



---

# ESSENTIAL

---

FREUDENBERG SEALING TECHNOLOGIES  
DAS MAGAZIN – AUSGABE #1 2017

## DYNAMIK

Kraft, Bewegung, Veränderung – alles, was Dinge ins Rollen bringt oder Entwicklungen vorantreibt.

---

## NEUES AUS DER HYDRAULIK

Schlüsseltechnologie: In Las Vegas zeigt sich „Fluid Power“ von der modernen Seite.

---

## WIE GELINGT INNOVATION?

Doppelinterview: Was Führungsstärke und Radikalität mit vorausschauender Zukunftsplanung zu tun haben.

---

## ENERGIE MIT BATTERIE

Warum die Automobilindustrie auf Elektromobilität setzt – und welche Rolle Dichtungen dabei spielen können.



---

## DYNAMIK – WAS IST DAS EIGENTLICH?

---

Tatsächlich ist der Begriff sehr vielschichtig, je nachdem in welchem Kontext man ihn benutzt. Bewegung, Kraft, Veränderung – alle diese Themen lassen sich mit „Dynamik“ beschreiben. Genau darum soll es auf den folgenden Seiten gehen.

Wir legen einen ersten Schwerpunkt auf Neuheiten und Veränderungen im Bereich Hydraulik, einer Schlüsseltechnologie, in der sehr viel Kraft und Bewegung steckt.

Darüber hinaus geht es im wahrsten Sinne des Wortes um dynamische Entwicklungen: Wie gelingt Innovation? Wohin entwickelt sich die Robotik? Was passiert gerade beim Zukunftsthema Industrie 4.0? Zu vielen dieser Themen haben wir unsere ganz eigenen Beispiele aus dem Kosmos von Freudenberg Sealing Technologies zu bieten.

Bewegung, Innovation und Dynamik vereint auch das Thema Elektromobilität: Hier werfen wir einen Blick auf die neuesten Trends und widmen uns ausführlich der Zukunft der Lithium-Ionen-Batterie.

Begleiten Sie uns auf eine Reise durch eine in vielerlei Hinsicht dynamische Welt.



DAS MAGAZIN online unter:  
<http://essential.fst.de>





# INHALT

- 1 INTRO
- 2-3 INHALT
- 4-9 RASANTER FORTSCHRITT
- 10-17 DIE KRAFT DER WELT
- 18-19 FÜNF FRAGEN AN JOEL JOHNSON
- 20-25 PLAY IT AGAIN
- 26-27 AUF DIE PLÄTZE, FERTIG ... KRAFT
- 28-31 DIE GRÜNE WÜSTENTOCHTER
- 32-33 FACTS & FIGURES
- 34-39 „WER ANGST HAT, WIRD NICHT INNOVATIV SEIN“
- 40-43 LÄNGER LEBEN
- 44-47 REIBUNGSLOSER START
- 48-51 I, COBOT
- 52-55 DUALE STRATEGIE
- 56-57 WISSENSWERT AUTOMOTIVE
- 58-59 KEINE ANGST VOR GROSSER HITZE
- 60-63 IM KRAFTFLUSS
- 64-67 FLEISSARBEIT FÜR DIE REVOLUTION
- 68-69 WISSENSWERT INDUSTRY
- 70-71 SCHWEIZER PRÄZISION
- 72 IMPRESSUM



**DIE KRAFT DER WELT**  
Die Dynamik setzt Dinge in Gang. Doch was genau verbirgt sich hinter dem Begriff? Eine Spurensuche, die uns dazu zwingt, verschiedene Blickwinkel einzunehmen.



**LEBENSVERLÄNGERENDE MASSNAHMEN**  
Joel Johnson verantwortet bei Freudenberg Sealing Technologies das Geschäft mit mobilen Maschinen. Im Interview spricht er über die Vorzüge moderner Dichtungen für Bau- und Landmaschinen.



**PLAY IT AGAIN**  
Die diesjährige International Fluid Power Exposition (IFPE) in Las Vegas gab einen interessanten Einblick in die neuesten Entwicklungen der hydraulischen Antriebstechnik.



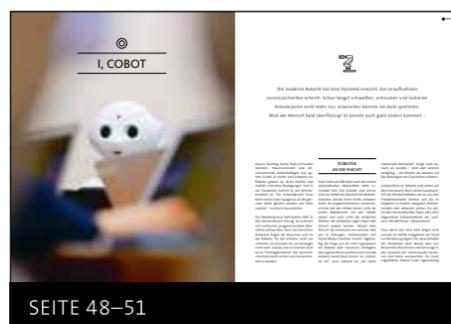
**„WER ANGST HAT, WIRD NICHT INNOVATIV SEIN“**  
Stanford-Professor Charles O'Reilly und FST-Innovations-experte Dr. Jan Kuiken diskutieren über Innovation als Triebfeder erfolgreicher Unternehmen.



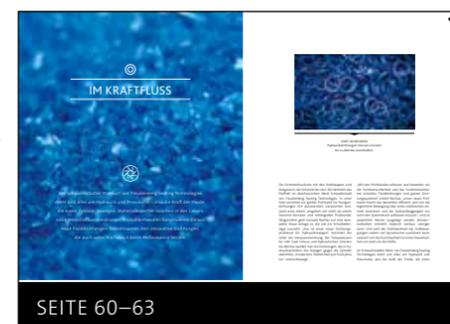
**LÄNGER LEBEN**  
Atlas Copco produziert als Spezialist für Bergbautechnik Gesteinsbohrhämmer, die als besonders robust und langlebig gelten. Ein entscheidender Erfolgsgarant: effiziente Dichtungen.



**REIBUNGSLOSER START**  
Die neue Levitex-Gleitringdichtung von Freudenberg Sealing Technologies wird zukünftig im norditalienischen Pinerolo in Kleinserie produziert. Ein Vor-Ort-Termin.



**I, COBOT**  
Industrieroboter stehen immer noch im Ruf, Arbeitsplätze zu vernichten. Mit der neuen Generation kollaborierender Roboter könnte es sich anders verhalten.



**IM KRAFTFLUSS**  
Immer wenn es darum geht, den richtigen Werkstoff für eine neue Dichtung zu entwickeln, sind unsere Experten gefragt.



**FLEISSARBEIT FÜR DIE REVOLUTION**  
Welche Technik brauchen Fahrzeuge, um zukünftig autonom, emissionsfrei und vernetzt zu fahren? Dieser Frage gehen die Spezialisten der Ingenieurgesellschaft Automobil und Verkehr (IAV) nach.



# FLÜSTERLEISE



Flirrender Asphalt, aufheulende Motoren, durchdrehende Reifen, und schon jagen Hunderte von PS mit lautem Getöse der ersten Kurve entgegen. Kraft und Dynamik pur. So zu erleben in der Formel 1. Um auf 100 Stundenkilometer zu beschleunigen, benötigen die aerodynamischen Hightechboliden gerade einmal 1,7 Sekunden. Doch selbst diese Winzigkeit unterbietet der „grimsele“, ein Rennwagen der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich und der Hochschule Luzern. Er benötigt lediglich 1,513 Sekunden und damit weniger als 30 Meter, um 100 Stundenkilometer zu erreichen. Ganz ohne lautes Motorengeräusch. Der „grimsele“ ist ein Elektrorennwagen und zeigt, dass Elektromobilität ganz schön dynamisch sein kann.



---

## ES LIEGT WAS IN DER LUFT

---

---

Paris-Touristen werden sie kennen: Pariser Luft verpackt in Dosen. Eine veritable Luftnummer, die mehr über den Geschäftssinn der Händler aussagt als über den unsichtbaren Inhalt. Wobei? Tatsächlich steckt in der Luft mehr als man mit bloßem Auge erkennt. Forscher arbeiten derzeit daran, Polymere aus Luft herzustellen. Theoretisch könnte man aus Luft sogar komplette Dichtungen schaffen. Alles nur eine Luftnummer? Nein, denn Luft besteht aus Sauerstoff-, Stickstoff-, Wasserstoff- und Kohlenstoffatomen. Genau wie eine Polyurethandichtung. 27 Kubikmeter Luft enthalten die benötigten Moleküle für eine Dichtung. Jetzt gilt es, die Atome neu zu sortieren. Luft würde dann erneut zum Kassenschlager.

---



# VON DER SCHIENE IN DIE RÖHRE

Als die Dampflokomotive im 19. Jahrhundert ihren Siegeszug antrat, erfuhren Raum und Zeit eine völlig neue Wahrnehmung. Größere Distanzen waren plötzlich schnell zu überwinden. Wobei schnell? Rund 30 Kilometer legten die Lokomotiven in einer Stunde zurück. Für Kritiker war das viel zu rasant. Die medizinische Fakultät zu Erlangen befand, Fahrgäste würden Gehirnkrankheiten erleiden. Zukünftig soll man gar mit Überschallgeschwindigkeit über Land reisen. Der Hyperloop will die Dynamik des Unterdrucks nutzen, um seine Passagiere in Transportkapseln mit 1.200 Stundenkilometern durch Röhren zu befördern. Ingenieure loten derzeit die Machbarkeit der Idee aus. Was die Erlanger Mediziner wohl dazu gesagt hätten?



---

# DIE KRAFT DER WELT

---

Dynamik ist ein sehr unterschiedlich verwendeter Begriff. Klar ist nur:  
Er ist eher positiv besetzt, verbindet Kraft, Bewegung, Macht und Energie.  
Was bedeutet Dynamik heute? Wer setzt all die Kräfte um uns herum in Gang?

Und was macht das mit uns? Eine Spurensuche.

Klack. Eine kleine Kugel startet auf einer Kugelbahn. Sie rollt eine Schräge hinunter, um eine Kurve, sie nimmt Fahrt auf. Beginn einer Reise.

„Jung und dynamisch“ lautete noch bis vor Kurzem die Standardfloskel, wenn man sein Unternehmen, sein Team oder sich selbst möglichst positiv beschreiben wollte. Jung und dynamisch, das klingt nach Energie, auf jeden Fall zukunftsgerichtet: Wer noch jung und dynamisch ist, den wirft keine Veränderung aus der Bahn, der hat alles noch vor sich, der kann anpacken und Dinge ins Rollen bringen.

Keine Frage: Dynamisch, das ist gut. Oder?



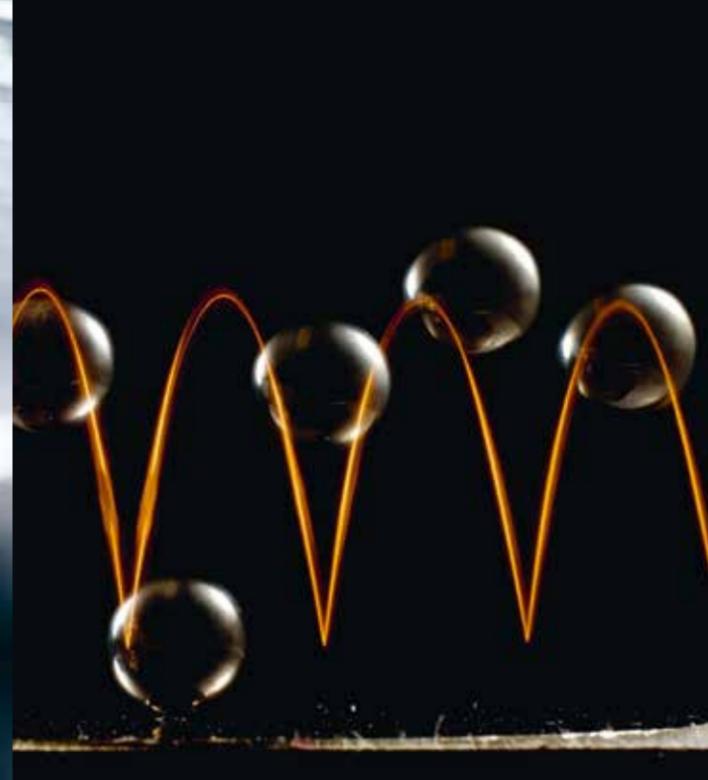
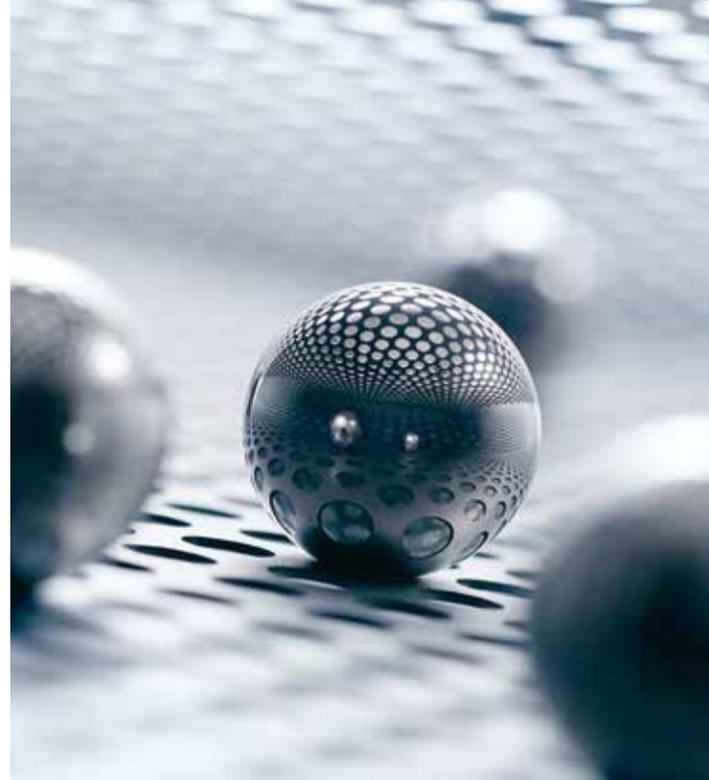
#1

## DYNAMIK, WAS IST DAS EIGENTLICH?

Die Kugel saust unter einem Schaufelrad hindurch und bringt es zum Drehen, vorbei an einem Glöckchen, das heftig zu bimmeln beginnt, und prallt dann mit voller Wucht gegen einen Schließmechanismus, der sich löst und einen kleinen Hammer in Schwung versetzt.

Dynamik ist ein vielschichtiges Wort. Das beginnt schon tief in den Wurzeln der Wortbedeutung. Denn das griechische *δυναμική* (dynamiké) bedeutet „mächtig“, das Substantiv *δύναμις* (dýnamis) eher „Kraft“. Aus beiden Wurzeln entwickelten sich prägende Begriffe. In der Physik ist Dynamik die Lehre von der Wirkung von Kräften. Wer stattdessen den Begriff gegenüber einem professionellen Musiker oder Komponisten benutzt, wird völlig anders verstanden: Als Definition von Lautstärken. Im alltäglichen Sprachgebrauch wiederum meint man häufig etwas besonders Energiegeladenes („dynamische Bewegung“) oder ganz allgemein die Entwicklung von Dingen. Dynamik, das ist Elan, Enthusiasmus, Lebhaftigkeit. Wer dynamisch ist, gilt als fleißig und eifrig, in jedem Fall als beweglich und flexibel.

Das ergibt sich auch aus dem Gegenteil: Stillstand ist schließlich ein Synonym für den Tod. Leben auf unserer Welt, wie wir es kennen, unser Klima und unsere Gravitation sind nur möglich, weil die Erde sich dreht. Menschen leben nur, weil ihr Herz ununterbrochen den Blutkreislauf am Laufen hält. Wir sind alle ständig in Bewegung und setzen Kräfte frei, die anderes



auslösen. Selbst wer nur stumm am Schreibtisch sitzt oder in seinem Labor steht, kann ungeahnte Dynamik entfalten. Weltbewegende Veränderungen beginnen selten mit Muskelkraft. Häufig beginnen sie unscheinbar, mit kleinen Details. Eine kleine Murmel kann einen Hammer auslösen. Der Gedanke eines Menschen kann, in die Tat umgesetzt, Kräfte in Gang setzen, die die Kraft des menschlichen Körpers um ein Vielfaches übersteigen. Das begann mit den ersten Werkzeugen, mit Faustkeil und Hebel, setzt sich fort bis zu modernen Hochleistungsbatterien, Baumaschinen oder Überschallflugzeugen. Übrigens: Als Alfred Nobel seinen Sprengstoff erfand, nannte er ihn Dynamit, abgeleitet von, siehe oben: *Dýnamis*, Kraft. Die positiv besetzte Dynamik und das explosive Dynamit haben beide denselben Wortstamm.



#2

## KRAFT, DIE SICH SELBST VERVIELFÄLTIGT

Die Kugel stößt eine andere Kugel an, diese zwei weitere Kugeln. Die Kugelbahn verzweigt sich, überall geraten weitere Murmeln in Bewegung, fallen klackernd in Schächte, lösen neue Kugeln aus. Die Geräuschkulisse schwillt an, Glocken bimmeln, Werkzeuge klopfen, Auslöser klicken.

Zweifellos, wenn Dinge in Bewegung geraten, wenn Kräfte aufeinanderprallen, dann steckt darin immer auch der Kern von etwas Zerstörerischem. Zumindest aber: Umwälzendem. Dazu muss gar nichts mit lautem Knall explodieren. Es reicht vollkommen, wenn Dinge angestoßen werden. Die Hydraulik ist ein sehr interessantes Bild in diesem Zusammenhang. Auf den ersten Blick passiert da ziemlich wenig. Es raucht nichts, es knallt nichts – und trotzdem werden enorme Kräfte in Bewegung gesetzt. Hydraulische Anlagen erfüllen häufig Kernaufgaben in der Industrie, wenn es um Produktion, Bewegung oder Energie geht. Obwohl sie vergleichsweise unscheinbar wirken.

Tatsächlich haben viele bahnbrechende Erfindungen damit zu tun, dass Druck ausgeübt und Dinge in Bewegung gebracht werden. Die Druckerpresse, das Automobil oder der Aufzug. Das ist aber nur die eine Seite der Medaille. Revolutionär wurden diese Erfindungen, weil sie eine gesellschaftliche Relevanz besaßen und in ihr eine Dynamik und Wucht entwickelten, die ihre eigentlichen Bewegungen um ein Vielfaches übertrafen.

Der Buchdruck revolutionierte Kommunikation und Bildung, das Automobil unsere Fortbewegung, der Aufzug veränderte grundlegend unsere Städte und damit das Zusammenleben. Es kann einem schwindlig werden bei dem Gedanken, dass gerade jetzt, in diesem Moment, Milliarden von Menschen sich bewegen, Dinge anstoßen, Kraft ausüben. Kein Wunder eigentlich, dass mancher das Gefühl hat, alles werde immer schneller. Kein Wunder, dass sich immer mehr Menschen ziemlich unter Druck fühlen.



### #3

#### BRINGEN WIR INS ROLLEN, ODER SIND WIR GETRIEBENE?

Auf der Kugelbahn haben sich die Bewegungen in kürzester Zeit so sehr vervielfältigt, dass es für ein menschliches Auge unmöglich ist, noch alles zu erfassen. Überall rollen Murmeln, Geräte bewegen sich, und Kugeln schlagen verzwickte Bahnen ein, ausgelöst durch Zusammenprall, Wippen oder Hebebühnen.

Es wird alles schneller. Briefe waren früher tage- oder wochenlang unterwegs, elektronische Post will bisweilen in wenigen Sekunden beantwortet werden. Motoren bringen uns in Windeseile um die Welt, Maschinen übernehmen die Hausarbeit. Und trotzdem: Viele Menschen haben das Gefühl, sie hätten weniger Zeit.

#### Sind wir dynamisch? Oder sind wir Sklaven der Zeit?

Zeitforscher können das Phänomen auf ihre Weise erklären: Wenn das Smartphone klingelt, die E-Mail auftaucht, im Telefongespräch der nächste Anrufer anklopft, erleben wir den Drang zu reagieren. Erfindungen, die uns eigentlich flexibler, beweglicher und dynamischer machen sollten, bewirken tatsächlich das Gegenteil: Sie verknappen die Zeit, weil sie neue Linien einziehen. Plötzlich ist alles vermessen, getaktet, verplant. Man sieht zu, wie die Kugel auf ihrer Kugelbahn gleich den nächsten Mechanismus auslöst, und man kann sie nicht stoppen.

Der Soziologe Lewis Mumford nannte 1934 in seinem Buch „Technik und Zivilisation“ die Uhr den „Prototyp aller Maschinen“ und datiert den Beginn der Moderne auf die Erfindung der Uhr. Vorher war Zeit relativ, plötzlich aber war sie exakt getaktet.

In jüngster Zeit geriet der Begriff „dynamisch“ ein wenig unter den Verdacht, ein Modewort zu sein, ein Euphemismus für

Entgrenzung. Sind Menschen, die sich dynamisch nennen, in Wirklichkeit nur Selbstaubeuter, weil plötzlich keine Grenzen mehr gelten? Keine Zeit zu haben ist zum Statussymbol geworden. Wer keine Zeit hat, ist wichtig. Der Zeitforscher Karlheinz Geißler predigt seit Jahren: „Wir haben das Nichtstun verlernt.“ Der Mensch kann nicht mehr stillstehen, er ist ständig in Bewegung.



### #4

#### DYNAMIK IST EINE FRAGE DES BLICKWINKELS

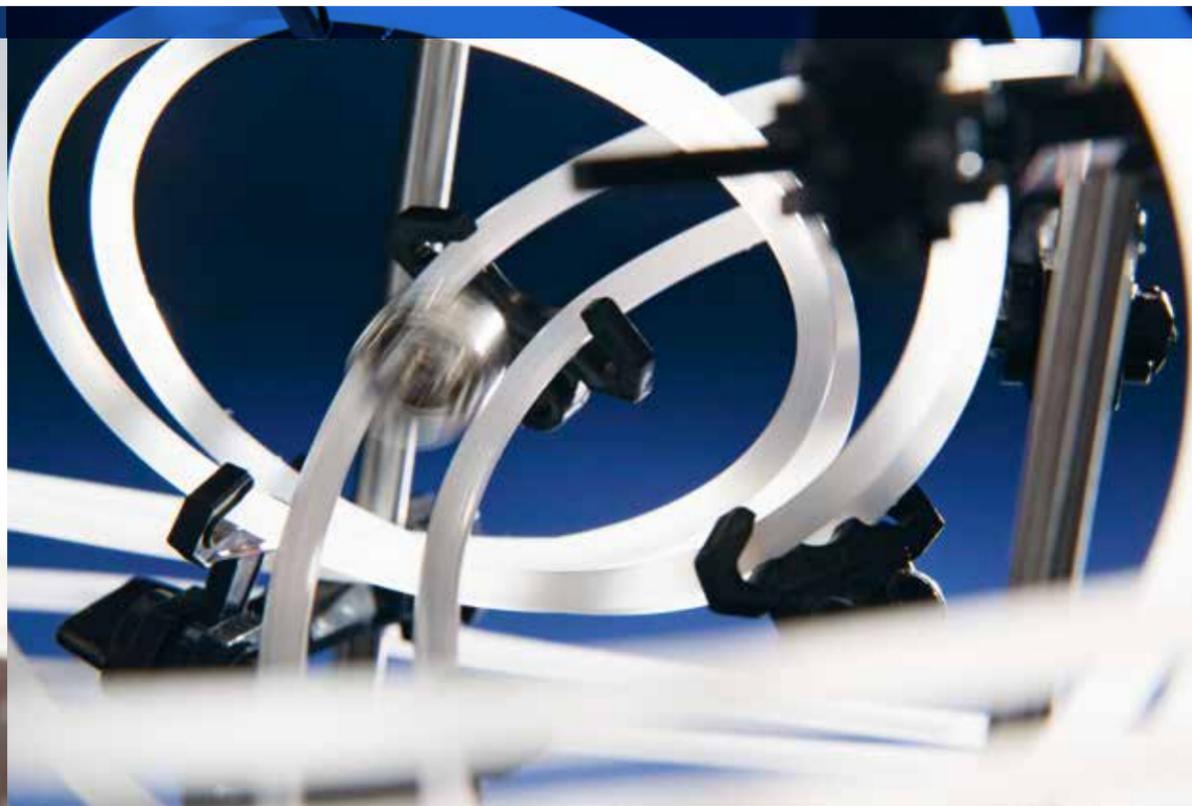
Und plötzlich ist alles wieder still. Alle Kugeln haben das Ende ihrer Strecke erreicht, sind in Löcher gefallen oder ausgerollt. Alle bis auf eine. Unsere allererste Kugel rollt noch immer beharrlich auf ihrem Weg weiter. Klack-klack-rrrrr.

Alles wird immer schneller, das ist eine Sicht der Dinge. Die andere besteht darin, einen Schritt zurück zu treten, und sich die gesamte Kugelbahn aus der Entfernung zu betrach-

ten. Der amerikanische Wirtschaftswissenschaftler Robert Gordon, bekannt durch seine Prognose vom „Ende des Wachstums“, ist der Meinung, dass das 21. Jahrhundert überhaupt nicht so schnell ist, wie viele glauben. Die Umwälzungen vor hundert Jahren seien viel gravierender gewesen: Die Elektrizität veränderte die Gesellschaft, Licht und Fahrstühle die Städte, der Verbrennungsmotor den Verkehr und die Wirtschaft. Gordon zweifelt weder an der Innovationskraft noch an der Dynamik der Menschen, er stellte nur beim Ted-Talk 2013 die provokante Frage: „Verzichten Sie lieber auf die Wassertoilette oder auf Facebook?“

Als Eisenbahn, Automobil und Flugzeug erfunden wurden, katapultierte sich eine ganze Gesellschaft innerhalb weniger Jahrzehnte von der Laufgeschwindigkeit zur Fluggeschwindigkeit. Schneller wurden wir seitdem kaum mehr. Schon im 19. Jahrhundert gab es Veränderungsangst, Entgrenzungsängste und die Hysterie vor dem Geschwindigkeitswahnsinn. Menschen gingen mit Schildkröten auf die Straße, um für mehr Langsamkeit zu demonstrieren.

Der Mensch hat in der Frühzeit der Zivilisation den Übergang von der Jagdwirtschaft zur Landwirtschaft vollbracht. Und da soll die Erfindung der E-Mail es schaffen, uns aus der Bahn zu werfen? Nüchtern gefragt: Wie viele Berufe haben sich in den vergangenen zehn Jahren tatsächlich radikal verändert? Vielleicht liegt die Antwort schon in der Frage: Mehr Gelassenheit tut gut.





#5

## ÜBER DIE ENERGIE VON INNOVATIONEN

Unsere Kugel gerät an eine Weggabelung. Welchen Weg sie jetzt nimmt, ist streng genommen nicht zufällig. Aber Nuancen entscheiden. Die Kraft, mit der sie ins Rollen gebracht wurde. Der unwillkürliche, unmerkliche „Spin“ beim Anschubsen. Ein Weg wird fortgesetzt, der andere übergangen.

Innovation, heißt es gerne, lebt von der Geschwindigkeit. Bei genauerem Hinsehen fällt das Gegenteil auf: Innovationen kommen nicht über Nacht. Die Kräfte, die sie entfalten, entstehen eher langsam. Die berühmten „disruptiven“, also umwälzenden Technologien, werden deswegen zu Gefahren, weil Platzhirsche sie sehen und trotzdem ignorieren.

Anfang der 2000er Jahre waren die beiden Unternehmen Fujifilm und Kodak in etwa gleich groß und die unangefochtenen Marktführer im Bereich von Fotofilmen. Etwa jeweils zwei Drittel des Umsatzes hing bei beiden Unternehmen von Fotofilmen ab. Dann begann der Markt für Filmrollen einzubrechen. Fujifilm und Kodak sahen sich beide in ihrer Existenz bedroht. Beide reagierten – unterschiedlich. Bei Fujifilm unterzog man das eigene Portfolio einer kritischen Betrachtung und überlegte: Können wir unser bisheriges Wissen in ganz neue Technologien verwandeln? Aus der Herstellung von Filmen brachte das Unternehmen viel Wissen über chemische Prozesse wie Oberflächenchemie und Antioxidationsmittel mit. Das Management entschloss sich, auf ganz neue Bereiche zu setzen: Pharma, Kosmetik, Halbleiter, dazu Medizintechnik, Industrie-Röntgen oder Bio-Imaging. Bei Kodak entschloss man sich, mehr Ressourcen in das Kerngeschäft Film zu leiten. Heute ist Fujifilm ein Unternehmen mit einem Umsatz von 20 Milliarden Euro und starken Wachstumsraten – Kodak hat verspätete Rettung im Druckgeschäft gefunden und macht einen Zehntel des Umsatzes seines ehemaligen Konkurrenten.

Die Episode ist angesichts des Vergleichs besonders eindrücklich, aber kein Einzelfall. Zahlreiche Unternehmen haben sich im Laufe ihrer Geschichte immer wieder neu erfinden müssen. Dynamik, das kann manchmal bedeuten, den vielen Kräften um uns herum nicht einfach zu widerstehen, sondern sie rechtzeitig wahrzunehmen und sich von ihnen einen Schubs geben zu lassen. Energie aufzunehmen, um selbst daran zu wachsen. Damit sind wir wieder bei der

Physik – und bei Newton: Trägheitsprinzip, Aktionsprinzip, Reaktionsprinzip. „Wirkt auf einen Körper eine Kraft, so wird er in Richtung der Kraft beschleunigt.“



#6

## KLEINE IDEEN BEWIRKEN GROSSES

Unsere Kugel ist kurz vor dem Ende der Bahn angelangt. Sie bringt noch einmal beim Durchrollen ein Rad in Bewegung, das ein größeres Zahnrad antreibt, das ein noch größeres Zahnrad antreibt. Dann rollt sie aus.

### Details entscheiden.

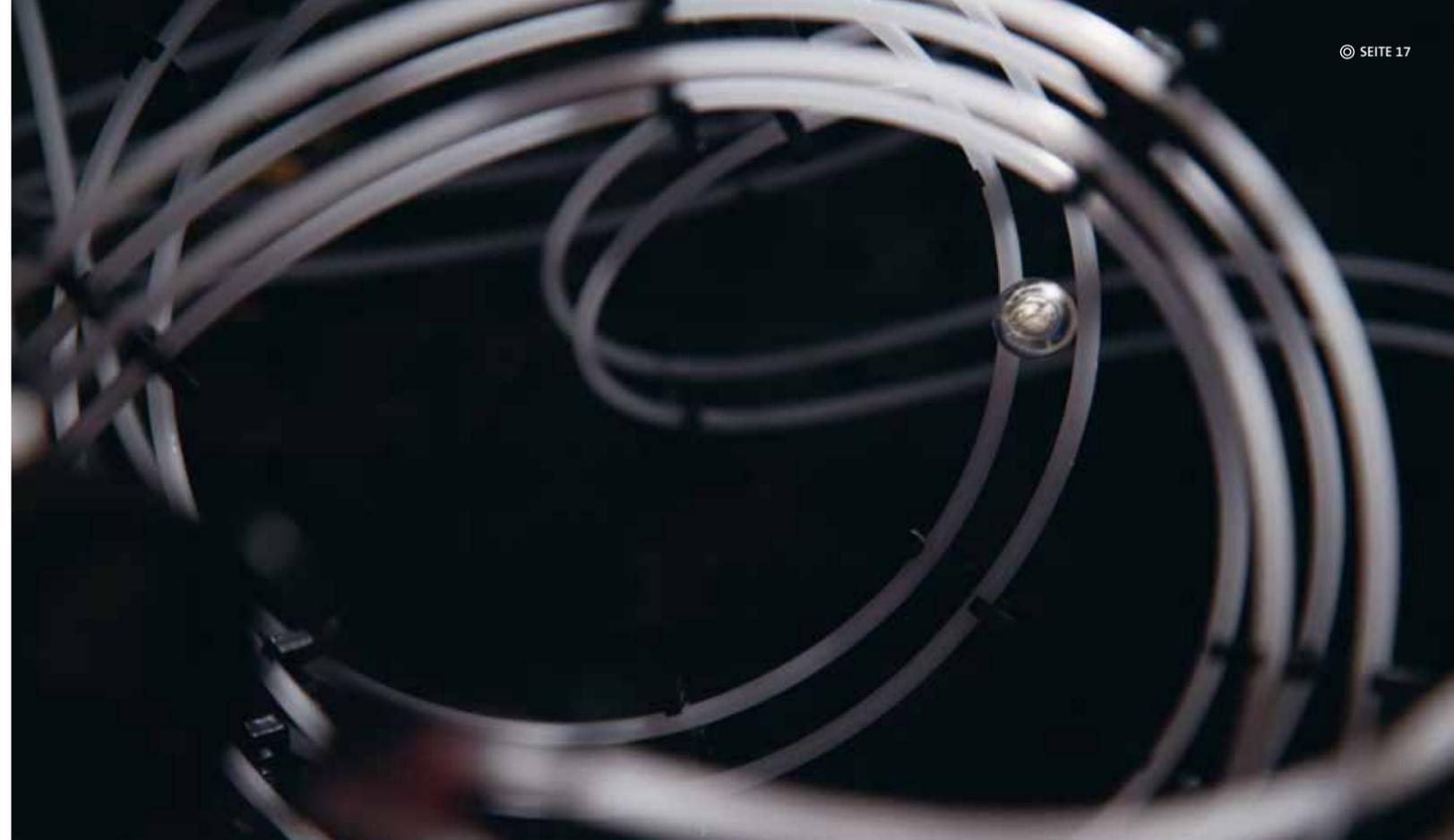
Details, wie eine winzige Dichtung zum Beispiel. Ein Teil, das darüber entscheidet, ob ein gewaltiger Motor tatsächlich so funktioniert, wie er soll. Wenn riesige Kräfte auf uns einwirken, Maschinen sich in Bewegung setzen, enormer Druck erzeugt wird – dann kann ein kleines Detail, eine kleine Dichtung darüber bestimmen, ob diese Kraft auch tatsächlich dort ankommt, wo sie hingehört – oder ob sie verpufft und entweicht.

### Kleinigkeiten entscheiden.

Wenn Dynamik also so ein vielschichtiger Begriff ist, dann besinnen wir uns doch auf das, was er auch bedeuten kann: nicht nur „Geschwindigkeit“ und „Entgrenzung“, sondern: die Lehre von der Kraft. Die Lehre von der Lautstärke. Und das wiederum bedeutet: Es liegt an uns, diese Kräfte und Stärken um uns herum zu erkennen und zu steuern. Also sollten wir das auch tun.

### Es beginnt alles im Kopf. Und endet alles im Kopf.

Wir haben gelernt: Zeit ist eine Kopfsache. Wie beweglich und dynamisch wir sind, entscheidet sich ebenfalls im Kopf. Und die Kraft der Gedanken kann mehr Dynamik entfalten und Veränderung bewirken als eine Dynamitexplosion. Das ist, unter dem Strich, ein ermutigender Gedanke: Wir haben es selbst in der Hand. ©



**1 DIE WELTBEVÖLKERUNG WÄCHST, IMMER MEHR MENSCHEN BRAUCHEN NAHRUNG UND WOHNUNGEN. FÜR DIE HERSTELLER VON BAU- UND LANDMASCHINEN SIND DAS GLÄNZENDE AUSSICHTEN, ODER?**

Langfristig ja. Aber kurz- und mittelfristig entscheiden andere Faktoren, wie viele mobile Maschinen gebaut werden: So hängt die Nachfrage nach Baumaschinen stark davon ab, wie viel die öffentliche Hand in die Infrastruktur investiert. Daher sehen wir in den kommenden Jahren in Europa und in Nordamerika ein eher moderates Wachstum von zwei bis drei Prozent pro Jahr. In China ist der Absatz stark zurückgegangen, wird sich unserer Einschätzung nach aber allmählich wieder erholen. Das größte Wachstum erwarten wir in Asien und dem Mittleren Osten, wo große Infrastrukturprogramme angelaufen sind.

die Einsatzgrenzen beständig ausweiten. Das neue Polyurethan AU30000 zum Beispiel hat einen Einsatzbereich von minus 35 bis plus 120 Grad Celsius.

**4 APROPOS ANTRIEB: DIE ABGASGRENZWERTE FÜR MOBILE MASCHINEN WURDEN DEUTLICH VERSCHÄRFT. WIE REAGIERT DIE BRANCHE DARAUF?**

Mittlerweile erfüllen alle neuen Maschinen in Europa und in den USA die Grenzwerte der Stufe IV. Die spannende Frage ist, wann und in welchem Maß andere Märkte nachziehen. In China ist Luftverschmutzung ein großes Thema, da wird man sich annähern. Aber was ist mit Märkten wie Indien oder dem Iran? Für Freudenberg haben die strengeren Grenzwerte auf jeden Fall einen positiven Effekt: Aggregate,

## „LEBENSVERLÄNGERENDE MASSNAHMEN“

**2 DERZEIT EXISTIEREN ÜBERKAPAZITÄTEN BEI DEN HERSTELLERN. WAS BEDEUTET DAS FÜR IHR GESCHÄFT?**

Der Wettbewerbsdruck bei Bau- und Landmaschinen hat deutlich zugenommen. Hinzu kommt, dass das auch für viele Kunden unserer Kunden gilt. Nehmen Sie zum Beispiel die Farmer: Dank moderner Agrartechnik sind die Ernten besser denn je – dadurch bewegen sich die Preise für viele Agrarprodukte aber auf sehr niedrigem Niveau. Das senkt die Bereitschaft, in neue Maschinen zu investieren. Die Hersteller von mobilen Maschinen reagieren darauf, indem sie nicht die Anschaffungskosten, sondern die „Total Cost of Ownership“ (TCO) in den Vordergrund stellen. Das ist für uns gut, denn durch qualitativ hochwertige Dichtungssysteme kann man die Lebenszykluskosten senken: Einerseits erhöhen sie die Effizienz des Antriebs und senken damit die Treibstoffkosten, andererseits verlängern sie das Maschinenleben. Wir haben in Zusammenarbeit mit unseren Kunden Dichtungen entwickelt, die mehr als 18.000 Stunden durchhalten.

**3 LÄNGERE WARTUNGSINTERVALLE DURCH HOCHWERTIGE DICHTUNGEN – IST DAS VOR ALLEM EINE FRAGE DES MATERIALS?**

Wir müssen sowohl die Konstruktion als auch die Werkstoffe permanent optimieren. Und natürlich spielt unsere Materialkompetenz eine wichtige Rolle. Unsere Kunden haben zum Teil extreme Anforderungen, zum Beispiel was Temperaturspezifikationen betrifft. Die Hersteller wissen ja nicht vorab, ob ein Bagger in sibirischer Kälte, afrikanischer Hitze oder im Regenwald Malaysias eingesetzt wird. Da sich nicht je nach regionalem Einsatz andere Dichtungen verwenden lassen, gehen sie lieber auf Nummer sicher. Neue Werkstoffe können

die die Stufe IV erfüllen, enthalten durchschnittlich mehr Dichtungen von uns als Stufe-III-Antriebe.

**5 WERDEN WIR AUCH BEI MOBILEN MASCHINEN EINEN TREND ZUR ELEKTRIFIZIERUNG ERLEBEN?**

Ich denke, das hängt vom Einsatzgebiet ab. So bietet sich bei Flurförderzeugen eine Elektrifizierung durchaus an: Sie werden oft in geschlossenen Räumen betrieben und benötigen ohnehin ein Zusatzgewicht, damit sie voll beladen nicht umkippen. Das kann künftig die Batterie oder ein Brennstoffzellen-Aggregat darstellen. Anders sieht es bei Maschinen in der Landwirtschaft aus. Sie werden meist über lange Zeit bei konstanter Geschwindigkeit betrieben, fernab jeder Infrastruktur – da bleibt ein effizienter Dieselmotor meist die erste Wahl. In kleineren Baumaschinen, die in einem urbanen Umfeld eingesetzt werden, kann ein dieselektrischer Antrieb durchaus Sinn machen: Der Dieselmotor läuft dann nur als Generator bei konstanter Drehzahl, das senkt das Geräuschniveau erheblich. In einigen Anwendungen – etwa einem klassischen Bagger – schwankt die Last während des Betriebs sehr stark. Da könnte es helfen, den Verbrenner durch ein Hybridsystem zu ergänzen. Man könnte hierbei die Hydraulik nutzen, die ohnehin an Bord ist. Für den Antrieb der Arbeitsgeräte kommt in Baumaschinen fast immer ein hydraulisches System zum Einsatz – nur so können sie die gewaltigen Kräfte effizient übertragen. ©



**JOEL JOHNSON**

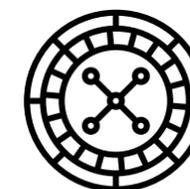
Global Vice President  
Mobile Machinery Sector

Nach einigen Krisenjahren gewinnt der Markt für Bau- und Landmaschinen wieder an Dynamik. Die Hersteller setzen darauf, die Lebenszykluskosten zu senken. Wie moderne Dichtungstechnik dazu beitragen kann, erläutert Joel Johnson, bei Freudenberg Sealing Technologies weltweit für das Geschäft mit mobilen Maschinen verantwortlich.



## PLAY IT AGAIN

Alle drei Jahre ist es wieder so weit: In Las Vegas trifft sich die gesamte Baumaschinenwelt zur größten Branchenmesse auf dem amerikanischen Kontinent. Weil kein schweres Baugerät ohne hydraulische Antriebstechnik auskommt, findet parallel die IFPE (International Fluid Power Exposition) statt, auf der Zulieferer wie Freudenberg Sealing Technologies ihre Lösungen ausstellen.



Zwischen die Touristen in Las Vegas mischen sich regelmäßig Männer im Anzug und Frauen im Kostüm. Man sieht ihnen sofort an, dass sie nicht wegen der Unterhaltungsshow oder der Glücksspiele gekommen sind. Die Welthauptstadt der Unterhaltung gilt als eines der wichtigsten Messezentren der Vereinigten Staaten. Dazu gehört die Baumaschinenmesse CONEXPO-CON/AGG, die alle drei Jahre gemeinsam mit der IFPE stattfindet. Dieses Jahr im März war es wieder so weit. Fast 3.000 Aussteller zeigten sowohl Kräne, Bagger und Bergbauausrüstung als auch die Komponenten, die dafür sorgen, dass die imposanten Maschinen zuverlässig funktionieren. Auf der IFPE, auf der Freudenberg Sealing Technologies ausstellte, stehen Fluidtechnik, Kraftübertragung, Antriebe und deren Steuerung im Mittelpunkt. Seit 2002 finden CONEXPO-CON/AGG und IFPE parallel in Las Vegas statt. Auf einer Fläche von 7.000 Quadratmetern wer-

den künftige Innovationen gezeigt. Hinzu kommen Dutzende von Foren, auf denen sich die Experten austauschen.

Die diesjährige IFPE war nach Meinung von John Rozum, Leiter der IFPE, ein großer Erfolg: „Der wirtschaftliche Abschwung in der Industrie stellte eine Herausforderung dar. Ich bin aber zuversichtlich, dass wir uns nun in die richtige Richtung bewegen.“ In den USA, so Rozum, werde jetzt viel Wert auf die Infrastruktur gelegt, das gäbe Anlass zu Optimismus.

Auch Freudenberg Sealing Technologies stellte Dutzende innovativer Komponenten und Lösungen auf der IFPE vor. Sie ermöglichen es, Maschinen unter Extrembedingungen wie starken Temperaturschwankungen oder hohen Drücken mit größeren Service-Intervallen zu betreiben und dabei den Kraftstoffverbrauch und die Emissionen zu verringern.

## FERNGESTEUERTE PLANIERRAUPE

Das Internet der Dinge hält auch in die Baumaschine Einzug. Kraftübertragung, aber auch Komfortfunktionen werden immer häufiger digital gesteuert. Die Betreiber können die dabei entstehenden Daten – etwa zur tatsächlichen Auslastung der Maschine – drahtlos abrufen. Caterpillar nutzte die IFPE nicht nur, um neue Bagger, Radlader und anderes Equipment vorzustellen. Das Unternehmen demonstrierte auch, wie solche Maschinen über das Internet bedient werden können. Vom Messestand aus konnte eine Planieraupe des Typs D8T gesteuert werden, die sich in der 1.679 Meilen entfernten Firmenzentrale von Caterpillar befand.

Die Fernsteuerung über „CAT Command“ für die D8T bietet zwei verschiedene Bedienschnittstellen. So kann eine tragbare Bedienkonsole genutzt werden, wenn sich die Maschine in Sichtweite befindet. Oder die Steuerung erfolgt über eine ergonomisch optimierte Station von einem beliebigen Standort aus, sofern die Maschine mit einem „Vision System“ ausgestattet ist. Der Bediener kann so stets dort arbeiten, wo es für ihn absolut sicher ist.

## ÜBER STOCK UND STEIN

Heute im Matsch, morgen auf felsigem Untergrund, manchmal sogar auf sumpfigem Boden: Damit Baumaschinen ihre schwere Arbeit auf unterschiedlichen Böden sicher verrichten können, verfügen sie immer häufiger über ein System, mit dem der Luftdruck im Reifen variiert werden kann. Bislang sorgen Standarddichtungen auf Basis von Polytetrafluorethylen (PTFE) dafür, dass die Luft im System bleibt. Bei hohen Drücken können solche Dichtungen jedoch Leckagen aufweisen. Eine Alternative präsentierte Freudenberg Sealing Technologies auf der IPFE 2017: eine speziell für den Einsatz in Reifendruck-Regelsystemen entwickelte Dichtung, die über zwei Dichtlippen verfügt.

Die Dichtung, die unter dem Namen „Central Tire Inflation Seal“ (CTI) vermarktet wird, hält Getriebeöl von der Leitung ab, mit der Luft von oder zu den Reifen transportiert wird. Die patentierte Lösung kann die Traktion der Reifen um bis zu 20 Prozent verbessern und dabei den Kraftstoffverbrauch um zehn Prozent senken. Die Anpassung des Reifendrucks führt zudem dazu, dass der Reifenverschleiß um 20 Prozent sinkt.



GEDRUCKT IN CINCINNATI

In nur fünf Stunden entstand eine komplette Baggerkabine aus kohlefaserverstärktem Kunststoff.

KEIN SPIELZEUG

Fahrerlose Baumaschinen von Caterpillar können von jedem Ort der Welt aus gesteuert werden.



## DAS EINE TUN, DAS ANDERE NICHT LASSEN

Schwere Lasten, ständig wechselnde Geschwindigkeiten, einfache Manövrierbarkeit: Einige Anforderungen der Baumaschinenindustrie bleiben immer gleich. Die Antriebstechnologie, die diese Anforderungen erfüllt, verbessert sich jedoch kontinuierlich, wie ZF Friedrichshafen auf der diesjährigen Messe zeigte. Der Zulieferer präsentierte das Stufenlosgetriebe „cPower“ für Arbeitsmaschinen. Es arbeitet mit einer Leistungsverzweigung und splittet das Drehmoment in einen Teil, der hydrostatisch übertragen wird, und in einen mechanischen Teil, der mit besonders hohem Wirkungsgrad arbeitet. Dadurch sinkt der Kraftstoffverbrauch um bis zu 30 Prozent.

Die hydrostatische Kraftübertragung hat in Baumaschinen viele Vorteile: Da sie ohne mechanische Verbindung zwischen Motor und Triebstrang auskommt, tritt auch bei schwerer Belastung kein Verschleiß auf. Zudem muss die Maschine nicht anhalten, wenn sie von der Vorwärts- in die Rückwärtsfahrt wechselt. Die mechanische Kraftübertragung, die bei cPower ab dem Motorstart einen Teil der Arbeit übernimmt, spart hingegen Energie ein.

## DER BAGGER AUS DEM DRUCKER

Dem 3-D-Druck attestierte der Ökonom Jeremy Rifkin bereits in seinem Buch „Die Null-Grenzkosten-Gesellschaft“ das Potenzial, ein neues Industriezeitalter einzuleiten. Auf der CONEXPO-CON/AGG und der IFPE konnten Besucher dieses Jahr den ersten Bagger begutachten, der mit additiven Fertigungsmethoden hergestellt wurde. Für das Projekt arbeitete ein Konsortium aus Unternehmen, Universitäten und Regierungsstellen zusammen. Geleitet wurde es von drei Forschergruppen an der Georgia Tech, der University of Illinois sowie der University of Minnesota.

Nicht alle Komponenten des Baggers, aber insgesamt drei große Bauteilgruppen – die Kabine, der Baggerarm und der Wärmetauscher – wurden im 3-D-Druck hergestellt. Dafür kamen neue Technologien zum Einsatz, die es beispielsweise erlauben, großflächige Metallteile auf diesem Weg herzustellen. Die Kabine besteht jedoch aus kohlefaserverstärktem Kunststoff, der ebenfalls in einem additiven Prozess verarbeitet wurde.



### NIMM'S AUF DIE LEICHTE SCHULTER

Wo immer hydraulischer Druck erzeugt wird, braucht man ihn dringend: den Akkumulator, auch Hydrospeicher genannt. Er sorgt nicht nur als Speicher für den Druckausgleich, sondern dämpft auch die Schwingungen im System.

In Baumaschinen kommen häufig Membran-Akkumulatoren zum Einsatz. Um hohe Drücke speichern zu können, bestehen solche Akkumulatoren standardmäßig aus festen, aber auch schweren Materialien. Auf der IFPE zeigte Freudenberg Sealing Technologies einen Hydromechanikspeicher aus Aluminium.

Die zwei Gehäusehälften des Speichers werden durch elektromagnetisches Pulsschweißen miteinander verbunden. Dieses innovative Schweißverfahren beruht darauf, dass eine Gehäusehälfte durch ein Magnetfeld berührungslos einen Impuls erfährt und gegen den anderen Partner prallt. Dadurch entsteht eine feste mechanische Verbindung. Der Clou: Im gleichen Fertigungsschritt wird die gasführende Hälfte des Speichers mit dem im Einsatz benötigten Stickstoff befüllt und montagefertig ausgeliefert – so spart der Maschinenhersteller Einbauezeit.



### SAUBER BLEIBEN

Ab dem Jahr 2020 sollen in Europa noch strengere Abgasvorschriften für Baumaschinen gelten. Das Limit der „Stufe 5“ für mobile Maschinen soll vor allem den Partikelaustritt weiter absenken. Auf der CONEXPO-CON/AGG zeigte John Deere Power Systems bereits erste Dieselmotoren, die die neue Grenzwertstufe erfüllen. Die Motoren sind nicht nur mit neuer Katalysatortechnik ausgestattet, sondern sollen auch eine bessere Leistungsentfaltung ermöglichen, sogar wenn die Maschinen in Höhenlagen mit geringem Sauerstoffgehalt in der Ansaugluft betrieben werden. Durch eine neue Abgasnachbehandlungstechnik fallen die Motoren deutlich kompakter aus: Der benötigte Bauraum sinkt um 39 Prozent, das Gewicht sogar um 57 Prozent.

Da die europäischen Standards nicht überall auf der Welt gelten, wird die Adaption neuer Motoren an lokale Vorschriften immer komplexer. Diesem Trend will John Deere durch ein integriertes System zur Emissionssteuerung entgegenwirken. Ein modularer Aufbau der Steuerung soll es den Maschinenherstellern ermöglichen, flexibel auf verschiedene Anforderungen reagieren zu können.



### WENIGER REIBUNG, MEHR EFFIZIENZ

Mit der extrem reibungsreduzierten Getriebedichtung Levitas und den reibungsarmen Anlaufscheiben Levitorq ist Freudenberg Sealing Technologies in der Automobilindustrie bereits erfolgreich. Auf der IFPE zeigte der Zulieferer erstmals, wie diese Technologie auf Arbeitsmaschinen übertragen werden kann. Denn auch in dieser Branche geht es darum, den Verbrauch zu senken. Studien zeigen, dass Dichtungen dazu einen großen Beitrag leisten können. So ist ein Viertel der gesamten mechanischen Verlustleistung in Automatikgetrieben allein auf Dichtungen zurückzuführen.

Levitas beruht auf einer einfachen Idee: Die Dichtung schwimmt im Betrieb auf einem hydrodynamischen Ölfilm, den sie selbst erzeugt. Das verringert die Reibung um bis zu 70 Prozent. Die Levitorq-Anlaufscheiben arbeiten ebenfalls mit einem hydrodynamischen Ölfilm. Traditionell werden Anlaufscheiben aus Metall gefertigt. Freudenberg hat erstmals eine leichtere Alternative aus Kunststoff entwickelt.

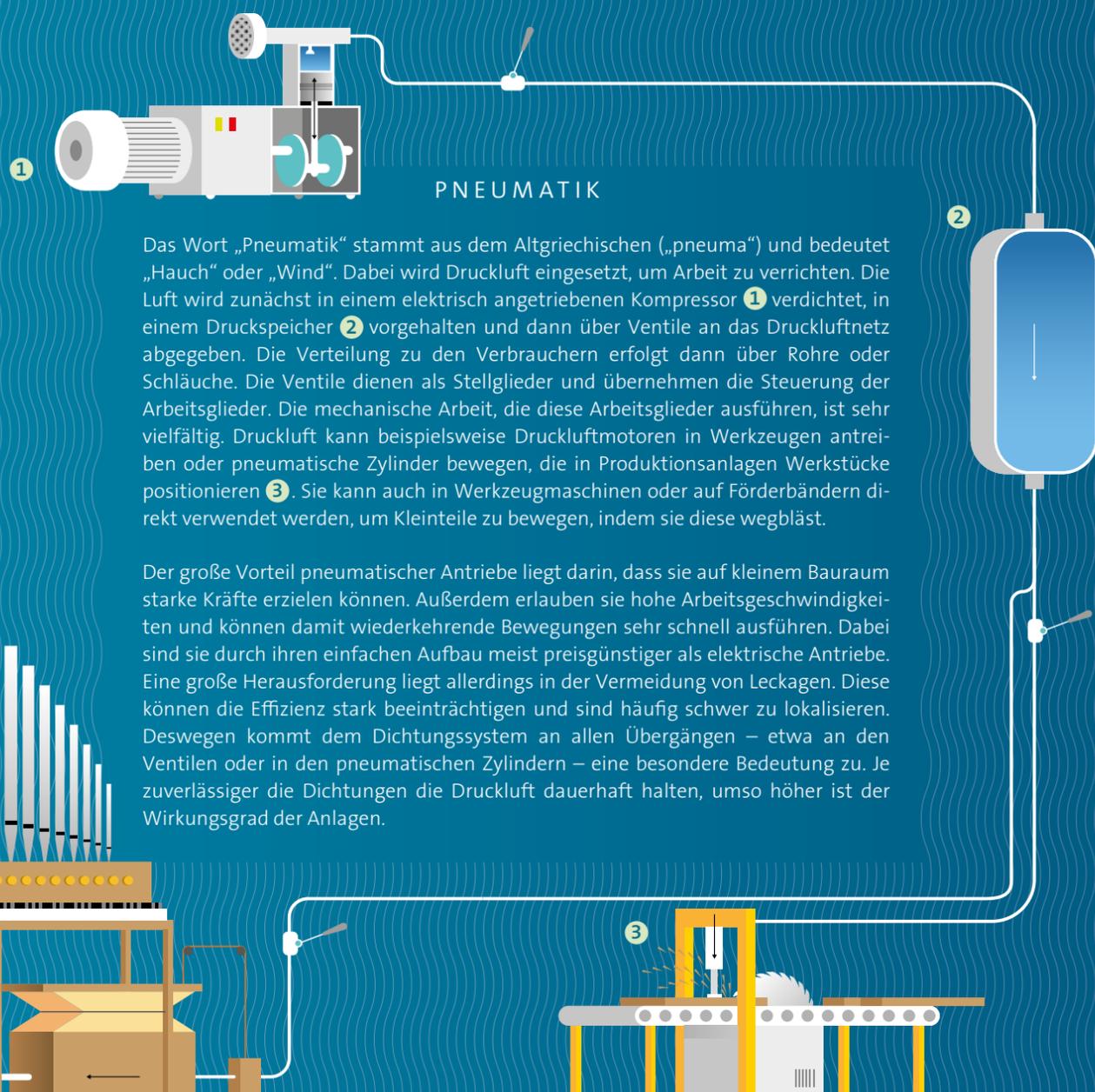


### NEUES AUS DEM WERKSTOFFLABOR

Auch die beste Dichtung ist nur so gut, wie es der verwendete Werkstoff zulässt. Das gilt besonders, wenn sie, wie bei Baumaschinen üblich, hohen Temperaturen und chemisch aggressiven Medien – Salzwasser etwa – ausgesetzt ist. Mit einem neuen Polyurethan zeigte Freudenberg Sealing Technologies auf der IFPE, wie sich Spitzenwerte in Sachen Dauerhaltbarkeit erreichen lassen.

Der Werkstoff „94 AU 30000“ zeigt eine deutlich höhere Widerstandskraft gegen Temperaturschwankungen sowie synthetische Hydraulikflüssigkeiten als andere Polyurethane. Wird das Material im Kombination mit mineralischen Hydraulikflüssigkeiten eingesetzt, reicht der zulässige Temperaturbereich von minus 35 bis plus 120 °C. Zudem zeigt sich das neue Polyurethan auch unter Druck sehr beständig. Intensive Vergleichstests, bei denen unter anderem der Druck variiert wurde, zeigen, dass Dichtungen aus diesem Material auch dann keine Abnutzungserscheinungen zeigen, wenn konventionelle Dichtungen bereits versagen. ©

## AUF DIE PLÄTZE, FERTIG ... KRAFT!



PNEUMATIK

Das Wort „Pneumatik“ stammt aus dem Altgriechischen („pneuma“) und bedeutet „Hauch“ oder „Wind“. Dabei wird Druckluft eingesetzt, um Arbeit zu verrichten. Die Luft wird zunächst in einem elektrisch angetriebenen Kompressor ① verdichtet, in einem Druckspeicher ② vorgehalten und dann über Ventile an das Druckluftnetz abgegeben. Die Verteilung zu den Verbrauchern erfolgt dann über Rohre oder Schläuche. Die Ventile dienen als Stellglieder und übernehmen die Steuerung der Arbeitsglieder. Die mechanische Arbeit, die diese Arbeitsglieder ausführen, ist sehr vielfältig. Druckluft kann beispielsweise Druckluftmotoren in Werkzeugen antreiben oder pneumatische Zylinder bewegen, die in Produktionsanlagen Werkstücke positionieren ③. Sie kann auch in Werkzeugmaschinen oder auf Förderbändern direkt verwendet werden, um Kleinteile zu bewegen, indem sie diese wegbläst.

Der große Vorteil pneumatischer Antriebe liegt darin, dass sie auf kleinem Bauraum starke Kräfte erzielen können. Außerdem erlauben sie hohe Arbeitsgeschwindigkeiten und können damit wiederkehrende Bewegungen sehr schnell ausführen. Dabei sind sie durch ihren einfachen Aufbau meist preisgünstiger als elektrische Antriebe. Eine große Herausforderung liegt allerdings in der Vermeidung von Leckagen. Diese können die Effizienz stark beeinträchtigen und sind häufig schwer zu lokalisieren. Deswegen kommt dem Dichtungssystem an allen Übergängen – etwa an den Ventilen oder in den pneumatischen Zylindern – eine besondere Bedeutung zu. Je zuverlässiger die Dichtungen die Druckluft dauerhaft halten, umso höher ist der Wirkungsgrad der Anlagen.

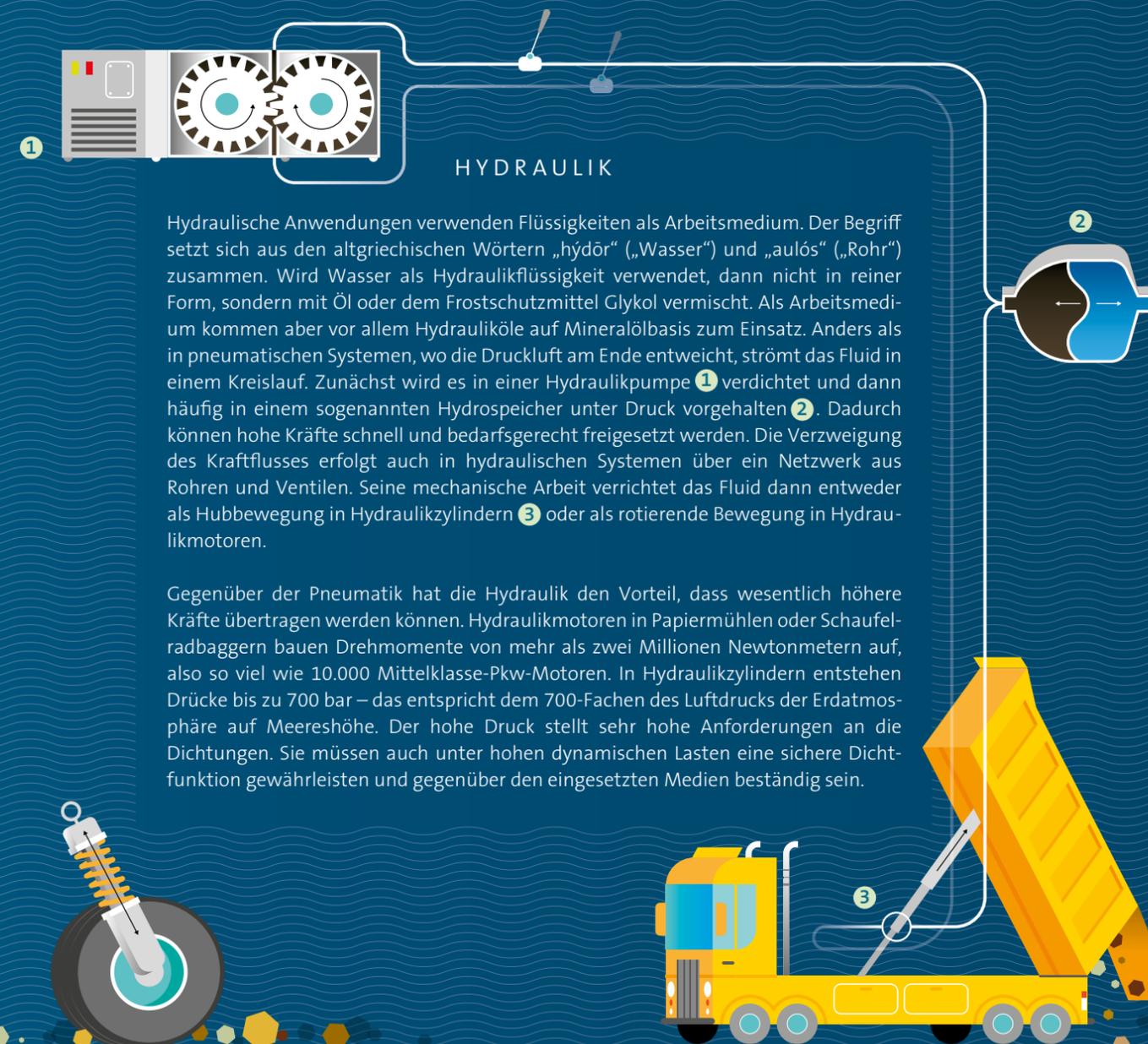
ORGEL

Als sogenannter Orgelwind sorgt Druckluft in Kirchenorgeln dafür, dass in den Pfeifen ein Ton erzeugt werden kann. Rotierende Schaufelräder komprimieren in sogenannten Schleudergebläsen die Luft, Ventile regulieren den Durchfluss der Druckluft zum Balg. Anders als in Industrieanwendungen bestehen die Windkanäle zur Verteilung der Druckluft aus Holz.

MASCHINEN UND ANLAGEN

Pneumatikzylinder sind ein häufig verwendetes Maschinenelement im Anlagenbau. Sie vollführen meist geradlinige Bewegungen, können mithilfe eines Getriebes aber auch Schwenkbewegungen ausführen. In der Fertigung fixieren und positionieren pneumatische Zylinder beispielsweise Werkstücke für Arbeitsvorgänge oder lenken sie auf längeren Transportbändern um.

Fluide, also Gase und Flüssigkeiten, können dazu verwendet werden, unter hohem Druck starke Kräfte zu übertragen. Als Druckluft oder Hydraulikflüssigkeit verrichten sie dann in Zylindern oder rotierenden Aggregaten mechanische Arbeit. Aber wie genau funktionieren eigentlich Pneumatik und Hydraulik?



HYDRAULIK

Hydraulische Anwendungen verwenden Flüssigkeiten als Arbeitsmedium. Der Begriff setzt sich aus den altgriechischen Wörtern „hýdōr“ („Wasser“) und „aulós“ („Rohr“) zusammen. Wird Wasser als Hydraulikflüssigkeit verwendet, dann nicht in reiner Form, sondern mit Öl oder dem Frostschutzmittel Glykol vermischt. Als Arbeitsmedium kommen aber vor allem Hydrauliköle auf Mineralölbasis zum Einsatz. Anders als in pneumatischen Systemen, wo die Druckluft am Ende entweicht, strömt das Fluid in einem Kreislauf. Zunächst wird es in einer Hydraulikpumpe ① verdichtet und dann häufig in einem sogenannten Hydrospeicher unter Druck vorgehalten ②. Dadurch können hohe Kräfte schnell und bedarfsgerecht freigesetzt werden. Die Verzweigung des Kraftflusses erfolgt auch in hydraulischen Systemen über ein Netzwerk aus Rohren und Ventilen. Seine mechanische Arbeit verrichtet das Fluid dann entweder als Hubbewegung in Hydraulikzylindern ③ oder als rotierende Bewegung in Hydraulikmotoren.

Gegenüber der Pneumatik hat die Hydraulik den Vorteil, dass wesentlich höhere Kräfte übertragen werden können. Hydraulikmotoren in Papiermühlen oder Schaufelradbaggern bauen Drehmomente von mehr als zwei Millionen Newtonmetern auf, also so viel wie 10.000 Mittelklasse-Pkw-Motoren. In Hydraulikzylindern entstehen Drücke bis zu 700 bar – das entspricht dem 700-fachen des Luftdrucks der Erdatmosphäre auf Meereshöhe. Der hohe Druck stellt sehr hohe Anforderungen an die Dichtungen. Sie müssen auch unter hohen dynamischen Lasten eine sichere Dichtfunktion gewährleisten und gegenüber den eingesetzten Medien beständig sein.

STOSSDÄMPFER

In Stoßdämpfern von Kraftfahrzeugen wirkt die Hydraulik passiv. Teleskopstoßdämpfer mildern im Fahrwerk die Schwingungen des Fahrzeugaufbaus. Dazu wird eine Kolbenstange in einen ölfüllten Zylinder geführt. Bewegt sich der Kolben nach unten, dann strömt das Öl durch enge Kanäle und Ventile und baut einen Widerstand auf, der die Dämpfung bewirkt.

MULDENKIPPER

Hydraulikzylinder werden in Land- und Baumaschinen eingesetzt, um große Kräfte zu übertragen. Im Teleskopstempel von Muldenkippern beispielsweise bewegen sie beim Abladen als hydraulischer Linearmotor die mit Schüttgut beladene Transportmulde nach oben. Der Druck kann auch auf hydraulische Radnabenmotoren verzweigt werden, um in schwerem Terrain zusätzliche Achsen anzutreiben.



# DIE GRÜNE WÜSTENTOCHTER



Las Vegas erfindet sich neu – als Metropole der Nachhaltigkeit.  
Aber kann ein solches Versprechen mitten in der Wüste funktionieren?  
Vor allem die Wasserversorgung bleibt für die stark wachsende  
Stadt ein heikles Thema, trotz großer Investitionen in eine moderne  
Wasserinfrastruktur und steigender Effizienz.

Pat Mulroy kam 1974 als 21-jährige Studentin für deutsche Literatur nach Las Vegas. Sie nahm sich ein kleines Hotelzimmer am Las Vegas Boulevard, südlich der großen Casino-Hotels, mit Blick in die Mojave-Wüste. „Ich dachte, ich bin auf dem Mars“, erinnert sich Mulroy. Doch vor ihrem Hotel leuchtete der Swimmingpool blau. Springbrunnen plätscherten vor den Casinos, Wände von Wasser sprühten über Golfplätze. Sie fand ausufernden Luxus mitten in flimmernder Hitze. „Niemand hat damals über Wasserprobleme geredet.“ Die Bewohner von Las Vegas ignorierten die Realität ihres Wohnorts, der an einer der trockensten Stellen des Kontinents liegt.

Heute ist Pat Mulroy Spezialistin für Umwelt- und Wasserfragen an der juristischen Fakultät der University of Las Vegas. Über 25 Jahre hinweg, von 1989 bis 2014, erschuf und führte Mulroy die South Nevada Water Authority, die erste umfassende Wasserbehörde der Region. Sie kämpfte gegen die Mafia, gegen Immobilienhaie, gegen Bürokratie – und manchmal auch gegen die örtliche Bevölkerung, sagen ihre Kritiker. Die Ge-

schichte der Powerfrau, geboren in Frankfurt und aufgewachsen in Wiesbaden als Tochter einer Deutschen und eines amerikanischen Air-Force-Soldaten, verlief parallel zum Aufstieg der Stadt, die gegen alle Naturgesetze zu einer Wüstenmacht anwuchs und heute mit modernsten Mitteln darum kämpft zu überleben – und Vorbild zu sein.

## KÜNSTLICHES GRÜN

Spätestens seit Las Vegas vergangenes Jahr eine historische Wasserknappheit erlebte, denken immer mehr Menschen dort wie Mulroy. Ein Beispiel: Die Kilometer echten Rasens, den in Las Vegas in Kunstrasen umgewandelt wurden, reichen einmal um die Erde. Für jeden Quadratmeter, den die Einwohner auf eigenem Grund in Kunstrasen oder Wüstenblumen umwandeln, bezahlt die Stadt 20 Dollar. Nachhaltigkeit haben sich die Stadtverwaltung und die großen Casinos auf dem Las Vegas Strip auf ihre Werbebanner und Webseiten geschrieben. Doch dahinter steht eine große, nur schwer zu beantwortende Frage:

Wie weit kann eine künstliche Oase überhaupt nachhaltig wachsen? Mulroy ist optimistisch: „Gemeinsam kann die Community hier Berge versetzen.“

Beim näheren Hinsehen ist das Bild komplizierter. Las Vegas ist von Bergen umgeben, die immer noch vier Fünftel der amerikanischen Goldproduktion hergeben. Goldgräber machten Nevada einst berühmt, und Goldgräber waren es auch, die seit der offiziellen Entdeckung des Las Vegas Valley vor etwa 200 Jahren die Ureinwohner dezimierten und aus dem Wüstenort eine Glücksspielmetropole formten. Der Umsatz der Region liegt heute bei 100 Milliarden Dollar, und das glitzernde Tal gehört zu den am schnellsten wachsenden urbanen Zentren der USA. Alleine über die vergangenen zwei Jahrzehnte hat sich die Einwohnerzahl im Großraum Las Vegas mehr als verdoppelt, von 800.000 auf mehr als zwei Millionen Einwohner. Dazu kommen jährlich mehr als 40 Millionen Besucher. Das Gros der größten Hotels der Welt steht in der Gegend um den Strip, trotz sinkender Umsätze aus dem Glücksspiel nach wie vor die Schlagader des Bundesstaates.



Doch Nevada ist kein optimaler Ort für Wachstum. Es hat außer Metall kaum natürliche Ressourcen. Der Colorado River, der südöstlich an Las Vegas vorbeifließt, wurde durch den 1935 fertiggestellten Hoover Dam gestaut und nur so zur Quelle für Wasser und Energie. Lake Mead ist der größte Stausee der USA und mit 640 Quadratkilometern Fläche deutlich größer als der Bodensee. Die Energie, die das Wasserkraftwerk des Damms erzeugt, fließt vornehmlich in andere Bundesstaaten. Nevada bezieht seine Ressourcen von den Nachbarn Utah und Kalifornien, die Öl und Erdgas in den Wüstenstaat pumpen.

Das Erdgas hält die Kraftwerke am Laufen, die das Licht und Leben in der Oase erst ermöglichen. Im Durchschnitt verbraucht ein Einwohner von Las Vegas etwa doppelt so viel Elektrizität wie ein Berliner – und liegt damit USA-weit im Durchschnitt. Trotzdem können die Kraftwerke in Nevada nicht genügend Strom für ihre Kunden generieren und haben sich an die Stromnetze von Utah, Arizona und Kalifornien angehängt. Insgesamt erzeugt Nevada nur ein Fünftel seiner Energie über alternative Quellen.

„Wenn ich aus dem Fenster hier in meinem Büro im Rathaus schaue, sehe ich Solarbäume“, sagt Betsy Fretwell. „Das gibt es sonst nirgends in den USA.“ Fretwell ist City Manager von Las Vegas und

nach dem Bürgermeister die höchste Verantwortliche der Stadt. Sie ist stolz auf die neuen silbernen Metallpfosten mit Solarpanel, die inzwischen auch das berühmte Schild „Welcome To Fabulous Las Vegas“ leuchten lassen. Parks, Gemeindezentren, Feuerwachen und Verwaltungsgebäude: Alles, was die Stadt kontrolliert, hat Fretwell auf Strom aus der Wüstensonne umgestellt. 15 Millionen Dollar habe das bisher gekostet. „Wir sparen damit fünf Millionen Dollar im Jahr, das ist ein Prozent meines gesamten Jahresbudgets“, sagt sie. „Wer schlau in Energieeffizienz investiert, der spart am Ende Geld.“

### NACHHALTIGE CASINOS

Stadtmanagerin Fretwell glaubt, dass Las Vegas in Zukunft „einen viel diversifizierteren Markt an Energiequellen erleben wird. Mehr Solar, Thermal, Hydro. Und alles billiger.“ Sie will dafür noch enger mit den Energierebellen unter den Casinos zusammenarbeiten. Denn letztendlich geht es um ein neues Narrativ. „Wir sind die Stadt der Sünde, und das ist gut für den Tourismus. Aber viele Leute übersehen dabei, dass wir uns auch um effizientes Umweltmanagement kümmern.“ Drei der größten Player auf dem Strip – MGM, Caesars und Wynn – basteln seit Jahren an der Story des neuen Las Vegas. Sie beschäftigen in

ihren Firmen eigene Abteilungen für Nachhaltigkeit, bauen Solarparks auf die Dächer, schrauben LED-Lampen in die Decken und veröffentlichen umfangreiche Reports. „Das ist kein Zufall, das ist ein gutes Business“, sagte Cindy Ortega, Chief Sustainability Officer von MGM, vor Kurzem in einem Interview. Konkurrent Caesars preist sich unterdessen damit, seinen Angestellten extra Urlaube zu bezahlen, wenn sie nachweisen können, zu Hause Energie und Wasser zu sparen.

Die Wasserknappheit bleibt – bei aller Freude über die neue Nachhaltigkeit – der wunde Punkt der Stadt. Denn all das grüne Gewerbe nützt wenig, wenn der Niederschlag ausbleibt, der Colorado sich verdünnt und Lake Mead vom mächtigen Stausee zur lauwarmen Badewanne schrumpft. Insgesamt hängen sieben US-Bundesstaaten und Mexiko am Wasser des mächtigen Flusses. Sie allen haben sich 2012 geeinigt, wer wie viel Wasser bekommt – und wann keines mehr. Vergangenes Jahr war es dann so weit: Ein gigantischer „bathtub ring“, ein Badewannenrand, brachte Lake Mead weltweit in die Schlagzeilen. Nach 16 Jahren mehr oder weniger anhaltender Dürre stand der Pegel des Stausees bei 1.074 Fuß, etwa 327 Metern. Ein Rekordtief.

„Bei 1.075 Fuß ist die magische Grenze. Darunter herrscht Notstand“, erläutert

Pat Mulroy. Ab 1.025 Fuß übernimmt das US-Innenministerium die Kontrolle. Bei 900 Fuß (274 Meter) ist Schluss – die Turbinen bleiben zu, keiner am Unterlauf des Colorado darf mehr Wasser entnehmen. Noch kam es nicht so weit. Ein niederschlagsreicher Winter brachte Wasser zurück in den Fluss. Doch die Experten sind sich einig: Es geht nicht darum ob, sondern wann die Bewohner von Las Vegas, Phoenix und Los Angeles sich anderswo Wasser suchen müssen. Die Stadt investiert. In Wiederaufbereitungsanlagen. Die sollen so viel Wasser wie möglich säubern und in den Lake Mead zurückpumpen. In neue Leitungen, darunter eine Pipeline, die unter dem See hindurchführt. In die Kunstrasen- und Wüstenrückbau-Initiative. Und in Pläne für eine Entsalzungsanlage an der Küste von Mexiko.

### 470 LITER PRO TAG

Der Durst der Stadt nahm zwischen 2002 und 2015 um mehr als ein Drittel ab, während die Bevölkerung um 400.000 Menschen wuchs. Ein großer, ein nachhaltiger Erfolg. Alles Wasser, was in Gebäuden verwendet wird, so heißt es, wird inzwischen recycelt. Doch immer noch geht zu viel draußen verloren, auf Golfplätzen, in Gärten, auf Farmen. Noch immer verbraucht jeder Einwohner statistisch betrachtet im Schnitt 470 Liter Wasser am Tag – viermal so viel wie ein Bewohner Berlins.

Mulroy ist optimistisch, dass Las Vegas einen Weg findet, mit der Wasserknappheit umzugehen: „Die Menschen hier werden immer eine Lösung geben. Wenn Abu Dhabi und Dubai es schaffen, schafft es Las Vegas erst recht.“ Aber woher will die Wüstentochter Wasser nehmen, wenn Sonne und Wind nicht helfen, wenn der Klimawandel die Erde noch trockener, den Fluss noch dünner und den Durst noch größer macht? Pat Mulroy zögert keine Sekunde und antwortet: „Wir schauen Richtung Meer.“ ©



### KNAPPHEIT

Der Wasserpegel hinter dem Hoover Dam sinkt beständig.



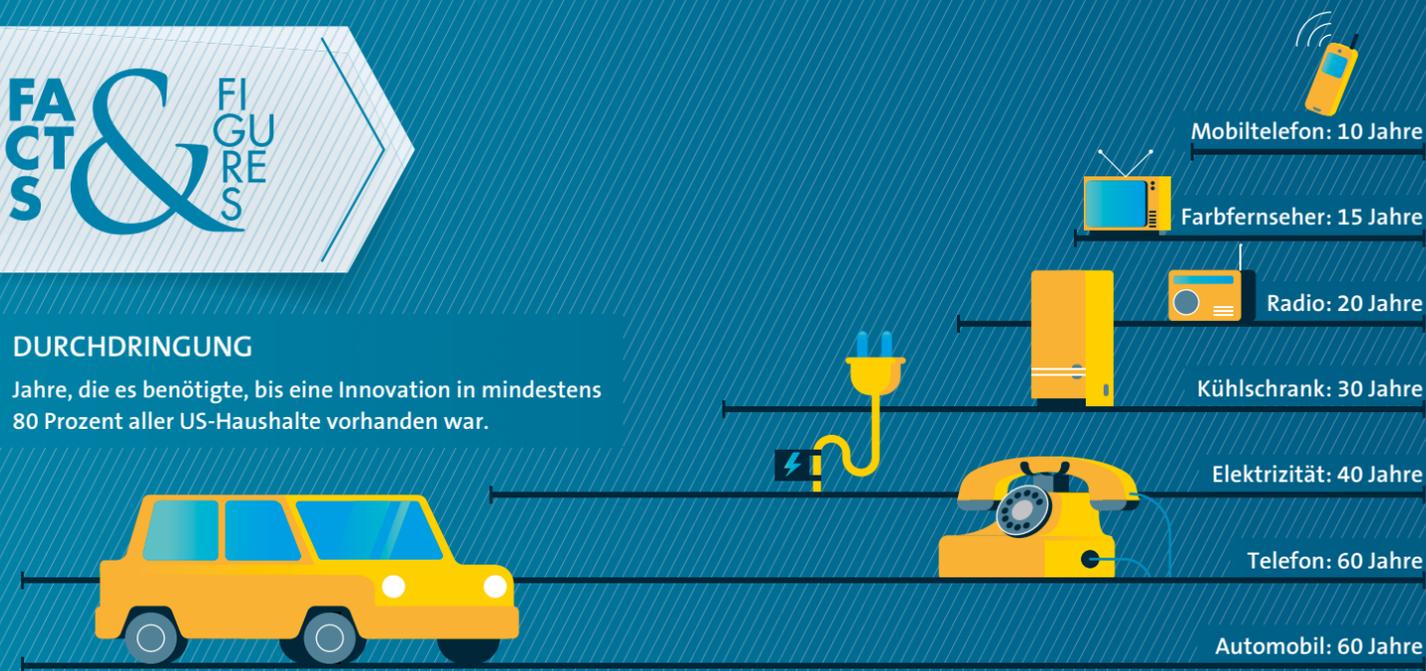
### EFFIZIENZ

Der Wasserverbrauch nahm in Las Vegas um ein Drittel ab.

# FACTS & FIGURES

## DURCHDRINGUNG

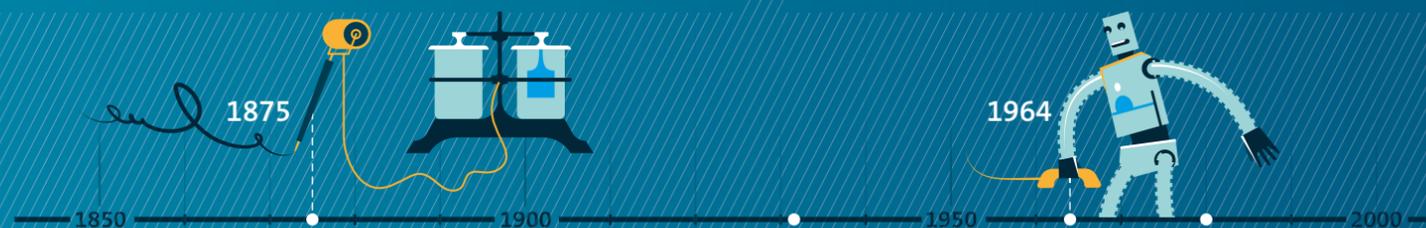
Jahre, die es benötigte, bis eine Innovation in mindestens 80 Prozent aller US-Haushalte vorhanden war.



## INNOVATIONEN, DIE IHRER ZEIT VORAUSS WAREN

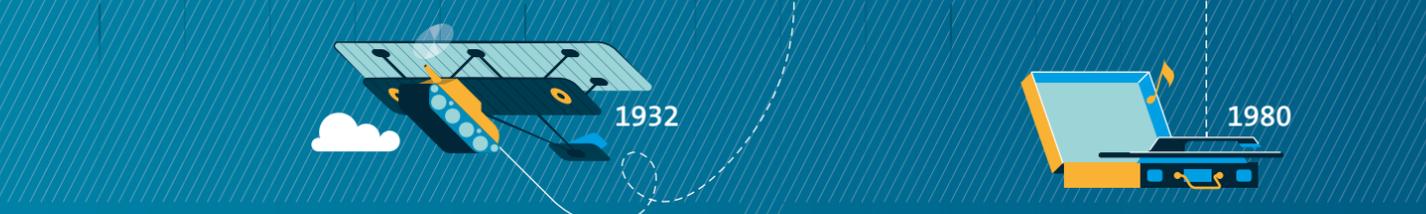
### Elektronischer Kugelschreiber. Erfunden: 1875

Kein Geringerer als Thomas Edison erkannte den Nutzen im schnellen, elektronischen Kopieren von Texten und erfand einen Stift, der mithilfe einer Batterie Abdrücke im Papier hinterließ, die kopiert werden konnten. Die Idee war richtig, aber zu kompliziert. Kurze Zeit später kam eine bessere Lösung auf den Markt: die Schreibmaschine.



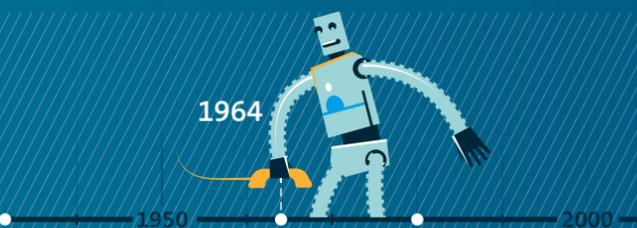
### Fliegende Panzer. Erfunden: 1932

„Die beiden modernsten Kriegsgeräte vereint!“, jubelten damals die Werbeplakate. Allerdings wurde nichts daraus. Es entpuppte sich mit der Erfindung besserer Flugzeuge als deutlich sinnvoller, die Panzer zum Einsatzort zu transportieren, anstatt sie selbst fliegen zu lassen.



### Anrufbeantwortender Roboter. Eingeführt: 1964

Eine Maschine, die den Hörer aufnimmt, und ... den Hörer wieder auflegt. Mehr konnte dieser Roboter nicht tun. Prinzipiell recht praktisch, aber gleichzeitig tüftelten andere Erfinder bereits am Anrufbeantworter. Der konnte Botschaften aufzeichnen ohne überhaupt den Hörer abzuhören.



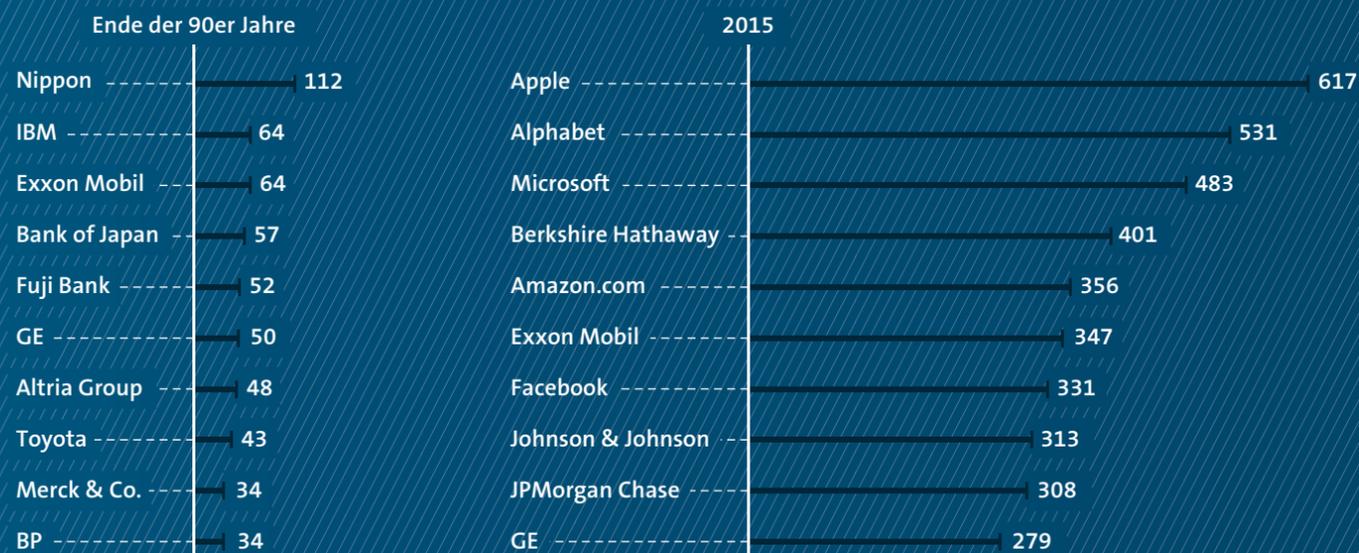
### Tragbare Schallplattenspieler. Eingeführt: 1980

Was wäre, wenn man seine Musik mit sich herumtragen könnte? Geniale Idee, dachten die Erfinder in den 80ern und entwickelten – einen tragbaren Plattenspieler. Dummerweise folgte kurz darauf der Aufstieg der Kassette und des Walkman. Heute tragen wir Musik im Telefon mit uns herum.



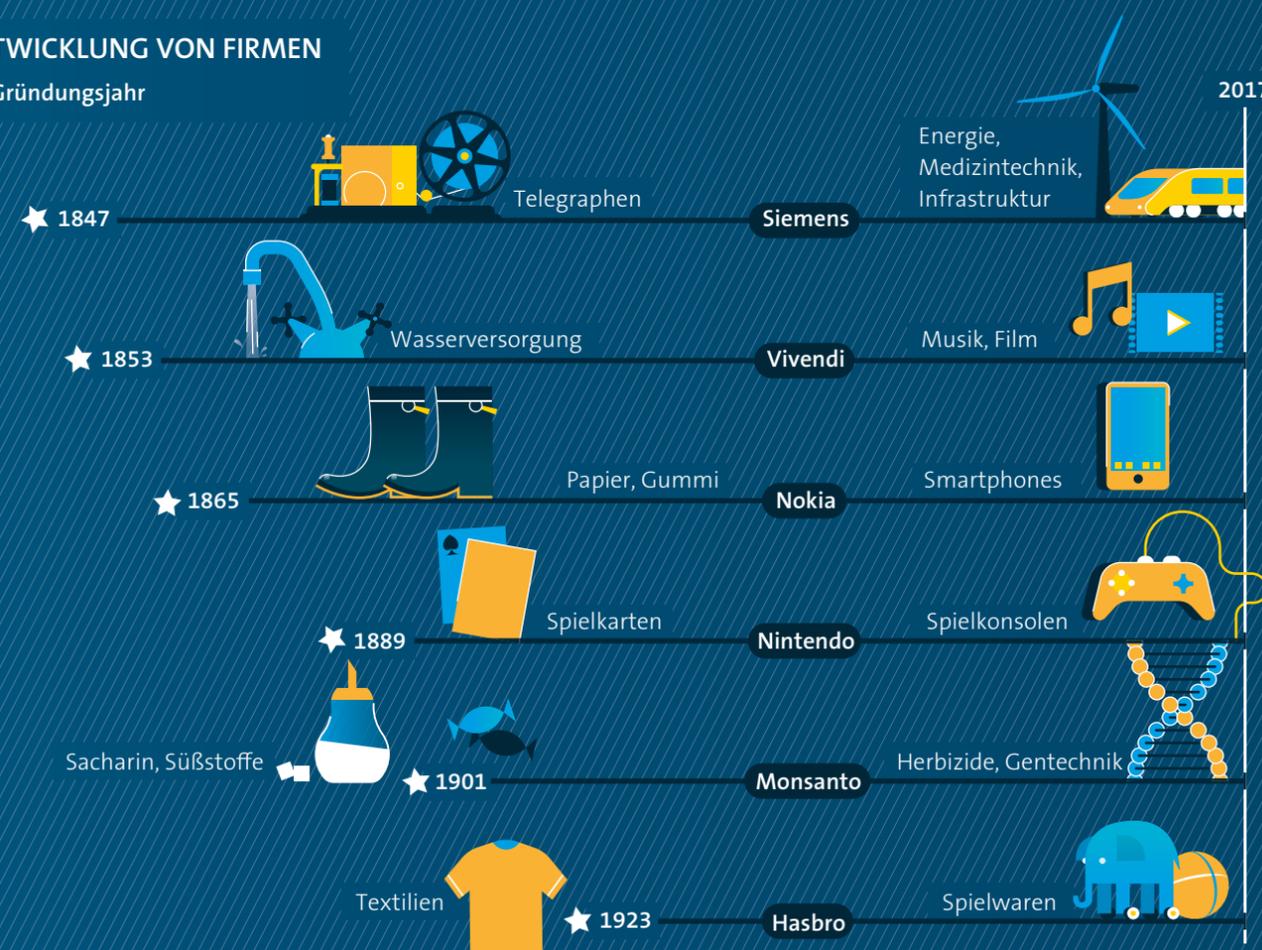
## DIE GRÖSSTEN FIRMAN WELTWEIT

nach Marktkapitalisierung in Mrd. Dollar



## ENTWICKLUNG VON FIRMAN

★ Gründungsjahr

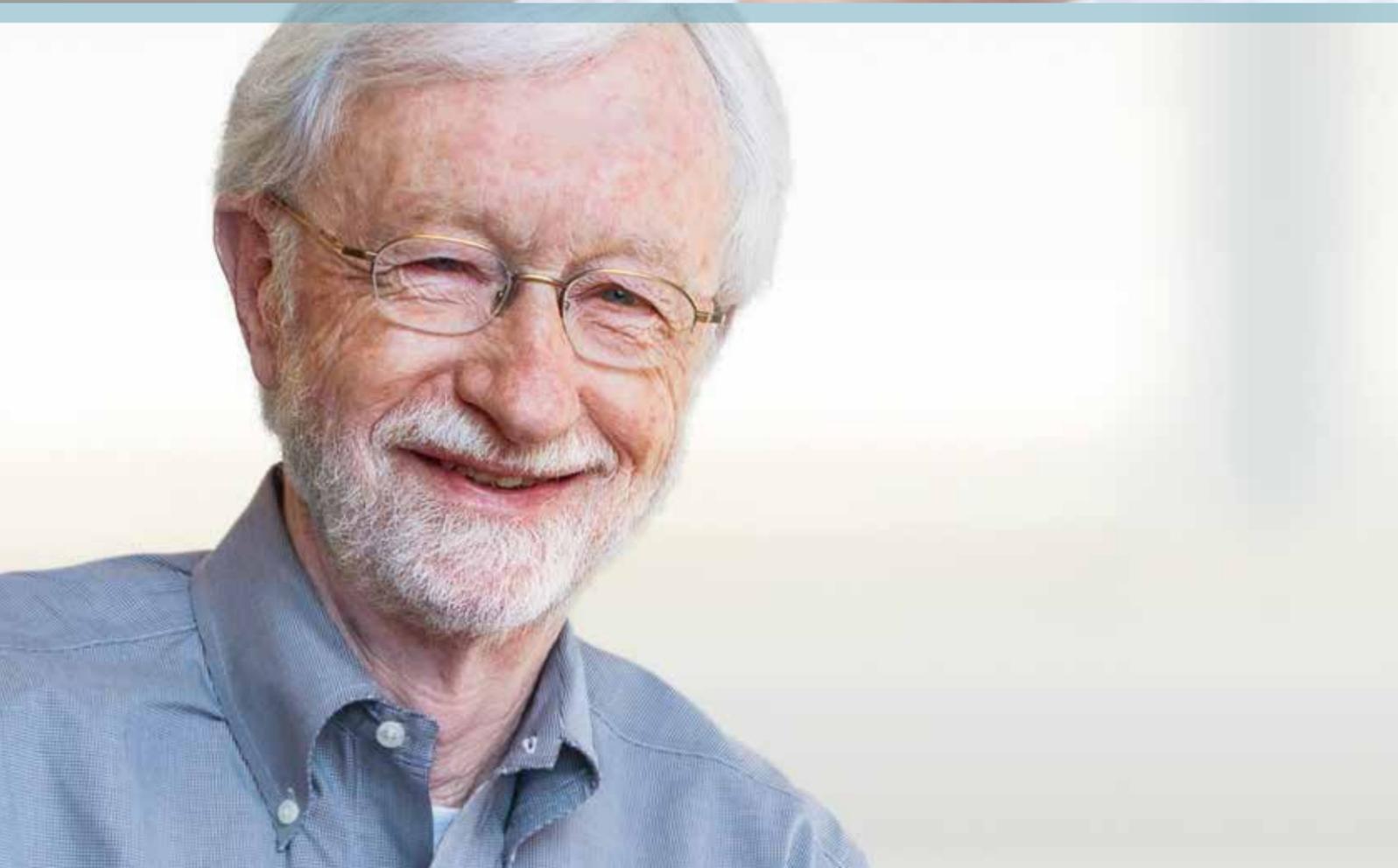





---

## „WER ANGST HAT, WIRD NICHT INNOVATIV SEIN“

---



Viele Unternehmen sehen sich gerne als dynamisch und innovativ – Innovation allerdings kommt nicht von alleine. Dr. Jan Kuiken von Freudenberg Sealing Technologies (FST) und Managementprofessor Charles O'Reilly sprechen über die Balance von Alt und Neu, verfügbare und benötigte Ressourcen sowie Ideen in Schubladen.

### HERR KUIKEN, WIE WEIT KANN EIN MENSCH IN DIE ZUKUNFT SCHAUEN?

**Kuiken:** Schauen kann er unendlich weit, aber wie relevant ist das, was er da sieht? Wir hatten vor einiger Zeit hier ein Projekt, dessen Vorgabe es war, 35 Jahre in die Zukunft zu schauen: Wie entwickelt sich die Demografie, was werden die Haupttrends? Das waren ganz wunderbare Ergebnisse, um einen Science-Fiction-Roman zu schreiben. Aber welche Szenarien aus den großen Romanen des Genres haben tatsächlich wirtschaftliche Relevanz? Einige wenige, höchstens.

### DAS HEISST, ZU WEIT VORAUSSCHAUEN NÜTZT GAR NICHTS?

**Kuiken:** Doch, das kann sehr viel nützen, aber im realen Geschäftsumfeld sind nur zwei bis drei Jahre ein realistisch überschaubarer Zeitraum. Und selbst der ist ungewiss. Wer hat schon die Finanzkrise 2008/09 vorhergesehen? Was wir also brauchen, ist sowohl der Blick in die Zukunft als auch absolute Flexibilität, um uns anzupassen. Wir haben in unserer Abteilung jetzt festgelegt, dass wir etwa neun bis zehn Jahre vorausblicken wollen.

## „LEAD AND DISRUPT“ (2016)

Gemeinsam mit Co-Autor Michael L. Tushman untersucht O'Reilly, wie Unternehmen den erfolgreichen Spagat zwischen Kerngeschäft und Innovation bewältigen. Dabei präsentieren sie eine Vielzahl von Beispielen über erfolgreiche (und misslungene) Innovationsstrategien. Das Fazit der Wirtschaftswissenschaftler: Erfolgreiche Innovation ist eine Frage der richtigen Führung, und viele der erfolgreichen Beispiele weisen eine Menge an Gemeinsamkeiten auf. Das Buch präsentiert sich als eine gut lesbare Mischung aus Forschungsstudie und Managementratgeber.

**HERR O'REILLY, SIE BESCHREIBEN IN IHREM JÜNGSTEN BUCH „LEAD AND DISRUPT“ ANSCHAUICH, DASS VIELE UNTERNEHMEN DARAN SCHEITERN, INNOVATIV ZU SEIN.**

**O'Reilly:** Ja, und das ist zunächst mal auch sehr logisch. Viele Firmen fühlen sich unter finanziellem Druck. Sie denken eher kurzfristig. Auch Investoren und Aktionäre sind gar nicht zwangsläufig an kostspieligen Experimenten interessiert, die können ihr Geld ja auch direkt in Start-ups investieren. Außerdem haben gerade erfolgreiche Unternehmen bereits sehr viel Zeit und Energie investiert, um in ihrem bisherigen Geschäftsfeld herausragend zu sein. Warum sollte man also den kurzfristigen Erfolg riskieren, während im Gegenzug der langfristige Erfolg gar nicht garantiert ist? Da hängt sehr viel von der Führungsebene ab, von dem Willen, in diese Richtung zu gehen.

**DAS IST EINE DER ZENTRALEN THESEN AUS IHREN STUDIEN: „LEADERSHIP“ IST ENTSCHEIDEND – WER INNOVATIV SEIN WILL, DER BRAUCHT IN DER UNTERNEHMENSSPITZE EINE ÜBERZEUGENDE FÜHRUNGSKRAFT, DIE VORANGEHT.**

**O'Reilly:** Wir reden hier allerdings nicht vom Führungsstil. Wir haben uns mit sehr vielen Unternehmen beschäftigt, eines davon war Cypress Semiconductor, ein Halbleiterhersteller. Der Manager hatte einen eher autoritären Stil, kümmerte sich um vieles persönlich, aber er ermunterte Innovation. Ein anderes Beispiel ist DaVita, die sich mit Dialyse beschäftigten, Ende der 90er aber fast bankrott waren. CEO Kent Thiry war ein ganz anderer Typ Manager, viel zugänglicher, aber entscheidend war sein Experimentierwille. Ich verstehe Führung als die Fähigkeit, gleichzeitig das zu tun, was das Unternehmen erfolgreich macht, und Experimente für die Zukunft zu managen. DaVita ist heute ein umfassender Medizintechnik-Anbieter, Cypress hat neue Start-ups wie den Solarzellenhersteller SunPower gegründet. Beide haben sich damit ganz neue Bereiche erschlossen.

**HERR KUIKEN, SEHEN SIE DA PARALLELEN, WIE FST SICH BEI DEN LITHIUM-IONEN-BATTERIEN NICHT MEHR NUR AUF DICHTUNGEN KONZENTRIERT?**

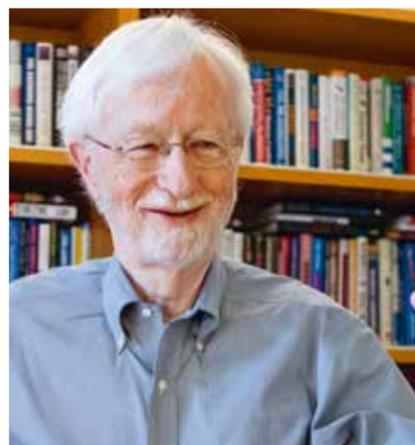
**Kuiken:** Wir denken um. Bislang lag unser Fokus sehr stark auf den Komponenten, mittlerweile denken wir immer mehr in Systemen. Das Wissen darüber basiert auf unseren Erfahrungen mit Werkstoffen, aber es geht darüber hinaus, zum Beispiel in Richtung elektromagnetische Abschirmung. Das sind Fragen, die wir uns stellen: Wie bringen wir das auf den Markt? Was könnten zukünftige Geschäftsfelder sein?

**INNOVATION BRAUCHT SELBSTÜBERZEUGUNG?**

**Kuiken:** Ja, kein Erfinder, der es vom Nukleus der Idee bis zur Marktreife gebracht hat, wird behaupten, dass das einfach war. Gleichzeitig ist auch der Selbstzweifel immer Bestandteil.

**PROF. CHARLES A. O'REILLY**  
Professor of Management an der  
Stanford University's Graduate  
School of Business

Lehrte in Berkeley und Harvard über Leadership und Diversity sowie Organizational Innovation and Change. Sein jüngstes Buch „Lead and Disrupt: How to Solve the Innovator's Dilemma“ erschien 2016 im Verlag Stanford University Press. O'Reilly leitet unter anderem zusammen mit Michael Tushman die Unternehmensberatung „Change Logic“, die Firmen weltweit in Innovationsfragen unterstützt.



## MARSHMALLOW CHALLENGE

Mittlerweile ein beliebter Bestandteil in Workshops und bei Fortbildungen. Statistisch sind die Türme der Teilnehmer im Schnitt 50 cm hoch, Kindergartenkinder schaffen durchschnittlich 75 cm, während Wirtschaftsstudenten eher bei 25 cm bleiben. Der Grund: Die meisten Studenten verschwenden viel Zeit damit, zunächst analytisch nach der möglichst perfekten Lösung zu suchen, Baupläne zu zeichnen und zu diskutieren.

Schließlich betrete ich Neuland, und da ist der Weg nicht vorhersehbar. Das ist eine Geisteshaltung. Sagt Ihnen die [Marshmallow Challenge](#) etwas? Da sind Gruppen von Menschen aufgefordert, aus Nudeln, Bindfaden und einem Marshmallow einen Turm zu bauen. Und welche Art von Gruppe schneidet dabei regelmäßig am besten ab? Nicht die Ingenieure, sondern Grundschulkinder. Weil die noch den Mut haben, es einfach immer wieder neu zu versuchen. Scheitern, das ist ein Lernprozess. Wer Angst hat zu scheitern, wird nicht innovativ sein können.

**O'Reilly:** IBM stellte mal fest, dass man stolze 29 heute erfolgreiche Technologien zwar selbst entwickelt, aber niemals kommerzialisiert hatte! Weil es zu dieser Zeit dort keine Kultur gab, die Innovation unterstützte. Stattdessen beendeten alle Abteilungen die Entwicklung, um ihre aktuellen Margen zu retten.

**ANDERERSEITS BEDEUTET FRÜHZEITIG ENTWICKELN AUCH, DASS MAN EVENTUELL ZU FRÜH DRAN IST. GAB ES IN DER VERGANGENHEIT EINE INNOVATIVE IDEE BEI FST, DIE LANGE IN DER SCHUBLADE LIEGEN MUSSTE, WEIL DER MARKT NOCH NICHT REIF DAFÜR WAR?**

**Kuiken:** [Levitex](#) zum Beispiel. Das Grundkonzept haben wir schon vor zehn Jahren entwickelt, damals sah die Industrie aber die Notwendigkeit noch nicht. CO<sub>2</sub>-Reduktion war zwar schon ein Thema, aber die Hersteller nutzten dazu ihre jeweiligen Standardlösungen. Dann kam der Dieselskandal, und jetzt werden die Karten neu gemischt. Die spannende Frage ist übrigens, welches Thema sich jetzt schneller und dynamischer entwickelt: die Schadstoffreduktion von Verbrennungsmotoren – oder die E-Mobilität?

**BEIDES SIND THEMEN, AN DENEN FST ARBEITET. IST DAS NICHT SCHIZOPHREN?**

**Kuiken:** Nein, im Gegenteil: Ich muss immer in Szenarien denken! Die Zukunft ist keine gerade Linie, es gibt immer verschiedene Möglichkeiten. Wir müssen dafür sorgen, dass wir solche Lösungen in der Schublade haben. Eine entschei-



**DR. JAN KUIKEN**  
Senior Vice President of  
Technology & Innovation

Arbeitet seit mehr als 24 Jahren in verschiedenen Positionen für Freudenberg, unter anderem im Entwicklungsmanagement, im Projektmanagement und im Kompetenz-Center. Seit März 2016 leitet der promovierte Maschinenbauingenieur die Bereiche Technologie und Innovation und verantwortet den Werkzeugbau von FST.

## INNOVATIONEN BEI IBM

Unter anderem hatte IBM den ersten kommerziellen Router entwickelt, aufgenommen und zur Marktführerschaft getrieben wurde die Idee aber von Cisco. Bereits 1996 kannte man bei IBM Techniken, um Onlineanwendungen zu beschleunigen. Diese wurden erfolgreich vom Konkurrenten Akami umgesetzt.

## LEVITEX

Der Kurbelwellendichtring Levitex erzeugt ein Luftpolsster, das praktisch reibungslos den Motorraum abdichtet und damit den CO<sub>2</sub>-Ausstoß senkt. Mehr zu Levitex finden Sie auf Seite 47.

dende Aufgabe einer Forschungs- und Innovationsabteilung besteht dann darin zu entscheiden, welche Felder bearbeitet werden. Schließlich sind unsere Ressourcen naturgemäß begrenzt. Dazu haben wir bei FST ja das [Innovation Management System](#) entwickelt, das die Ideen in „Brot und Butter“, „Perlen“ und „Weiße Elefanten“ einteilt.

**O'Reilly:** Das habe ich so vorher noch nicht gehört, aber das gefällt mir richtig gut.

**IHRE ZENTRALE THESE IST, DASS UNTERNEHMEN DIE BALANCE HALTEN MÜSSEN ZWISCHEN DEN ERFOLGREICHEN PRODUKTEN UND DEM NEUEN. DER BEGRIFF, DEN SIE PRÄGEN, IST „AMBI-DEXTROUS“, BEIDHÄNDIG.**

**O'Reilly:** Kerngeschäft und Experimente funktionieren nach völlig verschiedenen Spielregeln. Werte und Gepflogenheiten, die ein Unternehmen im Kerngeschäft großgemacht haben, sind beim Neugeschäft hinderlich. Wer sich bei unseren Studien als erfolgreich innovativ erwiesen hat, hatte fast immer eine räumliche Trennung zwischen Kerngeschäft und innovativen Projekten, aber gleichzeitig Durchlässigkeit, um von Stärken zu profitieren, die junge Herausforderer nicht haben, wie Vertrieb und angesammeltes Wissen. Dazu eine übergreifende Vision und Werte. Das ist alles andere als einfach, und ich bin selbst immer wieder fasziniert, wie Unternehmen diesen Spagat hinbekommen.

**Kuiken:** Es tut einem Unternehmen gut, mal komplett anders zu denken. Die meisten unserer [Innovationen](#) werden immer eher inkrementell sein. Bei den wirklich radikalen Ideen wird es interessant. Da müssen wir uns fragen: Warum ist das radikal, was wollen wir damit? Wie mit der Idee, alle Bestandteile für eine Dichtung aus ein paar Kubikmetern Luft extrahieren zu können.

## INNOVATION MANAGEMENT SYSTEM

Das Innovation Management System IMS wurde 2012 bei Freudenberg Sealing Technologies eingeführt und bildet den Rahmen dafür, dass wertvolle Ideen nicht verloren gehen. Es wurde mit dem TOP-Innovationspreis des FAZ-Instituts ausgezeichnet.

## ARTEN VON INNOVATION

Die Innovationsforschung unterscheidet verschiedene Bereiche: Inkrementelle Innovation betrifft zum Beispiel neue Prozesse, die auf bisherigem Wissen basieren. Substantielle Innovation bedeutet neue Technologien, während umwälzende Innovationen alles infrage stellen können, was sich ein Unternehmen an Wissen und Kapazitäten aufgebaut hat, und den kompletten Markt verändern.

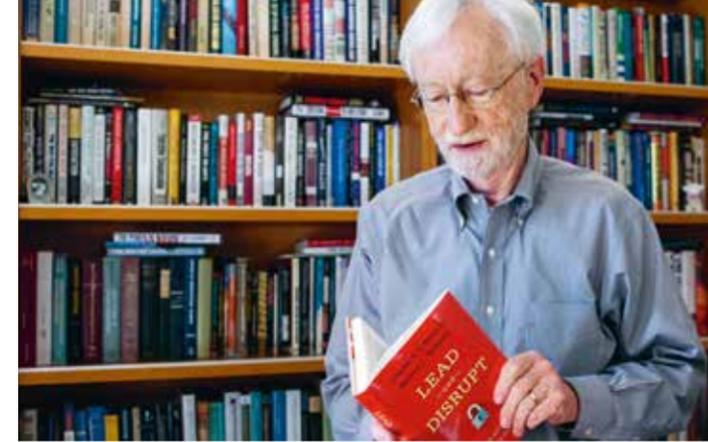
### DAS KLINGT FÜR MICH SEHR RADIKAL.

**Kuiken:** Nicht wahr? Als mein Chef mir erstmals davon erzählt hat, habe ich ihn nur ungläubig angesehen. Aber natürlich sind wir da haargenau in der Diskussion des ökologischen Fußabdrucks. Wir wollen mit unseren Produkten dazu beitragen, dass die Produkte nachhaltig sind, dass die Rohstoffe erneut verwendet werden können. Materialinnovation ist für uns sehr wichtig.

**O'Reilly:** Das funktioniert tatsächlich?

### DR. JAN KUIKEN

„Die Zukunft ist keine gerade Linie, es gibt immer verschiedene Möglichkeiten.“



### PROF. CHARLES A. O'REILLY

„Kerngeschäft und Experimente funktionieren nach völlig verschiedenen Spielregeln.“

**Kuiken:** Vor einem Jahr hörte es sich noch recht verrückt an. Dann haben wir angefangen zu forschen, und heute hört es sich schon weniger radikal an.

### ABER KEIN UNTERNEHMEN KANN SICH ALLEIN AUF RADIKALE IDEEN STÜTZEN.

**O'Reilly:** Es gibt Unternehmen, die sehr erfolgreich damit waren, innovative Ideen zu verkaufen, die sie selbst nicht umsetzen konnten. Manchmal hat man gar nicht die Vertriebsstruktur oder die Möglichkeiten, um Innovationen selbst zu vermarkten.

**Kuiken:** Lassen Sie mich kurz im Bild bleiben: Wenn ich in einem chemischen Prozess nur [Radikale](#) habe, dann habe ich Chaos. Aber Radikale bewegen sich immer noch im System! Wenn ich das System, also das eigene Unternehmen, komplett vergesse, dann laufe ich in die falsche Richtung. Am Ende muss das Ziel immer lauten, dass das Unternehmen vorangebracht wird.

### WENN MAN SICH DIE GESCHICHTE ERFOLGREICHER UNTERNEHMEN ANSCHAUT, STELLT MAN FEST, DASS VIELE GAR NICHT MEHR DAS MACHEN, WOMIT SIE URSPRÜNGLICH GESTARTET SIND.

**O'Reilly:** Der britische Luftfahrt- und Automobilzulieferer GKN begann vor mehr als 250 Jahren als Kohleförderer. Ball Corp ist ein 136 Jahre bestehender weltweiter Dosenproduzent, hat aber mittlerweile ein Standbein in Raumfahrttechnologie. Die Liste ist endlos. Ich gestehe, ich kannte Freudenberg vorher nicht, aber die Geschichte von der Gerberei, die aus Lederabfällen Dichtungsringe herstellt und dann den Sprung zu neuen Materialien schafft, das ist ein wunderbares Beispiel.

### KANN ES ALSO SEIN, DASS FST IN 50 JAHREN KEINE DICHTUNGEN MEHR HERSTELLT?

**Kuiken:** Ja, möglich, dass wir dann Systeme machen oder Dienstleistungen. Warum nicht? Aber wenn wir so weitermachen wie bisher, dann sind wir auf jeden Fall noch da. Diese

## RADIKALE (CHEMIE)

In der Chemie bezeichnet man Atome und Moleküle als Radikale, wenn sie über ein freies Elektron verfügen und deswegen meist besonders reaktionsfreudig sind. Gleichzeitig sind sie dadurch oft auch sehr kurzlebig. Radikale spielen eine wichtige Rolle zum Beispiel bei Oxidationsprozessen.

Überzeugung ist ganz tief verankert in dieser Organisation. Weil wir aus unserer Geschichte wissen, dass wir immer dazu in der Lage waren. Wenn man mal 150 Jahre zurückschaut, waren da so viele Krisen und Umwälzungen: Ölkrise, die Weltkriege, die technologische Entwicklung.

**O'Reilly:** Ich hatte vorhin übrigens die große Krise eines Unternehmens wie IBM erwähnt, das wegweisende Entwicklungen verpasst hat. Man muss der Vollständigkeit halber sagen: Das Unternehmen hat die Kurve bekommen, in sehr beeindruckender und lehrreicher Art und Weise. Einen Großteil des Umsatzes erwirtschaften sie heute mit Dienstleistungen und Software, nicht mehr mit Hardware.

**Kuiken:** Da sind wir wieder am Anfang des Gesprächs: Voraussehen nutzt nur dann etwas, wenn wir auch bereit sind, uns anzupassen. Man muss bereit sein, neue Wege zu gehen. ©



Das gesamte Interview lesen Sie online auf [www.fst.de](http://www.fst.de)



# LÄNGER LEBEN



Gesteinsbohrhämmer von Atlas Copco arbeiten sich durch härtesten Granit wie ein Heimwerker durch die Rigipswand. Doch im Untertagebau ist der Verschleiß hoch. In enger Zusammenarbeit mit Freudenberg Sealing Technologies entstand eine Maschinengeneration, die deutlich seltener gewartet werden muss.

Die großen Granitquader vor dem Eingang zum Testzentrum reichen Lars Persson bis zur Brust. „Beste schwedische Qualität“, sagt er schmunzelnd. Persson leitet die Entwicklung von Gesteinsbohrhämmer bei Atlas Copco, einem schwedischen Hersteller von Industrie- und Baumaschinen sowie Werkzeugen. Gesteinsbohrhämmer, englisch „Rock Drills“, tun genau das, was ihr Name verspricht: Mit ihrer Hilfe werden Löcher in Fels gebohrt, große Löcher mit einem Durchmesser von mehreren Zentimetern, in die anschließend Sprengladungen eingebracht werden. Ein Halbkreis aus 80 Löchern, eine kontrollierte Zündung – und schon ist der Tunnel vier Meter länger. Um Versorgungstunnel in Rohstoff-Minen oder im Straßenbau zu bauen, ist das die gängige Technik. „Geschwindigkeit ist dabei für unsere Kunden – die Betreiber der Minen – ein entscheidender Faktor“, erklärt Persson. Und Geschwindigkeit, das

heißt vor allem Kraft. So viel Kraft, dass sich eine Felsbohrmaschine von Atlas Copco in Granit bewegt wie ein Frühstücksmesser in einem Stück Butter. Bis zu 140 Mal pro Sekunde schlägt der Bohrmeißel mit einer Kraft von 25 Tonnen auf der Gesteinsoberfläche auf.

Wo so rohe Kräfte walten, bleibt Verschleiß nicht aus. Alle Bauteile eines Gesteinsbohrhammers sind schon im normalen Betrieb extremen Kräften ausgesetzt. Zudem treten immer wieder Sondersituationen auf: Trifft der Bohrmeißel zum Beispiel aufgrund einer Fehlbedienung den Fels nicht, kann die Kraft nicht abgebaut werden – nach der Hubumkehr wirkt sie auf die Maschine. Dementsprechend kurz sind die Wartungsintervalle: Nach rund 400 Betriebsstunden stand bislang eine Generalüberholung an, das entspricht im Untertagebau etwa ei-



HÄLT LÄNGER DURCH  
Der neue Gesteinsbohrhammer  
COP MD20 von Atlas Copco.

nem halben Jahr. Mit der Entwicklung einer neuen Generation von Felsbohrmaschinen setzte sich Persson im Jahr 2011 ein ehrgeiziges Ziel: Die Wartungsintervalle sollten auf 1.000 Betriebsstunden mehr als verdoppelt werden. „Wir wollten damit die Lebenszykluskosten für den Betreiber senken“, sagt Persson. „Unsere Kunden rechnen zunehmend in Kosten pro Meter Tunnel oder zumindest pro Betriebsstunde.“ Einfach nur schneller zu werden reicht nicht mehr, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

### GENAU HINGESCHAUT

Um das ehrgeizige Ziel zu erreichen, galt es, neue Wege in der Entwicklung zu gehen. „Wir haben mit einem weißen Blatt Papier angefangen und alles hinterfragt“, schildert Persson. Klar war nur: Ein Hauptansatzpunkt müssen die Dichtungen sein. Denn beschädigte Dichtungen bedeuten verminderte Effizienz: Leckagen an dem mit hohem Druck arbeitenden Hydrauliksystem führen dazu, dass sich das Verhältnis von eingesetzter Leistung und Kraft an Bohrer schleichend verschlechtert. Persson lud den schon für die Vorgängergeneration tätigen Dichtungslieferanten zu einem Workshop ein. Gunnar Pettersson, im Vertrieb von Freudenberg Sealing Technologies für Kunden in ganz Skandinavien verantwortlich, erinnert sich: „Die Ingenieure von Atlas Copco und unsere Entwickler haben alle im Betrieb auftretenden Schäden gemeinsam analysiert. Erst dadurch haben wir die harten Einsatzbedingungen genau verstanden und konnten Abhilfe schaffen.“

Besonders hohe Lasten treten an dem Kolben auf, der den Bohrmeißel antreibt und beim Rückfahren des Meißels als Dämpfungselement dient. Bei der neuen Maschine, COP MD20 genannt, bewegt sich der Kolben mit einer Frequenz von 75 Hertz um jeweils 20 Millimeter vor und zurück, dabei dreht er sich zusätzlich. Während der geforderten Standzeit ergibt das 540 Millionen Bewegungen, die alle Komponenten schadlos überstehen müssen. Die Metallteile – etwa der Kolben – bestehen aus Spezialstählen mit besonders hoher Festigkeit. „Den Kolben hatten wir in der Vergangenheit bereits so optimiert, dass er durchhält“, sagt Persson. „Nun ging es darum, das Dichtungssystem zu verbessern.“ Für dessen Verschleiß, so fanden die Ingenieure heraus, ist nicht die Längsbewegung, sondern die Rotation entscheidend. „Unsere Analyse hat uns selbst überrascht: Die Dichtung rotiert relativ konstant mit 300 bis 400 Umdrehungen pro Minute“, erläutert Pettersson. Gemeinsam mit dem Kunden veränderte er sowohl die Konstruktionsweise als auch die Materialzusammenstellung. Es zeigte sich, dass die Lebensdauer deutlich erhöht werden kann.

### HART GETESTET

Bewähren musste sich die Neuentwicklung dann zunächst auf einem voll automatisierten Prüfstand, den Atlas Copco selbst konstruiert hat: Der Fels wird durch hydraulischen Gegen Druck nur simuliert, sodass verschiedene Gesteinsarten virtuell getestet werden können. Die Granitquader kamen erst für die abschließende Validierung der kompletten Maschine zum

Einsatz. Und auch das reicht bei Atlas Copco für eine Serienfreigabe nicht. Sechs Versuchsträger mussten sich ein Jahr lang im Praxiseinsatz unter Tage bewähren, in Schweden, Spanien, Portugal und in Australien. Nach unzähligen Teststunden stand fest: Die neue Felsbohrmaschine von Atlas Copco kommt mit doppelt so langen Wartungsintervallen aus wie ihr Vorgänger. Im Herbst 2016 stellte Atlas Copco die neue Felsbohrergeneration COP MD20 erstmals auf einer auf Minentechnik spezialisierten Fachmesse in Las Vegas vor, gemeinsam mit einer neuen Vortriebsmaschine. Parallel dazu wurden die ersten Vorserienexemplare gefertigt. Die erste verkaufte Maschine ging nach Chile, wo sie in einer Kupfermine ihren Dienst verrichten wird.

Fragt man Persson nach dem Erfolgsgeheimnis, so antwortet er: „Es zeigte sich rasch, dass es richtig war, sich nicht zu verzetteln, sondern sich mit aller Kraft um eine einzige, erfolgskritische Komponente zu kümmern.“ Was nicht heißt, dass Freudenberg Sealing Technologies nicht weitere Dichtungen für die neuen Felsbohrmaschinen von Atlas Copco zuliefert. So sorgen Gehäusedichtungen dafür, dass weder Bohrstaub noch Feuchtigkeit eindringen können. Unter Tage ist das lebensverlängernd, denn in vielen Gesteinsschichten ist salzhaltiges Wasser eingeschlossen, das stark korrosiv wirkt. Insgesamt 30 verschiedene Dichtungen sorgen in jeder COP MD20 dafür, dass es unter Tage vorangeht, Loch für Loch, Meter für Meter. ©





## REIBUNGSLOSER START

Mit der neuen Levitex-Gleitringdichtung ermöglicht Freudenberg Sealing Technologies erstmals die nahezu reibungsfreie Abdichtung der Kurbelwelle. Derzeit bereitet sich das norditalienische Werk Pinerolo auf die Serienfertigung vor. Im Fokus stehen dabei größtmögliche Automatisierung und integrierte Qualitätskontrollen.

Die kleine italienische Stadt Pinerolo im Winter. Im Südwesten erheben sich die Cottischen Alpen, der fast 4.000 Meter hohe Monte Viso schneebedeckt. Die Luft ist kalt und klar, und die Sonne scheint flach ins Tal. Auf dem Weg ins Piemonter Werk von Freudenberg Sealing Technologies heißt es aufpassen, denn die Pfützen auf der Straße sind gefroren, und die Reifen verlieren immer wieder ihren Grip. Manchmal ist Reibung eben wichtig. Im Werk Pinerolo arbeiten die Freudenberg-Ingenieure jedoch daran, Reibung zu vermeiden: nicht an den Reifen, sondern im Motorraum, am Übergang vom Motor zum Getriebe. Hier ist Reibung unerwünscht, weil sie wertvolles Drehmoment in verlorene Wärmeenergie umwandelt. Pinerolo ist weltweit der erste Standort, an dem ab 2018 völlig reibungsfreie Dichtungen für die Kurbelwelle in Serie gefertigt werden sollen. Das wichtigste Ziel der Gleitringdichtungen mit dem Markennamen „Levitex“ liegt darin, den Kraftstoffverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen von Fahrzeugen zu senken.

Ende 2016 nahm Freudenberg Sealing Technologies im Werk Pinerolo, wo ansonsten vor allem Ventilschaftdichtungen hergestellt werden, eine Produktionslinie für die Kleinserienfertigung der Levitex-Dichtungen in Betrieb. „Jetzt entwickeln wir die Dichtungen gemeinsam mit einem großen europäischen Automobilhersteller zur Serienreife weiter“, berichtet Francesco Scarano, der Forschung, Entwicklung und den Produktionsanlauf der neuen Dichtungen verantwortet. Seit 2010 forscht Freudenberg Sealing Technologies intensiv an der neuen Technologie, seit Januar 2016 fertigt Scaranos Team bereits Prototypen auf einer eigenen Produktionslinie, um die Entwicklungsziele am realen Bauteil zu validieren. Nun geht es vor allem um die Automatisierung der Herstellung. An den einzelnen Stationen der Produktionslinie kommen deshalb insgesamt sieben Roboterarme zum Einsatz. „Da die Roboter die einzelnen Arbeitsschritte immer in der gleichen Weise ausführen, lässt sich der Montageprozess gut reproduzieren“, sagt Scarano. Das ist wichtig, um die Herstellung der Levitex-Dichtungen zügig auf weitere Montagelinien übertragen zu können: „Wenn wir die Feinjustierung abgeschlossen haben, können wir die Fertigung hier im Piemont, aber später auch an anderen Standorten weltweit beliebig ausweiten.“

Die Konstruktion der neuen Levitex-Dichtungen stellt sehr hohe Anforderungen: Die Materialzusammensetzung muss exakt stimmen, die geometrische Form strikt eingehalten werden. „Deswegen haben wir in den Produktionsprozess an mehreren Stellen Qualitätskontrollen eingebaut“, erläutert Scarano. Nach jedem Montageschritt messen Lasersensoren in der darauffolgenden Anlage die Geometrie und die Position des jeweiligen Bauteils exakt aus. Dadurch kontrolliert sich der Produktionsprozess gewissermaßen selbst. Außerdem setzen die Ingenieure in einem separaten Arbeitsschritt ein Weißlicht-Interferometer ein, um die Beschaffenheit der Ringoberflächen zu überprüfen.



### SIEBEN ARME

In der Produktionslinie kommen mehrere Roboter zum Einsatz, um die Herstellung weitgehend zu automatisieren.



### MESSEN UND PRÜFEN

Um bei den vielen Arbeitsschritten Fehler auszuschließen, sind in den Prozess mehrere Qualitätschecks eingebaut.

Und am Ende der Montage folgt eine Dichtheitsprüfung mit Luft, um die sichere Funktion zu gewährleisten.

Die vielen Qualitätschecks sind auch deswegen notwendig, weil der Montageablauf aus vielen einzelnen Arbeitsschritten besteht. „Wir haben uns für einen dezentralen und möglichst einfachen Ansatz entschieden, bei dem die einzelnen Fertigungsmodule unabhängig voneinander arbeiten“, beschreibt Scarano. „Jedes einzelne Modul ist so ausgelegt, dass es den jeweiligen Arbeitsschritt bestmöglich ausführen kann. So lassen sich die technisch anspruchsvollen Dichtungen mit einer relativ einfachen Architektur fertigen.“ Die Produktionsdaten werden dann aber zentral zusammengeführt: Nach der Montage graviert ein Laser auf jeden einzelnen Dichtring eine Seriennummer ein, unter der die individuellen Produkteigenschaften wie Oberflächenbeschaffenheit, Geometrie, Gewicht und Produktionsdatum hinterlegt werden. „Die Möglichkeit, jedes einzelne Produkt nachverfolgen zu können, ist eine Besonderheit und war eine zentrale Anforderung an die Fertigungsplanung“, sagt Scarano.

## FÜR E-AUTOS INTERESSANT

Die modulare Montage bietet noch weitere Vorteile. Denn dadurch können Kundenwünsche relativ einfach in den Produktionsprozess integriert werden. „Die Dichtringe, die wir jetzt zur Serienreife bringen, sind beispielsweise mit einem zusätzlichen Sensor ausgestattet, der ein elektrisches Signal zur Positionsbestimmung an die Motorsteuerung weitergibt“, berichtet Scarano. „Durch den modularen Ansatz konnten wir diese Anforderung gut umsetzen und einen dafür erforderlichen antistatischen Bereich innerhalb der Fertigungslinie einrichten.“ Bei der Auslegung der Endmontage lernten die Ingenieure in Pinerolo auch von den Erfahrungen mit ähnlichen Ansätzen an anderen Standorten von Freudenberg Sealing Technologies, etwa von den Kollegen im französischen Langres, wo ebenfalls Dichtungen für die Kurbelwelle hergestellt werden.

Nach dem Serienstart im kommenden Jahr sollen die Levitex-Dichtungen in der neuen Motorengeneration eines europäischen Automobilherstellers dafür sorgen, dass die Fahrzeuge weniger Kraftstoff verbrauchen und CO<sub>2</sub> emittieren. Darüber hinaus sind reibungslose Dichtungen auch für Anwendungen in der Elektromobilität interessant. „Mit der neuen Technologie machen wir unsere Vision von einem reibungsfreien Dichtring wahr“, sagt Scarano. „Wir rechnen damit, dass wir schnell auch weitere Kunden für die Levitex-Dichtungen gewinnen können.“ Das Einsparpotenzial durch die geringere Reibung an der Kurbelwelle liegt bei bis zu einem Gramm pro gefahrenem Kilometer. Das summiert sich schnell auf – und fällt angesichts der anspruchsvollen zukünftigen CO<sub>2</sub>-Ziele umso mehr ins Gewicht. Reibung soll am besten eben nur dort entstehen, wo sie auch wirklich gebraucht wird. ©



## LEVITEX: DIE DICHTUNG MIT DEM LUFTKISSEN

Bei jedem Verbrennungsmotor sorgen Dichtungen dafür, dass das Öl im Motorraum bleibt. Eine wichtige Abdichtungsstelle ist dabei der Übergang vom Motor zum Getriebe, wo die Kurbelwelle mit einer Ringdichtung zum Kurbelgehäuse abgeschlossen wird. Genau hier kommen die neuen Levitex-Dichtungen zum Einsatz. Sie bestehen im Kern aus zwei metallischen Ringen, von denen einer mit dem Kurbelgehäuse und der andere mit der Kurbelwelle fest verbunden ist. Die Oberflächen der Ringe verfügen über kleine, nur wenige Mikrometer große Vertiefungen.

Dreht sich nun die Kurbelwelle, so wird die Umgebungsluft in diese Vertiefungen hineingepresst; es entsteht ein Luftkissen, das die Dichtflächen voneinander trennt und eine nahezu reibungsfreie Rotation der Welle ermöglicht – das spart Kraftstoff und reduziert die CO<sub>2</sub>-Emissionen. Um dabei die Schwin-

gungen des Kurbelgehäuses zu reduzieren und ein funktionsfähiges Luftpolster zu gewährleisten, ist das Trägergehäuse des statischen Metallrings mit einer Gummifeder ausgestattet. Wenn die Welle nicht mehr rotiert, dann schließen sich die Metallringe und verhindern so, dass während des Stillstands Öl aus dem Motorraum austritt. Damit dies absolut sicher geschieht, sind die Gleitringdichtungen mit einer zusätzlichen Beschichtung versehen.

Bislang kamen gasbefüllte Ringdichtungen nur in großen Industrieanlagen zur Anwendung. Erst die von Freudenberg Sealing Technologies patentierte Konstruktion und das dazugehörige Herstellverfahren ermöglichen es, die Idee auf den Fahrzeugmotor zu übertragen, wo nur sehr wenig Platz für den Einbau vorhanden ist. Und die Elektromobilität wird die nächste Herausforderung für diese Technologie sein.



### ABHEBEN UND SCHWEBEN

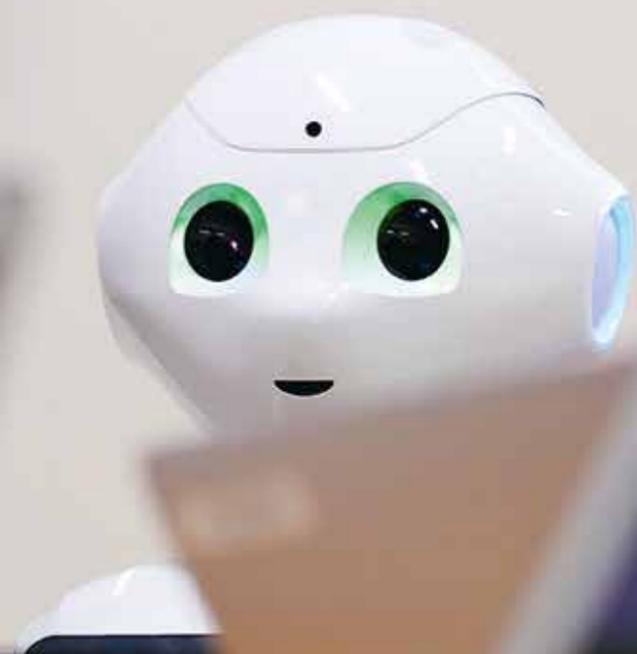
Sobald sich die Kurbelwelle dreht, baut die Levitex-Dichtung ein Luftkissen auf.




---

# I, COBOT

---



Die moderne Robotik hat eine Dynamik erreicht, die unaufhaltsam voranzuschreiten scheint: Schon längst schweißen, schrauben und lackieren Roboterarme nicht mehr nur, inzwischen können sie auch operieren. Wird der Mensch bald überflüssig? Es könnte auch ganz anders kommen ...

Massiv. Wuchtig. Harter Stahl, mit lauten Motoren. Industrieroboter sind einschüchternde Arbeitskollegen. Aus gutem Grund: Je steifer und schwerer ein Roboter gebaut ist, desto exakter und stabiler sind seine Bewegungen. Und in der Produktion kommt es auf Millimeterarbeit an. Der Schweißpunkt muss beim ersten Auto haargenau an der gleichen Stelle gesetzt werden wie beim zweiten – und beim tausendsten.

Das Roboterprinzip hielt bereits 1805 in den Manufakturen Einzug, als erstmals mit Lochkarten programmierbare Webstühle auftauchten. Dem mechanischen Webstuhl folgte die Maschine und ihr der Roboter. Sie alle arbeiten nicht nur schneller, sie ermüden nie, sie verlangen nicht nach Urlaub, und sie machen auch keine Flüchtigkeitsfehler. Die menschliche Arbeitskraft schien zum Auslaufmodell zu werden.

---

## ROBOTER AN DIE MACHT!

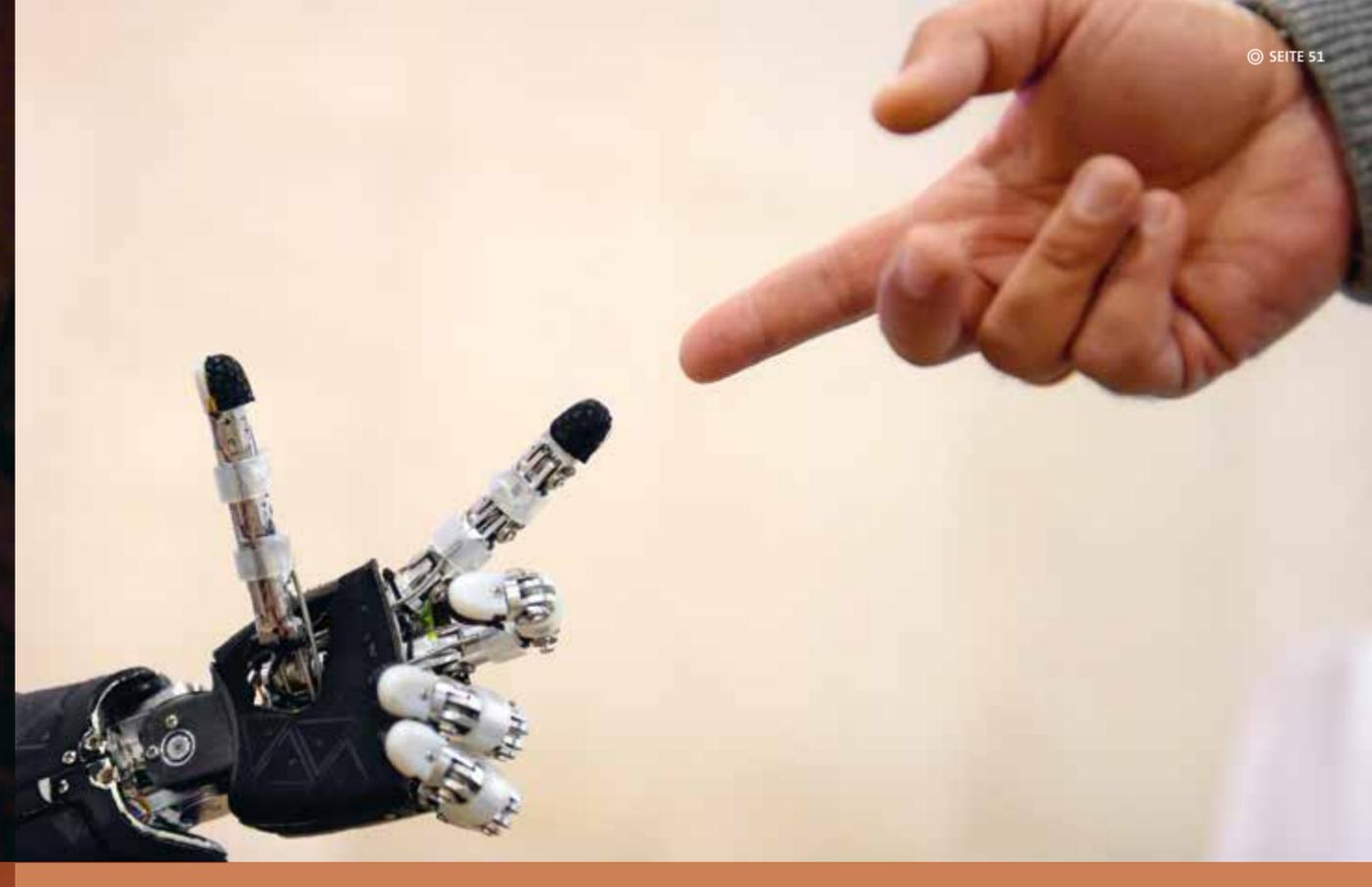
---

Doch mehr als 200 Jahre nach den ersten automatischen Webstühlen steht zumindest fest: Die Arbeiter sind immer noch da. Selbst die Dynamik der Roboterrevolution konnte ihnen nichts anhaben. Nicht die programmierbaren Lackiermaschinen seit den 1930er Jahren, nicht die ersten Roboterarme seit den 1960er Jahren und auch nicht die modernen Roboter, die wahlweise sogar Orgel oder Schach spielen können. Aktuell aber flammt die Diskussion ein weiteres Mal auf. In Zeitungen, Onlinemedien und Social-Media-Timelines taucht regelmäßig die Frage auf, ob nicht irgendwann ein Roboter oder künstliche Intelligenz den eigenen Beruf ausüben wird. Und die Antwort lautet (fast) immer: Ja! „Industrie 4.0“, auch bekannt als „die vierte

industrielle Revolution“, klingt stark danach, als würden – jetzt aber wirklich endgültig – die Roboter die Arbeiter auf das Abstellgleis der Geschichte schieben.

Unbestritten ist: Roboter sind weiter auf dem Vormarsch. Noch sind es hauptsächlich die Knickarmroboter, die wir aus den Produktionshallen kennen und die im Vergleich zu modern designten Roboterhunden eher altbacken wirken. Sie stellen den meistverkauften Typus aller 2015 abgesetzten Industrieroboter dar: weltweit 240.000 Stück – Absatzrekord.

Dass damit das Limit noch längst nicht erreicht ist, dürfte maßgeblich am Trend zur Vernetzung liegen. Das neue Zeitalter der Produktion setzt darauf, dass sich Mitarbeiter, Maschinen und Fahrzeuge in der „Industrie 4.0“ untereinander vernetzen und Daten austauschen. Die frisch angelieferte Palette funkt eigenständig



den Gabelstapler herbei, der sich fahrerlos in Bewegung setzt und sie zu ihrem Bestimmungsort bringt. Noch sind erst etwa acht Prozent aller Arbeiten in Fabriken automatisiert. Vor allem die, die wenig komplex und repetitiv zu verrichten sind. In zehn Jahren könnte allerdings schon ein Viertel aller Arbeiten automatisiert ablaufen.

### DER COBOT ALS DIE NÄCHSTE EVOLUTIONSSTUFE

Hinzu kommt: Eine neue Generation von Robotern wird andere Akzente setzen als die monoton arbeitenden Einheitsmaschinen der vergangenen Jahrzehnte. Schon macht der Begriff vom „Cobot“ die Runde, vom kollaborierenden Roboter, der gemeinsam mit dem menschlichen Kollegen eine Vielzahl

hochkomplexer und unterschiedlicher Arbeiten erledigen kann. Fast jeder namhafte Roboterhersteller entwickelt derzeit mindestens ein Modell dieses Typus. Aus dem gefühlten Verdrängungswettbewerb der Arbeiter durch den Roboter scheint immer mehr ein bewusstes Miteinander der beiden zu werden.

Die Beschäftigtenzahlen legen ohnehin nahe, dass der Roboter den Arbeiter nicht obsolet gemacht hat. In der deutschen Automobilindustrie, die als eine der am stärksten automatisierten Branchen weltweit gilt, stieg die Zahl der Beschäftigten zwischen 2010 und 2016 im Schnitt um 2,5 Prozent. Und das obwohl im gleichen Zeitraum im Schnitt drei Prozent mehr Roboter jährlich hinzukamen. Warum? Roboter brauchen jemanden, der sie programmiert, überwacht und justiert. Roboter brauchen den Menschen. Gleichzeitig gilt: Wo durch Robo-

ter Wachstum entsteht, entstehen auch mehr und vor allem neue Arbeitsplätze. Experten urteilen, dass die Arbeit durch Roboter und Computer nicht reduziert, sondern sogar aufgewertet werde.

### „HERR ROBOTER, TUPFER UND SCHERE BITTE!“

Etwa im Operationssaal: Hier leisten Roboter Dinge, die selbst erfahrene Chirurgen nicht fertigbringen. Es ist ihnen möglich, kleinste Schnitte mit höchster Präzision auszuführen. Auf einen Zehntel Millimeter genaue Eingriffe; Schnitte, die selbst mit sehr viel Erfahrung und absoluter Konzentration kaum durchführbar wären. Aus den massiven Knickarmrobotern von einst sind damit längst feinfühligere Filigranroboter geworden. Dabei unterstreicht der Operations-

saal: Der „Cobot“ wird zum Assistenten – nicht mehr. Schließlich müssen viel zu viele Entscheidungen während einer OP getroffen werden, und das ist und bleibt noch immer die Domäne des Menschen.

Und selbst monotone Produktionsprozesse, die am besten von Maschinen bewältigt werden, stellen sich in der Realität differenzierter dar. Eine Prognose lautet: Individualisierung der Produktion. Der Kunde gibt sich nicht mehr mit Massenartikeln zufrieden. Er schätzt die Selbstbestimmung. Egal ob Auto oder Gabelstapler, schon heute verlässt kaum mehr ein Fahrzeug die Fabrik, das dem vor oder hinter ihm gleicht. Individuelle Wünsche, kundenspezifische Anpassungen – all das können Roboter, Maschinen und Vernetzung zwar unterstützen, aber es braucht immer irgendwann das menschliche Gehirn, um die Details umzusetzen. Selbst der Versandhausriese

Amazon arbeitet vergleichsweise wenig mit Fließbändern oder Paletten. Automatisierung findet sich hier vor allem an ganz bestimmten Punkten wie der Verpackung. Wenn es darum geht, sehr unterschiedliche Produkte einzusammeln und zu kommissionieren, ist die menschliche Hand noch immer das schnellste und effizienteste Werkzeug.

### COBOT, MEIN FREUND UND HELFER

Allerdings: Roboter und automatisierte Maschinen können genau an dieser Stelle helfen. Wo früher der Arbeiter mit dem Routenzug durch die Hochregallager fahren musste, auf- und absteigen, Kisten stapeln, weiterfahren – da kann heute der Routenzug automatisiert dem Lagerarbeiter wie ein braves Hündchen

selbstständig folgen. Robotik und Vernetzung machen es möglich. Danach verlangt nicht zuletzt die Demografie: Denn wer ist mit Mitte 60 noch körperlich so beanspruchbar wie mit Mitte 30? In Zukunft wird Alter kein Grund mehr sein, keine Lasten mehr befördern zu können – denn die Muskelkraft stammt vom Roboter. Gleichzeitig haben auch die Mitarbeiter allen Grund, anspruchsvoller zu werden und mechanische Hilfen einzufordern. Etwas, das ihnen die gefährlichen und schwierigen Aspekte eines Arbeitsschrittes abnimmt. Etwas, das auf ihre Anweisungen und ihr Verhalten eingeht und darüber hinaus hinzulernt. Genau das verspricht der Cobot. Er wird dabei genauso auf seinen menschlichen Arbeitskollegen angewiesen sein wie umgekehrt. Aus dem ehemals einschüchternden Arbeitskollegen Roboter könnte also stattdessen auch werden: Cobot, mein Freund und Helfer. ©



## DUALE STRATEGIE

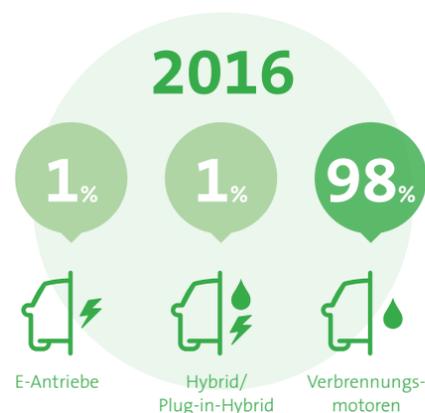


Ein bezahlbares Elektroauto mit ordentlicher Reichweite, das überall schnell mit Strom betankt werden kann? Was vor Kurzem noch unmöglich erschien, soll nun Realität werden. Doch signifikante Stückzahlen werden wohl erst ab dem Jahr 2050 erreicht. Deshalb arbeiten Automobilhersteller und Zulieferer gleichzeitig an effizienteren Verbrennungsmotoren.

Mitte März, das Wetter ist strahlend schön. Für die Besucher des Stuttgarter Symposiums für Automobil- und Motorentechnik der perfekte Moment, die nächste Sektion der Fachtagung zu schwänzen. Doch alle Sitzplätze in der König-Karl-Halle sind besetzt, als Ola Källenius die Bühne betritt. Der Anfang 2017 berufene Chefentwickler von Mercedes-Benz hat seinen ersten öffentlichen Auftritt. Vor mehr als 700 Ingenieuren will er seine Antriebsstrategie für die kommenden zehn Jahre darlegen. „Ich beginne mit dem Verbrennungsmotor“, sagt Källenius, „denn der wird für viele, viele Jahre dominieren.“ Dann erläutert er

Milliardeninvestitionen in eine neue Generation von Diesel- und Ottomotoren und schwärmt von einem „sagenhaften Sechszylinder-Diesel“ in der neuen S-Klasse. Doch nach einem Dutzend Charts prangt das Logo „EQ“ an der Projektionswand. „Jetzt ist die Zeit reif, in größerem Umfang in die Elektromobilität zu investieren“, so Källenius. Bis zum Jahr 2025 werde man zehn rein elektrische Modelle auf den Markt bringen, das erste, ein kompakter SUV, werde Anfang 2019 präsentiert. Hinzu kommt eine hohe Anzahl von Plug-in-Hybridmodellen, deren elektrische Reichweite auf 50 Kilometer erhöht werden soll.

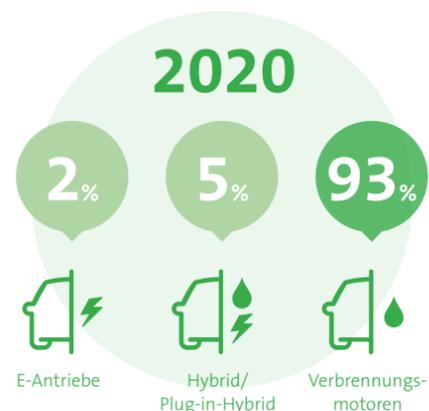
### MARKTANTEILE FÜR PKW-ANTRIEBE (in der EU, den USA und Kanada)



Das eine tun, ohne das andere zu lassen, beschreibt die Strategie der meisten Automobilhersteller derzeit am besten. Denn einerseits wäre das Elektroauto ein Ausweg, um den immer strengeren CO<sub>2</sub>-Vorschriften in weiten Teilen der Welt gerecht zu werden. Da der bei der Stromproduktion anfallende Kohlendioxidausstoß den Autoherstellern nicht angerechnet wird, fährt ein batterieelektrisches Auto nominal völlig emissionsfrei. Jedes verkaufte E-Auto verbessert also den Flottenemissionswert eines Herstellers deutlich. Andererseits ist noch weitgehend offen, wie schnell Elektroautos vom Kunden tatsächlich akzeptiert werden und wie sich die Absatzzahlen in Zukunft entwickeln. Die meisten Prognosen gehen davon aus, dass sich der Weltmarkt für Pkw bis zum Jahr 2030 auf 110 bis 120 Millionen Neufahrzeuge entwickelt, doch nur jedes zehnte davon ganz ohne Verbrennungsmotor ausgeliefert wird. Mindestens ein Drittel dürfte aber mit einem Hybridantrieb zumindest zeitweise elektrisch fahren.

Eine aktuelle Umfrage der Prüforganisation Dekra unter deutschen Autofahrern zeigt, dass das Vertrauen in die Elektromobilität derzeit noch nicht sehr ausgeprägt ist. Nur jeder vierte könnte sich derzeit zumindest theoretisch die Anschaffung eines E-Autos vorstellen. Als Hinderungsgrund für die Anschaffung nennen 91 Prozent der Befragten den hohen Kaufpreis. Fast ebenso viele Menschen bemängeln fehlende Ladestationen und die geringe Reichweite. Und 76 Prozent stören sich an den langen Ladezeiten. Damit benennen die potenziellen Kunden genau die Punkte, an denen die Automobilindustrie derzeit intensiv arbeitet.

### PROGNOSE DER MARKTANTEILE FÜR PKW-ANTRIEBE (in der EU, den USA und Kanada)



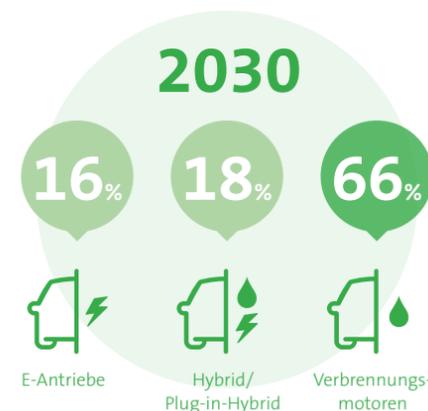
Der höhere Kaufpreis ist wesentlich auf die Batterie zurückzuführen. Aber sinkt der nicht automatisch in dem Maß, in dem höhere Stückzahlen produziert werden? Eine Studie des Ingenieurdienstleisters FEV aus dem vergangenen Jahr zeigt, dass auch bei einer Großserienproduktion im Jahr 2025 ein Elektroauto teurer sein wird als ein Fahrzeug mit Verbrennungsmotor. Unterstellt man bei einem Modell der Kompaktklasse eine Reichweite von 600 Kilometern und eine dauerhafte Antriebsleistung von 80 kW, so betragen die reinen Produktionskosten für den Antrieb 8.900 Euro, davon entfallen allein 6.600 Euro auf den Akku. Die Produktion eines vergleichbaren Fahrzeugs mit Ottomotor und Doppelkupplungsgetriebe wäre trotz der steigenden Kosten für die Abgasreinigung noch immer um 3.200 Euro billiger. Hinzu kommt: Die Produktionskosten machen weniger als die Hälfte des Kaufpreises aus, schon aufgrund der enormen Entwicklungsaufwendungen. Allerdings schmilzt der Abstand zwischen Verbrenner und Elektroantrieb zunehmend. Viele Experten erwarten, dass zumindest bei kleinen Fahrzeugen im Lauf des kommenden Jahrzehnts ein Elektroantrieb billiger wird als ein Dieselmotor, der eine besonders aufwendige Abgasreinigung benötigt.

### MEHR LADEPUNKTE

Wenn Autofahrer die mangelnde Lade-Infrastruktur bemängeln, dann ist nicht die heimische Steckdose gemeint, sondern die Möglichkeit, unterwegs nachzutanken. Tatsächlich ist die Zahl der öffentlich zugänglichen Ladepunkte derzeit noch begrenzt. Mitte 2016, so die letzte verfügbare Zahl, waren laut Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (BDEW) exakt 6.517 Lademöglichkeiten vorhanden. Dem ste-

hen laut ADAC rund 14.000 Tankstellen für Benzin und Diesel gegenüber, die freilich jeweils mehr als eine Zapfsäule bieten. Um den Ausbau der öffentlichen Infrastruktur voranzutreiben, hat die Bundesregierung ein 300-Millionen-Euro-Programm gestartet. Es sieht vor, dass für 200 Millionen Euro 10.000 zusätzliche normale Ladestationen errichtet werden, weitere 100 Millionen Euro fließen in ein Netz von 5.000 Schnellladestationen. Letztere arbeiten mit Gleichstrom und in der Regel mit einer Leistung von rund 50 Kilowatt, mehr als das Zehnfache eines heimischen Drehstromanschlusses. Immer häufiger wird in der Industrie über erheblich höhere Ladeleistungen diskutiert, bis zu 350 Kilowatt sind im Gespräch. Das würde bedeuten, dass ein E-Golf mit heutiger Batterie in zehn Minuten den Strom für 300 Kilometer tanken könnte – leider nur in der Theorie, denn in der Praxis existieren einige Hürden. So nimmt die Energieaufnahmefähigkeit eines Lithium-Ionen-Akkus ab, je mehr Strom bereits in der Batterie ist, zudem heizt sich die Batterie beim Schnellladen auf, sodass die Geschwindigkeit gedrosselt werden muss. Noch gravierender ist die Herausforderung an die elektrische Infrastruktur: Eine Autobahntankstelle, an der nur zehn solcher Extrem-Schnellladestationen gleichzeitig betrieben werden, benötigt eine Anschlussleistung von 3,5 Megawatt – das entspricht einem kleinen Blockheizkraftwerk oder einer unter Vollast laufenden Windturbine.

### PROGNOSE DER MARKTANTEILE FÜR PKW-ANTRIEBE (in der EU, den USA und Kanada)



### BESSERE AKKUS

Wie weit ein Elektroauto kommt, hängt davon ab, wie viel Strom es tanken kann und wie effizient es diesen in Fortbewegung umsetzt. Die energetische Speicherdichte der heute verwendeten Lithium-Ionen-Akkus hat sich in den vergangenen Jahren bereits kontinuierlich verbessert. Die aktuelle Technik scheint jedoch bei 150 bis 180 Wattstunden pro Kilo (auf Zellebene) ausgereizt. Einen deutlichen Sprung – also eine Verdoppelung der Energiedichte – erwartet die Nationale Plattform Elektromobilität erst mit neuen Technologien, die entweder auf einem Festkörper-Elektrolyten oder einem Wechsel zur Lithium-Schwefel-Technik basieren. Frühestens 2025, so die offizielle Roadmap, könnte eine völlig neue Akkugeneration den Weg ins Auto finden. Der effiziente Umgang mit dem kostbaren Stromspeicher bleibt auch dann wichtig. Ein großer Stellhebel ist dabei das Thermomanagement. Denn heutige Lithium-Ionen-Akkus erreichen ihre maximale Kapazität bei Temperaturen zwischen 20 und 40 Grad Celsius. Zudem sinkt die Reichweite deutlich, wenn es draußen heiß oder kalt ist, weil ein Teil des Stroms in Klimaanlage oder Heizung fließt. Ein ausgeklügeltes Thermomanagement kann diesen Effekt lindern.

Die gewaltigen Summen, die die Automobilindustrie derzeit in die Weiterentwicklung des Elektroautos investiert, sollen schon bald Früchte tragen. So zeigt sich Claus Möhlenkamp, Vorsitzender der Geschäftsleitung von Freudenberg Sealing Technologies, überzeugt: „Die bekannten Hürden für batterieelektrische Fahrzeuge wie Energiedichte, Reichweite oder Ladezeit sind, aber auch die noch zu hohen Kosten sind durch konsequent betriebene Forschung und Entwicklung zu überwinden.“ Doch allein darauf setzt auch Möhlenkamp nicht. „Wir dürfen die konventionellen Antriebe nicht aus den Augen verlieren. Diese werden uns weltweit noch eine Weile begleiten. Auch dafür sind neue Ideen notwendig.“ Sollte der Verbrennungsmotor eines Tages völlig abgelöst werden, gilt es jedoch, auch die mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzelle zur Großserienreife zu entwickeln: „Wenn es um CO<sub>2</sub>-neutrale Langstreckenmobilität geht, ist die Brennstoffzelle vermutlich die einzige Option.“ Doch auch der in der Brennstoffzelle erzeugte Strom wird durch einen Elektroantrieb in Fortbewegung verwandelt und voraussichtlich teilweise in einem Akku zwischengespeichert. Damit profitiert der Brennstoffzellenantrieb von den Entwicklungsfortschritten des Elektroautos. Die sind groß, ähnlich groß vermutlich wie die des Verbrennungsmotors zu Zeiten von Nicolaus August Otto und Rudolf Diesel. ©



## EINE NEUE GENERATION

**Geringerer Kraftstoffverbrauch, reduzierte Emissionen und eine längere Lebensdauer der Antriebssysteme: Vor diesen Herausforderungen stehen nicht nur Automobilhersteller, sondern auch Produzenten mobiler Arbeits- und Schwermaschinen. Freudenberg unterstützt sie dabei mit innovativen Produkten, wie der Getriebedichtung Levitas und der Anlaufscheibe Levitorq.**

Dichtungen sind für nahezu ein Viertel der gesamten mechanischen Verlustenergie in modernen Automatikgetrieben verantwortlich. Die Getriebehersteller arbeiten mit Hochdruck daran, die Reibung in den Getrieben zu reduzieren, um Verluste möglichst gering zu halten. Anfang März präsentierte Freudenberg Sealing Technologies eine neue Generation reibungsarmer Dichtungsprodukte: die Getriebedichtung Levitas und die Anlaufscheibe Levitorq.

„Hersteller mobiler Arbeits- und Schwermaschinen stehen vor den gleichen Herausforderungen wie die Automobilhersteller: strengere Umweltbestimmungen, steigende Kraftstoffpreise und verlängerte Wartungsintervalle“, erklärt Joel Johnson, Vice President des Geschäftsbereichs Mobile Machinery. „Unser Unternehmen hat seine Aktivitäten in der Materialentwicklung und im Produktdesign ganz auf die Lösung dieser Probleme fokussiert.“

Die Levitas-Dichtringe eignen sich für alle Arten automatisierter Getriebe. Die spezielle Konstruktion der Dichtung führt dazu, dass sich im Betrieb ein hydrodynamischer Ölfilm zwischen der Dichtung und der gegenüberliegenden Oberfläche bildet, auf dem die Dichtung besonders reibungsarm schwimmt. So verringert sich das Reibmoment in einem Automatikgetriebe im Vergleich zu konventionellen Dichtungen um bis zu 70 Prozent – denn es entsteht lediglich Flüssigkeitsreibung.

Die Levitorq-Anlaufscheiben von Freudenberg arbeiten ebenfalls mit einem hydrodynamischen Ölfilm. Sie sind so konzipiert, dass auf ihrer Tragfläche ein Lager laufen oder eine Kraft einwirken kann. Traditionell werden Anlaufscheiben aus Metall gefertigt. Freudenberg hat thermoplastische beziehungsweise duroplastische Alternativen entwickelt. Diese ersetzen die schweren Anlaufscheiben aus Metall. Dadurch wird das Gewicht der Komponenten gesenkt und die Reibung verringert, wodurch die Kunden von niedrigeren Kosten profitieren.

Beide Produkte sind Bestandteil der Low-Emission-Sealing-Solutions-Initiative LESS, in der Freudenberg Sealing Technologies jene Produktinnovationen bündelt, die Reibungsverluste, Bauraum, Gewicht, Kraftstoffverbrauch und Emissionen reduzieren. ©



## LÄUFT WIE GESCHMIERT

**Der Gesamtwirkungsgrad eines Fahrzeugantriebs ist wesentlich vom Getriebe abhängig. Daher arbeiten alle Getriebehersteller daran, Reibungsverluste zu minimieren. Eine neue Technologie für Getriebedichtungen von Freudenberg Sealing Technologies verringert nicht nur die Reibung, sondern kann auch CO<sub>2</sub>-Emissionen deutlich senken.**

Die Levitas-Dichtringe eignen sich für den Einbau in alle automatisierten Getriebe. Die spezielle Konstruktion der Dichtung führt dazu, dass sich im Betrieb ein hydrodynamischer Ölfilm zwischen der Dichtung und der gegenüberliegenden Oberfläche bildet. Dieser verringert die Reibung so sehr, dass sich im Vergleich zu konventionellen Automatikgetriebe-Dichtungen der CO<sub>2</sub>-Ausstoß eines Fahrzeugs um 0,8 Gramm pro Kilometer reduziert. Wäre eine Million neuer Fahrzeuge mit Levitas-Dichtungen ausgestattet, würde die kumulierte Emission über die gesamte Nutzungsdauer um 192.000 Tonnen sinken. „Auch für europäische Automobil- und Getriebehersteller ist die Technologie aufgrund der strenger werdenden CO<sub>2</sub>-Grenzwerte interessant“, sagt Prof. Dr. Eberhard Bock, Leiter der strategischen Produktentwicklung von Freudenberg Sealing Technologies.

Rund ein Viertel der gesamten mechanischen Energie in einem Automatikgetriebe geht über die Dichtungen verloren.

Dichtungen halten den Öldruck im Getriebe auf dem Sollniveau und ermöglichen so perfekte Schaltvorgänge. Dafür ist es wichtig, dass möglichst wenig Leckage auftritt, also wenig Öl an der Dichtung vorbeiströmt. „Eine geringe Leckage und gleichzeitig eine minimale Reibung zu ermöglichen, das ist heutzutage das wichtigste Ziel bei der Entwicklung neuer Dichtungen“, erläutert Hikaru Tadano aus der Vorentwicklung von Freudenberg Sealing Technologies. Bisher wird dieser Konflikt gelöst, indem eine verringerte Kontaktfläche die auftretende Reibung reduziert. „Allerdings ist eine weitere Reibungsreduzierung über noch kleinere Kontaktflächen nicht mehr möglich“, sagt Tadano.

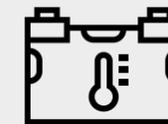
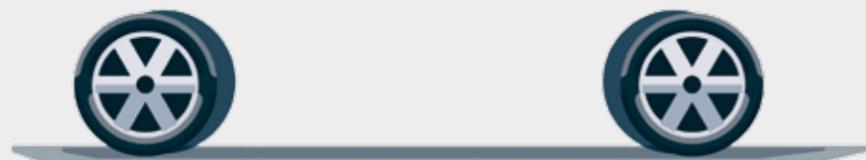
Mit Levitas verfolgt Freudenberg Sealing Technologies nun einen ganz neuen Ansatz: Die Dichtung schwimmt im Betrieb auf einem hydrodynamischen Ölfilm, den sie selbst erzeugt. Da zwischen der Welle und dem Dichtring kein physischer Kontakt mehr besteht, verbleibt ausschließlich die Flüssigkeitsreibung, die das Reibmoment um bis zu 70 Prozent verringert. Die ebenfalls von Freudenberg Sealing Technologies neu eingeführten Levitex-Dichtungen für Motoren arbeiten nach einem ähnlichen Prinzip, allerdings kommt statt Öl dabei die Umgebungsluft als „Schmiermittel“ zum Einsatz. Das Reibmoment sinkt dadurch nahezu auf null. ©



## KEINE ANGST VOR GROSSER HITZE



Besseres Thermomanagement und höhere Sicherheit: Mit der neuen Generation Elektrofahrzeuge steigen die Anforderungen an ihre Batterien. Freudenberg Sealing Technologies hat diesen Schritt schon vor Jahren antizipiert.



Es ist Bewegung drin bei den Lithium-Ionen-Batterien. Weil die nächste Generation der Elektroautos bereits in diesem Jahr auf die Straße kommt, ändert das zugleich die Anforderungen: mehr Energie, schnellere Ladezeiten. „Dem größten Stress unterliegen künftig Batterien nicht mehr beim Fahren und Beschleunigen, sondern beim Laden“, sagt Dr. Peter Kritzer, Innovation Leader bei Freudenberg Sealing Technologies. Das aber bedeutet auch: „Wenn ich auf demselben Raum das Doppelte an Energie habe, dann ist die daraus entstehende chemische Reaktion nicht nur doppelt so schnell, sondern um ein Vielfaches“, unterstreicht Kritzer. Damit rücken Themen wie Thermomanagement und Sicherheit künftig verstärkt in den Fokus. „Wir haben dazu schon vor Jahren einige Konzepte entwickelt, wie sich insbesondere die Sicherheit solcher Systeme verbessern lässt“, sagt Kritzer.

Den Experten für Elektromobilität erreicht derzeit eine erhöhte Anzahl von Anfragen zu diesem Themenkomplex. Was auch damit zu tun hat, dass FST den Automobilbauern anbietet, gemeinsam Konzepte zu entwickeln und diese dann gemeinsam in die Serie umzusetzen. „Vor drei Jahren fanden unsere Konzepte noch relativ wenig Anklang, weil die erste Generation der Lithium-Ionen-Batterien recht zahm war“, schildert Kritzer.

### SCHNELLER LADEN BEI GRÖßERER DICHTHE

Klar ist: Elektroautos nehmen gerade die nächste Stufe. Während bislang die meisten Fahrzeuge mit einer Batterieladung lediglich etwa 150 Kilometer weit

fahren konnten, wird die nächste Generation mehr als das Doppelte schaffen. Die bisherigen Komponenten waren jedoch auf die kürzere Reichweite ausgelegt. Künftig wird deswegen entweder die Energiedichte in den einzelnen Zellen erhöht oder die Zellen im Batteriesystem enger gepackt werden müssen. Zudem wird diese zweite Elektroautogeneration für den elektrischen Antriebsstrang konzipiert – für das Batteriesystem ist deswegen mehr Platz vorhanden. Weil gleichzeitig Batterien möglichst in 15 bis 30 Minuten wieder 80 Prozent ihrer Kapazität erreichen sollen, braucht es höhere Energieströme. Diese aber führen zu einer hohen Erwärmung der Batterien beim Ladevorgang. „Wenn nun die Komponenten der bisherigen Batteriesysteme einfach nur für die neuen Batteriegenerationen übernommen werden, können sich sicherheitsrelevante Aspekte ergeben“, formuliert es Kritzer.

„Vom Prinzip her sieht eine Gehäusedichtung für Batteriesysteme vergleichsweise einfach aus“, beschreibt Kritzer. Angesichts der Sicherheitsanforderungen muss ihr jedoch bereits bei der Auslegung besondere Beachtung beigemessen werden. Ein simpler Wassereintritt könnte extremen Schaden verursachen. Ein anderes Thema ist der Druckausgleich der Batteriegehäuse. Bislang arbeiteten die Autohersteller hierfür mit Elementen aus mikroporösen Folien, die zwar besonders wasserdicht waren, zugleich aber kaum luftdurchlässig. Da die Batterie wiederum den Luftaustausch benötigt, braucht es flächenmäßig große Elemente, die die Gesamtgröße des Systems anwachsen lassen.

Eine der Entwicklungen besteht in einem speziellen Druckausgleichselement. Die-

ses enthält einen Vliesstoff, der sowohl wasserdicht ist, aber eine viel größere Luftdurchlässigkeit aufweist als die mikroporösen Folien. Und mehr noch: Es fungiert zusätzlich als Entgasungselement für den Notfall. „Wir kommen damit nicht nur mit einem Fünftel oder einem Zehntel des Platzes aus, sondern bieten den Mehrwert einer Druckentgasung und Überdruckfunktion“, sagt Kritzer.

### PARTNER FÜR KÜHLUNG UND SICHERHEIT

Andere Eigenentwicklungen umfassen einen eigens konstruierten Kolben, in den eine Batterie gewissermaßen hineinatmen kann. Dadurch kann das Batteriesystem komplett von der Umwelt abgeschottet werden. Das bedeutet Schutz vor Feuchtigkeit, aber gleichzeitig auch die Möglichkeit, das System mit einer Schutzgasatmosphäre zu beaufschlagen.

„Unser genereller Ansatz besteht darin, mit den Kunden gemeinsam einen Schritt weiter zu denken“, betont Kritzer. „Wir sehen uns als Partner für Kühlung und Sicherheit.“ Um den neuen Anforderungen der Elektromobilität gerecht zu werden, hat Freudenberg Sealing Technologies mittlerweile eine eigene organisatorische Einheit gegründet. Für Kritzer steht fest: Schon die auf die nächste Generation folgenden Fahrzeuge werden den Durchbruch der Elektromobilität einläuten. „Und wenn Elektroautos in großen Stückzahlen auf dem Markt sind, werden die Sicherheitsvorschriften noch einmal steigen.“ ©



## IM KRAFTFLUSS



Am Schwalmstädter Standort von Freudenberg Sealing Technologies dreht sich alles um Hydraulik und Pneumatik – also die Kraft der Fluide, die einen Zylinder bewegen. Materialexperten mischen in den Labors neue Werkstoffkombinationen, Produktentwickler konstruieren daraus neue Fluidichtungen. Gemeinsames Ziel: innovative Dichtungen, die auch unter Hochdruck beste Performance leisten.



**HART IM NEHMEN**  
Hydraulikdichtungen müssen Drücken bis zu 400 bar standhalten.

Die Sicherheitsschuhe mit den Stahlkappen sind festgezurr, die Schutzbrille sitzt. Wir betreten das Prüffeld im oberhessischen Werk Schwalmstadt von Freudenberg Sealing Technologies. In einer Ecke verrichtet ein großer Prüfstand für Stangendichtungen mit pulsierenden Geräuschen lautstark seine Arbeit, umgeben von mehr als einem Dutzend kleinerer und mittelgroßer Prüfstände. Zielgerichtet geht Gonzalo Barillas auf eine kompakte, blaue Anlage zu, die wie ein Schubladenregal aussieht. „Das ist unser neuer Dichtungsprüfstand für Hydraulikstangen“, berichtet der Leiter der Vorausentwicklung. Bei Temperaturen bis 100 Grad Celsius und hydraulischen Drücken bis 400 bar werden hier die Dichtungen, die in Hydraulikzylindern die Stangen gegen die Zylinder abdichten, mindestens 50.000 Mal pro Prüfzyklus hin- und herbewegt.

„Mit den Prüfständen erfassen und bewerten wir die Funktionssicherheit und das Funktionsverhalten einzelner Fluidichtungen und ganzer Dichtungssysteme“, erklärt Barillas. „Unser neuer Prüfstand macht das besonders effizient, weil wir die eigentliche Bewegung über einen elektrischen Antrieb realisieren und die Hydraulikaggregate nur noch den Systemdruck aufbauen müssen – und so wesentlich kleiner ausgelegt werden können.“ Außerdem entsteht dadurch weitaus weniger Lärm. Und weil der Elektroantrieb die Hubbewegungen zudem viel dynamischer ausführen kann, verkürzt sich die Durchlaufzeit für einen Dauerlauf-test um mehr als die Hälfte.

Im Schwalmstädter Werk von Freudenberg Sealing Technologies dreht sich alles um Hydraulik und Pneumatik, also die Kraft der Fluide, die einen

Zylinder bewegen. Unter „Fluiden“ sind dabei sowohl Hydraulikflüssigkeiten wie Wasser als auch Luft und andere Gase für pneumatische Anwendungen zu verstehen. Von entscheidender Bedeutung für die Performance hydraulischer oder pneumatischer Zylinder sind dabei die Positionierung, das Design und die Materialeigenschaften der Ringdichtungen auf den Oberflächen der Kolbenstangen. Denn genau hier stoßen viele Parameter aufeinander, die miteinander in Einklang gebracht werden müssen, beispielsweise die grundsätzlich gegenläufigen Parameter von Dichtigkeit, möglichst geringer Reibung und langer Lebensdauer.

### EXAKT ABGESTIMMTE ELEMENTE

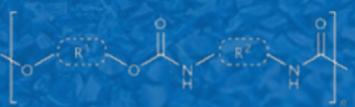
Die Schwalmstädter Ingenieure entwickeln deswegen Dichtungssysteme, die aus vielen exakt aufeinander abgestimmten Einzelelementen bestehen. Kolbendichtungen etwa übertragen hydraulische Kräfte bis zu 700 bar, Stangendichtungen und statische Dichtungen im Zylinderdeckel vermeiden Leckagen, Führungselemente aus Hartgewebe sorgen für die Aufnahme der Seitenkräfte sowie eine

optimale Position der Kolbenstange im Zylinder, und sogenannte Abstreifer schützen das System gegen Dreck von außen. Denn die Hydraulikaggregate verrichten ihre Arbeit unter anderem in Radladern, Baggern oder Müllfahrzeugen und sind dadurch häufig sehr hoher Verschmutzung ausgesetzt. Pneumatikzylinder kommen beispielsweise in Automatisierungseinheiten – etwa für den automatischen Transport von Kleinteilen im Fertigungsprozess – und in Türschließmechanismen von Bussen und Bahnen zum Einsatz. „Grundsätzlich kann man sagen, dass Hydraulikaggregate immer dort verwendet werden, wo viel Kraft benötigt wird“, erklärt Barillas. „Pneumatik hingegen spielt immer dann eine Rolle, wenn es darum geht, viele einzelne Bewegungen in sehr hoher Geschwindigkeit bei vergleichsweise mäßigen Kräften auszuführen.“

Der vielseitige Einsatzbereich der Fluid-Power-Anwendungen führt dazu, dass die Ingenieure von Freudenberg Sealing Technologies ihre hydraulischen und pneumatischen Dichtungssysteme ständig verbessern und an neuen Dichtungslösungen forschen. „Am Anfang einer Neuentwicklung

IM BAGGER WIE IM MÜLLFAHRZEUG  
Hydraulikdichtungen arbeiten selten in klinisch  
sauberer Umgebung.





**POLYURETHAN: WERKSTOFF  
FÜR DRUCKANWENDUNGEN**

Man kennt es von der Chipstüte: einmal aufgerissen, reißt sie immer weiter. Materialien, bei denen das nicht passiert, schreiben Ingenieure eine hohe Weiterreißfestigkeit zu. Polyurethan ist ein solcher Werkstoff: Er übertrifft Gummi um den Faktor vier bis sechs, und deswegen eignet er sich für Druckanwendungen ganz besonders. Der Kunststoff entsteht durch die Reaktion von Monomeren. Katalysatoren und Zusatzstoffe ermöglichen das gezielte Design bestimmter Materialeigenschaften. Schwalmstadt ist weltweit der einzige Standort, an dem Freudenberg Sealing Technologies Polyurethan herstellt.

stehen entweder konkrete Kundenwünsche, etwa wegen höherer Temperaturanforderungen an das Material, oder neue Rahmenbedingungen bei den Rohstoffen, zum Beispiel wegen anderer Verfügbarkeiten oder gesetzlicher Vorgaben“, berichtet Dr. Jürgen Hieber, der die Werkstoffentwicklung am nordhessischen Standort leitet. Gemeinsam mit Produktentwicklung und Anwendungstechnikern erarbeitet das Projektteam dann ein Lastenheft, das wichtige Materialeigenschaften wie Beständigkeit gegenüber Temperaturen, Drücken und Medien, Reibungswerte, Zugfestigkeit und Weiterreißfestigkeit definiert. „Auf dieser Basis überlegen wir dann, welche Rohstoffkombinationen für diese Anforderungen prinzipiell denkbar sind.“ Wegen seiner guten Eignung für Druckanwendungen, etwa durch die hohe Weiterreißfestigkeit, greift Hieber meist auf Polyurethan zurück – einen Kunststoff, den Freudenberg Sealing Technologies weltweit ausschließlich in Schwalmstadt herstellt. Für die Dichtungen kommen aber auch Elastomere und andere Werkstoffe zum Einsatz.

Im Materiallabor werden die Rohstoffe für die Polyurethan-Herstellung, sogenannte Monomere, in einem Reaktor vermischt und durch Temperatur und verschiedene Katalysatoren zu Polymeren synthetisiert. Aus den ausgehärteten Platten stellen die Materialentwickler dann ein Granulat her. Um

neue Mischungen zu testen, formen sie das Granulat in Spritzgussmaschinen zu verschiedenen Prüfkörpern in Stab- oder Scheibenform. Damit untersuchen sie dann zum Beispiel, wann das neue Material weich wird oder schmilzt und wie es sich bei tiefen Temperaturen verhält. Die Experten prüfen außerdem, wie beständig der neue Werkstoff gegenüber Ölen und Medien ist. Wenn er schließlich den Vorgaben aus dem Lastenheft entspricht, dann stellen die Materialentwickler ihn in einer oder mehreren Varianten den Kollegen aus der Produktentwicklung zur Verfügung – die mit ihren Simulationen das Design der Dichtung auslegen und verschiedene Prototypen herstellen.

Und diese Prototypen landen dann wieder auf den zahlreichen Prüfständen im Prüffeld – wie etwa dem neuen Dichtungsprüfstand für Hydraulikstangen. „Es ist generell sehr wichtig, neue Produkte in der Entwicklungsphase umfassend zu testen“, betont Barillas. „Nach dem Marktstart führen wir serienbegleitende Prüfungen durch, um die konstante Qualität unserer Dichtungen sicherzustellen.“ Hin und wieder ist das Polyurethan-Know-how sogar für Sonderprodukte gefragt, die mit Hydraulik und Pneumatik gar nichts zu tun haben. So entstehen in Schwalmstadt auch verschleißfeste Kunststoffscheiben für schnell rotierende Textilmaschinen und langlebige Formteile aus Polyurethan für Hydranten. ©



---

## FLEISSARBEIT FÜR DIE REVOLUTION

---

Fahrerlose Elektroautos könnten in zehn Jahren den urbanen Verkehr revolutionieren. Doch die Umsetzung großer Ideen verlangt solide Ingenieurarbeit. Der Engineering-Partner IAV, an dem Freudenberg mit zehn Prozent beteiligt ist, arbeitet mit 7.000 klugen Köpfen an der Technik für autonome, emissionsfreie und vernetzte Fahrzeuge.



Das Auto muss sich der Stadt anpassen, nicht die Stadt dem Auto. Schanghai ist noch eine Fahrradstadt, und Uber-Gründer Travis Kalanick besucht die Grundschule, da reift in Hermann Appel die Erkenntnis: Die Zukunft braucht neue Mobilitätskonzepte. Appel, im Hauptberuf Professor für Kraftfahrzeugtechnik an der Technischen Universität in Berlin, gründet 1983 mit einigen Mitstreitern und der Unterstützung von Volkswagen die „Ingenieurgesellschaft Automobil und Verkehr“, kurz IAV. Eines seiner wichtigsten Anliegen: umweltfreundliche und sichere Fahrzeugkonzepte für urbane Ballungszentren zu entwickeln.

34 Jahre später. Noch immer befindet sich die Zentrale der IAV an der Spree, wenige Minuten zu Fuß von der Technischen Universität entfernt. Doch mehr als zwei Drittel der mittlerweile 7.000 Mitarbeiter gehen ihrer Tätigkeit an anderen Standorten nach. Sie sitzen an 32 Entwicklungsstandorten vor den Toren der großen Automobilhersteller, in Gifhorn bei Wolfsburg genauso wie in Stuttgart oder in Schanghai. Sie entwickeln Fahrzeugantriebe, elektronische Assistenzsysteme und sogar komplette Autos. Was sie genau tun, bleibt meist im Verborgenen: Am Ende ziert das Logo des Herstellers das Produkt – und IAV ist zur Geheimhaltung verpflichtet.

„Mobilität zu gestalten, das ist noch immer unser Anspruch“, sagt Kurt Blumenröder. „Die Digitalisierung kann dazu ei-



BESSER GEHT IMMER  
Fahrzeugakku auf einem Batterie-  
prüfstand der IAV.

nen wichtigen Beitrag leisten.“ Der langjährige Sprecher der Geschäftsführung sieht IAV dabei als Brückenbauer. Zwar werde die IT-Branche zum unverzichtbaren Partner der Automobilindustrie. „Doch die verstehen die Prozesse der Automobilentwicklung oft nicht“, sagt Blumenröder. IAV reagiert darauf, indem sie aktiv Partnerschaften mit Unternehmen wie HP oder Microsoft sucht. „Dadurch erschließen wir uns und unseren Kunden das Know-how – zum Beispiel auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz –, das man künftig braucht, um automatisierte, emissionsfreie und vernetzte Autos zu bauen.“

Ein wichtiges Arbeitsfeld der IAV ist die Antriebsentwicklung. Die fortschreiten-

de Elektrifizierung führt dazu, dass die Komplexität stärker steigt als die Zahl der Mitarbeiter bei den Herstellern. „Es geht unseren Kunden aber gar nicht so sehr um Kapazität als vielmehr darum, dass sie hier Mitarbeiter finden, die umfassende Erfahrung bei der Entwicklung von Elektro- und Hybridfahrzeugen haben“, sagt Blumenröder. Damit meint er Menschen wie Wolfgang Reimann, der die Entwicklung von Elektro- und Hybridantrieben verantwortet. In der Elektroszene gilt Reimann als „Urgestein“. Schon an der Kleinserie von 120 „City Stromern“ auf Basis des Volkswagen Golf II wirkte er mit, einem Fahrzeug, das es mit Mühe auf 100 Stundenkilometer brachte und pro Akkuladung nur 50 bis 70 Kilometer weit fuhr.

Um an die Vergangenheit zu denken, hat Reimann keine Zeit. Denn bis 2020, just rechtzeitig, bevor die CO<sub>2</sub>-Vorschriften der EU verschärft werden, bringen viele Hersteller neue E-Autos mit deutlich verbesserten Leistungsdaten auf den Markt. Die sind zwar heute schon in den Grundzügen entwickelt, auch mithilfe der IAV. „Die eigentliche Pionierarbeit haben wir bereits vor vier bis fünf Jahren geleistet.“ Nun müssen die Autos aber für den Vergleich mit konventionellen Fahrzeugen tauglich gemacht werden. Dabei tritt eine Vielzahl von Detailproblemen auf, die vor Serienanlauf gemeistert werden wollen. Mal ist eine Komponente des Batteriesystems noch nicht ausgereift, ein anderes Mal sinkt die Reichweite bei niedrigen Außentemperaturen schneller als gedacht. Wo immer ein Problem auftritt, ist Reimann mit einer Truppe von rund 600 IAV-Entwicklern zur Stelle. Wenn es sein muss, fährt er auch

am Freitagnachmittag noch kurzfristig zu einem Kunden, um mit ihm Versuchsergebnisse zu begutachten.

Die Unterstützung der Kunden in der Serienentwicklung ist jedoch nur eine Seite der Arbeit Reimanns. Die andere reicht weiter in die Zukunft. Denn für die Zeit ab dem Jahr 2025 könnte die Elektromobilität einen weiteren Schub bekommen. „Zum einen werden die gesetzlichen Anforderungen weiter verschärft werden“, sagt Reimann. „Zum anderen ist es wahrscheinlich, dass neue Fahrzeugkonzepte und alternative Batterietechnologien marktreif werden.“ So könnten in zehn Jahren autonom fahrende „People Mover“ zum Straßenbild in den Großstädten gehören. Antrieb, Batterie und Fahrwerk solcher Fahrzeuge befinden sich komplett unter dem Fahrgastboden, der darüber liegende Aufbau könnte frei gestaltet werden. Passagiere sitzen dann eventuell auch

entgegen der Fahrtrichtung oder stehen gar. „Damit stellen sich völlig neue Entwicklungsaufgaben“, sagt Reimann. „Denn natürlich sollen auch solche Fahrzeuge perfekte Sicherheit bieten.“ Dazu gehört auch eine feinfühlig und vorausschauende Regelung des Antriebs.

Was solche Entwicklungen für die Zulieferer bedeuten, diskutiert IAV-Chef Blumenröder regelmäßig mit dem Topmanagement von Freudenberg Sealing Technologies, deren Holding Freudenberg SE mit zehn Prozent an der IAV beteiligt ist. Aber auch unter den Experten beider Unternehmen existiert ein regelmäßiger Austausch. Da geht es dann darum, wie Dichtringe für Hochdrehzahl-Elektromotoren beschaffen sein müssen oder was elektrisch leitende Kunststoffe leisten können. Scheinbar kleine Dinge also, die jedoch darüber entscheiden, ob der Traum vom perfekten Stadtauto Wirklichkeit wird. ©

GRUNDLAGEN SCHAFFEN  
Mit eigener Forschung verbessert IAV  
die Technik von Elektrofahrzeugen.





## NEUES MONTAGEVERFAHREN FÜR MEMBRANSPEICHER

**Die Herstellung von Membranspeichern war bisher durch eine Vielzahl von Produktionsschritten und Komponenten sehr kostenintensiv. Aus diesem Grund hat Freudenberg Sealing Technologies nun ein neues, innovatives elektromagnetisches Pulsfügeverfahren zur Herstellung von Membranspeichern entwickelt. Dieses wurde bereits mehrfach ausgezeichnet.**

Traditionell bestehen Membranspeicher aus einem Stahlgehäuse mit einem Gas- und einem Flüssigkeitsteil, die durch eine Membran getrennt sind. Steigt der Druck im Ölkreislauf, nimmt der Akkumulator die Flüssigkeit auf. Dabei wird das Gas im anderen Teil des Hydrospeichers komprimiert. Sinkt im Hydrauliksystem der Druck wieder ab, expandiert das Gas und verdrängt die gespeicherte Flüssigkeit zurück in den Ölkreislauf. Bewährte Anwendungen sind in der Automobilindustrie die Energiespeicherung bei Doppelkupplungs- und automatisierten Getrieben, die Pulsationsdämpfung und die hydraulischen Systeme zur Fahrwerksdämpfung. Beim Einsatz in anderen Industriezweigen geht es neben der generellen Speicherung hydraulischer Energie um erhöhte Taktzeiten und verkürzte Hubzeiten in Prozessabläufen. Insbesondere bei Standardanwendungen verursacht die Vielzahl der Produktionsschritte und Komponenten allerdings zusätzliche Herstellungskosten.

Aus diesem Grund hat Freudenberg Sealing Technologies ein neues Konzept zur Herstellung von Membranspeichern entwickelt: Der Fertigung benötigt weniger Prozessschritte, der Bauteilebedarf wird reduziert, die Montagezeiten verkürzt. Die Stickstoffbefüllung der Gasseite und das Fügen der beiden Gehäusehälften aus Aluminium erfolgen im gleichen Arbeitsschritt. Letzteres unter Ausnutzung starker elektromagnetischer Felder. Der neu entwickelte Prozess bietet eine hohe Stabilität und Bauteilsauberkeit. Dank dieses innovativen Prozesses und des Leichtbauwerkstoffs Aluminium erschließen sich neue Einsatzmöglichkeiten für Membranspeicher, beispielsweise in hydropneumatischen Fahrwerksanwendungen.

Für das neue elektromagnetische Pulsfügeverfahren erhielt Freudenberg Sealing Technologies unter anderem den Innovationspreis Rheinland-Pfalz. Das Unternehmen erhielt die Auszeichnung in der Kategorie „Sonderpreis Industrie“. Der Innovationspreis Rheinland-Pfalz ist einer der ältesten Innovationspreise in Deutschland und wird gemeinsam vom Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau und den Arbeitsgemeinschaften der Industrie-, Handels- und Handwerkskammern vergeben. ©



## EFFIZIENTE LÖSUNGEN

**Egal ob Hydraulik-, Pneumatik- oder Fluidanwendungen, Freudenberg Sealing Technologies bietet zahlreiche optimierte Lösungen für Hydrospeicher an. Damit trägt FST zur Funktionsicherheit und langen Lebensdauer bei. Daneben lassen sich so Fortschritte in der Kraftstoffeffizienz und reduzierte Emissionen erzielen.**

Freudenberg Sealing Technologies bietet ein einzigartiges Sortiment von Kolben-, Membran- und Blasenspeichern unterschiedlicher Volumina für stationäre und mobile Anwendungen an. Die Hydrospeicher basieren auf der unternehmenseigenen Entwicklung von Elastomerwerkstoffen und Dichtungslösungen. Sie sind deswegen nicht nur für die Kunden optimiert, sondern auch für spezielle Anforderungen individuell ausgelegt. Beispielsweise verfügen sie über verschiedene Öl- und Gasanschlüsse. Zudem widerstehen die Hydrospeicher hohen Betriebsdrücken von bis zu 1.500 bar und hohen dynamischen Lasten. Gleichzeitig weisen sie eine hohe Berstdruckfestigkeit auf und sind in einem breiten Temperaturspektrum einsetzbar.

„Unsere Hydrospeicher können individuell nach Kundenwunsch verändert werden. Faktoren wie Größe, Fluidvolumen, Betriebsdruck und Korrosionsfestigkeit lassen sich anpassen und damit länderspezifische Zertifizierungsanforderungen erfüllen“, sagt Kurt Ziminski, Leiter der Division Accumulators von Freudenberg Sealing Technologies. „Dank unserer Fachkompetenz in der Materialentwicklung und im Produktdesign können wir unseren Kunden vielfältige Optionen anbieten, sowohl für Industrieanwendungen als auch für einmalige Membran-, Dichtungs- oder Gehäuselösungen.“ ©



## AUSGEZEICHNETER LIEFERANT

**Freudenberg-NOK Sealing Technologies darf sich über das begehrte Achieving Excellence (AE) Supplier Performance Partner-Rating von John Deere Power Systems in Nordamerika freuen. Besonders hervorgehoben wurden die herausragenden Leistungen bei Qualität, Liefertreue und technischem Support.**

Freudenberg-NOK beliefert John Deere Power Systems in Nordamerika mit hochwertigen Komponenten. Dazu zählen Radialwellendichtringe, Ventilschaftdichtungen, Steckverbindungen sowie Dichtungspakete für Kolben und Kolbenstangen. Außerdem arbeiten beide Unternehmen eng in der Produktentwicklung und bei technischen Engineering-Programmen zusammen wie Value Analysis und Value Engineering.

Lieferanten, die an dem 1991 gestarteten Achieving Excellence-Programm von John Deere Power Systems teilnehmen, werden jährlich mittels einer Reihe von Kennzahlen kritisch überprüft, unter anderem bei Qualität, Kostenmanagement, Liefertreue und Kundenservice. Die bewerteten Werke von Freudenberg-NOK in den USA und in Mexiko erhielten in zahlreichen Kategorien nahezu die höchsten Punktzahlen.

„Die Auszeichnung mit dem Partner-Rating von John Deere Power Systems ist das Ergebnis einer fast zwei Jahrzehnte andauernden, sehr produktiven Beziehung zwischen unseren Unternehmen“, erklärt Joel Johnson, Vice President Mobile Machinery von Freudenberg-NOK. „Wir sind sehr stolz auf dieses Lieferanten-Top-Rating und freuen uns, dass unser langjähriger Service auch zum Wachstum und zum Erfolg von John Deere Power Systems beigetragen hat.“ ©



# SCHWEIZER PRÄZISION



Tragbare Insulinpumpen können die Lebensqualität von Menschen mit Diabetes spürbar erhöhen. In einer neuen Pumpe des Schweizer Medizintechnik-Spezialisten Ypsomed leistet das Lube&Seal-Konzept von Freudenberg Sealing Technologies einen entscheidenden Beitrag.

Zwei Dosen Cola und drei Löffel Zucker. So bereitete sich Bobby Clarke früher auf jedes Spiel vor. Der in den USA legendäre Eishockeyspieler, mittlerweile fast 70 Jahre alt, litt schon als Jugendlicher an Diabetes Typ 1, einer Autoimmunerkrankung, die dazu führt, dass die Bauchspeicheldrüse kein Insulin mehr produziert. Anders als bei Typ-2-Diabeti-

kern ist die Erkrankung nicht durch den Lebenswandel zu beeinflussen. Nach Angaben der International Diabetes Federation leiden weltweit mehr als eine halbe Million Kinder unter 14 Jahren an dieser Form der Zuckerkrankheit. Wird dem Typ-1-Patienten nicht ständig Insulin zugeführt, fällt er in Folge eines zu hohen Blutzuckers ins Koma, während

bei ungeplanter körperlicher Betätigung die Insulinwirkung zu stark sein kann und eine Unterzuckerung droht.

Abhilfe schafft eine Insulintherapie, die aus beständiger Kontrolle des Blutzuckerspiegels und der bedarfsgerechten Gabe von Insulin besteht – und dabei Mahlzeiten und sportliche Aktivitäten

berücksichtigt. Um die Lebensqualität der Betroffenen möglichst wenig zu beeinträchtigen, wurden in den 1980er Jahren die ersten tragbaren, aber unhandlichen Insulinpumpen entwickelt. Heutige Pumpen lassen sich direkt am Körper tragen. Der Schweizer Medizintechnik-Spezialist Ypsomed führt mit „mylife™ Ypsopump®“ eine extrem kleine Pumpe ein. Das in Schwarz gehaltene Gerät wiegt 83 Gramm, ist nur 16 Millimeter dick und hat mehrere Designpreise erhalten. „Es war nicht einfach, die ganze Technik auf so engem Raum unterzubringen“, erläutert René Mathys, der bei Ypsomed die Entwicklung von Infusionssystemen mitverantwortet. Denn darin sind auch die Batterie und die Kartusche mit dem lebensnotwendigen Insulin unterzubringen.

## MINIMALE REIBUNG UND SPEZIELLES FETT

Die Insulindosierung muss auf ein Millionstel Liter (0.1 Einheiten Insulin) genau erfolgen, damit der Stoffwechsel des Patienten im Gleichgewicht bleibt. Ein präzise arbeitender Elektromotor ist in den selbst entwickelten Antrieb integriert. Der Antrieb drückt mit einem exakt definierten Weg einen Stempel in die Kartusche, in der sich der Insulinvorrat befindet. Da kein permanenter Abgleich zwischen Blutzuckerspiegel und Insulindosis erfolgt, werden die Kräfte im Antrieb überwacht, um abzuschätzen, ob die abgegebene Dosis dem eingestellten Wert entspricht. Eine kleine Vorschubdichtung, die die Antriebswelle am Übergang zum Kartuschenraum abdichtet, bereitet den Ypsomed-Entwicklern anfangs Kopfzerbrechen. In Versuchen mit der Dichtung eines anderen Herstellers weist diese eine zu große Reibung auf und verhindert so die ex-



akte Kontrolle des Vorschubs. Ypsomed sucht Hilfe bei Freudenberg Sealing Technologies Schweiz. Patrick Kinsch, Produktentwickler am Standort in Schwalmstadt, findet schließlich eine Lösung. Er setzt auf eine rillierte Stangendichtung, deren Oberflächenrauigkeit ein nanotechnologisches Verfahren deutlich verringert. Die Reibung sinkt auf ein Drehmoment von nur noch vier tausendstel Newtonmeter. „Ein sensationeller Wert für eine Dichtung, insbesondere wenn sich der Gegenpartner, eine Gewindehülse, mit maximal 100 Umdrehungen pro Minute dreht und eine hohe Dichtigkeit sichergestellt werden soll – für diese Anwendung aber noch immer zu viel“, bilanziert Kinsch. Deshalb holt er Schmierstoffexperten ins Boot, die rasch eine Lösung finden: Ein Fett auf Basis von perfluorierten Polyetherölen, dosiert in einer Menge von weniger als einem Gramm, ermöglicht eine weitere Halbierung des durch die Reibung entstehenden Drehmoments. PFPE-Schmierstoffe sind klassischen Fetten weit überlegen, sie werden auch in der Raumfahrt eingesetzt. Nach einem Jahr ist die Entwicklung abgeschlossen. „Ohne die Kombination einer innovativen Dichtungslösung mit dem richtigen Schmierstoff wären wir nicht ans Ziel gekommen“, zeigt sich Mathys zufrieden.

## 35.000 STUNDEN IM EINSATZ

Geringe Reibung bedeutet auch weniger Verschleißanfälligkeit. „So eine Insulinpumpe ist mehr als 35.000 Stunden ununterbrochen im Einsatz“, erläutert Mathys. „Aufgrund der langen Lebensdauer ist es extrem wichtig, dass jede einzelne Komponente diese Zeit ohne Verschleiß übersteht.“ Ypsomed

setzt daher ausschließlich auf Präzisionsbauteile. Die Kernkomponenten des Antriebs stammen fast ausschließlich aus Deutschland und der Schweiz und wurden eigens für die tragbare Insulinpumpe entwickelt. Montiert werden Antrieb und Pumpe auf einer Hightechanlage in Burgdorf, die an eine Schweizer Uhrenmanufaktur erinnert. „Das ist typisch für das Swiss Medical Valley“, erläutert Peter Rohrer, Vertriebsingenieur Freudenberg Sealing Technologies Schweiz. Er hat die Entwicklung der Dichtungslösung für Ypsomed seit dem ersten Kundenkontakt koordiniert und die Experten aus verschiedenen Disziplinen zusammengebracht.

So wichtig der Antrieb für die Funktion einer tragbaren Insulinpumpe ist, auch die gute Benutzbarkeit entscheidet, ob Patienten und medizinisches Personal das Produkt annehmen. „Wir haben uns sehr früh dafür entschieden, die gesamte Bedienung über ein berührungssensitives Display zu ermöglichen“, erklärt Mathys. Alle Funktionen sind über grafische Symbole aufzurufen – wie bei einem Smartphone. Zudem kann der Patient die Daten auf seinen Rechner übertragen. Eine Software erlaubt den genauen Abgleich der eingestellten Insulindosis mit dem Tagesablauf und den Essgewohnheiten – und ermöglicht dem behandelnden Arzt, die Therapie stetig zu verbessern. Aus Sicherheitsgründen lässt sich die Dosierung nur über das Gerät selbst ändern.

Seit Herbst 2016 wird die „mylife™ Ypsopump®“ von Patienten in den Niederlanden, im Vereinigten Königreich und in Deutschland eingesetzt, weitere Märkte sollen bald folgen. Ypsomed hat sich bewusst für einen langsamen Hochlauf der Produktion entschieden. Auch eine sorgfältige Markteinführung gehört zur Schweizer Präzision. ©



# FEEDBACK & 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 Kundenmagazins als PDF herunterladen oder das Magazin kostenlos abonnieren.

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)

## WIR FREUEN UNS AUF DEN DIALOG MIT IHNEN!

FREUDENBERG SEALING  
TECHNOLOGIES GMBH & CO. KG

ISOLDE GRABENAUER  
+49 6201 80-7467  
[isolde.grabenauer@fst.com](mailto:isolde.grabenauer@fst.com)

MICHAEL SCHEUER  
+49 6201 80-3631  
[michael.scheuer@fst.com](mailto:michael.scheuer@fst.com)

## IMPRESSUM

**HERAUSGEBER**  
FREUDENBERG SEALING TECHNOLOGIES  
GMBH & CO. KG  
Corporate Communications  
Höhnerweg 2–4, D-69469 Weinheim

**VERANTWORTLICH FÜR DEN INHALT**  
Michael Scheuer (V. i. S. d. P.)

**CHEFREDAKTION**  
Isolde Grabenauer

**REDAKTION**  
Profilwerkstatt GmbH,  
Redaktionsbüro delta eta

**GESTALTUNG & KONZEPTION**  
Profilwerkstatt GmbH

**DRUCK**  
ABT Print und Medien GmbH  
Bruchsaler Straße 5  
D-69469 Weinheim

**COPYRIGHT**  
Freudenberg Sealing Technologies  
GmbH & Co. KG, 2017  
Alle Rechte vorbehalten. Vervielfältigung dieser  
Unterlage sowie Verwertung ihres Inhalts  
unzulässig, soweit nicht ausdrücklich zugestan-  
den. Technische Änderungen vorbehalten. Die  
Informationen in diesem Dokument enthalten  
allgemeine Beschreibungen der technischen  
Möglichkeiten, welche im Einzelfall nicht immer  
vorliegen müssen.

## BILDNACHWEIS/COPYRIGHT

S. 3	Yuri Arcurs/iStockphoto.com	S. 24	Rudy Balasko/shutterstock.com	S. 47	FST/picture alliance/Dinno Kovic
S. 4–5	Akademischer Motorsportverein Zürich, Technische Hochschule Zürich und Hochschule Luzern	S. 26–27	INFOGRAPHICS GROUP GmbH	S. 48	Bloomberg/gettyimages.com
S. 6–7	ilolab/shutterstock.com	S. 28	f11photo/shutterstock.com	S. 50	Bloomberg/gettyimages.com
S. 8–9	cyano66/iStockphoto.com	S. 30	Andrey Bayda/shutterstock.com	S. 51	Gerard Julien/gettyimages.com
S. 10–11	NASA Olexandr/Adobe Stock	S. 31 oben	Rik85/shutterstock.com	S. 52	Nancy Honey/gettyimages.com
S. 12 oben	MarkSwallow/gettyimages.com	S. 31 unten	vaalaa/shutterstock.com	S. 56–57	spreephoto.de
S. 13 oben	Joe McNally/gettyimages.com	S. 32–33	INFOGRAPHICS GROUP GmbH	S. 57	Eisenhans/Fotolia.com
S. 13 unten	AYakovlev/iStockphoto.com	S. 34	FST/picture alliance/Manuel Romano	S. 58	petovarga/Fotolia.com
S. 14	Visage/gettyimages.com	S. 36	FST/picture alliance/Manuel Romano	S. 64–65	IAV
S. 15	republica/gettyimages.com	S. 39	FST/picture alliance/Manuel Romano	S. 66	IAV
S. 22	Caterpillar	S. 40–41	Atlas Copco	S. 67	IAV
S. 23	Oak Ridge National Laboratory, US Dept of Energy	S. 42	Atlas Copco	S. 68–69	Rike/gettyimages.com
		S. 43	Atlas Copco	S. 70	Ypsomed AG
		S. 44	FST/picture alliance/Dinno Kovic	S. 70–71	SCIEPRO/gettyimages.com
		S. 45	FST/picture alliance/Dinno Kovic		
		S. 46	FST/picture alliance/Dinno Kovic		



Produziert auf FSC®-zertifiziertem  
Papier aus vorbildlicher Forstwirtschaft



Klimaneutral produziert

# E-MOBILITÄT

100%

AUGELADEN MIT DER ERFAHRUNG  
EINES TECHNOLOGIEFÜHRERS.

Wie bringen wir die E-Mobilität voran? Mit über 1.000 Experten in 60 Ländern geben wir unseren Kunden aus der Automobilindustrie immer neue Impulse. Innovationskraft, Qualität und Internationalität machen uns zu einem wertvollen Technologie- und Entwicklungspartner, der ganzheitlich denkt. Über

die reine Produkthanwendung hinaus streben wir nach integrierten Lösungen und Systemen, die der nachhaltigen Mobilität eine Zukunft geben. Welche Herausforderung haben Sie für uns? E-rfahren Sie mehr unter [e-mobility.fst.de](http://e-mobility.fst.de)

FREUDENBERG  
SEALING TECHNOLOGIES

 **FREUDENBERG**  
INNOVATING TOGETHER

FREUDENBERG  
SEALING TECHNOLOGIES

