 51 | Shutterstock: Varavin88 | | |

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:



BCM Award 2022 – Silber

Kategorie Magazine Industrie / Chemie / Pharma / Gesundheit

BCM Award 2022 – Silber

Trailer, Kategorie Bewegtbild Fiction

BCM Award 2022 – Gold

Trailer, Kategorie Publikumspreis

BCM Award 2019 – Silber

Kategorie Magazine B2B Handel / Transport / Logistik



ICMA 2021 – Gewonnen

Best of Decade
Kategorie Custom Media B2C



PR Dailys Award 2019 – Winner

Kategorie Print Publication



Galaxy 2019 – Gold

Kategorie Corporate Magazines



FOX AWARDS 2022 – Gold

Kategorie Industrie, Technik, Produktion

FOX AWARDS 2022 – Silber

Trailer, Kategorie Industrie, Technik, Produktion

FOX AWARDS 2021 – Gold

Kategorie Industrie, Technik, Produktion

FOX AWARDS 2020 – Gold

Kategorie Verkehr, Logistik

FOX AWARDS 2019 – Gold

Kategorie Industrie, Technik, Produktion



Internationaler Deutscher PR-Preis 2021 – Finalist

Kategorie Corporate Media (Print und digital)

Internationaler Deutscher PR-Preis 2019 – Nominierung

Kategorie Maßnahmen und Instrumente – Corporate Media (Print und online)



FOX VISUALS 2022 – Gold

Kategorie Industrie, Technik, Produktion

FOX VISUALS 2022 – Silber

Trailer, Kategorie Industrie, Technik, Produktion

FOX VISUALS 2021 – Silber

Kategorie Industrie, Technik, Produktion

FOX VISUALS 2020 – Silber

Kategorie Verkehr, Logistik

FOX VISUALS 2019 – Gold

Kategorie Industrie, Technik, Produktion



Videographer 2019 – Gold

Trailer Durst, Kategorie Video Production | Video | 43. Other

Videographer 2019 – Gold

Trailer Digitalisierung, Kategorie Video Production | Video | 43. Other



Communicator Awards 2019 – Silber

Kategorie Marketing / Promotion – Magazine-Corporate

FREUDENBERG
SEALING TECHNOLOGIES

