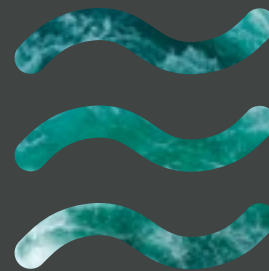
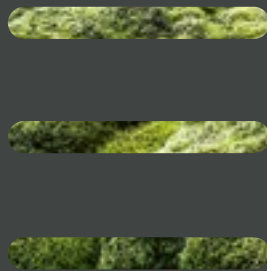




---

# ESSENTIAL

FREUDENBERG SEALING TECHNOLOGIES



**ENERGIE**  
der Zukunft

## HEISSE QUELLEN

Was die Welt von Islands Energie-Innovationen lernen kann.

## IM AUFWIND

Die Windkraftbranche setzt auf immer größere Anlagen.

## GRÜNE MOLEKÜLE

Speichern und transportieren: Wasserstoff ist extrem vielseitig.

---

das magazin **1\_23**



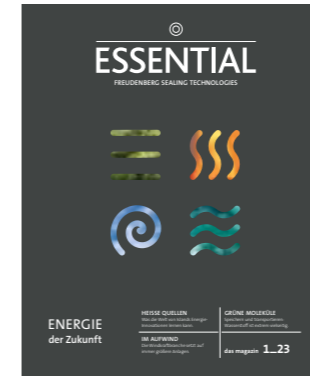
ZUM TRAILER



DAS MAGAZIN online unter:  
[www.fst.com/de/corporate/magazin](http://www.fst.com/de/corporate/magazin)



IN FÜNFZIG WORTEN



Wasser. Wind. Sonne. Unsere Welt braucht Energie: für Wärme, Transport und Produktion. Fossile Energieträger sind endlich – in erneuerbaren Energien aber steckt Potenzial. Wer rechtzeitig nach vorne blickt, ist dabei, wenn Innovationen ihren Durchbruch feiern und neue Kraft entfalten. Ob Wasserstoff, Windturbinen oder Solarstecker: Wir schauen auf die Energie der Zukunft.



# Energie der Zukunft

Von Claus Möhlenkamp, Chief Executive Officer,  
Freudenberg Sealing Technologies

Alles braucht Energie. Das beginnt mit unserem menschlichen Körper. Wir benötigen einen Grundumsatz, um uns am Leben zu erhalten, und einen Leistungsumsatz, um Arbeit zu verrichten. Arbeit, die wiederum dazu beiträgt, unseren Körper zu ernähren. Historisch gesehen war das wichtigste Kraftwerk unser Körper, die Energiequelle war Nahrung. Wenn die Menschheit sich neue Energiequellen erschloss, ging es also wahlweise darum, die Menge zu erhöhen (größere Tiere zu jagen), die Effizienz zu verbessern (gebratenes Fleisch fügt dem Körper mehr Energie zu), den Energieaufwand für die erforderlichen Tätigkeiten zu verringern (indem man einen Pflug für den Acker benutzt) oder die Fläche zur Energieerzeugung besser zu nutzen: Um Wärme zu erzeugen, benötigte die Menschheit früher sehr große Waldflächen, denn der wichtigste Energieträger war Holz. Um eine mittelalterliche Stadt mit Energie zu versorgen, benötigte sie etwa die hundertfache Fläche an Wald. Die Menschheit hätte zwangsläufig Grenzen erreicht, wäre sie nicht auf Kohle umgestiegen. Als Energieträger für die Dampfmaschine ersetzte sie

auch Ochsen und Pferde als Arbeits- und Transporttiere. So konnte der Mensch auf bisher für Tierfutter genutzte Flächen eigene Nahrung anbauen. Über Jahrhunderte waren dieselben Sektoren für den größten Energiebedarf verantwortlich: Wärme, Transport und Produktion.

Das klingt alles sehr weit weg? Eigentlich ist es gar nicht so anders als das, was wir seit dem Industriezeitalter tun. Noch immer erhöhen wir kontinuierlich die verfügbare Energiemenge: Mit der Dampfmaschine stieg der Kohleverbrauch von zehn Millionen Tonnen im Jahr 1800 auf rund 800 Millionen Tonnen hundert Jahre später. Heute werden weltweit jedes Jahr etwa 21 Billionen Kilowattstunden an Strom verbraucht. Unser Energiehunger scheint unersättlich: Wann immer wir mehr Energie zur Verfügung haben, entwickeln wir Technologien, die mehr Energie benötigen – interessanterweise noch heute in den historisch relevanten Sektoren. Wärme und Kühlung machen etwa die Hälfte des weltweiten Energieverbrauchs aus, der Transport folgt mit einem Drittel. Hinzu kommt die Tatsache, dass aufstrebende Schwellenländer kontinuierlich ihren Lebensstandard steigern – auch das führt konsequenterweise zu mehr Energiebedarf.

Nun ließe sich argumentieren, dass die eingangs erwähnte Innovationskraft beständig dafür gesorgt hat, immer mehr Energie zur Verfügung zu stellen. Dampfmaschine, Ölförderung oder die Erfindung der Batterie – mit jeder technologischen Idee wurden die Möglichkeiten vervielfältigt, Energie zu nutzen, noch effizienter einzusetzen oder zu speichern. Wir

können uns sicher sein: Menschlicher Erfindungsreichtum wird auch weiterhin für neue Energie sorgen. Und doch wissen wir, dass wir an einem Scheideweg stehen. Mit den heutigen fossilen Energieträgern geraten wir an eine ähnliche harte Grenze wie damals, als die Menschheit auf Holz setzte. Es braucht neue Energieformen, neue Ideen und neue Ansätze zur Effizienz. Wobei das Wort „neu“ in diesem Zusammenhang irreführend ist: Wie so oft bei Innovationen liegen viele Antworten und Lösungen schon lange auf dem Tisch – es wird in den kommenden Jahren darum gehen, sie umzusetzen und zu skalieren. Es geht also um die „Energie der Zukunft“.

Vieles davon sehen wir bereits: Im Bereich Windkraft werden seit Jahren neue Rekorde aufgestellt, was die Größe der Windparks und der Turbinen angeht. Die erwarteten Grenzen der Physik werden beständig weiter verschoben. Auch in die Solarenergie ist Bewegung geraten, nachdem hier lange Zeit Visionen nicht erfüllt werden konnten. Und schließlich beobachten wir, dass Wasserstoff in der öffentlichen Debatte angekommen zu sein scheint. All diesen Themen wollen wir in der vorliegenden Ausgabe der ESSENTIAL nachgehen.

Es steckt sehr viel Potenzial im Wasserstoff. Als Ersatz für fossile Energieträger, aber auch als vielfältig nutzbares Speicher- und Transportmedium für grüne Energie. Manche Fragen sind noch nicht beantwortet, aber genau an dieser Stelle wird es interessant für Unternehmen, die vorausschauen, und für Ingenieure, die innovativ sein wollen. Freudenberg hat bereits vor mehr als 20 Jahren zum Thema Wasserstoff geforscht –

**Wer dabei sein möchte,  
wenn die Zukunft startet,  
der muss frühzeitig dabei  
sein.**

allerdings war die Zeit dafür noch nicht reif. Aber auch solche Erfahrungen gehören zu unserer Innovationsgeschichte, denn dadurch verfügen wir heute über einen Vorsprung in Wissen und Materialkompetenz.

Und darauf kommt es an: Wer dabei sein möchte, wenn die Zukunft startet, der muss frühzeitig dabei sein. Nicht jede Idee feiert ihren Durchbruch. Werden Gezeitenkraftwerke oder Geothermie irgendwann global relevante Beiträge als alternative Energieformen leisten? Angesichts unserer Erfahrung der jüngsten Jahre, wie schnell sich plötzlich Realitäten ändern können, sollten wir wohl vorsichtig sein mit eindeutigen Antworten auf die vielen spannenden Fragen im Energiesektor. Bewahren wir uns stattdessen eine aufgeschlossene Neugier auf die „Energie der Zukunft“. Die Entwicklung der Energie über Jahrhunderte hinweg lehrt uns, wie faszinierend, atemberaubend und manchmal auch unerwartet Innovationen waren. Die aktuelle ESSENTIAL möchte ihren Teil dazu beitragen. ©

**Die erwarteten Grenzen  
der Physik werden bestän-  
dig weiter verschoben.**

# Inhalt

14

## Ein verborgener Schatz

Was kann die Welt von Island lernen? Unter anderem den Nutzen von Geothermie.



52

## Grüne Energie aus Namibia

Ideale Bedingungen für die Wasserstoffproduktion.



03

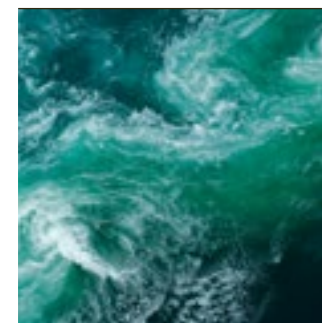
**In fünfzig Worten**  
Energie der Zukunft

04

**Essay**  
Es gilt, frühzeitig dabei zu sein, wenn sich neue Energie-Ideen durchsetzen.

08

**Bilderstrecke**  
Energie: Als Naturgewalt, als Menschheitstraum und als Kraftwerkserzeugnis.



22

**Im Aufwind**  
In 85.000 Windkraftanlagen stecken Hydrauliksysteme von Freudenberg-Kunde HINE.

27

**Jetzt erzähle ich**  
Fusionskraftwerke kopieren das Prinzip der Sonne, sind aber noch Wunschdenken.

28

**Energiewende**  
Interview mit Herbert Mayer, Vice President Global Power Sector.

33

**Energieförderer**  
Die Atmos-Tischuhr lebt von Luft – und ist höchst effizient.

34

**Strom aus der Sonne**  
Warum ohne kleine Stecker kein Solarstrom fließt.



44

**Kraftwerk Mensch**  
Wenn Körperwärme und Schritte zur Energiequelle werden.

20

## Branchenfokus

Aus Wasserkraft wird weltweit am meisten regenerative Energie gewonnen.

38

## Infografik

Langlebige Dichtungen wappnen Offshore-Windkraftanlagen für die offene See.

66

## Effizienz als Triebfeder

An den Standorten setzt Freudenberg Sealing Technologies auf Energieeffizienz.

47

**Zahlencheck**  
Wie viel CO<sub>2</sub> verbraucht ein Klick im Internet?

48

**Elektrifizierte Zukunft**  
Die Perspektive für Fahrzeuge mit Elektroantrieb.

58

**Collage**  
Verblüffend innovativ: Neue Speichermethoden für Sonne, Wind und Wasser.

60

**Spaß am Sparen**  
Energiesparen spielerisch gestaltet.

64

**Faszination Technik**  
Dichtungen in Schaltanlagen von Umspannwerken halten Schutzgase im Zaum.



70

**Energiespender Kaffee**  
Wie viel Energie geht in den Muntermacher bis zur Tasse auf dem Tisch?

72

**Wissenswert**  
Neues aus der Welt von Freudenberg Sealing Technologies.



# Kraftpaket

---

Das leistungsstärkste Kraftwerk der Welt steht in China. Mit einer Kapazität von 22,5 Megawatt rangiert der Drei-Schluchten-Staudamm deutlich vor weiteren Wasserkraftwerken und sämtlichen Kernkraftwerken. Das 2012 vollendete Bauwerk besitzt mehr als 30 Turbinen, erstreckt sich über zwei Kilometer und ragt 185 Meter in die Höhe. Damit auch Schiffe die gewaltige Talsperre umfahren können, flankiert sie ein mehrstufiges Schleusensystem. 2020 hat das den Jangtse stauende Kraftwerk 111 Terawattstunden Strom erzeugt. Das Wasserkraftwerk spendet aber nicht nur Energie, es soll auch Hochwasser im Unterlauf des längsten Flusses Chinas vermeiden. Auf der anderen Seite bedeutet der Bau einen Eingriff ins Ökosystem. Daneben mussten zahlreiche Dörfer und Städte dem 600 Kilometer langen Stausee weichen. ©





# Menschheitstraum

---

Sie ist das ultimative Wunschdenken: eine Maschine, die ständig in Bewegung ist, ohne dass ihr Energie zugeführt werden muss. Vielmehr verspricht sich der Mensch von einem solchen Gerät, dass er fortwährend Energie für seine Zwecke abzweigen kann. Doch leider schieben thermodynamische und physikalische Gesetze dem einen Riegel vor. Schließlich besagt etwa der Energieerhaltungssatz, dass Energie lediglich von einer Form in eine andere umgewandelt werden kann. Das bedeutet: Um unbegrenzt in Bewegung zu sein, muss dem Perpetuum mobile unbegrenzt Energie zugeführt werden. Selbst Leonardo da Vinci gelang es nicht, diese Gesetzmäßigkeit auszuhebeln. Auch wenn er in seinen Skizzen versuchte, der sich ständig aus eigenem Antrieb bewegenden Maschine mit Gewichten, Federn und Zahnrädern auf die Spur zu kommen. ©





# Urgewalt

---

Wer heute den Mount St. Helens im US-Bundesstaat Washington mit Bildern von früher vergleicht, der wird ihn kaum wiedererkennen. Am 18. Mai 1980 brach der Vulkan mit einer solchen Urgewalt aus, dass er in weniger als zehn Minuten eine ihn umgebende Fläche von rund 600 Quadratkilometern komplett zerstörte. Ein Erdbeben hatte zuvor die Nordflanke des über 3.000 Meter hohen Bergs abrutschen lassen und gab dem sich zuvor im Inneren aufgestauten Druck ein Ventil. Die Folge war eine massive Eruption, die der Energie von 24 Megatonnen des Sprengstoffs TNT entsprach, vergleichbar mit mehreren Hundert Hiroshima-Atombomben. Bei dem Ausbruch verlor der Vulkan bis zu 400 Meter an Höhe. Dies und eine sich ergießende Lawine aus Lavasplittern und Vulkangestein gestalteten die Gegend um den Berg neu. ©







# „Geothermie ist ein verborgener Schatz“

---

*Nahezu die gesamte Elektrizität in Island stammt aus erneuerbaren Energiequellen. Ist das nur eine kuriose Besonderheit – oder kann die Welt etwas von dem Inselstaat lernen? Nótt Thorberg ist Direktorin der Plattform „Green by Iceland“, die Know-how exportieren will und um Kooperationen und Investitionen wirbt. Ein Gespräch über heiße Quellen, Innovation und Energiefresser.*



## **Nótt Thorberg**

Nótt Thorberg ist die Direktorin von „Green by Iceland“. Die Plattform kümmert sich gemeinsam mit „Business Iceland“ als privat-öffentliche Partnerschaft darum, isländische Innovationen im Bereich Energie und Nachhaltigkeit zu exportieren und Investoren anzuziehen. Zuvor arbeitete Thorberg bei der Fluggesellschaft Icelandair sowie beim isländischen Gerätehersteller für Lebensmittelverarbeitung Marel. Sie hat in Reykjavik, Cambridge und Strathclyde studiert.





Es mussten mutige Entscheidungen getroffen werden, der Staat hat investiert.“

#### **FRAU THORBERG, WIE KAM ES DAZU, DASS ISLAND AKTUELL 85 PROZENT SEINER ENERGIE NACHHALTIG GENERIERT?**

Das ist ein ziemlich außergewöhnlicher Weg, den wir in den vergangenen hundert Jahren beschritten haben. Es ist gar nicht so lange her, da waren wir eines der ärmsten Länder Europas – und als Insel auch geografisch abgeschnitten. Im Grunde kam die Entwicklung aus einer Krise heraus: Wir hatten Anfang des 20. Jahrhunderts gerade damit begonnen, erfolgreich Fisch zu exportieren, da zerstörte zunächst der Erste Weltkrieg und später die Ölkrise von 1973 die Zugänge zu Öl und Kohle. Energie wurde knapp. Wir mussten neue Wege gehen.

#### **„ENERGIEKRISE“ IST AUCH EIN AKTUELLES SZENARIO ...**

Richtig, und die Isländer besannen sich auf etwas, das sie schon seit Jahrhunderten begleitet, und das sind die heißen Quellen. Der Name Reykjavik bedeutet „Bucht der Dämpfe“, wegen des dampfenden Wassers. Anfangs wurde die Erdhitze aber nur für Bäder oder Kleiderwäsche genutzt. Später, um Wohnungen zu heizen. Die Idee, das auch als Stromquelle zu nutzen, war neu. Der Erfolg aber war durchschlagend, heute macht das 60 Prozent unseres Energiemixes aus. Wobei das aus der Rückschau immer einfacher aussieht. Es mussten mutige Entscheidungen getroffen werden, der Staat hat investiert und auch Risiken übernommen, diese Technologie zu erforschen und auszubauen. Dafür haben wir heute ein wirklich tiefes und umfassendes Wissen in Geothermie.

#### **ISLAND HAT ALSO SEHR SPEZIELLE BEDINGUNGEN ...**

Moment, das stimmt nur halb. Ehrlich gesagt ist Geothermie ein verborgener Schatz. Es ist das unglaublichste Geheimnis der Welt. Wenn Sie auf eine Karte schauen, wie viele Länder auf der Welt Geothermie nutzen könnten – dann werden Sie eventuell überrascht sein. Auf allen Kontinenten gibt es Potenzial! Kalifornien wäre ein klassisches Beispiel. Die US-Regierung hat jetzt auch Programme angekündigt. Aber es ist eben nicht nur ein Thema entlang der tektonischen Platten, wo besonders viel Hitze entsteht. Auch in Zentraleuropa, in Polen oder Ungarn sowie in Großstädten wie München und Paris gibt es Möglichkeiten. Darüber hinaus: 50 Grad heißes Wasser reicht bereits, um es sinnvoll zu nutzen. Erdwärme gibt es überall. Und es gibt viele Branchen, die Wärme für ihre Prozesse benötigen: Gewächshäuser, Aquakulturen oder auch die Zement- und Kalkindustrie.

#### **WARUM SETZEN DANN NOCH SO WENIGE LÄNDER AUF GEOTHERMIE?**

Das ist eine sehr spannende Frage. Soweit ich weiß, gibt es mittlerweile weltweit immerhin etwa 80 Länder, die angefangen haben, Geothermie zu nutzen. Die meisten aber in eher geringem Umfang. Ich glaube, solche Transformationen brauchen einfach Zeit. Wandel braucht Zeit. Es hat Gesellschaften auch sehr viel Kraft gekostet, von Kohle auf Gas umzusteigen. Solche Wechsel sind immer mit erhöhten Investitionen verbunden. Wie gesagt: Hier in Island hat der Staat eine Vorreiterrolle übernommen. Heute profitiert die ganze Gesellschaft. Und wir haben über 200 öffentliche heiße Bäder in unserem Land. Unsere wichtigsten gesellschaftlichen Diskussionen finden im heißen Wasser statt.

#### **AUFFÄLLIG IST, DASS ISLAND VERGLEICHSWEISE WENIG WINDENERGIE NUTZT.**

In dem Sektor ist viel in Bewegung, und Windenergie wird definitiv Teil unseres Portfolios werden. Die Regierung bereitet gerade den gesetzlichen Rahmen vor. Bis 2040 wollen wir klimaneutral sein. Aber das zeigt nochmals, wie schwer es ist, auf neue Energieformen zu setzen. Das gilt auch für uns. Bei Windenergie können wir etwas von anderen Ländern lernen, von Dänemark oder Norwegen zum Beispiel.

#### **MIT SEINER ENERGIE IM ÜBERFLUSS HAT ISLAND ALLERDINGS AUCH DIE SEHR ENERGIEINTENSIVE SCHWERINDUSTRIE ANGELOCKT. DAS WAR NICHT UNBEDINGT NACHHALTIG.**

Man muss das auch im Kontext der Zeit sehen. 1969 entstand die erste Aluminiumhütte, das war dringend notwendig als Ausgleich für die im Niedergang befindliche Fischindustrie. Wir

Zwei Kontinentalplatten ziehen sich diagonal durch Island. Die Gunnhver-Quelle unter dem gleichnamigen Vulkan ist über 300 °C heiß.



### **Geothermie**

Die feste Kruste unseres Planeten ist nicht einmal 100 Kilometer dick. Darunter sorgt der Erdkern mit extrem hohen Temperaturen für Hitze. Bei der Geothermie wird die in der Erdkruste gespeicherte Wärmeenergie genutzt – zum Heizen, Kühlen oder für Strom. Bei oberflächennaher Wärme (bis 400 Meter Tiefe) sind meist zusätzliche Wärmepumpen vonnöten, um die Temperatur zu erhöhen, tiefere Schichten können die benötigte Wärme direkt bereitstellen, erfordern aber Bohrungen.





Vulkanisches Island: Der Hjalparfoss-Wasserfall hat in seinem Flussbett Teile der Lavalandschaft freigelegt.

hatten diesen Zugang zu einer neuen Ressource und haben das genutzt, um Investoren anzulocken. Das hat uns auf den Weg in eine moderne Gesellschaft gebracht.

#### **INSBESONDERE DIE METALLINDUSTRIE WAR ABER NICHT UNUMSTRITTEN. „UMWELTFREUNDLICH“ IST DAS NICHT UNBEDINGT.**

Es hat alles mehrere Seiten: Diese Industrien kamen ja hierher, um bewusst nachhaltige Energie zu nutzen und Aluminium mit geringerem ökologischem Fußabdruck zu produzieren. Heute ist genau das enorm gefragt auf dem Weltmarkt. Immer mehr Unternehmen schauen auf nachhaltige Lieferketten. Ich denke, jedes Land muss sich die Frage stellen, wie es seine Ressourcen optimal nutzt. Digitalisierung kann uns übrigens dabei helfen, effizienter zu werden.

#### **INWIEFERN?**

Weil sie dabei unterstützt, etwas vorherzusehen und Systeme zu optimieren. Ich habe vorher für eine Fluggesellschaft gearbeitet, da geht es sehr viel um Optimierung, um das Vorausdenken. So kann man auch das Thema Energie angehen: Wie viel Energie brauchen wir? Wie nutzen wir sie? Ich denke, „smart solutions“ werden uns da künftig sehr helfen.

#### **AKTUELL ZIEHT ISLAND EINE NEUE ART ENERGIEINTENSIVER UNTERNEHMEN AN: RECHENZENTREN UND IT-UNTERNEH-**

#### **MEN. IST ES EIN PROBLEM, DASS VERFÜGBARE ENERGIE IMMER AUCH DAZU FÜHRT, SIE AUSZUSCHÖPFEN?**

Island braucht Investoren, und unsere Geschichte lehrt uns: Jedes Land muss seine eigene Balance finden. Wir sollten aber gleichzeitig eine diversifizierte Wirtschaft anstreben, aus Tourismus, Fischerei, Energie und grünen Investitionen. Neue Branchen anzulocken ist also Teil unserer Strategie, und ich vertraue da auf die Kraft des Marktes.

#### **WIE SEHEN SIE DIE ZUKUNFT DES ENERGIESEKTORS – AUF WELCHE INNOVATIONEN HOFFEN SIE?**

Verschiedene Energieformen werden noch Durchbrüche erleben. Bei der Geothermie wird derzeit an Bohrungen in fünf Kilometern Tiefe geforscht, da ergeben sich durch höhere Hitze völlig neue Möglichkeiten. Ich glaube daneben, dass im Zusammenspiel mit dem Thema Kreislaufwirtschaft noch ganz viel Potenzial steckt, da wird sich in der Zukunft sehr viel entwickeln: vertikale Landwirtschaft als Massenanzwendung in Ballungsräumen zum Beispiel.

#### **SIE SIND ALSO OPTIMISTISCH, WAS DEN TECHNOLOGISCHEN FORTSCHRITT ANGEHT?**

Ja, aber wir dürfen nicht nur technologisch denken! Wir müssen ganz neue Anwendungen in den Blick nehmen. Neue Herangehensweisen, mit Energie umzugehen. Ich sehe bis 2050 eher eine Transformation als eine Transition. Wir stecken in

einer Energiekrise, wir müssen unsere Grenzen verschieben. Aktuell haben wir in Island ein groß angelegtes Projekt, um CO<sub>2</sub> im Boden zu speichern. Das hätte vor ein paar Jahren noch undenkbar geklungen. Technologie allein aber wird uns nicht helfen. Wir als Gesellschaft müssen uns ändern.

#### **WIE TUN WIR DAS?**

Indem sich jeder von uns fragt, was unsere Rolle bei dieser Transformation sein kann. Meine persönliche Erwartung ist, dass wir ein „Weniger ist mehr“ erleben werden. Lokalisierte Gemeinschaften. Zirkularität. Eine Reduktion in vielen Lebensbereichen, auch im Konsum. Das alles ist Teil eines nachhaltigen Umgangs mit Energie.

#### **KANN DIE WELT ETWAS VON ISLAND LERNEN, ODER IST DAS LAND ZU SPEZIELL?**

Oh, wir können auf jeden Fall anderen Ländern etwas abgeben von unseren Erfahrungen mit Geothermie, Wasserkraft oder eben Wissen über Projekte wie das Speichern von CO<sub>2</sub>. Wir sprechen bei all dem schließlich von einer kompletten Wertschöpfungskette, von der Forschung über die Planung bis zur Umsetzung. Die isländische Firma Arctic Green Energy betreibt beispielsweise über ein Joint Venture in China Geothermie-Kraftwerke in über 60 Städten. Dadurch haben wir geholfen, 16 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> einzusparen – das ist mehr als fünf Mal so viel Kohlendioxid, wie Island selbst direkt ausstößt.

#### **EIN KLEINES LAND KANN EINE GROSSE WIRKUNG HABEN?**

Ein Kollege war unlängst in Äthiopien und war überrascht, wie viele Menschen dort Island kannten. Wir machen da seit 40 Jahren Trainingsprogramme, durch die mittlerweile mehrere Hundert Leute gegangen sind. Ja, wir sind nur eine kleine Nation, aber wir können Führungsstärke zeigen. Insbesondere in Zeiten der Energiekrise. Die Welt nimmt uns wahr. Und ich glaube, die Welt muss bei den aktuellen Herausforderungen zusammenarbeiten. Wenn Island da ein wenig helfen kann, dann ist das doch ein tröstlicher Gedanke. ©



Das Interview in Text und Video:





## BRANCHENFOKUS

# Wasserkraft

*Wenngleich Photovoltaik- und Windkraftanlagen präsenter sein mögen, wird am meisten regenerative Energie weltweit aus Wasserkraft gewonnen. Welche Kraftwerke gibt es, und was sind die Herausforderungen?*



## Key Facts

1. Unter den erneuerbaren Energien rangierte Wasserkraft 2021 mit 40 Prozent der weltweit erzeugten Energie auf Platz 1. Wind- und Sonnenenergie holen jedoch auf.
2. Nach installierter Leistung der Wasserkraftanlagen lag Asien 2021 mit rund 600 Gigawatt vor Europa und Nordamerika.
3. Die weltweit führenden Hersteller von Wasserturbinen kommen derzeit aus Österreich, Deutschland sowie Frankreich und besitzen einen Marktanteil von rund 50 Prozent.
4. Bis 2050 wird einer von fünf Staudämmen aufgrund des Klimawandels in Gebieten mit hohem Überschwemmungsrisiko liegen. Derzeit ist es einer von 25.

 Überblick

Wer neben der Turbine eines Wasserkraftwerks steht, der spürt, welche Wucht Wasser entfaltet. Der Mensch nutzt diese Dynamik bei Staudämmen, Fluss- und Pumpspeicherkraftwerken. Letztere pumpen Wasser bei wenig Strombedarf in ein höhergelegenes Reservoir und lassen es bei steigender Nachfrage ab. Der Energiegewinn lässt sich steuern. Auch Gezeitenkraftwerke zählen zu den Wasserkraftwerken, fristen aber ein Nischendasein. China, Brasilien und die USA beziehen die größte installierte Leistung aus Wasserkraft. In Europa profitieren von ihr zumeist niederschlagsreiche Länder mit hohen Gefälleunterschieden. Norwegen und Island decken ihren Strombedarf größtenteils durch Wasserkraft. Österreich, die Schweiz und Italien zu über 50 Prozent.

Obwohl Windkraft- und Solaranlagen stark aufholen, bleiben Wasserkraftwerke bedeutsam. Scott Sharpless, Global Key Account Manager Renewable Energies bei Freudenberg-NOK Sealing Technologies, weiß, warum: „Indien, afrikanische und asiatische Länder folgen dem Beispiel Chinas, das seine wirtschaftliche Expansion durch den Bau zahlreicher Wasserkraftwerke forciert hat.“ Durch das Aufstauen des Kongo soll der Grand Inga-Staudamm zum größten Wasserkraftwerk der Welt werden.

 Freudenberg-Kompetenz

Eine Anforderung, die Freudenberg Sealing Technologies mit der eigenen Wasserkraftanlagenexpertise meistert. „Wir fertigen maßgeschneiderte Produkte für Schleusen, Dämme und Sturmflutsperrwerke jeglicher Form und Größe, auch für bestehende“, sagt Sharpless. „Unser Portfolio umfasst langlebige Dichtungen und Applikationen, die unter anderem in der weitverbreiteten Francis-Turbine verbaut sind und Vibrationen sowie Druck zuverlässig standhalten. Daneben liefern wir Hauptwellenabdichtungen sowie Lösungen für Schieberklappen und Druck- sowie Führungslager.“ Die Xpress-Geschäftseinheiten von Freudenberg Sealing Technologies unterstützen bei der Produktion individu-

 Herausforderungen

Bei der Realisierung von Wasserkraftwerken ist vielerorts ein langer Atem gefragt. Hinzu kommt, dass gerade Staudämme massive Eingriffe in die Natur bedeuten, was soziale Auswirkungen haben kann. Eine 2022 im Fachmagazin Water publizierte Studie weist auf ein anderes Problem hin. Demnach liegen 61 Prozent aller heutigen Wasserkraftwerke bis 2050 in Risikogebieten für extreme Dürren, Überschwemmungen oder aber beiden. Beim Plan neuer Wasserkraftwerke wird es deshalb auch darum gehen, den Klimawandel einzukalkulieren.

Existierende Anlagen liefern gleichwohl zuverlässig Energie und überdauern viele Jahrzehnte. Das macht wiederum die Wartung herausfordernd, wie Sharpless am Beispiel von Dichtungen verdeutlicht: „Zu Turbinen, die vor Jahrzehnten installiert wurden, fehlen oft Originalzeichnungen. Dann heißt es Metallabmessungen zu sammeln und neue Zeichnungen zu erstellen, um Dichtungen passgenau zu ersetzen.“ Zudem hat sich die Technologie von Dichtungen genauso weiterentwickelt wie das Material. Auch das ist bei bestehenden Anlagen zu beachten. Daneben gibt es bei Wasserturbinen keine Serienproduktion. So sind neben genormten Dichtungen individuelle Lösungen gefragt.

eller Lösungen, was den Herstellungsprozess beschleunigt. „Wir wissen, worauf es ankommt“, bringt es Sharpless auf den Punkt. „Und genau das schätzen unsere Kunden.“

Unter anderem in diesen Wasserkraftwerken sind Komponenten von Freudenberg Sealing Technologies verbaut:

- Dreischluchten-Talsperre (China)
- Carillon Generating Station (Kanada)
- Sawra Kuddu Hydroelectric Project (Indien)
- Donauschleuse „Eisernes Wehr“ (Rumänien) ©



KUNDENSTORY

# Im Aufwind

*Die Windkraftbranche strebt nach immer leistungsfähigeren und größeren Anlagen. Ein Unternehmen, das diesen Trend mit seinen Hydrauliklösungen ermöglicht, ist HINE. Seit mehreren Jahren arbeiten die Basken eng mit Freudenberg Sealing Technologies zusammen.*

Die Windenergie-Experten von HINE gehen davon aus, dass sich die installierte Gesamtkapazität bei Offshore-Anlagen bis 2030 verzehnfachen wird.



## HINE

Das 1974 gegründete Unternehmen hat seinen Hauptsitz in Olaberria im Norden Spaniens. Ab 1996 begann sich HINE mit seinen hydraulischen Lösungen bei Herstellern von Windkraftanlagen einen Namen zu machen. Heute setzen viele Branchenführer auf HINE-Produkte, die weltweit in über 85.000 Windturbinen verbaut sind. Mit seinen mehr als 700 Angestellten in Spanien, China, Brasilien, Indien, den USA und Mexiko engagiert sich HINE nicht nur beim Bau, sondern auch bei der Instandhaltung der Anlagen. Des Weiteren entwickelt HINE Hydraulikprodukte für die Solarenergie und zahlreiche Industrien wie den Bergbau, die Luft- und Raumfahrt sowie den Schiffs- und Eisenbahnbau.

Wer mit dem Auto die A-1 von der baskischen Hauptstadt Vitoria-Gasteiz in Richtung Pamplona fährt, der kann nach einer Weile zu seiner Linken den Aumategi erkennen. Der Gipfel des 1.200 Meter hohen Berges ist ein beliebtes Ausflugsziel für Wanderer. Oben angelangt, weht zumeist eine steife Brise vom Golf von Biskaya herüber. Die Windindustrie macht sich diesen Umstand zunutze. Dutzende kleinere Windkraftanlagen flankieren den Aumategi.

Keine 40 Kilometer Luftlinie davon entfernt liegt das kleine Dorf Olaberria. Auch hier spielt der Wind täglich eine Rolle. Und zwar im Hauptsitz von HINE. Komponenten des Unternehmens stecken heute in den Windkraftanlagen der bedeutendsten Hersteller. HINE hat sich auf die Entwicklung hydraulischer Systeme und Kühlsysteme spezialisiert, die in den Gondeln verbaut werden. 1974 war das Unternehmen mit hydraulischen Lösungen für Industrieanwendungen gestartet. Bis heute ist dieser Bereich ein wesentliches Standbein geblieben. 1996 traf die Geschäftsführung jedoch die Entscheidung, seine Expertise auch in die damals noch junge Windenergiebranche einzubringen. Es zeigte sich bald, dass das Management auf das richtige Pferd gesetzt hatte. Der Umsatz wuchs, und nur zehn Jahre später gründete HINE Tochterunternehmen in den USA und China. Inzwischen arbeiten über 700 Angestellte in aller Welt für den Hydraulikspezialisten.

Kurz bevor HINE begann, sein Know-how in regenerative Energien zu stecken, hatte ein Maschinenbauunternehmen aus der Region mit dem Bau von Windkraftanlagen begonnen: Gamesa. Früh kooperierte HINE mit den Landsleuten, die nach der Fusion mit der Windenergiesparte von Siemens heute als Siemens Gamesa firmieren. HINE überzeugte jedoch nicht nur den Nachbarn von der Qualität seiner Produkte. Heute vertrauen mit Vestas, Nordex Acciona, GE, Goldwind und Mingyang Wind Power weitere Branchenführer auf die Qualität aus Olaberria.



# 60%

beträgt der globale Marktanteil von HINE bei hydraulischen Systemen für Windkraftanlagen.

### Mit der Branche gewachsen

Doch wie hat es HINE geschafft, für die meisten hydraulischen Systeme in den gängigen Windkraftanlagen verantwortlich zu zeichnen und sich 60 Prozent Marktanteil zu sichern? „Wir halfen mit unseren Systemen der noch im Entstehen begriffenen Windindustrie auf die Sprünge“, weiß Alberto Frauca, Chief Sales Officer der HINE Group. „Mit den Erfahrungen und dem Wissen unserer Ingenieure waren wir in der Lage, dringend benötigte Produkte zu kreieren und zu montieren. So sind wir schrittweise mit der Branche gewachsen.“ Durch die engen Kontakte zu den Herstellern erfahren die Hydraulikspezialisten heute frühzeitig, wo der Schuh drückt. Dank ihres Expertentums und ihres firmeneigenen Forschungszentrums entwickeln sie für immer neue Herausforderungen maßgeschneiderte Lösungen. In erster Linie Zylinder, hydraulische Power Units, Fluidanschlüsse und Kühlsysteme.

Darüber hinaus hat HINE einen großen Servicebereich aufgebaut. Das Unternehmen ist so in der Lage, die Betreiber mit Ersatzteilen, Schulungen und Update-Programmen rund um den Globus bei der Wartung ihrer Anlagen fachkundig und schnell zu unterstützen. Hierfür haben die Ingenieure vor wenigen Jahren sogenannte Wind-Tools entwickelt. Sie fördern neben der vereinfachten Wartung auch den sicheren Betrieb von Windkraftanlagen. Die Werkzeuge helfen etwa bei der Installation der Rotorblätter, beim Drehen des Antriebsstrangs aus der Ferne, beim Einbau von Stromkabeln und bei der vollumfänglichen Pflege des Getriebes.

Aktuell entwickelt HINE seine Komponenten für eine Offshore-Anlage der nächsten Generation weiter. Diese wird über eine installierte Leistung von 16 bis 20 Megawatt verfügen. Der Rotorblattdurchmesser solcher Anlagen übertrifft 250 Meter. Und obwohl die Anlagen immer größer werden, ist die Erwartungshaltung an die in ihnen verbauten Produkte, dass sie immer robuster und damit langlebiger sind. Das weiß auch Alberto Frauca: „Heute müssen Komponenten mehr als 25 Jahre funktionieren. Und das angesichts der rauen Umgebung, der Offshore-Anlagen inmitten aggressiven Salzwassers ausgesetzt sind, bei Windgeschwindigkeiten, die bis zu 200 Kilometer in der Stunde erreichen können.“



Derzeit arbeitet HINE daran, seine Systeme für Offshore-Anlagen der nächsten Generation weiterzuentwickeln.



HINE verfügt inzwischen über einen großen Servicebereich und versorgt seine Kunden mit vorteilhaften Wind-Tools.



### Vertrauen und Sicherheit

Bei HINE ist also höchste Qualität in allen Teilen gefragt. Etwas, wofür auch Freudenberg Sealing Technologies steht. Als die Basken für ihre Hydraulikaggregate auf der Suche nach einem Hersteller leistungsfähiger und langlebiger Akkumulatoren waren, fanden die beiden Unternehmen 2015 zueinander. Die Akkumulatoren tragen dazu bei, den gewaltigen Druck abzumildern, der auf das hydraulische System der Windkraftanlage einwirkt. Bildlich gesprochen wird so aus einer gewaltigen Lastspitze eine abgeflachte Kurve. Eine Erleichterung für das Gesamtsystem. „In Freudenberg Sealing Technologies haben wir einen Partner gefunden, der den gleichen Qualitätsanspruch an den Tag legt wie wir. Das gibt uns Vertrauen und Sicherheit“, sagt Rubén Martínez, Chief Procurement Officer der HINE Group. „Wir haben die Lösungen von Freudenberg Sealing Technologies in unsere Systeme integriert, da wir komplexe Systeme in kurzer Zeit entwickeln müssen. Die Freudenberg-Produkte helfen uns, dieses Ziel zu erreichen.“

Mehr als 200.000 hydraulische Pitchsysteme von HINE (hydraulische Power Units und Pitchblöcke) sind in Windkraftanlagen installiert, ebenso wie über 12.000 Kühlsysteme. Hydraulische Power Units regulieren den Druck des hydraulischen Systems einer Windkraftanlage. Die Energie für das Rein- und Rausdrehen der Rotorblätter in den Wind stellen wiederum Akkumulatoren bereit. Auch hierbei wirken Freudenberg-Produkte mit: „Freudenberg bleibt nicht stehen, sondern entwickelt mit einem starken Team Technologien weiter. Davon profitieren wir“, erläutert Rubén Martínez. „Nicht zuletzt, da wir immer wieder gefordert sind, in einem dynamischen Markt maßgeschneiderte Lösungen zu finden, die unseren Ansprüchen genügen. Auch dann kann uns Freudenberg Sealing Technologies mit eigens dafür entwickelten Produkten unterstützen.“

Für HINE ist das Potenzial der Windindustrie noch lange nicht ausgereizt. Ganz im Gegenteil. „Wir gehen davon aus, dass sich die weltweit installierte Gesamtkapazität vervielfachen wird“, ist HINE-CSO Alberto Frauca überzeugt. „Bei den Anlagen an Land wird sie sich bis 2030 verdreifachen und bis 2050 verzehnfachen. Bei den Offshore-Anlagen wird diese Steigerung schon 2030 erreicht sein.“ Bis 2050 erwartet das Unternehmen, dass ein Drittel des globalen Strombedarfs von Windkraftanlagen gedeckt wird. HINE reagiert auf diesen Ausblick, indem es sein Produkt- und Dienstleistungsportfolio erweitert und passende Unternehmen akquiriert. HINE sieht sich jedenfalls bestens gewappnet, den Aufstieg des Windenergiemarktes weiterhin tatkräftig zu begleiten. ©



## INSIDE

### MEMBRANSPEICHER

Membranspeicher von Freudenberg Sealing Technologies werden in zahlreichen Windkraftanlagen verbaut. Sie sind mit einer eigenentwickelten Elastomer-Membran ausgestattet, die einer besonders hohen Anzahl von Lastzyklen standhält und eine niedrige Permeation aufweist. Beide Eigenschaften tragen maßgeblich dazu bei, die Lebensdauer des Membranspeichers zu erhöhen. Ein großes Portfolio an Speichergrößen von 0,07 bis 3,5 Liter und Fülldrücken bis 350 bar erlauben den Einsatz in heutigen und zukünftigen Windkraftanlagen für unterschiedlichste Systemanforderungen.

Nennvolumen von

**0,07 bis 3,5 Liter**

Betriebsdruck bis zu

**350 bar**



Lesen Sie mehr auf  
FST.com



JETZT ERZÄHLE ICH

# Fusionskraftwerk

Ich habe Potenzial. Riesiges Potenzial sogar. Dessen seid ihr Menschen euch bewusst. Denn euer Energiehunger will gestillt werden, und ich – das Fusionskraftwerk – verspreche mehr Energie bereitzustellen, als ihr in mich hineinstecken müsst. Seit Jahrzehnten versucht ihr das zu erreichen. Allen Bemühungen zum Trotz seid ihr noch nicht am Ziel.

Im Gegensatz zur Kernspaltung geht es bei mir darum, Atomkerne zu verschmelzen. Bei meiner Entwicklung orientiert ihr euch an der Sonne. In ihr verschmilzt Wasserstoff bei enormer Hitze und unter gewaltigem Druck zu Helium. Die dabei freigesetzte Energie nutzt ihr noch hier in 150 Millionen Kilometern Entfernung bei der Photovoltaik. Wie fantastisch wäre es nun, das Prinzip der Sonne in kleine Reaktoren zu überführen, die saubere Energie produzieren?!

Der für die Kernfusion benötigte Wasserstoff hat Vorteile. Zum einen ist das ihm zugrunde liegende Wasser auf der Erde reichlich vorhanden. Zum anderen entspricht der Brennwert von einem Kilogramm Wasserstoff der Energiemenge, die aus 11.000 Tonnen Kohle gewonnen wird.

Die Krux: Damit Wasserstoff zu Helium fusioniert, bedarf es immenser Anstrengungen. Bei einem vielversprechenden Verfahren müssen in der ringförmigen Vakuumkammer eines Reaktors über 100 Millionen Grad Celsius herrschen. Dann bilden die Wasserstoffatome unter Mithilfe eines starken Magnetfeldes ein Plasma und beginnen zu fusionieren und reichlich Energie abzugeben. So weit zur Theorie. Bis 2050 soll es in der Praxis gelingen, mit mir in großem Maßstab saubere und sichere Energie zu gewinnen. ©



## Herbert Mayer

Herbert Mayer arbeitet seit 23 Jahren bei Freudenberg Sealing Technologies im Vertrieb. Aktuell verantwortet er im Industriebereich den Sektor Power. Dieser umfasst sowohl Energie als auch Power Transmission, Power Generation sowie Power Tools.



## STRATEGIEGESPRÄCH

# Energiewende

*Unterschiedliche erneuerbare Energieträger sind derzeit in Bewegung oder erfahren Entwicklungsschübe. Herbert Mayer, Vice President Global Power Sector bei Freudenberg Sealing Technologies, erklärt, warum Dichtungen für die Windenergie so wichtig sind, welche Chancen Wasserstoff bietet und wieso weltweit Unternehmen in grüne Energie investieren.*



#### HERR MAYER, IST DIE GESCHICHTE DER ENERGIE EINE GESCHICHTE DER INNOVATION?

Nun, schon die alten Ägypter betrieben Schifffahrt mit Segeln und haben damit Windenergie nutzbar gemacht. Später sprechen wir von Edisons Glühlampe, der Dampfmaschine oder Photovoltaikanlagen. Also ja, Innovation war immer ein entscheidender Faktor, Energie für Menschen einfach nutzbar und nützlich zu machen.

#### ABER NUR EIN TREIBER VON VIELEN?

Mit einer Erfindung kann man einen großen Schritt nach vorne gehen, aber sie muss auch für eine breite Masse nutzbar gemacht und technisch angewendet werden. Freudenberg Sealing Technologies hatte zum Beispiel schon vor mehr als zweieinhalb Jahrzehnten begonnen, Dichtkonzepte für Wasserstoff und Brennstoffzellentechnik zu entwickeln. Damals wurde das in der Automobilindustrie als Potenzial für die Zukunft gesehen. Aber die Zeit war noch nicht reif. Wir haben dabei sehr viel gelernt, das uns heute ganz massiv hilft, wo Wasserstoff weit über den Automobilssektor hinaus ein Thema ist – von der Produktion von grünem Wasserstoff in Elektrolyseuren bis hin zur Nutzung als Antriebsenergie für Schiffe.

#### DAS ANWENDUNGSFELD WASSERSTOFF IST UNGLAUBLICH VIELFÄLTIG GEWORDEN.

In der Tat. Es wird öffentlich sehr viel über Wasserstoff in der Anwendung gesprochen, als Ersatz für fossile Energieträger. Wir müssen aber die gesamte Wertschöpfungskette betrachten, also von der Erzeugung über den Transport bis hin zum Wasserstoff als Speichermedium. Es gibt sehr viele Projekte weltweit, die sich mit diesen Themen beschäftigen. Wir sind schon bei Elektrolyseur-Fabriken in Größenordnungen von mehreren Hundert Megawatt angekommen, und für die nächsten Jahre müssen wir definitiv in Richtung Gigawatt-Factory denken. Damit können wir mittelfristig Kraftwerke, die heute mit fossilen Brennstoffen betrieben werden, ersetzen. Wir bei Freudenberg Sealing Technologies können diese Entwicklung mit unseren Produkten und Materialien sehr gut unterstützen.

#### WARUM SIND HIER DICHTUNGEN SO ENTSCHEIDEND?

Weil das Kernelement jeder Brennstoffzelle und jedes Elektrolyseurs der Stack ist, also die Platte, durch welche Wasserstoff und Sauerstoff geleitet werden. Diese Platten müssen sowohl



Der Fokus auf erneuerbare Energien ist aktuell sehr, sehr hoch. Ebenso wie der Investitionsbedarf.“



dicht als auch beständig sein gegen die Medien, die durchgeleitet werden, und die Medien, die beim Prozess entstehen. Und alles muss auf industrielle Maßstäbe skalierbar sein. Das ist essenziell, und dafür braucht es Materialkompetenz. Es ist nicht trivial.

#### WASSERSTOFF IST ABER MEHR ALS NUR EIN ENERGIETRÄGER.

Es ist, wie erwähnt, auch ein Speichermedium. Ich kann damit grün erzeugte elektrische Energie speichern, sodass sie sehr gut beherrschbar ist, weil ich den Wasserstoff in verschiedene Aggregatzustände verwandeln kann: gasförmig für Pipelines, aber auch zu Flüssigkeit oder zu Ammoniak, und dann speichern und transportieren.

#### IST ER DAMIT DER BATTERIE ÜBERLEGEN?

Das kommt auf den Anwendungsfall an. Batterieelektrische Systeme sind sehr nützliche Speichermedien, aber es ist aufwendig, sie für großindustrielle Anlagen hochzuskalieren. In solchen Fällen kann Wasserstoff die bessere Alternative sein. Wir sehen gerade einen Wettlauf der Technologien in der Welt. Da sind wir wieder beim Thema Innovation: Es kommt eben darauf an, dass eine Idee effizient und wirtschaftlich umsetzbar ist – und Verfügbarkeit gewährleistet. Am Ende hat Nutzbarmachung für den Endverbraucher immer auch mit Kosten zu tun. Innovation als Selbstzweck funktioniert nicht, sie braucht gesellschaftliche Akzeptanz und Strukturen.

#### DAS GILT GENERELL FÜR GRÜNE ENERGIE. SEHEN SIE DA OPTIMISTISCH AUF DIE POLITISCHEN UND WIRTSCHAFTLICHEN RAHMENBEDINGUNGEN?

Wir stellen jedenfalls fest, dass aktuell nicht nur grüne Start-ups über erneuerbare Energien sprechen, sondern auch etablierte Energieunternehmen, die aus der fossilen Welt kommen. Sie spüren die Transformation und wollen sie mitgestalten. Der Fokus auf erneuerbare Energien ist aktuell sehr, sehr hoch. Ebenso wie der Investitionsbedarf. Gleichzeitig sehen wir verstärkten Finanzfluss in klimarelevante Investitionen. Es stecken deutlich größere Wachstumschancen in den erneuerbaren Energien. Freudenberg Sealing Technologies ist in vielen dieser Zukunftsprojekte involviert, und wir sehen sehr gute Chancen, Entwicklungspartner für unsere Kunden entlang der Wertschöpfungskette zu sein. Nehmen Sie nur zum Beispiel das Thema Windkraft: Hier sehen wir aktuell in Asien und allen voran in China die höchste Dynamik.



Das Interview geht weiter  
in Text und Video:



#### DORT WURDE ANFANG 2023 EINE WINDTURBINE MIT 18 MEGAWATT ANGEKÜNDIGT.

Weltweit sind für Anlagen an Land vier bis fünf Megawatt Standard, offshore bislang um die zwölf oder 14 Megawatt. Die Rotordurchmesser von Großanlagen erreichen mittlerweile über 250 Meter! Allein solche Turbinen zu errichten ist ein immenser logistischer Aufwand. Da reden wir noch nicht von Betrieb und Wartung. Bei derartigen Turbinengrößen stellen sich natürlich andere technische Anforderungen, zum Beispiel in Bezug auf Langlebigkeit: Die Wartung einer Offshore-Anlage ist nur kostspielig über Schiff oder Helikopter möglich. Auch hier kommt Freudenberg Sealing Technologies als Dichtungsexperte ins Spiel. Wir setzen mit der Seventomatic® für große Lagerdurchmesser neue Maßstäbe an Performance, unterstützen aber auch die Kunden in ihrem Bestreben nach mehr Nachhaltigkeit. China selbst ist einerseits in den Schlagzeilen wegen hoher CO<sub>2</sub>-Verschmutzung, aber das Land ist mittlerweile auch in vielen Bereichen Vorreiter, um alternative Technologien marktfähig zu machen.

#### INWIEFERN IST NACHHALTIGKEIT BEI TURBINEN-DICHTUNGEN EIN THEMA?

In einer Turbine werden ja zum Beispiel Schmierflüssigkeiten eingesetzt. Niemand möchte auf seinem Acker Ölflecken sehen – und auf See, teils sogar angrenzend an Naturschutzgebiete gilt das umso mehr. Hier gelten erhöhte Anforderungen an die Performance einer Dichtung. Ähnliches gilt für Wasserkraftwerke.

#### EINE TECHNOLOGIE, DIE SCHON SO LANGE EXISTIERT, DASS SIE GEFÜHLT OFT WENIGER WAHrgENOMMEN WIRD.

Die Akzeptanz für bestehende Wasserkraftwerke ist oft sehr hoch – wenn Sie aber an Neuanlagen denken, an neue Pumpspeicherkraftwerke, an neue Stauseen, dann ist die Sensibilität der Bevölkerung für damit verbundene Probleme sehr gestiegen. Wir wissen ja, dass Flora und Fauna nicht unbedingt davon profitieren. Einer der Gründe, warum übrigens schon seit Jahren darüber diskutiert wird, ob man nicht auch Wasserkraftwerke offshore einsetzen könnte, also als Gezeitenkraftwerke im Meer, indem man die Kraft der Strömung aus dem Tidenhub nutzt. Da gibt es viele Pilotprojekte, aber der große Durchbruch ist noch nicht gelungen. Wir beobachten das aber interessiert, denn auch hier gäbe es höhere technische Anforderungen an Dichtungen, durch die Aggressivität des Salzwassers über die Lebensdauer. Freudenberg Sealing Technologies kann hier seine Materialkompetenz ausspielen.

#### DAS GILT AUCH FÜR DEN BEREICH SOLARENERGIE.

Ja, denn auch hier gibt es Herausforderungen: Regionen, in denen Solarparks wirtschaftlich betrieben werden können, stellen besondere Anforderungen, zum Beispiel was UV-Beständigkeit angeht. Außerdem muss sichergestellt werden, dass die Anlagen gegen Staub, Sand und Wasser abgedichtet sind. Auch im Bereich Solar wird aktuell sehr viel Geld investiert. Das bietet spannende Möglichkeiten für Geschäftsmodelle in Regionen des globalen Südens, die bis dato weniger eigene Industrien aufbauen konnten. Übrigens abermals ein Einsatzfeld für Wasserstoff, um die Energie dann in weiter entfernte Industrieländer zu transportieren.

#### WORAUS ZIEHEN SIE IHRE ENERGIE?

Aus guten Gesprächen mit Freunden und meiner Familie und auch aus einem Tag in den Bergen, dann bin ich gewissermaßen mein eigenes Pumpspeicherkraftwerk. Und im Beruflichen über die Zusammenarbeit mit meinem Team, der Vielfältigkeit der Aufgaben im Alltag und der Bereitschaft, auch mal ausgetretene Pfade zu verlassen. Das gibt Energie und macht Freude. ©



# Energieeffizienz für die Uhrzeit

*Sie lebt von Luft und Liebe: die Tischuhr Atmos von Jaeger-LeCoultre.*

Das Uhrwerk bezeichnet der Hersteller selbstbewusst als „Perpetuum mobile“. Es arbeitet nah an diesem Ideal: Das filigrane Räderwerk zieht seine Antriebsenergie aus Luftdruckänderungen. Die Uhr wird nicht aufgezogen, hat keine Batterie und kein Stromkabel. Eine junge Erfindung? Nein, die Atmos wird seit 1937 in der Schweiz produziert. Das zeugt von der Liebe des Unternehmens, an diesem technischen Kunstwerk festzuhalten. Die Kunden erwidern sie: Sie sind bereit, mindestens 8.450 Euro für die einfachste Ausführung auszugeben. Da muss man schon ganz schön überzeugt sein von dem, was dann auf dem Tisch steht.

Überzeugt war der Atmos-Erfinder Jean-Léon Reutter (1899 bis 1971) vom Funktionsprinzip. Eigentlich Röntgenspezialist, experimentierte er in seiner Freizeit, wie sich Veränderungen der Atmosphäre in kinetische Energie umwandeln und nutzen lassen. Der Durchbruch kam mit dem „Thermomotor“: Dieser hat eine Kammer aus Metall, die mit einem gesättigten, expansionsfreudigen Gas gefüllt ist. Ändert sich die Temperatur, dehnt sich die Kammer aus oder zieht sich zusammen: die Antriebsenergie der Uhr. Reutters zweite Leistung: Das von ihm ebenfalls konzipierte Uhrwerk benötigt nur ein Sechzigstel der Energie einer Armbanduhr. Lediglich einmal pro Minute vollführt das Torsionspendel einen vollen Zyklus. Die Effizienz ist sensationell: Mit einem Temperaturabfall oder -anstieg von einem Grad kommt die Atmos zwei Tage lang aus. ©





# Kleine Stecker für die Kraft der Sonne



*Sie sind klein, sehr klein: Dichtungsringe in Solarsteckern. Aber unverzichtbar, um Strom zu gewinnen. Warum sie in jeder Anlage zu finden sind – und Sonnenenergie aus der Wüste so kompliziert ist.*

**E**in Tag im Frühling: Es ist bewölkt, kühl, und es weht ein leichter Wind. Als sich aber ein Loch in den Wolken auftut und die Sonne hervortritt, wird es schlagartig wärmer. Die Sonne spendet nicht nur Licht, sie spendet auch Wärme. Diese Entdeckung hat die Menschheit schon früh dazu gebracht, die Energie der Sonne für sich zu nutzen: Im antiken Griechenland baute man Häuser so, dass sie sich durch die Sonne erwärmten.

Heute ist die Sonne eine der wichtigsten Energiequellen in der Energiewende: Photovoltaikanlagen sind so flexibel, dass sie auf fast jeder freien Fläche aufgestellt werden können. „Die Solarenergie-Branche wächst in rasantem Tempo“, erklärt Marcel Schreiner, Global Segment Director, Energy, Freudenberg Sealing Technologies. Die Solarpanels, die Sonnenlicht in Energie umwandeln, sind in einzelne Photovoltaikzellen aufgeteilt. In der Regel bestehen sie aus Halbleitern – wie

beispielsweise Silizium. Wenn Sonnenlicht auf die Zellen trifft, absorbieren die Halbleitermaterialien die Photonen des Lichts. Die Elektronen innerhalb des Materials reagieren. Einige werden so aus ihren Bindungen gelöst und wandern in einen elektrischen Stromkreis innerhalb des Solarpanels: Ein Stromfluss entsteht.

**„Fällt eine Lampe aus, wird es finster“**  
Zusammen bilden einzelne Panels eine Solaranlage. Es sind spezielle Stecker nötig, um die Solarpanels miteinander und die Anlage mit dem Stromnetz zu verbinden. Die Steckverbindungen haben besonders leitende Kontakte, sodass selbst bei einem Defekt innerhalb des Panels der Strom in der Anlage weiter fließen kann. „Sonst wäre das wie bei der Weihnachtsbaumbeleuchtung von früher“, erklärt Schreiner. „Die waren auch in Reihe geschaltet, und wenn da ein Lämpchen ausfiel, wurde es schnell finster.“ Um dieses entscheidende Verbindungsteil innerhalb der Anlage zu sichern, ist der Stecker rundum abgedichtet – häufig mit einer Dichtung von Freudenberg Sealing Technologies.



Es ist zwar nur ein sehr kleines Produkt, aber es ist relevant, um Solarenergie zu erzeugen.“

„Die Dichtung muss vor allem dafür sorgen, dass nichts von außen in den Stecker eindringt, insbesondere Wasser“, sagt Schreiner. Denn Feuchtigkeit im Stecker kann zu einer Korrosion des Kontaktes führen: „Spätestens dann habe ich eine Verlustleistung in der Kontaktübertragung.“ Und Verlustleistung in einem Solarmodul reduziert die Effizienz der Solaranlage und erzeugt Wärme, die im schlimmsten Fall zu einem Brand

führt. „Die Dichtung ist ein Sicherheitsaspekt im doppelten Sinne: Sie gewährleistet die Stromleistung des Moduls und vermindert die Brandgefahr“, erklärt Schreiner.

#### Keine Kompromisse bei der Qualität

Die Dichtungsringe bestehen aus einem Silikon und haben nur etwa sieben Millimeter Durchmesser. „Aber die haben es in sich“, unterstreicht Schreiner. Das Produkt sei darauf ausgelegt, die gesamte Lebenszeit des Steckers abzudecken. Die genaue Zeitspanne hänge auch von den Außenbedingungen am Standort der Solaranlage ab: „In Europa sind die ersten Panels auf den Hausdächern nun auch schon um die 20 Jahre im Einsatz.“ Das halte die Dichtung problemlos aus. Da die Anlagen ohne Solarstecker nicht funktionieren, ist die Nachfrage nach den Steckern und ihren Dichtungen besonders hoch. „Wir sprechen hier von der Herstellung von mehreren 100 Millionen Dichtungen im Jahr“, sagt Schreiner. „Da ist keine Zeit für Fehler.“ Im Herstellungsprozess setzt Freudenberg Sealing Technologies deshalb auf Automatisierung und Qualitätssicherung. Die Dichtung sichere schließlich den Stromfluss in der gesamten Anlage. „Da machen wir keine Kompromisse bei der Qualität“, sagt er.

„Es ist zwar nur ein sehr kleines Produkt, aber es ist relevant, um Solarenergie zu erzeugen.“ Dabei mache es keinen Unterschied, wo die Solaranlage aufgebaut werde. „Die Dichtung und die Stecker sind die gleichen, ob die Anlage nun auf einem Hausdach in Nordeuropa instal-



Um möglichst viel Energie aus der Sonne zu ziehen, folgen die einzelnen Module in einigen Anlagen dem Stand der Sonne.



### Marcel Schreiner

Marcel Schreiner ist Global Segment Director für den Bereich Energie bei Freudenberg Sealing Technologies. Gemeinsam mit seinem Team ist er für die Vertriebsaktivitäten im Bereich Energietechnik zuständig und betreut Kunden aus aller Welt. „Die Technologien besonders im Bereich erneuerbarer Energien entwickeln sich dynamisch“, sagt Schreiner: „Deshalb ist es besonders wichtig, flexibel zu bleiben und eng mit den Kunden zusammenzuarbeiten.“

liert wird oder in der Sahara“, erklärt Schreiner. Allerdings sind Stecker in einer Wüstenregion einer härteren Belastung ausgesetzt: UV-Licht, Hitze und Trockenheit könnten dazu beitragen, dass die Stecker porös werden. Auf die Dichtung, die sich ja innerhalb des Steckers befindet, haben diese Faktoren immerhin weniger Einfluss.

#### Das Problem mit dem Wüstenstrom

Wenn aber die Solarmodule in der Hitze einer Wüste genauso gut funktionieren wie auf den heimischen Hausdächern, warum wird dann nicht bereits die ganze Welt mit grünem Wüstenstrom versorgt? Diese Frage stellten sich im Jahr 2004 auch die Gründungsmitglieder des Projekts Desertec. In der Sahara sollten große Anlagen für Solarstrom entstehen, der dann anschließend nach Europa exportiert wird. Doch bereits fünf Jahre nach der Gründung stiegen die ersten großen Firmen wieder aus dem Projekt aus. Es war ein Streit darüber entbrannt, wie genau eigentlich der grüne Strom nach Europa gelangen sollte.

Denn darin liegt das bisher ungelöste Problem mit dem Wüstenstrom: Um die immensen Mengen an Energie vom Erzeugungsort in der Sahara in die europäischen Stromnetze zu leiten, müssen

Stromkabel unter dem Mittelmeer verlegt werden. Zwei davon existieren bereits in der Meerenge von Gibraltar und transportieren grünen Strom von Marokko nach Spanien. Um die geplanten Desertec-Strommengen nach Europa zu exportieren, bräuchte man theoretisch mindestens 500 solcher Kabel. Außerdem kommt es zu einem Energieverlust bei der Übertragung von Strom über lange Entfernungen. Früh mussten sich Ingenieure und Investoren eingestehen, dass dem Transport von Wüstenstrom finanzielle und auch physikalische Grenzen gesetzt waren.

#### Alternative: Grüner Wasserstoff

Doch die Idee, dass Solarenergie aus der Wüste die ganze Welt mit Strom versorgen kann, ist nicht mit den ersten Versuchen von Desertec gescheitert. Das Projekt fokussiert sich heute darauf, die an die Sahara angrenzenden Staaten mit grünem Strom zu versorgen. Zukünftig soll der Solarstrom auch zur Erzeugung von grünem Wasserstoff genutzt werden, der dann wiederum nach Europa und in die ganze Welt exportiert werden kann. Dazu sind riesige Solaranlagen geplant. Viele Tausend Solarpanels aneinandergereiht. Verbunden durch je einen kleinen Stecker und abgesichert durch eine noch kleinere Dichtung. ©



INSIDE

## SIMMERRING® für Solarmodule

Um möglichst viel Sonnenlicht abzufangen, sind Solarpanels häufig mit Getrieben ausgestattet, damit sie sich mit der Sonne drehen können. Die Getriebe müssen wirksam gegen Schmutz und Feuchtigkeit abgedichtet werden. Beispielsweise mit dem Simmerring® von Freudenberg Sealing Technologies. Die Radialwellendichtung hat ein eigens entwickeltes Design, das auf einen breiten Anwendungsbereich im Außeneinsatz abgestimmt ist. Die verwendeten Elastomere sind beständig gegen Alterung und synthetische Schmierstoffe. Das macht den Simmerring® besonders dicht und verschleißfest, auch bei wechselnden Witterungsverhältnissen.



Lesen Sie mehr auf dem  
Produktdatenblatt auf [FST.com](http://FST.com)

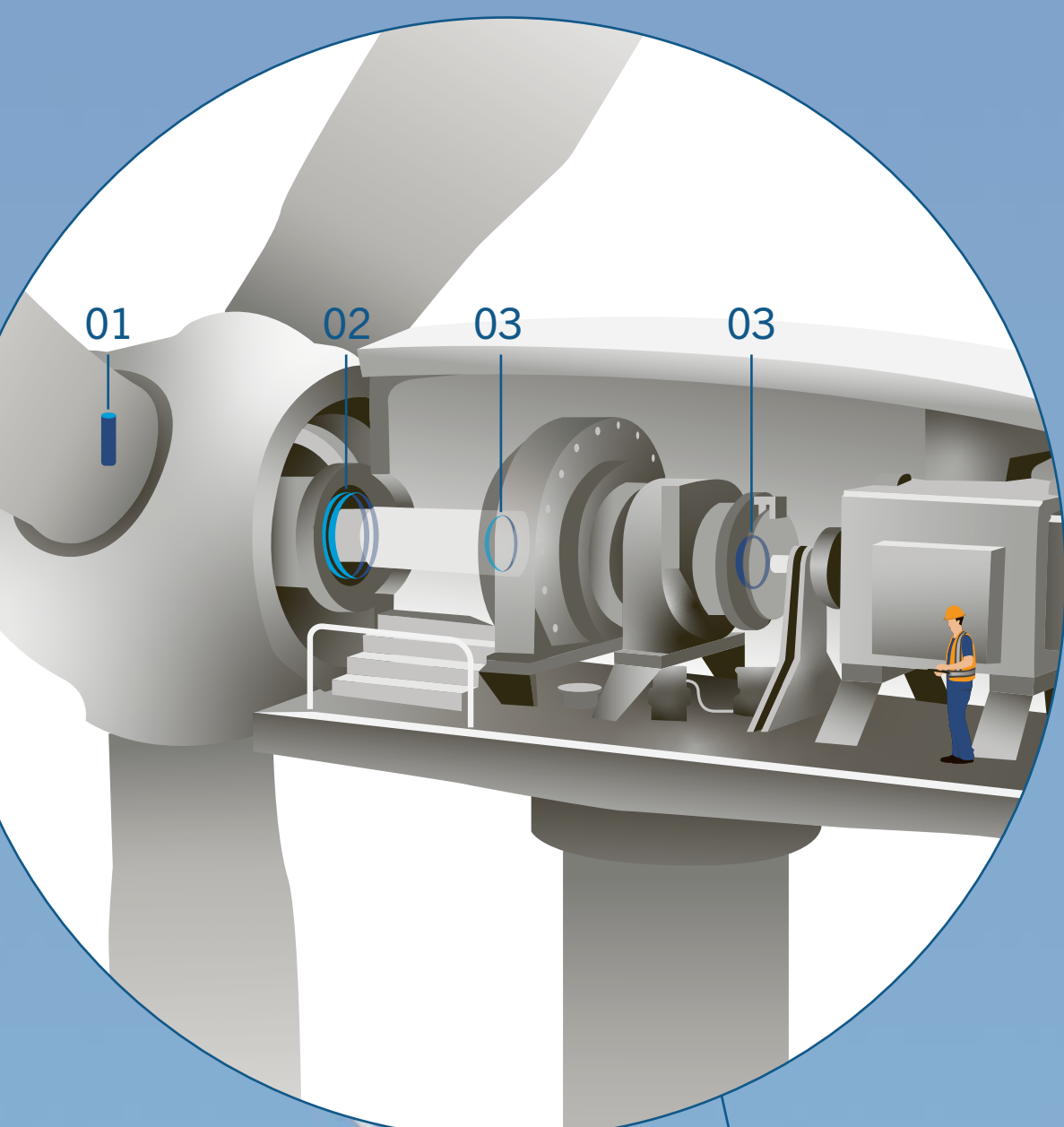


# Groß, größer, offshore

---

*Offshore-Windkraftanlagen werden immer größer. Um die Giganten für die enormen Kräfte der offenen See zu wappnen, sind langlebige Dichtungen gefragt. Freudenberg Sealing Technologies sorgt an sieben Stellen in der Anlage dafür, dass der Wind immer günstig steht.*





## 01 Kolbenspeicher

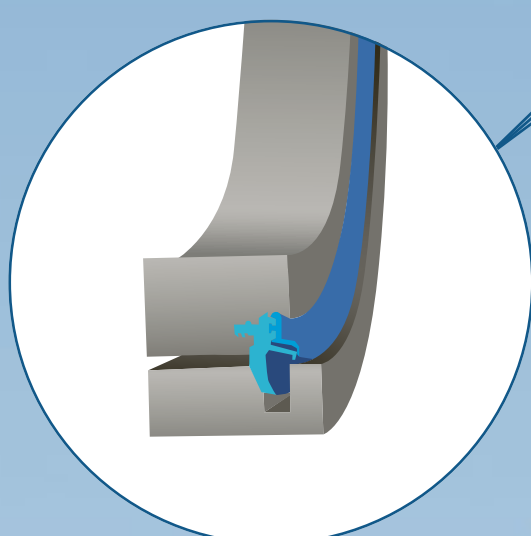
Rotorblätter messen je nach Anlage bis zu 250 Meter im Durchmesser. Um die kolossalen Blätter zu bewegen, haben sich hydraulische Lösungen mit Kolbenspeichern bewährt. Bestehend aus einem Zylinder und einem Akkumulator, balanciert das System Druckschwankungen zuverlässig aus und wirkt Überlastung entgegen.

## 02 Hauptlagerdichtung

Die Hauptlager einer Windkraftanlage sorgen dafür, dass sich der Rotor kontinuierlich um die eigene Achse dreht. Gleichzeitig stellt die ständige Bewegung alle angrenzenden Komponenten unter eine hohe Belastung. Die „Seventomatic“-Dichtungen an den Hauptlagern müssen daher starken Auslenkungen folgen und besonders langlebig sein.

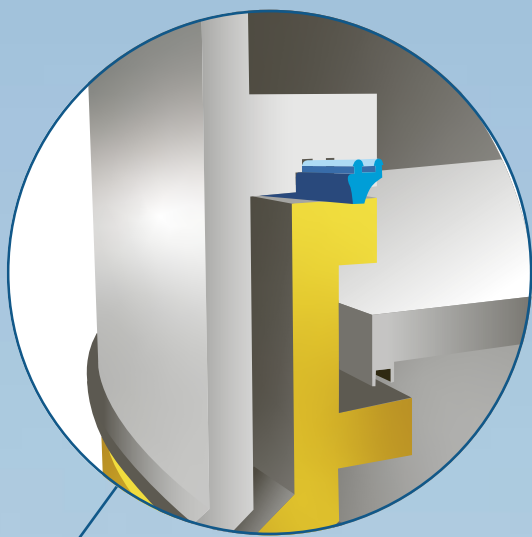
## 03 Simmerring®

An den Ein- und Ausgängen von den Getrieben befinden sich Simmerring-Radialwellendichtungen. Sie sind aus reibungs- und verschleißoptimiertem Material hergestellt. Es sorgt dafür, dass trotz höherer Umfangsgeschwindigkeiten immer größer werdender Wellen keine Kompromisse bei der Lebensdauer gemacht werden müssen.



## Pitchlagerdichtung

Pitchlagerdichtungen sitzen an einem wichtigen Kontaktpunkt, und zwar dort, wo die Rotorblätter auf den Rotor treffen. Auch hier ist Bewegung angesagt: Denn die Rotorblätter werden entsprechend der Windrichtung ausgerichtet. Extrudierte Dichtungen schützen diese Schlüsselstelle bei Verformung und verhindern Leakage.



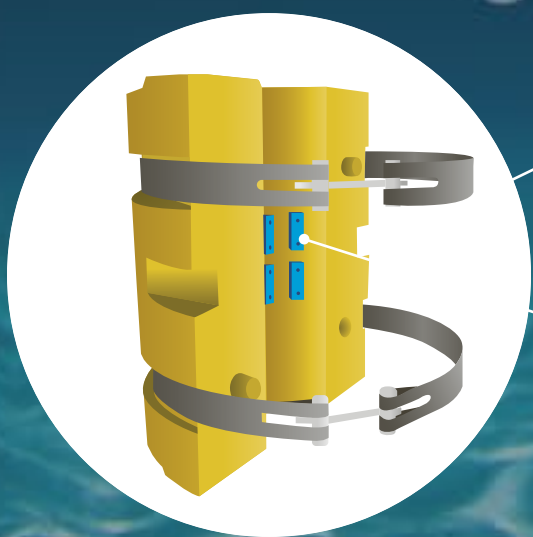
## Flanschdichtung

Monopiles bilden das Fundament der Windkraftanlage. Auf sie wird der eigentliche Windkraftturm gesetzt, oder im Fachjargon: geflanscht. Das ist eine heikle Angelegenheit, denn einige Parts sind nach der Installation nicht mehr erreichbar. Die dort verbauten Flanschdichtungen entscheiden demzufolge mit über die Lebensdauer der Windkraftanlage.



## Airtight-Plattform-Dichtung

Im Inneren von Gründungsstrukturen befinden sich Leitern und Arbeitsplattformen zur Wartung und Instandhaltung. Spezielle Plattform-Dichtungen schützen Arbeiter vor Faulgasen, die sich durch Algen aus dem Meerwasser bilden können. Das sorgt für Sicherheit bei Wartungsarbeiten.



## Ballastmodule mit Gummipads

Schwimmende Windkraftanlagen befinden sich oft Hunderte Meter über dem Meeresboden. Die Hochspannungskabel zum Transport der elektrischen Energie werden von Ballastmodulen in einer fixierten Wassertiefe gehalten. Dies hilft, die Belastung der Hochspannungskabel zu reduzieren und Schaden zu verhindern. Die Ballastmodule benötigen Klammersysteme mit Gummipads von Freudenberg Sealing Technologies zwischen Ballastmodul und Kabel. So bleiben die Kabel vor Beschädigung geschützt.



# Kraftwerk Mensch

*Der menschliche Körper verbraucht nicht nur Energie. Er produziert auch welche – und gibt einen Teil an die Umgebung ab. Kann Körperenergie also eine nutzbare Quelle sein?*



## 250.000

Menschen passieren täglich den Stockholmer Hauptbahnhof, wo deren Körperwärme aufgefangen, gespeichert und an ein Bürogebäude weitergeleitet wird.

**D**er Mensch steht im wahrsten Sinne des Wortes unter Strom. Denn mit jedem Schritt, jeder Muskelkontraktion und sogar mit Zellreaktionen erzeugt der Körper Energie. Im Ruhezustand produziert der menschliche Körper durchschnittlich 100 Watt Leistung. Beim Sport erreicht er 300 bis 400 Watt. Das entspricht einem Tagesverbrauch von 2.000 Kilokalorien oder, anders gerechnet, einem LED-Flutlicht, das 24 Stunden lang leuchtet. Einen großen Teil der produzierten Energie nutzt der Körper selbst: zum Denken, für Bewegung oder um Organe und Zellen zu versorgen. Und selbst in der Nacht verbraucht er Energie. Was dann noch übrig ist, gelangt als Wärme in die Umgebung.

### **Körperwärme, eine natürliche Heizung**

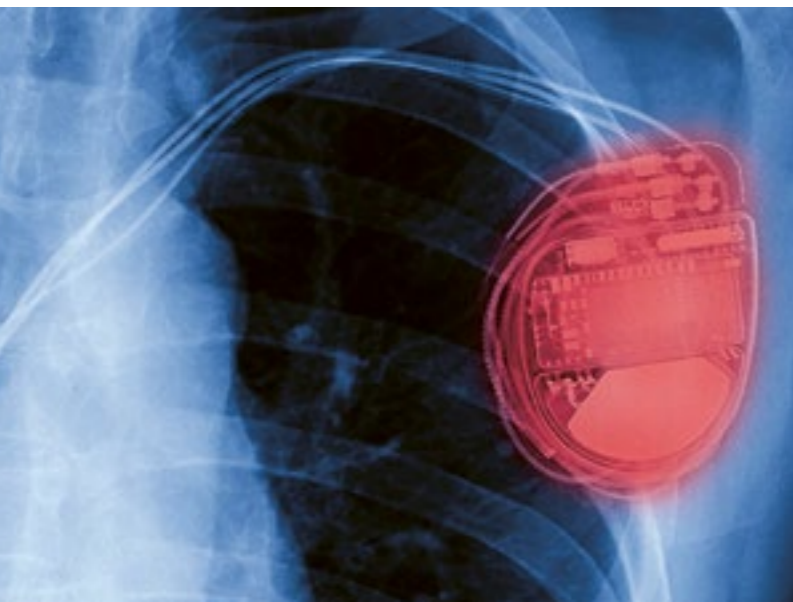
Ein Raum voller Menschen heizt sich deshalb allein durch deren Anwesenheit auf. Ihre Körperwärme fungiert wie eine natürliche Heizung. Und die lässt sich auch in größerem Maßstab nutzen: Unter Beweis stellt das zum Beispiel die Mall of America, die größte Einkaufspassage der USA. Jährlich schlendern 42 Millionen Besucher durch das Shoppingparadies nahe Minneapolis und sorgen so für angenehme Temperaturen. Denn selbst ohne Zentralheizung herrschen dort im Winter 21 Grad Celsius. Körperenergie wird auch in Schweden gezielt eingesetzt: Am Stockholmer Hauptbahnhof staut sich täglich die Wärme von 250.000 Passanten. Bevor diese sinnlos verpufft, wird sie

von Wärmetauschern aufgefangen. Ein System aus unterirdischen Wassertanks und Rohren speichert dann die Energie und leitet sie anschließend in das Heizsystem eines benachbarten Bürogebäudes ein.

### **Wenn Schritte Strom erzeugen**

Wer den Menschen als Kraftwerk betrachtet, kann nutzbare Körperenergie hochrechnen. So lassen sich mit einem Watt Energie beispielsweise 133 Scheiben Toastbrot toasten, oder man kann sich eine Stunde lang die Haare föhnen. Könnten wir also mithilfe unserer Körperenergie etwa unsere Haushaltsgeräte antreiben? So fern scheint dieser Gedanke nicht zu sein. Immerhin hat der Mensch bereits in den 1940er Jahren Radios erfunden, die sich per Kurbel antreiben ließen. Die Fortschritte bei den Batterien machten die Kurbelradios zwar wiederum überflüssig, der Dynamo fürs Fahrrad ist vielerorts dagegen noch in Gebrauch – angetrieben durch die reine Muskelkraft. Der Mechanismus ist in einigen Teilen der Welt inzwischen abstrahiert worden. So hat ein US-amerikanisches Start-up vier Straßenlaternen auf einem öffentlichen Platz in Las Vegas

Erste Projekte in den USA und Schweden nutzen die Körperwärme von Passanten.



Mehrere Hersteller experimentieren bereits mit dem Körper als Energiequelle für Herzschrittmacher.

installiert, die Strom aus dem Sonnenlicht und aus den Schritten von Passanten ziehen. Die Laternen sind mit einer Krone aus Solarzellen ausgestattet, und auf dem Fußboden sind kinetische Kacheln angebracht. Die Kacheln sinken beim Auftreten leicht ab, ähnlich vorstellbar wie eine Haushaltswaage. Die mechanische Energie überträgt sich auf kleine Generatoren, die direkt unter den Fliesen sitzen und diese dann in Strom umsetzen. Ein Schritt kann durch ein solches System vier bis acht Watt generieren, je nach Druck der Schritte.

#### Tanzen und schwitzen für mehr Watt

Diese Bewegungsenergie oder kinetische Energie hat sich auch die Nachtclubszene zunutze gemacht: Und zwar setzen Veranstalter auf kinetische Platten im Fußboden. Je intensiver das Publikum tanzt, desto mehr Strom entsteht. Als Erster seiner Art zieht der schottische Club „SWG3“ in Glasgow neben der Kinetik auch Körperwärme aus dem tanzenden Publikum. Wärmepumpen und Flüssigkeiten fangen die Wärme im Innenraum zunächst auf und speisen die daraus gewonnene Energie direkt zur Kühlung des Publikums wieder in die Klimaanlage ein.

Die Idee, menschengewogene Energie zu nutzen, ist also weder abwegig noch neu. Nur: Wie weit trägt das Konzept tatsächlich? Wo liegen die Grenzen des Kraftwerks Mensch? Die Antwort ist bislang eher ernüchternd: Im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energiequellen wie Wind- oder Solarkraft steht Körperenergie nun einmal nicht im großen Stil



## 8 Watt

kann ein Passant maximal durch das Betreten einer kinetischen Bodenfliese generieren.

zur Verfügung: Während zwar genug Energie für wenige Straßenlaternen gewonnen werden kann, übersteigt der Bedarf einer Ortschaft oder gar einer Stadt deutlich die Kapazitäten.

#### Elektronische Kleingeräte mit Potenzial

Der Einsatz muss also im Kleinen, begrenzt, gedacht werden: Ein Schweizer Start-up plant aktuell in diesem Sinne Wearables auf den Markt zu bringen, die nicht nur am Körper getragen, sondern auch von ihm angetrieben werden. Ein Prototyp des Unternehmens sieht eine Armbanduhr vor, die mithilfe sogenannter thermoelektrischer Generatoren funktioniert. Eine Seite des Mini-Generators liegt dabei direkt auf der Haut, die andere Seite grenzt an das Uhrwerk. Aus der Temperaturdifferenz zwischen Körper und Material entsteht Energie, welche die Uhr zum Laufen bringt.

Auf elektronische Kleingeräte bezogen birgt Körperenergie also echtes Innovationspotenzial: Experimentiert wird aktuell von verschiedenen Herstellern auch mit energieautarken Hörgeräten oder Herzschrittmachern, die vom Herzschlag selbst angetrieben werden. Womöglich ließen sich auch sogenannte Piezofasern in Kleidung einnähen, also Fasern, die mechanische in elektrische Energie umwandeln und so parallel das Smartphone aufladen. Auch wenn Letzteres noch mehr Fiktion als Realität ist und das Kraftwerk Mensch vermutlich stets eine Gastrolle unter den alternativen Energien spielen wird, hat es einen großen Vorteil: Es gibt bekanntlich Milliarden von Menschen. Zusammengerechnet schlummert da auch im Kleinen eine ganze Menge an Potenzial. ©



## ZAHLENCHECK

# 3,2 Kilogramm



So viel CO<sub>2</sub> verbraucht angeblich eine Stunde Videostream. Das entspricht einem Kleinwagen auf 20 Kilometern Autobahn. Die Zahl 3,2 kursiert bis heute und wird einer Studie von 2019 des französischen Thinktanks „Shift“ zugeschrieben, der allerdings später von einer Fehlinterpretation sprach und auf 400 Gramm korrigierte. Der Analyst George Kamiya, Internationale Energieagentur IEA, konterte: Es seien sogar nur 36 Gramm pro Stunde. Das Problem liegt im Detail: Wie viel Energie verbraucht ein Rechenzentrum, wie effizient ist die Datenübertragung, und wie modelliert man all diese Zahlen zu einem Ergebnis? Klar ist: Rechner und Server brauchen Strom für Prozessoren und Kühlung. Rechenzentren arbeiten jährlich effizienter. Je nach Effizienz allerdings klafft pro Terabyte Daten im Jahr ein Unterschied von 105 bis 153 Kilogramm CO<sub>2</sub>. Unstrittig ist auch: Unsere Datennutzung nimmt jedes Jahr zu. Im Schnitt sieht weltweit jeder Nutzer 90 Minuten lang pro Tag Online-Videos. Streaming-Plattformen wie Twitch und Youtube melden mehr als sieben Milliarden Stunden für 2022. Die Masse macht es also. In ähnlicher Weise summieren sich auch acht Milliarden Suchanfragen an Google zu einem gewaltigen CO<sub>2</sub>-Verbrauch. Shift erklärte übrigens, man begrüße den wissenschaftlichen Austausch mit Experten wie Kamiya. Das Problem sei real, mehr Forschung dringend vonnöten. ©





# Das Elektroauto fährt voran

*In vielen Nationen sind Elektroautos Teil der Energiewende. Schon jetzt kommen immer mehr dieser Fahrzeuge auf den Markt. Bleibt es bei der Entwicklung?*

Vielfältige Energieherausforderungen beschäftigen die Welt. Konsequenzen im Alltag werden nach und nach deutlich – etwa für die Mobilität. In einigen Ländern fahren bereits zunehmend Elektroautos auf den Straßen. Angesichts einer vielerorts dynamischen Entwicklung der Energiesituation und offener Fragen: Ändert sich an dieser hohen Priorität etwas?

„Das ist nicht erkennbar“, sagt Professor Eberhard Bock. Der Vice President Technology and Innovation bei Freudenberg Sealing Technologies hat die Marktentwicklung ständig im Blick. „In vielen Ländern sind die Weichen gestellt. Die Autohersteller bringen immer mehr Elektrofahrzeuge auf den Markt und haben weitere in der Pipeline. Die große Richtung ist unverändert.“

## **Elektroautos als Teil der Mobilitätswende**

Beispielsweise in China: Es ist der größte Markt für Elektroautos. Aber auch in den USA steigen die Zulassungszahlen stetig. Fast die Hälfte der Amerikaner kann sich laut Umfragen vorstellen, ein E-Fahrzeug statt eines Verbrenners zu fahren. Förderprogramme sollen den Umstieg erleichtern – eine Parallele zu vielen Staaten in Europa. Dort passiert der Wandel nicht zuletzt aufgrund der eindeutigen Rahmenvorgaben der Europäischen Union (EU). Sie peilt für ihre Mitgliedsstaaten die vollständige Klimaneutralität ab 2050 an. Ab 2035 dürfen in der EU keine Personenwagen mit Verbrennungsmotor mehr neu zugelassen werden. Sukzessive werden die Grenzen für Flottenemissionen immer strenger.

„Derzeit darf ein Pkw 95 Gramm CO<sub>2</sub> pro Kilometer ausstoßen. Das entspricht einem Treibstoffverbrauch von 3,6 Litern Diesel oder 4,1 Litern Ottokraftstoff auf 100 Kilometer. Autohersteller, die dieses EU-Flottenlimit nicht schaffen, müssen Strafen zahlen. Und die sind nicht gering“, erläutert Professor Mario Hirz. „Im Jahr 2030 wird das Limit voraussichtlich um ein Drittel auf knapp 60 Gramm gesenkt.“ Der stellvertretende Leiter des Instituts für Fahrzeugtechnik an der Technischen Universität Graz sagt deutlich: „Diese Ziele werden mit Verbrennungskraftmaschinen nicht erreichbar sein. Darum kommt es in den nächsten rund zwölf Jahren in Neufahrzeugen zu einem Wechsel hin zum vollelektrischen Antrieb.“ Ihre Zahl auf europäischen Straßen werde zunehmen und die von Personenwagen mit Verbrennungsmotor nach und nach zurückgehen.

## **Wachstumsmarkt Automobil**

„Der Mobilitätswandel ist in vollem Gang. Freudenberg Sealing Technologies wird ihn mitgestalten und begleiten. Unsere Produkte aus der Dichtungstechnik und darüber hinaus kommen in vielen Kompo-

nenten zum Einsatz – ob in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor, Elektroantrieb oder Brennstoffzelle. Wir beschäftigen uns mit allen Varianten“, sagt Bock. „Auch abseits der Antriebe ist der Automotive-Bereich ein Wachstumsmarkt für uns. So liefern wir künftig Schlüsselkomponenten für neuartige Radarsysteme, die für das autonome Fahren oder Fahrerassistenzfunktionen notwendig sind. Auf diesem Gebiet findet ja ebenfalls eine rasante Entwicklung statt.“



Der Mobilitätswandel ist in vollem Gang. Freudenberg Sealing Technologies wird ihn mitgestalten und begleiten.“



Ob es künftig vermehrt kleinere und leichtere Elektroautos geben wird? Für Europa sieht Hirz das so: „Es droht ein Szenario, dass diese für die dort etablierten Autohersteller weniger interessant sind. Denn die Herstellung eines Fahrzeugs mit Elektroantrieb ist deutlich teurer als eines mit Verbrennungsmotor. Das liegt vor allem an der Batterie, die 30 bis 50 Prozent der Fertigungskosten ausmacht und damit Elektroautos um ein Drittel oder mehr verteuert“, beschreibt er. „Daher sind viele Fahrzeughersteller derzeit eher im höherpreisigen Segment aktiv. Dort sind die Kunden bereit, mehr zu zahlen. Das heißt aber nicht, dass es keine günstigeren E-Fahrzeuge geben wird. Nur könnte es sein, dass asiatische Hersteller dieses Marktsegment dominieren werden.“

Antriebsstrang, Energiespeicher, Zellsysteme, Thermomanagement: An diesen und anderen Komponenten für Elektroautos arbeiten weltweit sowohl Wissenschaft, Autohersteller als auch Zulieferer. Die Innovationsfreude und Technologieoffenheit von Freudenberg Sealing Technologies zeigt sich außer bei Dichtungen unter anderem an Hitzeschilden für Batteriezellen und thermischen Barrieren für Batteriegehäuse.

Und sie arbeiten nach wie vor an Verbrennungsmotoren, etwa für Hybridfahrzeuge. Ohnehin haben viele Länder bisher kein Aus für Pkw mit herkömmlicher Kraftmaschine beschlossen. China etwa. Allerdings wird dort der Einsatz von Elektroautos in Städten stark vorangetrieben. Eine Chance als Teil der Energiewende könnten daher synthetische Kraftstoffe haben. Mithilfe regenerativer Energiequellen hergestellt, können sie die CO<sub>2</sub>-Bilanz verbessern.

#### Wasserstoff als Energieträger

Neben Personenkraftwagen sind viele weitere Fahrzeugkategorien zu berücksichtigen. Für Lastwagen und Busse geben beide Experten dem Brennstoffzellenantrieb eine Zukunft. Im Tank ist Wasserstoff, dieser wird im Fahrzeug in elektrischen Strom gewandelt, der die Elektromotoren antreibt. „Zum Beispiel für Langstreckenfahrzeuge ist die Brennstoffzelle ideal. Etwa auf den immensen Strecken in den USA. Für

Schiffe ist diese Technik ebenfalls interessant“, sagt Bock. Wenn der Wasserstoff mit regenerativer Energie hergestellt ist, stimmt die CO<sub>2</sub>-Bilanz.

Da Verbrennungsmotoren ebenfalls mit Wasserstoff betrieben werden können: Wäre das eine Konkurrenz zur Brennstoffzelle? „Es ist je nach Anwendungsfall zu differenzieren, welcher Antrieb der beste ist. In einigen Fällen eignet sich die Brennstoffzelle besser mit ihrem Wirkungsgrad von bis zu 60 Prozent bei niedriger Last, während Antriebe mit Verbrennungsmotoren bei höheren Lastpunkten Vorteile haben können“, erklärt Hirz.



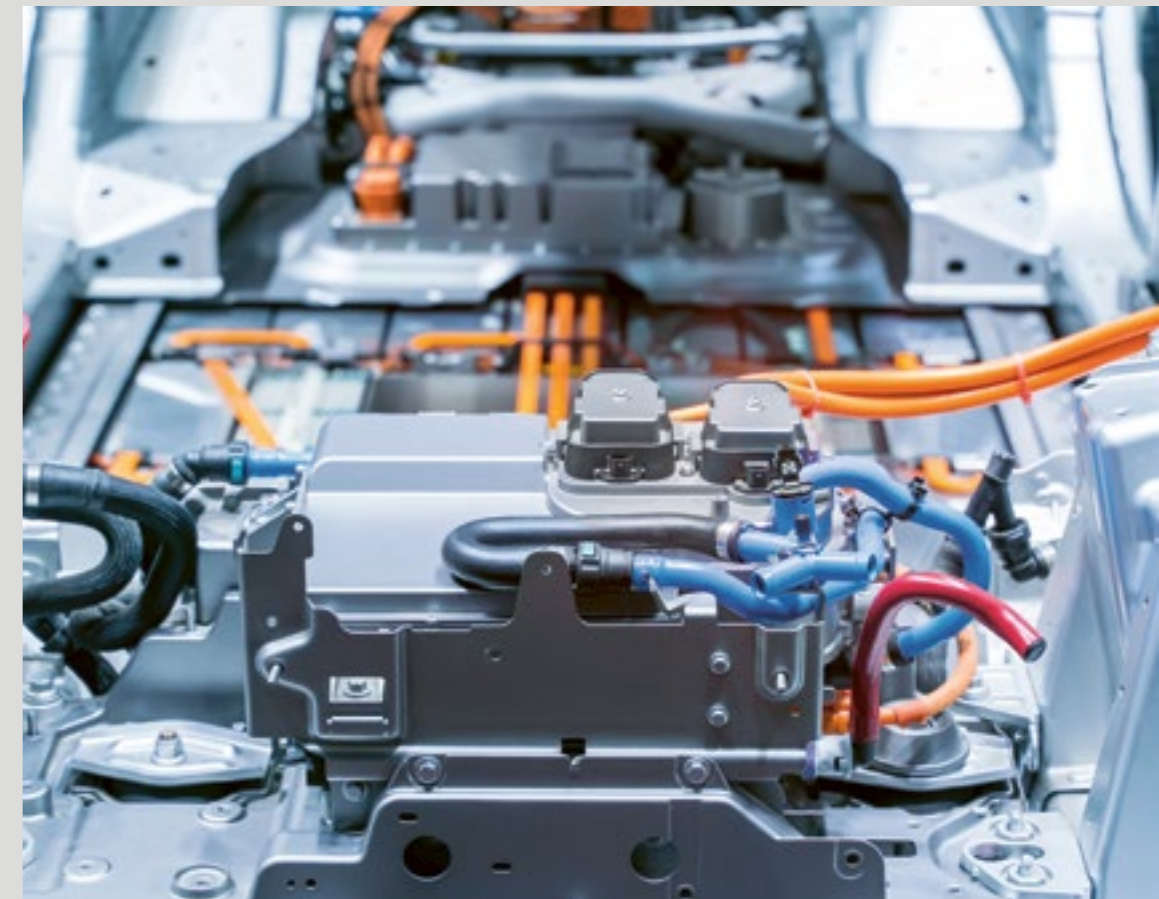
Ab **2035**

dürfen in der EU keine Personenkraftwagen mit Verbrennungsmotor mehr neu zugelassen werden.

„Verbrennungsmotoren mit Wasserstoff könnten auch eine Übergangslösung sein. Denn für eine verbesserte CO<sub>2</sub>-Bilanz lässt sich mit ihnen sehr viel erreichen“, meint Bock. Ein Vorteil sei, dass dafür der Wasserstoff nicht so rein sein müsse wie für die Brennstoffzelle und damit nicht so aufwendig in der Herstellung sei. Das Resümee des Experten: „Generell sollten wir offen für alternative Technologien sein, da Energie- und Mobilitätswende nicht allein mit Elektromobilität zu bewältigen sind. Wir werden insgesamt eine große Vielfalt von Antriebskonzepten und Energieträgern sehen. Auf dem Weg hin zur Klimaneutralität müssen eben alle Hebel in Bewegung gesetzt werden.“ ©



Generell sollten wir offen für alternative Technologien sein, da Energie- und Mobilitätswende nicht allein mit Elektromobilität zu bewältigen sind.“



Verkabelte  
Komponenten:  
Antrieb des  
Elektroautos.



# Grüne Moleküle aus der Wüste

Die unwirtliche Landschaft rund um Lüderitz bietet die perfekten Voraussetzungen für grüne Energieproduktion.



*Viel Sonne und starker Wind machen die namibische Wüste zu einem idealen Gebiet für erneuerbare Energien. Eine kleine Hafenstadt will hier zukünftig Standort für weltweite Energieexporte sein.*

**B**isher sind es nur drei Windräder, die sich in der Nähe der namibischen Hafenstadt Lüderitz drehen. Und doch sind diese drei Windräder – die einzigen in ganz Namibia – nur der Anfang eines weitaus größeren Projekts. Bis 2025 sollen hier weitere Windräder und Solaranlagen Strom produzieren, um grünen Wasserstoff zu erzeugen. Der Standort in der Nähe der kleinen namibischen Hafenstadt Lüderitz ist dafür ideal. „Das Gebiet ist eine riesige Wüste, wo weit und breit keine Bäume stehen, aber ein sehr starker Wind weht“, erklärt Sören Borghardt. Er unterstützt den langjährigen deutschen Staatssekretär Rainer Baake, der von Wirtschaftsminister Robert Habeck zum Sonderbeauftragten für die deutsch-namibische Energie- und Klimakooperation ernannt wurde. In dieser Funktion hat Borghardt kürzlich selbst das Projektgelände an der namibischen Küste besucht.

## Ideale Bedingungen

Es gibt nur wenige Orte auf der Welt, die so gute Bedingungen bieten, um grünen Strom zu erzeugen, wie das Gebiet in Namibia. „Dort herrscht die Kombination aus starkem Wind und hoher Sonneneinstrahlung“, sagt Borghardt. In der Nähe des Projektgeländes und an anderen Orten im Land gebe es Solaranlagen mit bis zu 2.700 Volllaststunden. Zum Vergleich: Anlagen in Deutschland kommen auf ungefähr 900 Volllaststunden, in Kalifornien auf bis zu 1.500. Auch die Bedingungen für Windkraftanlagen seien überdurchschnittlich gut. „Wenn man die Hand gegen den Wind hält, dann füllt sie sich mit Sand, so stark weht der Wind dort“, sagt Borghardt. Die drei Windräder in Lüderitz kommen jeweils auf circa 4.400 Volllaststunden. Damit sind sie im Schnitt sogar effizienter als Windräder in der Nordsee, die meist ungefähr 3.500 Volllaststunden erreichen. In der Wüste Namibias ist es also windiger als auf offener See – beste Bedingungen für die Windkraft.

Doch bei dem Projekt in Lüderitz geht es nicht nur um Wind- und Solarenergie. Die erneuerbaren Energien werden dafür eingesetzt, sogenannten grünen Wasserstoff herzustellen. Wasserstoff ist ein zentraler Faktor der Energiewende: Das Element ist vielseitig und lässt sich als Energiespeicher sowie als Brennstoff verwenden. Wenn er verbrannt wird, setzt Wasserstoff keine schädlichen Emissionen frei, sondern lediglich Wasserdampf, der wieder in den Wasserkreislauf gelangt. Allerdings wird Wasserstoff heute hauptsächlich grau, also durch den Ein-

Noch deutet in Lüderitz nicht viel auf das neue Großprojekt hin.



# 80 %

seines Strombedarfs importiert Namibia derzeit aus seinen Nachbarländern, insbesondere Südafrika.



satz fossiler Energieträger erzeugt. Zum „grünen Wasserstoff“ wird er erst, wenn er stattdessen mit erneuerbaren Energien produziert wird. Damit wird das Molekül zu einem emissionsfreien Energieträger. Allerdings braucht man dazu Wasserstofffabriken. Und auch die entstehen derzeit in Lüderitz. Dort wird entsalztes Meerwasser in eine Elektrolysezelle geleitet und an der Anode in seine Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff aufgespalten. An der Kathode werden die Wasserstoff-Ionen dann mit negativ geladenen Elektronen zu Wasserstoffmolekülen kombiniert.

#### Umwandlung in Ammoniak

Die namibische Regierung hat das Potenzial von grünem Wasserstoff erkannt: „Namibia hat mit einer hohen Jugendarbeitslosigkeit zu kämpfen“, erklärt Borghardt. Der Energiesektor aber bietet die Möglichkeit, zahlreiche Arbeitsplätze zu schaffen. Als der namibische Präsident Hage Geingob seine Wirtschaftsberater gebeten hatte, ein Konzept für die Zukunft des

Landes auszuarbeiten, fiel auf: Namibia verfügt über großartige Bedingungen für erneuerbare Energien – und besonders in Europa steigt derzeit die Nachfrage nach den grünen Molekülen. Neben Wasserstoff benötigen die europäische Industrie und Landwirtschaft außerdem auch dringend grünen Ammoniak. Der wird auch aus Erdgas hergestellt. Doch durch die Zugabe von Stickstoff unter hohem Druck und hohen Temperaturen wird grüner Wasserstoff zu grünem Ammoniak.

Mit der Umwandlung lösen die Projektverantwortlichen in Lüderitz noch ein anderes Problem: den Transport. „Wasserstoff lässt sich problemlos via Pipeline oder in Tanks über kürzere Distanzen befördern“, erklärt Borghardt: „Will man ihn aber über längere Strecken, beispielsweise per Schiff überführen, muss man ihn umwandeln.“ In Lüderitz wird für diesen Schritt das Hafengebiet umgestaltet. Voraussichtlich ab 2027 soll grüner Ammoniak von dort exportiert werden. Dabei setzt Namibia zunächst noch auf Tank- oder Containerschiffe, angetrie-

ben mit Rohöl. „Andere Brennstoffe gibt es dafür noch nicht“, sagt Borghardt. Es zeichne sich jedoch ab, dass zufälligerweise Ammoniak langfristig ein alternativer Antriebsstoff für Frachtschiffe sein könnte. „Damit wäre das Projekt auch gleichzeitig schon Teil der Lösung.“

#### Stromversorgung sichern

Grüner Ammoniak war der ursprüngliche Fokus des Projekts, das von der namibischen Regierung ausgeschrieben wurde. Doch mittlerweile erkennt das Land noch weitere Vorteile. Beispielsweise für die Stromversorgung. „Aktuell importiert Namibia etwa 80 Prozent seines Strombedarfs aus den Nachbarländern und ist unter anderem stark von Exporten aus Südafrika abhängig“, sagt Borghardt. Doch das sei keine verlässliche Quelle, denn Südafrika habe selbst starke Probleme in diesem Sektor: Das Netz sei häufig überlastet, und der Strom werde zeitweise abgeschaltet. „Namibia ist also abhängig von einem Land, das den Strom eigentlich selbst braucht“, sagt er.

Grüner Wasserstoff könnte für Namibia zukünftig zu einem der wichtigsten Exportprodukte werden.

In der Wüste Namibias ist es häufig windiger als auf hoher See.



Voraussichtlich ab 2027 soll grüner Ammoniak aus Namibia exportiert werden.“

Das will die Regierung nun ebenfalls ändern und nutzt die hervorragenden Bedingungen, um grünen Strom zu erzeugen. Bis zum Ende des Jahrzehnts soll weitestgehend eigens produzierte erneuerbare Energie durch das namibische Stromnetz fließen. Auch Strom aus Lüderitz – selbst wenn dieser primär für Wasserstoff und Ammoniak vorgesehen ist. „Durch die Schwankungen in der Stromproduktion bei Wind- und Solarenergie wird man immer wieder Überschussstrom haben, der sich dann nach Anpassung gut für das Stromnetz nutzen lässt“, so Borghardt.

#### Neuer Industriestandort

Neben Strom wird für die Herstellung von Wasserstoff aber noch etwas anderes benötigt: Süßwasser. Und das ist knapp in Namibia – ganz besonders in der Wüste. Auch hier bietet der Standort Lüderitz jedoch die richtigen Bedingungen. Das Projektgelände grenzt an den Südatlantik. „Für die Süßwasserversorgung wird eine Entsalzungsanlage gebaut, die das Wasser



Die kleine Hafenstadt Lüderitz könnte schon in wenigen Jahren zu einem wichtigen Industriestandort werden.

aus dem Ozean für die Wasserstoffproduktion aufbereitet“, erklärt Borghardt. Diese wird ebenfalls mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen betrieben, das entsalzte Wasser dann per Pipeline in das Projektgebiet in der Steppe geleitet. Darüber hinaus soll die Anlage auch die Stadt Lüderitz mit Süßwasser versorgen.

Strom, Sonne und die Nähe zum Ozean: Das alles spricht für den Standort. Aus der kleinen Hafenstadt in Namibia könnte durch dieses Projekt bald ein Industriestandort für grüne Moleküle werden. „Bei der Ausschreibung bestand die Regierung des Landes darauf, dass mindestens 90 Prozent der Beschäftigten Namibier sein müssen“, so Borghardt. Arbeitsplätze und eine gesicherte Wasser- und Stromversorgung machten die Region für Arbeitssuchende besonders attraktiv. Aus den drei bestehenden Windrädern sollen in den nächsten Jahren 600 bis 700 werden. Dazu zwei große Solarfelder. Denn das ist ein weiterer Vorteil des Geländes: „Da ist einfach ungemein viel Platz“, sagt Borghardt. Sogar mehr, als zum Bau benötigt werden wird: 5.000 Quadratkilometer umfasst das Projektgebiet, aus dem bald grüner Ammoniak in die ganze Welt verschifft werden soll. ©



### Sören Borghardt

Sören Borghardt arbeitet für die Stiftung Klimaneutralität und ist Senior Advisor des Sonderbeauftragten für die deutsch-namibische Klima- und Energiekooperation. Seinen ersten Arbeitstag in dieser Position hatte er vor Ort im namibischen Lüderitz. Bereits im Studium setzte er seinen Fokus auf Klima- und Energiepolitik und war danach als Berater für die Energiepartnerschaften des Bundeswirtschaftsministeriums mit Japan und Südkorea tätig.



## Materialkompetenz für Elektrolyseure

Um Wasserstoff herzustellen, muss in Elektrolyseuren Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten werden. Dabei haben sich besonders zwei Verfahren etabliert: die alkalische Elektrolyse (AEL) und die saure Elektrolyse mittels Proton Exchange Membrane (PEM). „Beide Technologien haben ihre Vorteile“, erklärt Freudenberg Segment Manager – Hydrogen Technologies Artur Mähne. Die alkalische Elektrolyse ist darauf ausgelegt, kontinuierlich betrieben zu werden, während die PEM-Elektrolyse innerhalb von Sekunden auf Volllast hochfahren kann. Das ist besonders bei Wind- und Solarenergie wegen deren schwankender Spitzenlast wichtig.

### Der richtige Werkstoff

„Für beide Verfahren bietet Freudenberg Sealing Technologies die passenden Dichtungslösungen an“, erklärt Freudenberg-Materialspezialist Dr. Alexander Hähnel: „Für die PEM-Elektrolyse arbeiten wir mit einem FKM, also einem Fluorkautschuk“, so Hähnel: „Der ist bestän-

dig gegen das saure Medium und hohe Sauerstoffdrücke.“ Außerdem darf die Dichtung bei diesem Verfahren keine Substanzen ins Wasser abgeben, das aufgespalten werden soll: „Das könnte sich negativ auf die Lebensdauer der restlichen Komponenten auswirken. Deshalb berücksichtigen wir die Reinheit der Dichtung schon in der Materialentwicklung.“

Bei der alkalischen Elektrolyse dagegen wird mit einem EPDM-Werkstoff abgedichtet – denn sie findet in einer basischen Umgebung statt, gegen die FKM nicht beständig ist. Beide Werkstoffe werden mit Pressen direkt auf den thermoplastischen Trägerrahmen oder auf Bipolarplatten aufgetragen. „Die Dichtung beeinflusst maßgeblich die Lebensdauer des Systems“, sagt Hähnel. Auch wenn die Dichtung im Elektrolyseur ein vergleichsweise günstiges Bauteil sei, schütze sie teurere Komponenten wie beispielsweise Titanplatten oder Platin-katalysatoren.

### Optimierung des Verfahrens

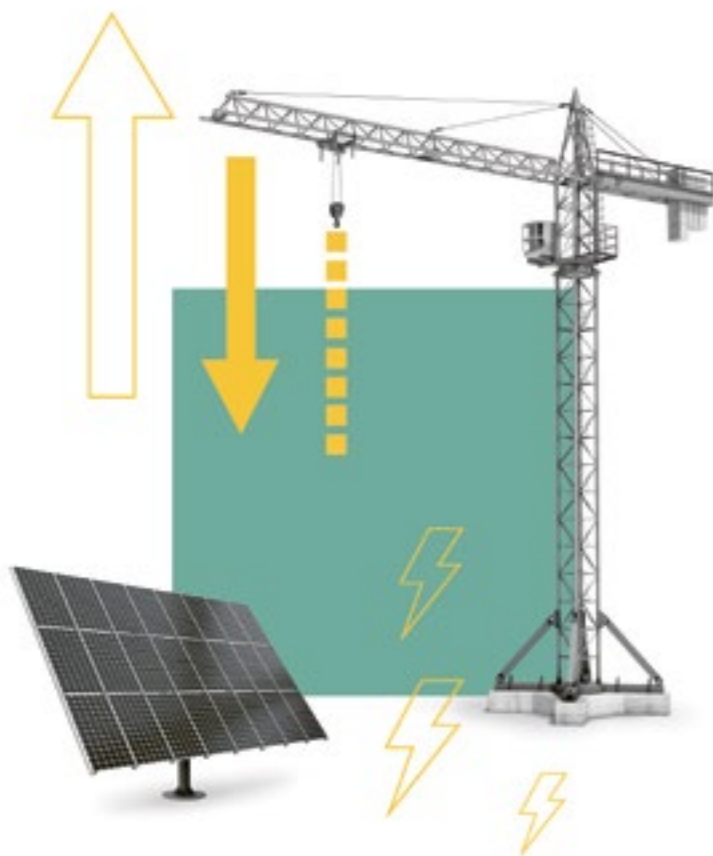
Dabei komme es auf drei Faktoren an: das Trägermaterial, den Werkstoff und das Bindemittelsystem. „Wir haben die Kompetenzen im Haus, um das alles aufeinander abzustimmen“, so Hähnel. Sein Team arbeite eng mit den Elektrolyseur-Herstellern zusammen. „Ziel der Kunden ist es, Wasserstoff günstiger zu produzieren“, sagt er. Das geschieht einerseits über die automatisierte Herstellung der Anlagen, andererseits über einen optimierten Betriebspunkt, also leicht höhere Temperaturen und höheren Druck.

„Bei all dem gehen wir mit dem Markt“, sagt Hähnel. Sein Team entwickelt die Werkstoffe stetig weiter – sie sollen allen zukünftigen Anforderungen gerecht werden. „Darüber hinaus verfeinern wir unsere Prüfverfahren, um sicherzustellen, dass unsere Dichtungen in den Elektrolyse-Anlagen auch über einen langen Zeitraum zuverlässig funktionieren.“ ©



# Ideenspeicher aufgeladen

*Sonne, Wind und Wasser spenden grüne Energie, doch nicht rund um die Uhr. Deshalb sind effiziente Speichermethoden gefragt. Drei verblüffende Lösungen, die echtes Innovationspotenzial bergen.*



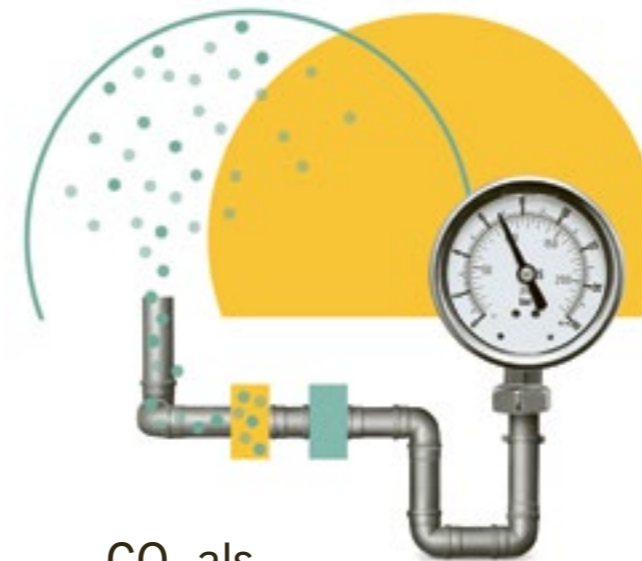
## Ziegel aus Abfällen

### Einfach ...

Wenn sich Ziegel hin- und herbewegen, dann entsteht Energie. Das Schweizer Cleantech-Unternehmen Energy Vault hat aus der vermeintlich einfachen Methode ein Erfolgskonzept entwickelt, das inzwischen an der amerikanischen Technologiebörse gelistet ist. Angefangen hat alles mit einem 120 Meter hohen Kran, der Betonklötze stapelt. Die neueste Generation des Speichers entspricht inzwischen einem kastenförmigen Gebäude. Die Funktionsweise bleibt gleich: Bei Energieüberschuss hebt eine künstliche Intelligenz Material an und speichert damit die vorhandene Energie. Durch das Herablassen wird wiederum Energie freigesetzt. Das Prinzip erinnert an ein Pumpspeicherkraftwerk, nur dient in diesem Fall eben nicht Wasser als Speichermedium, sondern Ziegel aus lokalem Erdreich, Sand oder Abfallstoffen.

### ... genial

Schließt man einen solchen Langzeitspeicher in seiner Standardgröße von 500 Megawattstunden an einen Solar- oder Windpark an, ist er in der Lage, ein großes Kohlekraftwerk zu ersetzen. Die Kosten für eine Anlage sollen sich auf fünf bis zehn Millionen Dollar belaufen. Ein Preis, der mit Pumpspeicherkraftwerken mithalten kann. Dazu ist der Speicher wetterunabhängig, verbraucht kein Wasser und auch kein Lithium oder Kobalt.



## CO<sub>2</sub> als Wohltäter

### Einfach ...

Kohlenstoffdioxidemissionen genießen nicht gerade den besten Ruf, wenn es um das Klima geht. Doch ein italienisches Start-up hat es geschafft, den unliebsamen Stoff vom Übeltäter zum Wohltäter umzufunktionieren. Und zwar mit einer simplen Idee: Das CO<sub>2</sub> befindet sich in einem kuppelförmigen Behälter. Schießt Energie ein, verlässt das Gas Ort und Stelle, indem es verdichtet, verflüssigt und unter Druck außerhalb der Kuppel eingelagert wird. Zum Entladen durchläuft das verflüssigte CO<sub>2</sub> den umgekehrten Weg, indem es in seine Ursprungsform zurückkehrt. Dabei dehnt sich der Stoff dermaßen aus, dass viel Druckluft entsteht, die wiederum eine Turbine antreibt und so Strom erzeugt wird.

### ... genial

Der kuppelförmige Bau passt sich flexibel an die jeweilige Füllmenge an. So lassen sich Druckunterschiede besonders gut ausgleichen. Eine Technik, die beim Betrieb von Biogasanlagen übrigens schon lange zum Einsatz kommt. Der geschlossene Zyklus der Anlage enthält genau eine Ladung CO<sub>2</sub> und stößt gleichzeitig nichts davon aus. Dazu ist der nachhaltige Energiespeicher aufgrund seiner großen Fläche für den Anschluss an einen Wind- oder Solarpark im außerstädtischen Bereich geeignet. Eine Anlage kann Strom für etwa acht Stunden speichern.

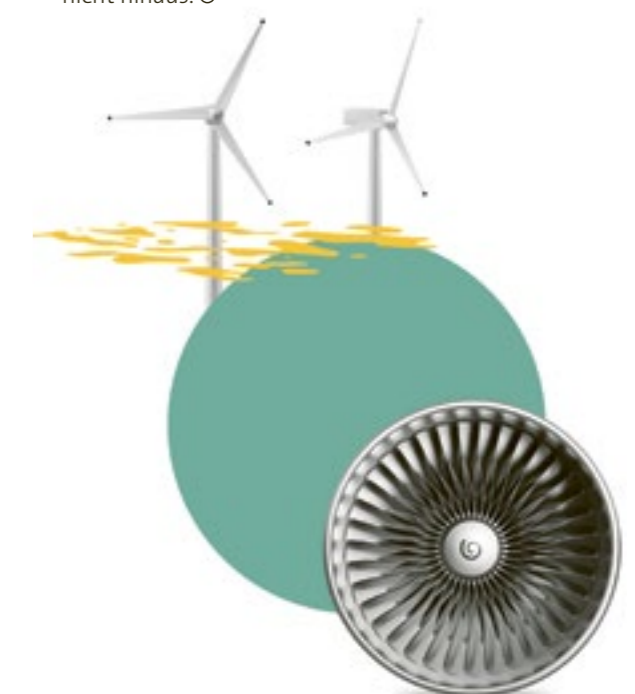
## Pumpen in der Tiefsee

### Einfach ...

Manchmal liegt die Lösung in 700 Metern Tiefe. Forscher entdeckten, dass das Prinzip der Pumpspeicherkraftwerke auch auf dem Meeresgrund funktioniert. Immerhin bringt der Ozean alles mit, was dafür vonnöten ist: reichlich Platz, reichlich Wasser und reichlich Druckgefälle. Versenkt man nun hohle Betonkugeln mit einem Durchmesser von 30 Metern auf dem Meeresgrund und öffnet ein Ventil, drückt sich automatisch Wasser unter hohem Druck in den Hohlraum hinein. Das Wasser treibt eine Turbine an, die über einen Generator Strom produziert. Gibt es einen Überschuss an Energie, fungiert die Turbine als Pumpe und befördert das Wasser auf umgekehrtem Wege aus der Kugel heraus.

### ... genial

Der Meerwasserspeicher soll in der Lage sein, rund fünf Megawatt Leistung ins Netz einzuspeisen. Eine Leistung, die der einer durchschnittlichen Offshore-Windkraftanlage nahekommt. Weltweit eröffnet sich damit ein riesiges Potenzial für die Speichermethode. Geeignete Standorte wie Küstengewässer vor Norwegen, Spanien, den USA und Japan könnten demnach potenziell mehr als 800 Terawattstunden speichern. Das entspricht dem Achtzigfachen dessen, was die Welt laut Prognosen im Jahr bis 2040 an Speicherkapazität benötigen wird. Über den Prototyp ist die Methode allerdings noch nicht hinaus. ©





# Spaß am Sparen

*Spielerische Elemente können das Energiesparen kurzweilig und effektiv machen. Etwa als persönliche Challenge im Auto, um den Treibstoffverbrauch zu senken – und sogar in Unternehmen.*

**T**rockene Angelegenheiten machen selten Spaß. Doch sind sie locker aufbereitet, ist es einfacher, das Ziel zu erreichen. Insbesondere die Digitalwelt macht das in großer Bandbreite möglich. So können etwa Minispiele das Lernen einer Fremdsprache erleichtern. Oder die Smartwatch vergibt nach erreichtem Sportziel eine virtuelle Medaille.

„Das Konzept dahinter heißt ‚Gamification‘: Spielelemente in einem spielfremden Konzept steigern die Motivation“, erläutert Madlen Günther, wissenschaftliche Mitarbeiterin der Forschungsgruppe Allgemeine und Arbeitspsychologie an der Technischen Universität Chemnitz. „Gamification stammt ursprünglich aus der Werbung und Unterhaltung, um Kunden langfristig zu binden. Heute ist sie in nahezu jedem Lebensbereich zu finden.“ In mehreren Projekten hat sich die Forschungsgruppe mit Gamification beschäftigt. Eines davon untersuchte die Förderung energieeffizienten Fahrens mit Elektroautos im Carsharing.

Unternehmen setzen spielerische Elemente unter anderem ein, um das Engagement ihrer Mitarbeitenden zu fördern. Auch beim Erreichen von Klimazielen. Warum es sich gerade da lohnt, über Gamification nachzudenken? „Weil es eine Verhaltensänderung herbeiführen kann, die dann aufrechterhalten wird“, sagt Günther. Die Hauptstellhebel aus Sicht der Psychologin: „Den wichtigsten Impuls gibt bereits das Feedback – die Rückmeldung zu Verhalten oder Erfolg. Dahinter rangieren der Vergleich mit anderen Teilnehmenden etwa über Ranglisten sowie Auszeichnungen, virtuelle Belohnungen oder echte finanzielle Anreize.“

„Wichtig ist: Es ist kein Spiel. Der Kontext ist ernsthaft“, ergänzt Professor Josef F. Krems, Leiter der Forschungsgruppe. „Daher werden einzelne Spielelemente verwendet und nicht eine komplette Reihe.“

Macht die Energiewende verständlich: die „Energy Landscape Simulation“ des Unternehmens Siemens Energy.



Ausgefeilt: Autos regen zum Energiesparen an. Die Darstellung ist mitunter sehr aufwendig.

### Optimierter Energieverbrauch

Unternehmen sind ein ernsthafter Kontext. Und stehen vor großen Herausforderungen beim Energieverbrauch. „Dieser hat eine hohe Bedeutung bereits bei der Kaufentscheidung, beispielsweise für eine neue Maschine oder Anlage. Natürlich lässt er sich über Zahlen darstellen. Doch wir wollten einen Schritt weitergehen“, erzählt Hans Kloos, Mitglied im fünfköpfigen Nachhaltigkeitsteam von Freudenberg Sealing Technologies mit Fokus auf Energy Audits & Investments. „Seit 2023 ergänzt ein Smiley-System unser Investitionsplanungstool: Wenn ein Mitarbeitender den Kauf einer neuen Maschine beantragt, trägt er technische Eckdaten ins digitale Formular ein – und sieht auf einen Blick, wie sie sich auf den Energieverbrauch auswirken.“ Schaut ihn ein trauriges rotes Smiley an, ist der Energieverbrauch höher als mit der bisherigen Anlage. Doch verbessert die neue Maschine die Produktivität, lächelt ein grünes Smiley: Die Investition senkt den relativen Energieverbrauch in Kilogramm CO<sub>2</sub> bezogen auf den Umsatz.



Gamification im Alltag: Sie hat sich breit durchgesetzt – etwa bei Apps für die Smartwatch.

„Gamification funktioniert in einem ernsthaften Umfeld. Man muss die Elemente entsprechend wählen und gestalten“, sagt Günther. „Weitere Faktoren sind zu beachten. So müssen die Mitarbeitenden beispielsweise Zeit erhalten, das System kennenzulernen. Und Transparenz ist wichtig: Was passiert? Wofür ist es wichtig?“ Auch auf Zielgruppe, Alter und Kulturkreis seien die Spielelemente abzustimmen. In Asien etwa seien spielerische Ansätze viel akzeptierter. Da könne man deutlich weitergehen als in den USA oder Europa. Generell seien Jüngere eher offen für Gamification als Ältere.

### Energiemanager spielen

Siemens Energy ließ Spielelemente in eine „Energy-Landscape-Simulation“ einfließen. Das Energietechnologieunternehmen produziert unter anderem Technologien für Kraftwerke, Energieübertragung und damit die Energiewende. Die Simulation zeigt animiert unter anderem eine Stadt, ein Industrieareal, einen Hafen und Verkehrswege. Die Zielgruppe: Mitarbeitende und Gäste. „Die ‚Energy Landscape‘ macht die Energiewende mit all ihren Herausforderungen verständlich. Mit ihr wird man zum Energiemanager und kann spielerisch ausprobieren, wie sich beispielsweise der CO<sub>2</sub>-Ausstoß und die Netzstabilität ändern, wenn Windenergie oder Photovoltaik Kohle- oder Kernkraftwerke ersetzen“, erläutert der Projektleiter Fabian Jung.

Die „Energy Landscape“ ist auf einer vier mal zwei einhalb Meter großen LED-Wand zu sehen und wird über einen Touch-Tisch gesteuert. „So taucht man in einen virtuellen Raum und damit ins Geschehen ein. Droht ein instabiles Stromnetz, leuchtet es rot auf. Gelingt die Stabilisierung, winken Belohnungen“, erläutert Jung. Man habe sich bewusst für die stark vereinfachte Darstellung des Energiesystems entschieden und konkrete Zahlenwerte weitgehend vermieden. „Die CO<sub>2</sub>-Reduzierung wird nicht auf ein oder zwei Prozentpunkte genau dargestellt. Die Gesamtheit ist wichtig – und welche Stellhebel es für die Dekarbonisierung gibt.“ Dazu zeigt ein Zoom, etwa auf eine Windkraftanlage, die Technik im Detail.

### Wirksame Impulse

Unternehmen nutzen üblicherweise grafisch dargestellte Kennzahlen und leiten daraus Handlungen ab. So arbeitet Freudenberg Sealing Technologies an



Die Impulse müssen durchdacht sein. Denn wenn beispielsweise der spielerische Aspekt allzu verlockend ist, kann das ernsthafte Ziel aus dem Blick geraten.“

vielen Standorten mit dem Energiemonitoringsystem „Econ Solutions“. „Verbrauchsspitzen sind in Rot gekennzeichnet und auf einen Blick erkennbar. Der Bediener steuert dagegen, damit der Verbrauch sich gleichmäßig über den Tag verteilt“, erklärt Karl Stein, Leiter des Teams Factory Standards & Sustainable Technology Alternatives. „Wer weiß: Vielleicht ist die Visualisierung eine Vorstufe, um künftig zusätzlich Spielelemente für Handlungsimpulse einzubauen.“

„Über die Smileys im Investitionsfreigabeprozess wissen wir, wie wirksam solche Elemente sein können. Im Nachhaltigkeitsteam denken wir immer wieder über weitere Einsatzfelder für Gamification nach“, ergänzt seine Kollegin Lea Harmening, zuständig für Sustainability Stakeholder Coordination. „Wobei uns bewusst ist, dass ein übliches Arbeitsumfeld andere Grenzen setzt als Privat- anwendungen.“

„Die Impulse müssen durchdacht sein. Denn wenn beispielsweise der spielerische Aspekt allzu verlockend ist, kann das ernsthafte Ziel aus dem Blick geraten“, erläutert Professor Krems. „Auch darf es keine unerwünschten Nebeneffekte geben. Nehmen wir das Beispiel Automobil: Wenn die Ablenkung aufgrund einer Gamification für energieschonendes Fahren zu groß ist, kann ein Unfall die Folge sein.“ Ganz abgesehen von gesundheitlichen Folgen stimmt das Kosten-Nutzen-Verhältnis nicht. Und ein Ziel des Energiesparens wäre verfehlt ... ©



*Wenn Strom weite Strecken überwinden muss, dann gelangt er über Umspannwerke zu den Abnehmern. In den dortigen Hochspannungsschaltanlagen sind Schutzgase wichtig. Dichtungen sorgen dafür, dass die Gase dort bleiben, wo sie bleiben sollen. Nur wie?*



### Die Ausgangslage

In vielen Ländern ist der Ausbau erneuerbarer Energien das Gebot der Stunde. Damit die Energiewende gelingt, wird es mitentscheidend sein, den in Solar- und Windparks sowie Wasserkraftwerken gewonnenen Strom möglichst verlustarm zu den Abnehmern zu transportieren. Hierfür sollen neue Stromtrassen bestehende ergänzen. Schließlich wird mehr Energie von den windreichen Küsten ins Landesinnere gelangen müssen. Zu solchen Stromtrassen gehören Verteiler- und Umspannwerke. Sie verbinden Überlandleitungen, die eine Spannung von über 110.000 Volt haben, und lokale Verteilernetze, die mit niedrigeren Spannungen arbeiten. Umspannwerke mit vollständig gekapselten, gasisolierten Schaltanlagen können deutlich kompakter ausgelegt werden als an der Umgebungsluft isolierte. Sie lassen sich demnach platzsparend in Gebäuden unterbringen, worauf es in urbanen Gegenden ankommt. Wenn nun Stromkreise zu- und abgeschaltet werden, kann es in den Schaltanlagen zu Lichtbögen kommen. Das Schutzgas hilft diese zu vermeiden oder umgehend zu löschen.



### Das Problem

Dichtungen sorgen dafür, dass das Schutzgas so lange wie möglich an Ort und Stelle verbleibt. Lange Zeit mussten sie das stark umweltschädliche Gas Schwefelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) abdichten, das aus großen Molekülen besteht. SF<sub>6</sub> kann Dichtungen deshalb nicht so schnell durchwandern. Inzwischen gehen Anlagenbetreiber dazu über, auf klimafreundlichere, CO<sub>2</sub>-basierende Schutzgase umzustellen. Diese Gasmischungen enthalten Moleküle, die ein kleineres Volumen haben als SF<sub>6</sub>. Sie durchdringen den bei SF<sub>6</sub> verwendeten Dichtungswerkstoff aus EPDM-Kautschuk leichter. Ein Phänomen, das jeder von Luftballons kennt, die allmählich Luft verlieren. Es galt einen passenderen Werkstoffmix zu finden, um der Permeation zu begegnen, also dem Eindringen, Durchwandern und Austreten des Gases.



### Die Lösung

Freudenberg Sealing Technologies entwickelte Mischungen auf der Basis von Chlorbutyl-Kautschuk (CIIR). Sie halten die Moleküle von Kohlendioxidgasen zuverlässig im Zaum. Dichtungen auf CIIR-Basis ermöglichen deshalb die von der Industrie gewünschten Standzeiten von mehreren Jahrzehnten. Sie funktionieren in einem Temperaturbereich zwischen minus 60 und plus 130 Grad Celsius einwandfrei und sind langzeitbeständig gegenüber von außen einwirkendem Sauerstoff und Ozon.

Wie gelingt es nun aber CIIR-Dichtungen, die Diffusion – also das Eindringen und Durchwandern des Gases durch die Dichtung – auszubremsen? Das dreidimensionale Netzwerk seiner Polymermoleküle ist deutlich dichter, vergleichbar einem extrem feinen Sieb. Selbst die Moleküle von Kohlendioxidgasen können sich deshalb schlechter an den Polymerketten „vorbeidrücken“. Demnach verlangsamt sich die „Wanderung“ des Gases durch die Dichtung. Der Zeitpunkt der Desorption, an dem Gasmoleküle an der Außenseite der Dichtung austreten, wird deutlich verzögert. ©



FASZINATION TECHNIK

# Dichtungswerkstoffe für Schaltanlagen



## Effizienz als Triebfeder

*Die Wirtschaft sieht sich massiv gestiegenen Energiekosten gegenüber. Energie effizienter und nachhaltiger zu nutzen ist gefragter denn je. Freudenberg Sealing Technologies beherzigt beides schon seit Langem.*

Freudenberg Sealing Technologies verfolgt in den Standorten ganz verschiedene Ansätze, um die Nutzung fossiler Energien zu minimieren.

**B**evor eine Dichtung Gestalt annimmt, bedarf es zahlreicher Arbeitsschritte. Die benötigten Werkstoffe werden vermengt, geknetet, gefaltet, gewalzt und noch vieles mehr. An allen Stationen wirken Maschinen mit, die allen voran eines brauchen: Energie.

### Wegweisende Technologie-Entscheidung

Strom und Wärme sind wesentliche Faktoren, um leistungsstarke Produkte herzustellen, wie Freudenberg Sealing Technologies es weltweit tut. Das Unternehmen will dabei Energie möglichst effizient, kostenbewusst und umweltschonend einsetzen. Dabei spielt es ihm in die Karten, dass das Management schon vor Jahrzehnten eine wegweisende Technologie-Entscheidung traf. Mit ihr nahm die Firmenspitze gewissermaßen das heutige Nachhaltigkeitsprogramm des Freudenberg-Konzerns vorweg. Dieses besagt unter anderem, dass alle Geschäftsgruppen ihre Technologien elektrifizieren sollen, um weniger abhängig von fossilen Energieträgern zu sein.

„Wir haben schon in den 1980er Jahren mit dem Ausstieg aus dampfbeheizten Pressen begonnen“, weiß Hans Kloos, der bei Freudenberg Sealing Technologies das Sustainability Program, Investments & Energy Auditing/Reporting verantwortet. „Das hatte damals pragmatische Gründe. Unser Management setzte auf kleinere Maschinen, die je nach Produktionserfordernis flexibel aufzustellen

und zu verlagern waren. Dass sie ohne fossile Energien und zumeist mit weniger als 50 kW Anschlussleistung auskommen, war ein willkommener Nebeneffekt.“ Vulkanisationspressen werden jedenfalls schon lange elektrisch beheizt, und dampfbetriebene Pressen sind inzwischen elektrischen Systemen gewichen.

„Unser Ziel lautet nun, vollständig auf fossile Brennstoffe zu verzichten“, unterstreicht Kloos' Kollege Karl Ludwig Stein. „In der Produktion nutzen wir sie aufgrund unseres Technologiewandels nur noch an den wenigsten Standorten. Es geht deshalb vermehrt um den Verzicht beim Heizen und Klimatisieren von Gebäuden oder auch bei Systemen wie Abluftreinigungsanlagen.“ Diese Anlagen filtern Lösemitteldämpfe, die beim Beschichten von Stahl- oder Kunststoffträgerteilen entstehen. Die Beschichtung gewährt, dass Elastomere nach der Formgebung zuverlässig an den Trägerteilen von Dichtungen haften. Damit die Dämpfe nicht in die Luft gelangen, werden sie abgesaugt und oft mit einem Gas-Zündgemisch verbrannt. Auch für dieses Verfahren gibt es elektrische Alternativen. Freudenberg Sealing Technologies geht an einigen Standorten wie Reichelsheim, Deutschland, und im österreichischen Kufstein aber einen anderen Weg. „Wir leiten lösemittelhaltige Abluft durch eine Art Kompostanlage, in der Bakterien die Schadstoffe zersetzen. Obendrein erlaubt uns dieser biologische Ansatz, Heizenergie einzusparen“, so Kloos.



200

Privathaushalte ließen sich durch den eingesparten Energieverbrauch des Werks in Kufstein, Österreich, ein Jahr lang versorgen.



Mehrere Standorte lassen Lösemitteldämpfe von Bakterien filtern und reinigen so die Abluft.

#### Ein Maßnahmenmix als Erfolgsfaktor

Daneben streben die Dichtungsexperten danach, möglichst viel grünen Strom zu nutzen, auch selbst erzeugten. „Wir treiben den Ausbau von Photovoltaikanlagen an den Standorten voran, wo es sinnvoll ist“, bekräftigt Kloos. Die Standorte Emmerich, Deutschland, sowie Chennai, Indien, und Parets, Spanien, sind bereits mit großen Photovoltaikanlagen ausgestattet. Weitere Standorte werden folgen. Des Weiteren prüfen Kloos, Stein und die Standortverant-

wortlichen, wo Energiespeicher zumindest den Energiebedarf für die Nacht decken können. Auch der Umstieg von Gas auf Wasserstoff steht auf der Agenda.

Der Standort in Öhringen, Deutschland, verfügt hingegen über keinerlei Heizung. Die Abwärme der Produktionsmaschinen reicht völlig aus. Aufgrund der grünen Bestandteile in seinem Strommix arbeitet der Standort seit rund 15 Jahren nahezu CO<sub>2</sub>-neutral. Das neue Werk in Emmerich folgt diesem Beispiel,

indem Abwärme auch dort Heizungen ersetzt. An Standorten, an denen die Nutzung von Abwärme nicht ausreicht oder nicht möglich ist, werden Heizungsanlagen sukzessive modernisiert. „Energieeffizienz und der Ausstieg aus der Nutzung fossiler Brennstoffe sind Ansätze, die wir schon lange global verfolgen“, bilanziert Stein. „Das ihnen zugrunde liegende Streben nach CO<sub>2</sub>-Neutralität hat uns schon weit gebracht und es wird weiterhin eine Triebfeder in all unseren Standorten sein.“

Das Werk im indischen Chennai setzt stark auf Photovoltaik.



Überall auf der Welt setzen Freudenberg-Standorte auf nachhaltige Ansätze und energiesparende Maßnahmen. Das zeigen einige Beispiele:



#### Indien

Der Standort in Chennai deckt einen Teil seines Energiebedarfs über eine große Photovoltaikanlage auf dem Werksdach. Konsequenterweise soll auch das 2024 zu beziehende Werk in Morinda eine erhalten. Darüber hinaus ist geplant, die energieintensive Phosphatieranlage mit einer Kombination von Wärmepumpe und der Abwärme aus der Produktion auf die erforderliche Temperatur zu bringen.

#### Österreich

Ein Gebirgsbach durchquert das Werks Gelände in Kufstein. Dessen Wasser wird genutzt, um nicht nur die Frischluft in den Produktionshallen zu kühlen, sondern auch Maschinen und Werkzeuge. Der so eingesparte Energieverbrauch würde ausreichen, um 200 Privathaushalte ein Jahr lang zu versorgen.

#### Spanien

Am Standort in Parets entsteht derzeit ein neues Werk inklusive Lager und Verwaltung. Ein Teil der benötigten Energie wird die Photovoltaikanlage auf dem Fabrikdach liefern. Die Abwärme der Maschinen wird für Heizung und Warmwasser genutzt. Die Abluftreinigung der Produktion erfolgt energiesparend mit einer biologischen Anlage. Fossile Energien bleiben gänzlich außen vor. Die jährliche Energieeinsparung soll bei 844 Megawattstunden liegen, die jährliche CO<sub>2</sub>-Einsparung bei 110 Tonnen.

#### England

Der Produktionsstandort North Shields bei Newcastle hat seinen Gasverbrauch zur Wärmeerzeugung um fast zwei Drittel gesenkt. In den Fabrikhallen lenken im Winter Destratifikations-Gebläse un-

ter der Decke die Wärme zurück in den Arbeitsbereich und verhindern auch den Wärmeverlust über das Dach. Im Sommer reduzieren Dachventilatoren den Klimatisierungsbedarf.

#### USA

Bei der Klimatisierung der Produktionsgebäude plant Freudenberg Sealing Technologies in Necedah, Wisconsin, einen anderen Weg zu gehen. Im Zuge der vorgesehenen Erneuerung der Heizungs- und Kühlungsanlagen soll in der Sommerzeit die Abwärme der Kühlanlagen in die Erde geleitet und im Winter über Wärmepumpen zurückgeholt werden. ©



# Das Brühverfahren macht den Unterschied

*Kaffee ist ein beliebter Energiespender. Doch wie viel Energie geht auf dem Weg vom Feld bis zur dampfenden Tasse auf dem Tisch hinein? Antworten auf eine spannende Frage.*



Diese Signale kennt jeder Kaffeetrinker: Es faucht und blubbert dezent in der Küche, und ein aromatischer Duft durchzieht den Raum. Wenig später dampft es in der Tasse, und der erste Schluck wird zum Hochgenuss. Oder einfach zum willkommenen Energiespender. Kaffee ist in vielen Ländern das beliebteste Getränk. Weltweit werden täglich rund 2,25 Milliarden Tassen Kaffee getrunken.

Koffein ist der wirksamste Inhaltsstoff des Muntermachers. Es hebt die Wirkung des körpereigenen Botenstoffs Adenosin aus – und erzeugt das Gefühl von Wachheit.

## 59,1 Gramm CO<sub>2</sub> pro Tasse

Aber wie viel Energie läuft in den Energiespender Kaffee auf seinem Weg vom Feld bis zur Tasse? Einige Orientierungswerte skizzieren die Sachlage. Der deutsche Kaffeekonzern Tchibo etwa hat vor einiger Zeit den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck für eine Sorte Röstkaffee ermittelt: Bei einer Tasse fallen durchschnittlich 59,1 Gramm CO<sub>2</sub> an. Diese schlüsseln sich so über die einzelnen Schritte auf. Den größten Anteil mit 33 Gramm verursacht der Anbau inklusive Dünger und Pflanzenschutzmitteln. Danach folgt mit 18 Gramm das Zubereiten des Kaffees. Je nach Verfahren reicht die Bandbreite von zehn bis 60 Gramm CO<sub>2</sub> für eine Tasse. Überseetransport, Rösten und Verpacken kommen

zusammen auf knapp vier Gramm. Noch einmal 4,3 Gramm verursachen in der Summe das Liefern der Bohnen an die Verkaufsstellen, die Einkaufsfahrt des Kunden dorthin und schließlich das Entsorgen des Kaffeesatzes in der Biotonne.

## Einflussfaktor Stromverbrauch

Am energiesparendsten ist das Aufbrühen des Kaffees mit dem Wasserkocher. Da fließen rund 70 Wattstunden ins Zubereiten einer Tasse. Das hat eine Studie im Auftrag des World Wildlife Fund der Schweiz und der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich herausgefunden. Es folgen Filterkaffeemaschine, Kapselmaschine und Vollautomat mit um die 100 Wattstunden. Am meisten Strom verbraucht eine Mokkakanne auf einer Glaskeramikkochplatte: 250 Wattstunden pro Tasse.

Der Verbraucher hat also über die Zubereitungsart großen Einfluss auf den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck seines Kaffeekonsums. Technisch ein einfacher Sachverhalt, emotional oftmals nicht: Der eine schwört als Energiespender auf Filterkaffee, der nächste auf klassischen Espresso und ein Dritter auf die French Press.

Strom aus erneuerbaren Quellen kann den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck deutlich mindern. Darüber hinaus gibt es weitere Möglichkeiten, um die CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Tasse zu reduzieren, etwa

die Wahl des Trinkgefäßes, wenn man einen Kaffee außer Haus genießt: Es macht einen Unterschied, ob sich dieser in einem Einwegbecher oder einer Mehrwegtasse befindet. Den CO<sub>2</sub>-Abdruck mindert auch, wer statt tierischer Milch eine pflanzliche Alternative wählt.

## Vorteil für Teetrinker

Klar: Einige der genannten Faktoren gelten ebenso etwa für Tee. Dieser gilt als deutlich umweltfreundlicher. Allein der Flächenverbrauch ist nach Expertenangaben neun Mal geringer als bei Kaffee, wenn sämtliche Aspekte berücksichtigt sind. Auch das Verarbeiten ist weniger energieaufwendig. Kaffeebohnen werden getrocknet, gewaschen, geröstet und gemahlen. Teeblätter hingegen werden nach der Ernte lediglich gerollt und mit heißer Luft getrocknet – fertig. Diese beiden Schritte sowie die vorherige Ernte und der Transport machen zusammen etwa 20 Prozent des Energiebedarfs aus. 80 Prozent gehen ins Kochen des Wassers für die Teezubereitung.

Also auf Tee umschwenken? Für den echten Kaffeefan ist das keine Alternative. Dann lieber darüber nachdenken, wie Verhaltensänderungen generell im Alltag die eigene CO<sub>2</sub>-Bilanz positiv beeinflussen können. Was ohnehin keine schlechte Beschäftigung ist. ©

Genuss und Wirkung:  
Jeder Kaffeetrinker  
bevorzugt sein Zubereitungs-  
verfahren.



## Dichtungen für besten Genuss

Vom Feld bis in die Tasse: In der Lebensmittelproduktion und damit auch in der Kaffeeherstellung sind Produkte von Freudenberg Sealing Technologies an vielen Stellen beteiligt. Energieeffizienz ist ein Ziel. Aber auch am Ende der Kette sind Produkte des Unternehmens zu finden. Beispielsweise Mikrodichtungen in Kaffeefullautomaten. Denn der Vollautomat ist eine kleine und komplexe Verarbeitungsanlage in sich.

März 2023

## E-Mobilität: Dichtungsmaterialien für Kühlfluide



Beim „Supercharging“ eines Elektroautos und bei extremer Leistungsabgabe erwärmt sich die Antriebsbatterie stark. Bei der neuartigen Flüssigkeitskühlung („Battery Immersion Cooling“) sind die Batteriezellen direkt in ein speziell entwickeltes Kühlmedium eingebettet, das die Wärme effektiv abführt. Freudenberg Sealing Technologies hat in einer Studie untersucht, wie sich typische Polymermaterialien von Dichtungen und anderen Bauteilen in solchen Kühlfluiden verhalten. Getestet wurden

isoparaffinische Öle sowie esterbasierte Öle, die für eine Batteriedirektkühlung spezifiziert und weit verbreitet sind. Daneben kamen solche Typen unter die Lupe, an denen die Fluidhersteller derzeit arbeiten. Das Verhalten mancher neuartiger Fluide weicht deutlich von klassischen Fluiden ab. Dennoch konnte Freudenberg auch hierfür geeignete Dichtungsmaterialien identifizieren. Die Studie ist somit eine vorzügliche Basis für das Entwickeln künftiger Seriedichtungen und Abstandselemente. ©

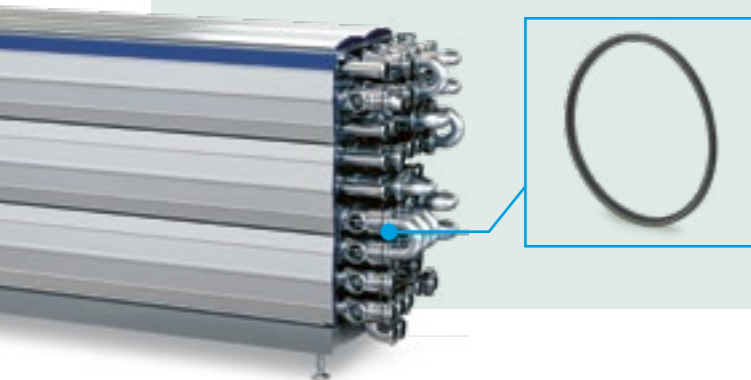
Januar 2023

## Zertifizierte Sicherheit

Technische Komponenten in der Verpackungsindustrie unterliegen strengen Standards. Dazu zählen landes- und branchenspezifische Hygienevorgaben wie die EHEDG-Richtlinien (European Hygienic Engineering and Design Group). Als einziger auf dem Markt erhielt der Röhrenwärmetauscher von Tetra Pak mit der eigens

dafür entwickelten Freudenberg-Dichtung die EHEDG-Zulassung. Die hygienische Dichtungslösung verbindet die Edelstahlkomponenten des Röhrenwärmetauschers. Dieser ist in der Lebensmittelindustrie überall dort im Einsatz, wo flüssige Produkte mit unterschiedlichen Viskositäten und Feststoffanteilen für eine bessere Haltbarkeit erhitzt werden.

Der Dichtungswerkstoff ist beständig gegen CIP-/SIP-Medien (Cleaning in Place/Sterilization in Place), deckt einen breiten Temperaturbereich mit sehr hohen Temperaturen ab und ist für eine lange Betriebsdauer ausgelegt. Das neu entwickelte Dichtungssystem lässt Tetra Pak in Serie fertigen. Es trägt dazu bei, die Produktion von Lebensmitteln sicherer zu machen. ©



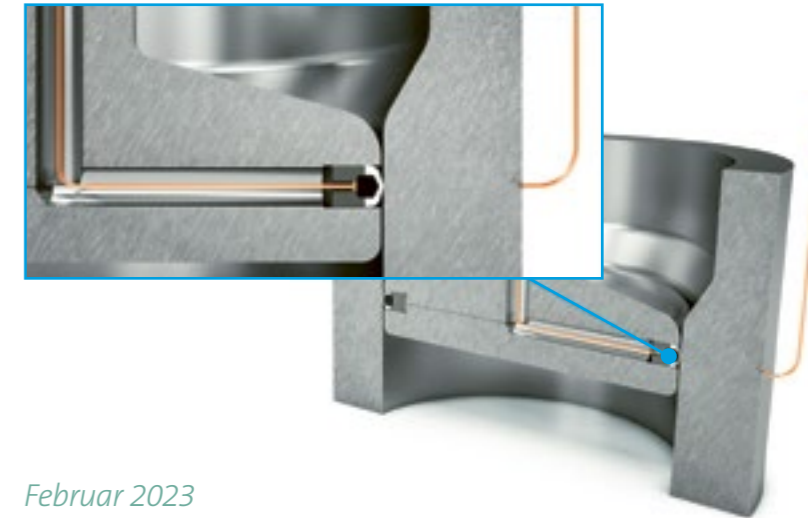
Februar 2023

## CO<sub>2</sub>-Fußabdruck messen

Freudenberg Sealing Technologies erarbeitet eine Methode, mit der sich der CO<sub>2</sub>-Fußabdruck aus der Produktion von Dichtungen und anderen Bauteilen bestimmen lässt. Die Emissionsbilanz eines Bauteils wird stark von der Auswahl des Dichtungsmaterials und vom Herstellprozess beeinflusst. Da moderne Dichtungen oft aus Materialmischungen bestehen, sind alle Einzelkomponenten zu berücksichtigen, um keine Fehlansätze für die Auswahl bestimmter Materialien zu geben. Um die Treibhausgasbilanz von Werkstoffen zu erstellen, entwickelte Freudenberg einen eigenen „Green Index“. Alle Index-Werte werden in einer unternehmensweit genutzten Werkstoffdatenbank hinterlegt, wo sie die Entwicklungsingenieure einsehen können. In die Materialauswahl fließen auch Lebensdauer und Verschleißbeständigkeit ein, die die Ökobilanz von Kunden beeinflussen. Bei der Produktion ist durch Messungen abgesichertes Wissen wichtig. Und zwar darüber, wie viel Energie in einzelnen Prozessschritten spezifisch verbraucht wird, bezogen auf das Gewicht, das Volumen oder die Oberfläche. ©



Mehr News online unter:  
<https://on.fst.com/3t5BTC0>



Februar 2023

## Dichtung mit Eigendiagnose

Freudenberg Sealing Technologies hat in einer Machbarkeitsstudie die Praxistauglichkeit von intelligenten Dichtungen belegt. Die „Smart Seals“ können Leckagen vermeiden und ihren eigenen Verschleiß überwachen. So erhöhen sie den zuverlässigen und sicheren Maschinen- und Anlagenbetrieb über die Grundzuverlässigkeit der Dichtung hinaus.

Die „eingebaute“ Sensor-Funktionalität erreichte Freudenberg durch das Zusammenspiel von Materialien und Konstruktion. Demnach bildet eine eigenentwickelte intelligente Stangendichtung einen Kondensator, bestehend aus einem elektrisch isolierenden Elastomer (Außenschichten) und einem elektrisch leitfähigen Elastomer mit einer metallischen Gehäusewand (Innenschicht). Verschleißt die Dichtung durch den Abrieb der isolierenden Schicht, verringert sich der Abstand der elektrisch leitfähigen Schicht zum metallischen Gehäuse, und die Kapazität steigt an. Die Zustandsmessung erfolgt dabei in Echtzeit. Die Vorteile: Wartungszeiten lassen sich vorausschauend und verbindlich planen. Leckageschäden bleiben aus, das Risiko von Verunreinigungen sinkt. Zudem werden funktionsfähige Dichtungen nicht frühzeitig getauscht. Ein nachhaltiger Effekt, der Betriebskosten optimiert.

Die intelligenten Dichtungen erfüllen dabei alle Anforderungen an Säure- und Basenbeständigkeit, Normen, Lebensdauer und Herstellbarkeit. Erste Tests mit PTFE-Dichtungen, die in Hydraulikanwendungen eingesetzt werden, verliefen sehr ermutigend. ©

# 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](http://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](mailto: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;  
Rüdiger Abele

### Copyright

Freudenberg FST GmbH, 2023 – 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. 2 iStock/BurntMoon, iStock/Portra, iStock/ewg3D, iStock/RelaxFoto.de  
S. 8/9 shutterstock/isabel kendzior  
S. 10/11 iStock/Louis16  
S. 12/13 Getty Images/Stocktrek  
S. 14/15 Christian Heyse  
S. 17 Christian Heyse  
S. 18/19 Christian Heyse  
S. 20/21 iStock/RelaxFoto.de  
S. 22/23 iStock/Lakeland-Photos  
S. 25 HINE  
S. 26 FST  
S. 27 Shutterstock/Efman  
S. 28 FST/Fritz Kopetzki  
S. 30/31 FST/Fritz Kopetzki  
S. 33 © Jaeger-LeCoultre  
S. 34 iStock/Nikada

S. 36 Shutterstock/Silvia B. Jakiello, FST/Fritz Kopetzki  
S. 37 Shutterstock/BELL KA PANG  
S. 38–43 iStock/imaginima, iStock/Kinwun, Illustrationen: Nadine Hippe  
S. 44/45 iStock/ivansmuk  
S. 46 Shutterstock/ChooChin  
S. 47 Shutterstock/Diego Cervo  
S. 48/49 Shutterstock/petovarga  
S. 51 Shutterstock/asharkyu  
S. 52/53 Shutterstock/maramade  
S. 54 iStock/fivepointsix  
S. 55 Shutterstock/Audio und werbung, iStock/Mlenny  
S. 56 iStock/fivepointsix, extern: Sören Borghardt  
S. 57 Shutterstock/petrmalinak

S. 58 Shutterstock/Gearstd, Shutterstock/Nerthuz, Illustrationen: Nadine Hippe  
S. 59 Shutterstock/treesak113, Shutterstock/Photosite, Shutterstock/VikiVector, Shutterstock/Novikov Aleksey, Illustrationen: Nadine Hippe  
S. 60/61 Siemens Energy  
S. 62 iStock/Wirestock, Shutterstock/SFIO CRACHO  
S. 64 iStock/Nejc Gostincar  
S. 66/67 FST  
S. 68 FST/Fritz Kopetzki, FNI (Freudenberg NOK Indien)  
S. 69 iStock/bortonia  
S. 70/71 Adobestock/Nomad\_Soul  
S. 72 FST  
S. 73 FST

# 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 – Gold**  
Trailer, Kategorie Publikumspreis

**BCM Award 2022 – Silber**  
Trailer, Kategorie Bewegtbild Fiction

**BCM Award 2019 – Silber**  
Kategorie Magazine B2B Handel / Transport / Logistik



**ICMA 2021 – Gewonnen**  
**Best of Decade**  
Kategorie Custom Media B2C



**Galaxy 2022 – Silber**  
Kategorie Brochures – Corporate Magazine

**Galaxy 2022 – Gold**  
Trailer, Videos – Promotion

**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)



**PR Daily's Award 2019 – Winner**  
Kategorie Print Publication



**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

ERDE

FEUER

LUFT

WASSER

FREUDENBERG  
SEALING TECHNOLOGIES

 **FREUDENBERG**  
INNOVATING TOGETHER