tomorrow

TECHNOLOGIE ERLEBEN MIT SCHAEFFLER

Innovationen für die Zukunft

Leichtbau, Mikromobilität und andere richtungsweisende Ideen

Innovationen im Laufe der Zeit

Streifzüge durch die wichtigsten Erfindungen der Menschheit

Ausgabe 1 · 2016

SCHAEFFLER

» Ganz neue Zusammenhänge entdeckt nicht das Auge, das über ein Werkstück gebeugt ist, sondern das Auge, das in Muße den Horizont absucht

Prof. Dr. Carl Friedrich Freiherr von Weizsäcker

LIEBE **LESERIN,** LIEBER **LESER,**

kein anderer Artikel der vierten Ausgabe unseres Technologiemagazins „tomorrow“ wurde so heftig diskutiert wie der über die wichtigsten Erfindungen der Menschheit. Rad, Pfeil und Bogen, Dampfmaschine, Elektrizität, Computer oder Internet? Immer neue Begriffe wurden in die Runde geworfen, schließlich haben wir für Sie die 30 bedeutendsten herausgefiltert – ohne Anspruch auf Allgemeingültigkeit.

So schwierig es ist, eine „Best of“-Liste der bedeutendsten Erfindungen zu erstellen, so unmöglich ist es, die wichtigste Erfindung überhaupt zu bestimmen. Denn jede Innovation fußt auf einer anderen. Ohne Werkzeuge, die vor mehr als zwei Millionen Jahren entstanden, hätten unsere Vorfahren nicht das erste Rad aus Stein hauen können. Ohne Räder keine Fahrzeuge, keine Autos. In der Antike experimentierten Gelehrte erstmals mit Elektrizität, ohne die eine moderne Welt mit Computern und Internet nicht möglich wäre.

Innovationen erfordern nicht nur kreative Ideen und Inspiration, sondern vor allem Mut und Weitsicht. Für Schaeffler ist Innovation seit der Firmengründung ein fester Bestandteil der Unternehmens-DNA. Querdenken wird bei uns großgeschrieben – das gilt besonders für unsere interdisziplinäre Abteilung Innovationsmanagement, die wir Ihnen in dieser „tomorrow“ vorstellen.

Nur selten resultiert Innovation aus Geistesblitzen oder plötzlichen Einfällen. Innovation kann man erarbeiten. Sie ist das Ergebnis systematischer Analyse neuer Trends und Bedürfnisse, der Ausarbeitung neuer Ideen und deren konsequenter Umsetzung bis zum Markterfolg. Das erfordert vor allem ausgeprägte technologische Kompetenzen und Wissen über mögliche neue Anwendungsfelder und Märkte. All das floss auch bei einer Innovation von Schaeffler im Bereich Mikromobilität ein. Worum es dabei geht, erfahren Sie ab Seite 102.

Um neue Lösungen für die Zukunft zu finden, setzen wir bei Schaeffler nicht nur auf die Kreativität unserer eigenen Ingenieure, sondern auch auf die Zusammenarbeit mit Hochschulen und externen Partnern überall auf der Welt. Darüber hinaus stehen wir in einem regelmäßigen Dialog mit anderen Technologieunternehmen, vom Start-up bis zum Weltkonzern.

Der Mut, der Wille zur Innovation ist nicht nur für uns und andere Technologieunternehmen wichtig. Die Wirtschaftsgeschichte ist voll von innovationsgetriebenen Erfolgsstorys, aber auch von Firmen, die sich dem Fortschritt verschlossen haben oder technische und gesellschaftliche Entwicklungen zu spät erkannt haben. Auch das ein Thema in diesem Magazin.

China hat sich in den letzten Jahren vom Billiglohnland zum Innovationstreiber entwickelt. Dass aktuell drei der zehn umsatzstärksten Unternehmen der Welt im Reich der Mitte beheimatet sind, ist nur ein Indiz für die wirtschaftliche Bedeutung des Landes. Die aktuellste Ausgabe von „tomorrow“ liefert Ihnen Innenansichten vom Aufstieg Chinas.

Von welchem Blickwinkel aus man es auch betrachtet, Innovation ist ein ebenso vielschichtiges wie spannendes Thema.

Ich wünsche Ihnen viel Spaß beim Lesen und interessante Einblicke in die Welt der Innovationen.

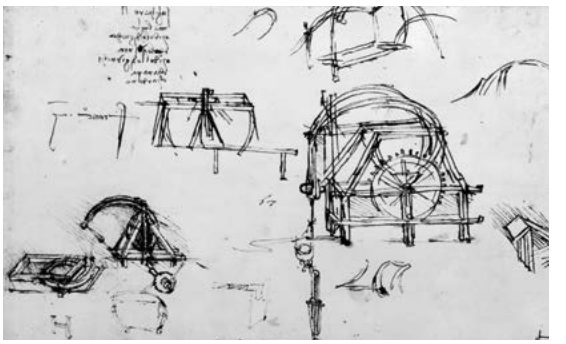
Klaus Rosenfeld
Vorsitzender des Vorstandes

global

Grenzenlose Innovation

in bewegung

Innovationen im Laufe der Zeit



jetzt-zeit

Leben mit dem Fortschritt

ausblick

Technik für morgen

» Wenn eine Idee am Anfang nicht absurd klingt, dann gibt es keine Hoffnung für sie Albert Einstein

global

Grenzenlose Innovation

VON **GEISTERHAND**

Kalt, laut, muffig, Beton-Chic, wo man hinschaut. Das waren Parkhäuser gestern. Glücklich schätzen können sich Besucher der neuen Stadtbibliothek, des Bürgerbüros und des Kulturzentrums Dokk1 in der dänischen Stadt Aarhus. Im Dezember 2015 eröffnete dort eine ganz besondere Innovation – das größte vollautomatische Parkhaus Europas. Und so funktioniert das Rundum-Wohlfühl-Erlebnis: In eine von 20 ebenerdigen Kabinen fahren, Motor aus, Ticket ziehen, fertig. Den Rest erledigt das von der deutschen Firma Lödige Industries entwickelte Super-Parkhaus selbst. Das Auto wird per Lift in den Untergrund befördert, dort von einem Transferfahrzeug abgeholt und zu einem freien Stellplatz chauffiert. Der sogenannte Shifter, ein flacher Roboter, schiebt sich unter das Fahrzeug, hebt es an und stellt es in der Parklücke ab. Sowohl die Zeit des Parkvorgangs, von Abstellen bis Ticketanforderung, als auch die Rückforderungszeit, von Bezahlen bis Erhalt, sollen jeweils nur 60 bis 120 Sekunden betragen. Clever: die „Shopping drop-off"-Funktion, bei der der Kunde sein Auto ruft, Taschen verstaut und es wieder verschwinden lässt.

„DIE **BESTE KONSUMSTORY** DER WELT“

Vom unterschätzten Arbeiterland zum Reich der technologischen und wirtschaftlichen Mitte – die rasante Entwicklung Chinas innerhalb des vergangenen Vierteljahrhunderts.

von Christiane Kühl

Der Stadtbezirk Pudong in Shanghai anno 1989: monotones Erscheinungsbild, dünn besiedelt. Dann kam der China-Boom. Dank eines jährlichen Wirtschaftswachstums von bis zu 20 Prozent hat sich Pudong bis heute stark gewandelt (großes Foto)

Vor 25 Jahren noch radelten jeden Morgen Millionen Menschen durch große Tore, flankiert von der Inschrift: Gao Gao Xing Xing Shang Ban, Ping Ping An An Hui Jia – Kommt froh zur Arbeit und sicher wieder nach Hause! Es war der Slogan der chinesischen Staatsfirmen, die damals trotz zarter Schritte in die Liberalisierung noch die Wirtschaft dominierten. Erste private Kleinfirmen gab es bereits, auch Ladengeschäfte an den Straßen und Gemüsemärkte. Zehn Jahre später war in Südchina ein Leichtindustrie-Dorado entstanden, wo Wanderarbeiter aus dem Hinterland als „Werkbank der Welt“ zu niedrigen Löhnen billige Plastikwannen, Kleidung, Elektronikteile oder Mikrowellen für den gesamten Globus produzierten. Entlang der Bahnstrecke zwischen Hongkong und Guangzhou, Hauptstadt der an die einstige britische Kronkolonie angrenzenden Boomprovinz Guangdong, hatten noch 1991 Bauern per Hand ihre Reisfelder beackert. 2001 erstrahlten dort nur noch die Hügel in Natur-Grün, in der Ebene reihten sich Fabrikhallen, Wohnheime für Wanderarbeiter und Millionenstädte aneinander. Aus Reisfeldern, Kanälen und Fischerdörfern am Ufer des Huangpu-Flusses gegenüber der Prachtstraße Bund in Shanghai erwuchs seit 1992 der Finanzdistrikt Lujiazui mit drei zu den höchsten Gebäuden der Welt gehörenden Wolkenkratzern. 1991 tuckerten die meisten Züge mit 50 Stundenkilometern durchs Land. Heute erstrecken sich durch China mit 19.000 Kilometern rund 60 Prozent der Hochgeschwindigkeits-Bahntrassen der Welt.

China ist der weltweit größte Wirtschaftswachstumsmotor

Zwischen 1985 und 2015 wuchs Chinas Wirtschaft laut dem McKinsey Global Institute (MGI) im

Der Containerhafen von Shenzhen ist einer der größten seiner Art

Wachstum von Reformen, die große Teile der Wirtschaft von den Fesseln der Planungsbehörden befreiten, sowie einem schier unendlichen Strom junger Wanderarbeiter aus dem Hinterland. Parallel betrieb der Staat selbst den Aufbau von Infrastruktur, Großindustrie und Immobilien. „China trägt heute 37 Prozent zum globalen Wirtschaftswachstum bei. Kein Land kommt diesem Einfluss auch nur ansatzweise gleich“, sagt Jack Perkowski, Gründer der Investmentfirma JPF Holdings in Peking.

Inzwischen importiert China große Mengen Rohstoffe, Vorprodukte und Maschinen. Daher fürchtet die Welt einen Wachstumseinbruch. Chinas Wirtschaftswachstum betrug 2015 nur 6,9 Prozent und damit so wenig wie zuletzt vor 25 Jahren. Präsident Xi Jinping schwört die Bevölkerung auf dauerhaft niedrigeres Wachstum ein und nennt dies „neue Normalität“. Viele Sektoren ächzen unter Überkapazitäten, die Schulden der Kommunen und Banken sind aufgrund mehrerer Stimulusprogramme gefährlich gestiegen, private Firmen kommen im von Staatsbanken dominierten System noch immer schwer an Kredite. Es klafft seit Beginn der Reform-Ära eine wachsende Schere zwischen Arm und Reich. Die Industrieproduktion lag im Dezember nur 5,9 Prozent über dem Vorjahresmonat. Die alte, von Staatsfirmen dominierte Schwerindustrie wie Zement oder Stahl schwächelt. China bestehe derzeit aus verschiedenen Sub-Ökonomien, sagt Gordon Orr, Director Emeritus und China-Experte von McKinsey, in seiner Jahresprognose für 2016 – jede habe mehr als eine Billion Dollar Volumen: „Manche boomen, manche sind im Niedergang. Wie jemand über China denkt, hängt auch davon ab, in welchem Sektor er aktiv ist. 2015 war Ausrüstung für Kinos ein gutes Geschäft, Ausrüstung für Stahlwerke eher nicht.“

Qualität ist das neue Quantität

China steht an einem Wendepunkt. Weg von dem alten Wachstumsmodell, möglichst schnell mit billigen Produkten und Kopistentum Weltmarktanteile zu gewinnen und sich zu industrialisieren, hin zu einer innovativen, konsumorientierten Wirtschaft. Die Regierung will veraltete Kapazitäten der Eisen-, Stahl- und Kohleindustrie vom Markt verdrängen lassen – auch zum Schutz der leidenden Umwelt. Die Einzelhandelsumsätze legen heute stärker zu als die Gesamtwirtschaft. Die Kaufkraft steigt, denn Chinas einst ländliche Gesellschaft ist längst urbanisiert: 2015 lebten mit gut 771 Millionen Chinesen 56 Prozent der Bevölkerung permanent in Städten. Der Anteil jener, die am Tag mehr als 20 US-Dollar ausgeben können, ist nach Daten des Internationalen Währungsfonds seit 1990 von drei Prozent auf heute 25 Prozent gestiegen. Der gesetzliche Mindestlohn zieht seit Jahren stark an – in Shanghai um 187 Prozent in den vergangenen zehn Jahren.

Das Wirtschaftswunder hatte 1979 seinen Anfang genommen, als Patriarch Deng Xiaoping die erste Wirtschaftssonderzone in Shenzhen ins Leben rief. Dort wurde erstmals mit Marktmechanismen, Außenhandel und ausländischen Direktinvestitionen experimentiert.

» *China muss künftig immer stärker als automobiler Trendsetter beachtet werden*

Zhang Yilin,
CEO Schaeffler Greater China

Privatunternehmen wurden schrittweise erlaubt. Später wurden die Regeln der Sonderzone aufs ganze Land ausgeweitet. Deng ließ zu, dass einige Regionen an der Küste „zuerst reich“ würden. Shenzhen selbst war 1979 ein Fischerdorf, 1991 stand dort ein Büroturm mit Glasfassade. Heute ist Shenzhen eine Metropole mit weit mehr als zehn Millionen Einwohnern, zugewandert aus ganz China. Der monatliche Mindestlohn ist mit derzeit 2.030 Yuan (284 Euro) der höchste im gesamten Land. Die Stadt ist Standort einiger der innovativsten Firmen Chinas, etwa des privaten Telekomausrüsters Huawei, der zwölf Prozent der Einnahmen für Forschung ausgibt. Der einstige Batteriehersteller BYD produziert selbst entwickelte Elektroautos, deren Standard immer besser wird. Shenzhen DJI ist globaler Marktführer bei zivilen Drohnen. Gründer Frank Wang, heute 34, erfand noch als Student Systeme und Algorithmen zur Verleitung des Antriebs auf die Rotoren, die Fluggerät und Kamera stabilisieren.

„China ist dort stark, wo alle die gleiche Startposition haben – zum Beispiel bei Internetdiensten und Elektromobilität“, sagt Christian Sommer, Geschäftsführer des German Centre in Shanghai, das Räume an deutsche Mittelständler vermietet. Gut seien Chinas Firmen auch bei der Entwicklung neuer Konsumprodukte sowie bei Prozessinnovationen für eine effiziente Produktion, urteilt das MGI in einer aktuellen Studie: „Allein die Größe von Chinas Konsumentenmarkt ermöglicht die Kommerzialisierung neuer Ideen in großem Stil.“ Effizienz schaffen Firmen zum Beispiel durch die Ausgliederung ganzer Produktionsschritte. In Shenzhen bietet laut MGI ein Netzwerk Tausender Komponentenlieferanten, Designfirmen und Inkubatoren die Möglichkeit, in rasantem Tempo Prototypen zu bauen und auf eine Massenfertigung hochzufahren: „Designfirmen in Shenzhen wandeln Ideen in einem Fünftel der Zeit und zur Hälfte der Kosten in Prototypen um, die unternehmenseigene Teams benötigen.“ Hinterher hinkt China bei wissenschaftlicher Innovation – etwa der Entwicklung neuer Medikamente – oder echten Erfindungen im Ingenieursbereich. Produkte der traditionellen Industrie können mit jenen der Konkurrenz aus den Industrieländern noch nicht mithalten.

Umdenken im Automobilsektor

Chinas staatliche Autofirmen etwa machten jahrelang satte Profite durch ihre Joint Ventures mit ausländischen Autobauern, vernachlässigten aber die eigene Entwicklung. Heute unterstützt die Regierung Innovationen in dem Sektor: Sie fördert Elektroautos, regt Projekte zu Smart Cities an und fordert von den Autobauern den Einsatz Benzin sparender Technologien. „Die Autohersteller in China müssen bis 2020 ihren Flottenverbrauch auf fünf Liter drücken. Das ist ohne Elektrifizierung sehr

Luxuriöser Rolls-Royce versus voll beladenes Fahrrad: Die Schere zwischen Reich und Arm in China ist groß

Moderne trifft Tradition: Trotz enorm vieler technischer Innovationen wie dem Highspeed-Zug CRH 380A (links) gibt es in China aber auch noch eine altertümliche Welt

schwierig zu schaffen“, sagt Zhang Yilin, Geschäftsführer von Schaeffler Greater China. Eigens für China entwickelte die Division Schaeffler E-Mobility ganze Plattformlösungen, die dann nur noch an die Bedürfnisse des Kunden angepasst werden müssen. Die technologischen Voraussetzungen der Kunden variieren in China enorm, so Zhang. „Bei vielen können wir nicht einfach Komponenten anliefern, sondern müssen ihnen ein ganzes System übergeben, das dann in das Auto integriert wird. Im Bereich Elektromobilität bieten wir daher Komplettsysteme an. Mit einem Kunden haben wir sogar gemeinsam ein Konzeptfahrzeug gebaut, um ihm konkret zu demonstrieren, wie unser System funktioniert.“ Zudem entwickelten Schaeffler-Ingenieure im Shanghaier Vorort Anting einige Konzepte wie etwa ein an Chinas Standards angepasstes Hybridmodul, eine E-Achse und sogenannte In-Wheel Drive Units, einen elektrischen Radnabenantrieb, bei dem E-Motor, Elektronik, Bremse und Kühlsystem unter der Radfelge installiert werden. In China sind zahllose Elektro-Scooter mit Radnabenantrieben unterwegs.

„Die Nachfrage nach Autos mit alternativen Antrieben und Connectivity zieht immer mehr neue Player in die Autoindustrie“, sagt Jack Perkowski. So arbeite etwa Chinas größte Suchmaschine Baidu an einem selbstfahrenden Auto. Tencent, bekannt durch die Social-Media-Plattform WeChat, hob mit dem taiwanesischen Elektronikriesen Foxconn ein intelligentes E-Auto aus der Taufe. Die Online-TV-Firma LeTV entwickelt vernetzte Autos und investierte in ein Unternehmen, das Ladestationen für Elektroautos baut. Der Sektor ist noch klein, boomt aber derzeit wie nie. Der staatsnahe Verband der chinesischen Autohersteller erwartet, dass sich die Verkäufe von Elektroautos und Plug-in-Hybriden 2016 auf rund 700.000 verdoppeln werden, nachdem sie 2015 bereits um 340 Prozent auf 331.000 Einheiten zugelegt hatten. Die Regierung zahlt Subventionen für den Kauf dieser Autos und kündigte kürzlich an, den Aufbau der Lade-Infrastruktur zu beschleunigen. Insgesamt wuchs der Pkw-Absatz 2015 um 7,3 Prozent auf 21,1 Millionen und war damit eher schwach. Großstädte begrenzen wegen Stau und Luftverschmutzung die Zulassungszahlen, ihre Märkte sind gesättigt. „Der Absatz in Kleinstädten und ländlichen Gegenden wächst aber weiter zweistellig“, schreibt Yang Jian, einer der führenden Autojournalisten des Landes. „Man darf nicht vergessen, dass die Autodichte in China

BASISARBEIT

Zu Innovationen in Chinas Industrie *tragen auch die führenden Universitäten des Landes bei. Eine davon ist die Tongji-Universität in Shanghai, die traditionell enge Kontakte zu Deutschland pflegt. Dort, am Chinesisch-Deutschen Hochschulkolleg (CDHK), hat Schaeffler seit 2007 einen Stiftungslehrstuhl im Bereich Fahrzeugtechnik inne. Schaeffler-Technologievorstand Prof. Peter Gutzmer ist einer von zwei Dutzend Gastdozenten, die Vorlesungen geben. Auch Fachkollegen von Schaeffler China unterrichten regelmäßig in ihren Bereichen. Seminare werden in deutscher, englischer und chinesischer Sprache gehalten. Ein wichtiger Grund für das Engagement am CDHK ist laut Gutzmer der Zugang zu dem Talentpool der gut ausgebildeten und sehr engagierten Studenten. Ein hoher Bekanntheitsgrad macht ein Unternehmen attraktiver für Absolventen. Schaeffler pflegt daher an nahezu jedem Standort Hochschulkontakte.*

weiterhin sehr niedrig ist. Es gibt noch immer lediglich 124 Autos auf 1.000 Einwohner."

China ist nicht frei von Sorgen

Analysten erwarten für 2016 und die Folgejahre ein Wachstum von gut sechs Prozent. Als Gefahren sehen sie Entlassungen durch mehr Firmenpleiten, sinkende Exporte in den schwächelnden Westen und, wegen der höheren Löhne, eine geringere Wettbewerbsfähigkeit in arbeitsintensiven Sektoren. Aufgrund der gerade erst gelockerten Ein-Kind-Politik altert Chinas Gesellschaft zudem, bevor das Land überhaupt wohlhabend ist. Die Gesamtzahl der arbeitsfähigen Menschen erreicht nach Schätzung des MGI vielleicht schon 2016 den Scheitelpunkt. Die Schere zwischen reichen Städtern und armen Landbewohnern schließt sich nur langsam.

Doch es geht generell weiter bergan. In den Städten stieg das verfügbare Einkommen 2015 um 6,6 Prozent auf 31.195 Yuan (4.385 Euro), auf dem Land nur wenig schneller um 7,5 Prozent auf 11.442 Yuan. Damit haben die Menschen auf dem Land heute fast doppelt so viel Geld zur Verfügung wie 2010 (5.919 Yuan), in den Städten gut 50 Prozent mehr (19.109 Yuan). Der größte Teil der in China produzierten Waren ist heute ohnehin nicht mehr für den Export bestimmt – Ausfuhren haben als Wachstumstreiber seit Jahren ausgedient. Die Einzelhandelsumsätze dagegen waren 2015 mit 30,1 Billionen Yuan fast doppelt so hoch wie 2010. Der Konsum trug 66,4 Prozent zum Wirtschaftswachstum bei – 2010 waren es nur 46,3 Prozent. Der Anteil der Dienstleistungen am BIP lag 2015 zudem erstmals knapp über 50 Prozent – das ist stets ein Zeichen für eine reifere Ökonomie. Und: „Das BIP mag nur um 6,9 Prozent gewachsen sein, aber die Basis für dieses Wachstum war 300 Prozent größer als vor zehn Jahren", sagt Andy Rothman, Ökonom bei der Investmentfirma Matthews Asia. Damals lag das Wachstum zwar bei 11,3 Prozent, doch am Volumen gemessen sei 2015 um 60 Prozent mehr Wirtschaftsleistung hinzugekommen. Rothman gehört zu den Optimisten seiner Zunft: „Ich bin der Meinung, dass China heute die beste Konsumstory der Welt ist."

DIE AUTORIN

Christiane Kühl *lebt seit Anfang 2000 mit ihrer Familie in China – davon die längste Zeit in Peking, unterbrochen von drei Jahren in der Hafenmetropole Shanghai. Ihre Schwerpunkte sind Wirtschaft, Umwelt sowie das Erkunden dieses Riesenlandes voller Gegensätze, das sie 1992 mit dem Rucksack zum ersten Mal bereist hat.*

DIGITAL SOZIAL

In Chinas Städten *sitzen nicht selten junge Leute um einen Tisch im Restaurant, allesamt über ihre Smartphones gebeugt. Es wird mobil gechattet, eingekauft, ein Laden gesucht. Gebrauchtwagen werden verglichen, der Aktienkurs gecheckt. Soziale Medien spielen im Alltag eine weit größere Rolle als in Europa. Internetdienste sind zudem eine wichtige Quelle kundenorientierter Innovation.*

Die Firma Alibaba wurde groß mit Online-Kaufhäusern, die in China weit mehr genutzt werden als im Westen. Dazu führte die Firma das Bezahlsystem Alipay ein, das inzwischen auch für andere Online-Dienste funktioniert. Tencents WeChat vereint als Smartphone-App die Funktionen von Facebook und WhatsApp und bietet ebenfalls die Möglichkeit zum Shoppen in Online-Geschäften, bezahlbar via WeChat Wallet. Tencent setzt nicht auf Werbung, sondern verdient vor allem durch diese Dienste sowie den Verkauf virtueller Gimmicks an Online-Gamer.

„Mobile Bezahlung überspringt Debit- und Kreditkarten", schreiben Jan Borgonjon, David Sinclair und Simon Zhang von der Beratungsfirma InterChina in Shanghai. Kürzlich wurden Alipay und WeChat Wallet gar mit Plattformen für den Aktienmarkt verlinkt, sodass User schon beim Aufstehen schnell die Kurse checken können. Für ausländische Firmen, die Chinas Konsumgütermarkt erschließen wollen, sind soziale Medien daher ein Muss. „Die Geschmäcker verändern sich in China rasend schnell – für neue Trendprodukte entsteht wegen der Größe des Landes dann sofort Bedarf an hohen Stückzahlen", sagt Thomas Heck, Partner und Leiter der China Business Group von PwC Deutschland mit Sitz in Shanghai. Um auf solche Trends schnell reagieren zu können, müssten Unternehmen sich bei den sozialen Medien auskennen und diese beobachten: „Marketing und Verkauf laufen in China viel stärker über soziale Medien, die auch wichtige Kanäle für neue Trends sind."

FAKTEN ÜBER CHINA

- *Offizieller Eigenname: Zhonghua Renmin Gong-heguo*
- *Fläche: 9.572.900 km²*
- *Bevölkerung: 1,37 Mrd. Einwohner (2014)*
- *Religionen: mehrheitlich konfessionslos. Traditionelle Religionen und Lebensphilosophien: Buddhismus, Taoismus und Konfuzianismus*
- *Landwirtschaftliche Produkte: Baumwolle, Jute, Kartoffeln, Mais, Reis, Sojabohnen, Süßkartoffeln, Tabak, Weizen, Zuckerrohr*
- *Rohstoffe: Antimon, Bauxit, Blei, Diamanten, Eisenerz, Erdgas, Gold, Graphit, Kohle, Mangan, Molybdän, Phosphatgestein, Quecksilber, Rohöl, Wolfram, Zink, Zinn*
- *Anteile am Bruttoinlandsprodukt: Landwirtschaft 9 %, Industrie 43 %, Dienstleistungen 48 %*
- *Arbeitslosenquote: 3,4 % (2013)*
- *Lebenserwartung: Männer 74 Jahre, Frauen 77 Jahre*
- *Schulpflicht: 9 Jahre*
- *Zugang zu sauberem Trinkwasser: 98 % der städtischen, 85 % der ländlichen Bevölkerung*
- *Tourismus: 55,7 Mio. Besucher (dazu Hongkong: 25,7 Mio. Besucher)*

Die Tausende Kilometer lange Chinesische Mauer ist das Wahrzeichen des Landes

LKW

Ob unter Tage oder am Strand, als Schwerlastzug oder als mobile Servicestation – dank seiner innovativen Einsatzmöglichkeiten ist der Lkw viel mehr als nur Packesel. Ein Streifzug durch fünf Kontinente.

Redaktion Torben Schröder

INNOVATION – LAGERTECHNOLOGIE

In den riesigen Rädern von Muldenkippern, *die in Europa und überall auf der Welt im Bergbau eingesetzt werden, finden sich viele innovative Lagerlösungen von Schaeffler. Dazu gehören nicht nur extrem langlebige Radlager für Vorder- und Hinterrad, sondern auch komplette Lagerlösungen für die in die Hinterräder integrierten Motoren und Planetengetriebe (Foto oben rechts). So sind zum Beispiel die Hauptlagerungen für das Hinterrad mit jeweils zwei bis zu einem Meter großen Kegelrollenlagern in O-Anordnung ausgeführt. Es entsteht eine kompakte Konstruktion mit hoher Tragfähigkeit und Steifigkeit, die durch eine sehr lange Gebrauchsdauer überzeugt. Für Elektromotoren setzt Schaeffler stromisolierte Rillenkugellager und Zylinderrollenlager ein, um Stromdurchgangsschäden zu vermeiden. Diese Lager haben lange Nachschmierintervalle und sind geeignet für große Temperaturdifferenzen. In den Planetengetrieben der Muldenkipper sind hauptsächlich Pendelrollenlager und Zylinderrollenlager verbaut. Diese sind hoch tragfähig – und das auf kleinstem Bauraum. Zudem zeichnen sie sich durch enge Toleranzen aus, was zusammen mit der speziell ausgewählten Lagerluft eine gleichmäßige Lastverteilung ermöglicht. Dank extra auf die Anwendung ausgelegter Käfige können die hohen Fliehkräfte sicher aufgenommen werden.*

ELTREISE

GLÜCK AUF!

Die Eisentür rastet ein, der Aufzug braust 500 Meter hinab. Unten ist die Welt eine andere: Neonlicht erhellt den Vorraum, ein Labyrinth aus Stollen und Tunneln führt durch das Bergwerk. Es ist 25 Grad warm, und Salzgeruch liegt in der Luft. „Durch die Trockenheit greift das Salz nichts an", sagt Volker Grzeschuchna. „Brächte man aber zum Beispiel den Jeep, mit dem wir uns hier unten bewegen, nach oben, würde er nach zwei Tagen verrostet sein."

Volker Grzeschuchna leitet die M+E-Technik der European Salt Company in Bernburg an der Saale. Neben der Elektrik liegt auch der Fuhrpark in seiner Verantwortung. „Die neuen Fahrzeuge hier herunterzubekommen ist ein echtes Abenteuer", sagt er. Eine Woche lang nahmen drei Monteure einen MAN-Lkw auseinander. Grzeschuchna: „Die größten Herausforderungen waren die Fahrerkabine, der Aufbau und vor allem das Dreiachs-Chassis. Erst beim dritten Versuch klappte es." Unten wurde das Fahrzeug zwei Wochen lang wieder zusammengebaut, dann war es bereit für den ersten Einsatz.

FLYING DOCTORS

Trucks, bei denen fünf Bremszylinder fehlen und der einzig verbliebene auch noch kaputt ist – Jost Forchner und sein Team haben in Afrika schon vieles gesehen. Die extremen Bedingungen schinden Mensch und Material gleichermaßen. Passende Ersatzteile? Mangelware. Für die Trucker heißt das: improvisieren. Genau hier kommen Forchner und seine Mannschaft vom Mercedes-Benz-Service-Camp ins Spiel. „Unsere zwölfköpfige Truppe ist immer auf Achse. Wir machen überall dort halt, wo man unsere Expertise benötigt und wo die nächste qualifizierte Werkstatt eine halbe Tagesreise oder weiter entfernt wäre", erklärt er.

Der Kundendienstberater aus Stuttgart reist jedes Jahr über mehrere Wochen von Stadt zu Stadt und von Kunde zu Kunde – durch ganz Zentral- und Ostafrika. Mit ihm unterwegs: die Kollegen vom kenianischen Mercedes-Benz-Vertriebs- und Service-Partner DT Dobie. Auf dem Gelände von Firmen mit großen Truck-Flotten prüfen die Experten den technischen Zustand der Lkw, bilden Fahrer und Mechaniker vor Ort aus und gehen bei dringenden Instandsetzungen zur Hand. Und für die Trucker auf Tour schlägt das Service-Camp-Team seine Zelte auch schon mal direkt an besonders viel befahrenen Verkehrsadern auf. Von Hitze, Staub, Schlaglöchern und Verschleiß geschundene Fahrzeuge wieder flott machen und vor allem sicher auf die Straße bekommen – das ist für Forchner und sein Team Herausforderung und Leidenschaft zugleich.

INNOVATION – KOSTEN

Der Kontinent ist groß, die Infrastruktur schlecht, das Geld knapp. *Transportnot in Afrika macht erfinderisch. Behelfsmittel Nummer eins: Import von Lkw aus Europa. Es geht auch mit eigener Schaffenskraft, wie die südafrikanische Firma SAMIL beweist: Trucks von Magirus-Deutz werden für Armeezwecke umgebaut. Noch mehr Innovationsgeist zeigt die britische Firma Global Vehicle Trust, die speziell für den afrikanischen Markt einen nur rund 10.000 Euro teuren Lkw-Selbstbausatz anbietet (kleines Foto).*

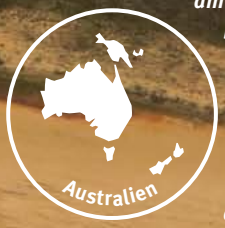
INNOVATION – EFFIZIENZ

Riesige Fläche, vergleichsweise wenige Städte, *die mehrere Tagesreisen auseinanderliegen – und trotzdem muss irgendwie der Güterverkehr in Australien zu möglichst geringen Kosten gewährleistet werden. Die Idee: Warum mit vielen Lkw Fracht transportieren, wenn es auch mit einem einzigen geht?*

Die Lösung nennt sich Road Train. Bei diesem „Straßenzug" schleppt ein Motorwagen mehrere Anhänger und/oder Sattelauflieger. Das Ganze ist nicht nur wirtschaftlich günstiger, sondern auch umweltschonender, da nur eine Zugmaschine weniger CO_2 ausstößt als die üblicherweise genutzte Anzahl. Der längste Road Train, bestehend aus einer Zugmaschine und 112 Anhängern, brachte es auf eine Gesamtlänge von 1.474,30 Metern. Auch in Europa werden Überlänge-Lkw getestet. Die sogenannten Gigaliner sind rund 25 Meter lang, 60 Tonnen schwer und sparen bis zu 25 Prozent Kraftstoff.

DER **SANDMANN**

Das Vehikel, das Ranger Peter Meyer über die australische Insel Fraser Island lenkt, ist weit entfernt von einem Serienmodell. Die Fahrerkabine eines Lkw, einen Busaufbau auf dem Rücken – perfekte Voraussetzungen für den besonderen Einsatzzweck. Einen ganz schön sandigen. „Hier am Strand muss man ständig bei hoher Drehzahl fahren, nahe am roten Bereich“, erklärt Meyer. „Der Sand setzt sich in alle Ritzen. Salzwasser und salzhaltige Luft zerstören auf Dauer jede Maschine.“



Der 44-jährige Australier mit deutschen Wurzeln bietet Besuchern Sightseeing an. 28 Touristen können in seinem 280 PS starken Eigenbau Platz nehmen und eine Erkundungsfahrt über die Insel genießen. Stecken geblieben ist er noch nie. „Der richtige Reifendruck ist entscheidend. Ich fahre mit 2,75 bar, um die Auflagefläche der Reifen zu vergrößern. So schwimmt man praktisch über den Sand, auch dank des Allradantriebs. Auf Teerstraßen sind zwischen 7,6 und 7,9 bar üblich.“ Neuankömmlingen, die meinen, es besser zu wissen, steht Meyer schon mal als Retter zur Seite: „Die reisen mit ihren teuren Autos an, denken, dass sie damit überall fahren können, und graben sich am Ende im Sand ein. Ich ziehe sie dann wieder heraus.“

SCHWERSTARBEIT
IN DER WÜSTE

Tatort Saudi-Arabien. Die Mission: einen Reaktor von der Samsung-Fabrik an der Küste in Dammam bis zu einer Petrochemie-Fabrik in den Südosten des Landes nach Shaybah schleppen. Die Probleme: Das Ungetüm wiegt mehr als eine Million Kilogramm, die zurückzulegende Strecke beträgt 1.080 Kilometer, es herrschen bis zu 50 Grad Celsius, es lauern bis zu acht Prozent Steigung, teilweise sind die Straßen gerade einmal sieben Meter breit.

Die Bewältigung: zehn Lkw, zwei Tieflader mit insgesamt 64 Achsen, 18 Spezialisten des auf Schwertransporte spezialisierten Unternehmens Mammoet, vier Begleitfahrzeuge, eine Versorgungsstation und eine mobile Werkstatt. Bei Steigungen ziehen den Reaktor sechs Lkw vorn und vier schieben hinten, bei Gefälle wird getauscht: vier vorn, sechs hinten. Der Aufbau des Reaktors am Zielort dauert gerade einmal einen halben Tag. Mission completed? Weit gefehlt. Ein zweiter Reaktor und viele andere Teile, die ebenfalls 1.000 Kilometer zurücklegen müssen, warten schon am Startort.

INNOVATION – ALTERNATIVE ANTRIEBE

Um ihren Beitrag zur Verbesserung des Weltklimas zu leisten, *ist die Automobilindustrie nicht erst seit gestern mit der Entwicklung alternativer Antriebe beschäftigt. Elektro-Pkw sind etabliert, Busse fahren teilweise mit Wasserstoffbrennzellen. Der Lkw-Sektor, vor allen Dingen der Langstreckenverkehr, steckt aber noch in der Findungsphase. Aber auch hier gibt es schon Fortschritte zu vermelden. Insbesondere für den asiatischen Markt interessant, tummeln sich in den Top Ten der Großstädte mit der weltweit schlechtesten Luft zahlreiche Metropolen aus Nah- und Fernost. MAN stellte jüngst den Prototypen einer Zugmaschine mit Hybridantrieb vor. Laut Berechnungen könnte die Kombination aus Diesel- (440 PS) und Elektromotor (177 PS) zu einer CO_2-Reduktion von acht Prozent führen. Konkreter ist dagegen die Markteinführung einer Zugmaschine mit Erdgasantrieb (CNG): Bereits in diesem Jahr soll das MAN-Modell „TGM“ mit einem Sechszylindermotor zu haben sein. Erdgas ist auch laut einer Studie des Verbands der Automobilindustrie im Bereich schwerer Nutzfahrzeuge der Antrieb der nahen Zukunft.*

INNOVATION – AUTONOMES FAHREN

Es ist schon unheimlich: *Ein Freightliner Cascadia gleitet über den Highway 15 im US-Bundesstaat Nevada – und niemand hat die Hände am Steuer. Der Koloss mit 14,8 Litern Hubraum und 505 PS hält die Spur ganz von allein. Garant für dieses unwirkliche Schauspiel ist das sogenannte Highway Pilot System, bestehend aus einem Frontradar, einer Stereokamera sowie bewährten Assistenzsystemen wie einem Abstands-Regeltempomat. Als erster Hersteller erhielt Daimler Trucks im Frühling 2015 die Straßenzulassung für einen autonom fahrenden schweren Lkw. Ein großer Schritt dieser innovativen Technologie auf dem Weg zur Serienreife. Neben der Sicherheit und der Effizienz wird laut Studien auch die Leistungsfähigkeit der Trucker erhöht, respektive die Müdigkeit verringert. Erkenntnisse, die in den USA sehr wertvoll sind, da Lkw das wichtigste Transportmittel darstellen.*

ALASKA-ROMANTIK

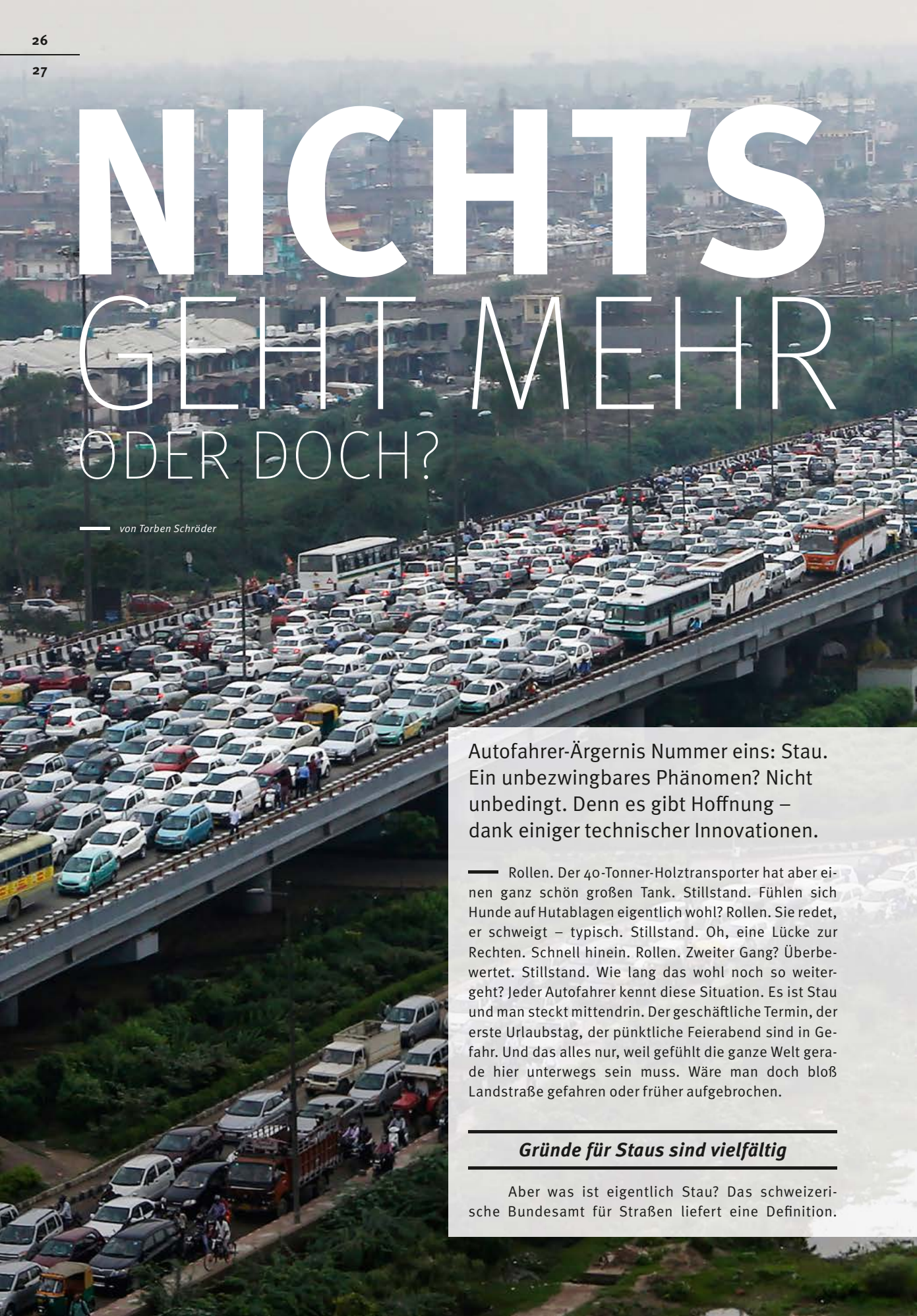
„Die Polarlichter am Himmel ziehen eine dermaßen spektakuläre Show ab, dass es mich jedes Mal wieder umhaut“, sagt John Schenk. Der 58-jährige Lkw-Fahrer legt mit seinem Truck regelmäßig die Strecke von Fairbanks in Zentralalaska bis zu den Ölfeldern an der Beaufortsee, zur sogenannten Prudhoe Bay, zurück. Zwölf Stunden durch menschenleere Landschaften, bei bis zu minus 50 Grad Celsius. Klingt ernüchternd, ist es für Schenk aber nicht.

Nach zwei Stunden auf dem Elliott Highway biegt der Mann mit Sonnenbrille im Haar auf den Dalton Highway ab. Zweimal pro Woche steht die 670 Kilometer lange Strecke auf seiner Agenda. „Aber keine Tour ist wie die andere“, versichert Schenk, der nach 35 Jahren als Lkw-Fahrer rund fünf Millionen Dienstkilometer auf dem Buckel hat. Der Highway führt im Auf und Ab über sanfte Hügel. Eine so silbern wie Schenks Rauschebart glänzende Ölpipeline neben der Straße mutet wie in einem Science-Fiction-Film an. Auch Schenks Fracht ist für die Ölförderung bestimmt: ein Dutzend sogenannte Rig Mats, stabile Plattformen, die den Ölbohrtürmen als Unterlage dienen. Für den 565 PS starken Truck überhaupt kein Problem.

Eine Elchkuh samt Kalb am Straßenrand, völlig unbeeindruckt vom Riesentruck, Funkgespräche mit entgegenkommenden Kollegen, Fotostopp am Polarkreis – man kann ahnen, warum Trucker wie John Schenk ihren Job lieben. Natur und Abenteuer pur.

NICHTS GEHT MEHR ODER DOCH?

von Torben Schröder

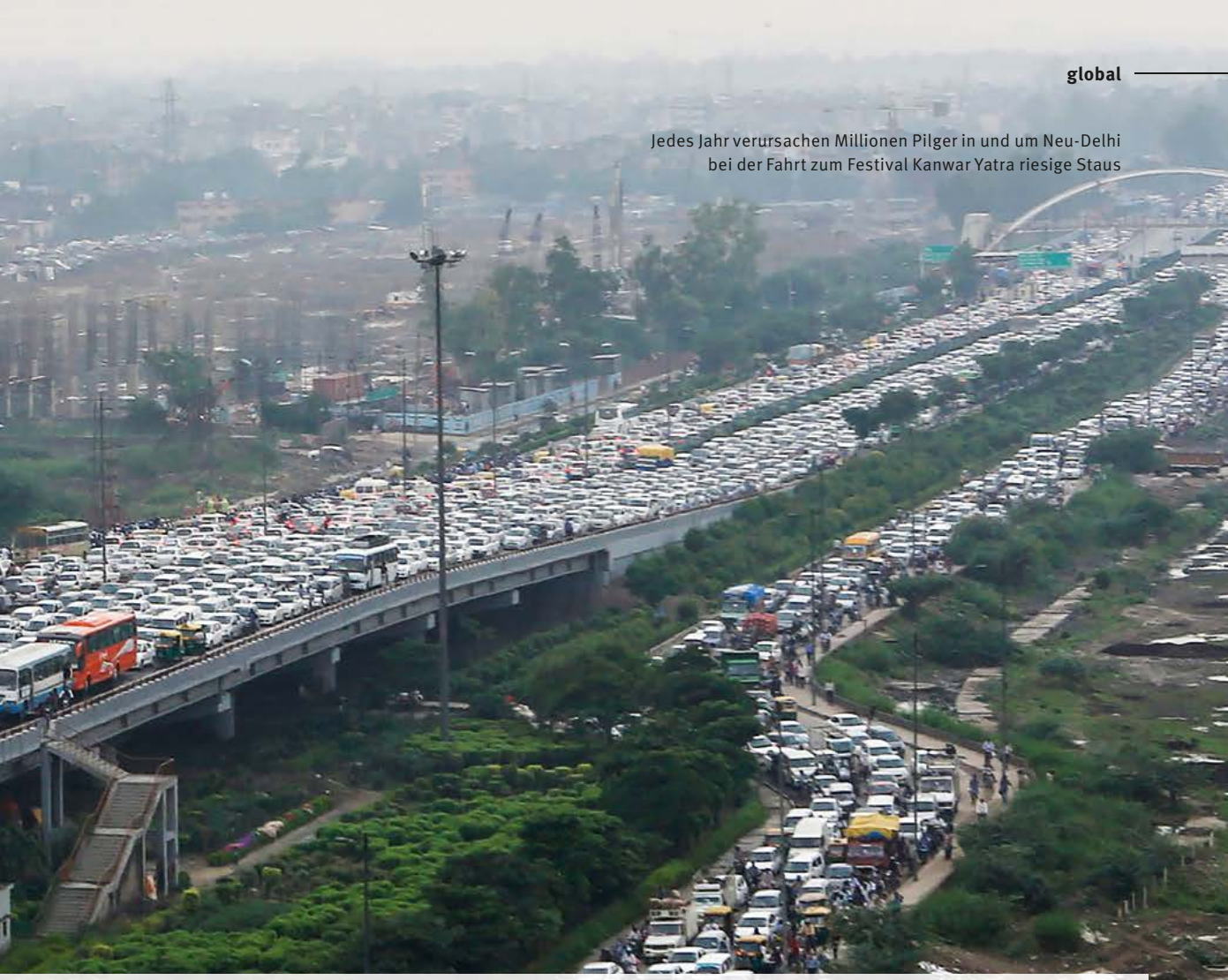


Autofahrer-Ärgernis Nummer eins: Stau. Ein unbezwingbares Phänomen? Nicht unbedingt. Denn es gibt Hoffnung – dank einiger technischer Innovationen.

Rollen. Der 40-Tonner-Holztransporter hat aber einen ganz schön großen Tank. Stillstand. Fühlen sich Hunde auf Hutablagen eigentlich wohl? Rollen. Sie redet, er schweigt – typisch. Stillstand. Oh, eine Lücke zur Rechten. Schnell hinein. Rollen. Zweiter Gang? Überbewertet. Stillstand. Wie lang das wohl noch so weitergeht? Jeder Autofahrer kennt diese Situation. Es ist Stau und man steckt mittendrin. Der geschäftliche Termin, der erste Urlaubstag, der pünktliche Feierabend sind in Gefahr. Und das alles nur, weil gefühlt die ganze Welt gerade hier unterwegs sein muss. Wäre man doch bloß Landstraße gefahren oder früher aufgebrochen.

Gründe für Staus sind vielfältig

Aber was ist eigentlich Stau? Das schweizerische Bundesamt für Straßen liefert eine Definition.



Jedes Jahr verursachen Millionen Pilger in und um Neu-Delhi bei der Fahrt zum Festival Kanwar Yatra riesige Staus

Dort heißt es: „… wenn auf Hochleistungsstraßen oder Hauptstraßen außerorts die stark reduzierte Fahrzeuggeschwindigkeit während mindestens einer Minute unter 10 km/h liegt und es häufig zum Stillstand kommt.“ Innerorts müsse bei Knoten oder Engpässen auf Hauptstraßen eine Verlustzeit von insgesamt mehr als fünf Minuten vorliegen.

Für die Entstehung von Staus sind zwei Ursachen auszumachen: ein geringerer Durchsatz und/oder ein höheres Verkehrsaufkommen. Die Gründe für beides sind divers und jedem Autofahrer bestens bekannt. Baustellen, Unfälle, Gaffertum, Wetterumschwünge, Totalsperrung und ineffektives Verhalten der Verkehrsteilnehmer führen zu einem verringerten Durchsatz. Das bedeutet, dass bei gleichbleibendem Verkehrsaufkommen ein imaginärer Messpunkt von weniger Autos passiert wird. Der typische Durchsatz auf einer Straße liegt bei 1.500 bis 2.500 Fahrzeugen pro Stunde und Spur. In einer Baustelle ist er natürlich deutlich geringer. Erhöhtes Verkehrsaufkommen entsteht durch Berufsverkehr, Ferienbeginn und -ende, Großveranstaltungen und samstäglichen „Bettenwechsel“ in Urlaubsgebieten. Diese Überlastung des Straßennetzes kommt zustande, wenn die Nachfrage nach dem Raum größer ist als das Raumangebot. Und das ist Ursache für rund 50 Prozent aller Staus.

Stau als Volksproblem

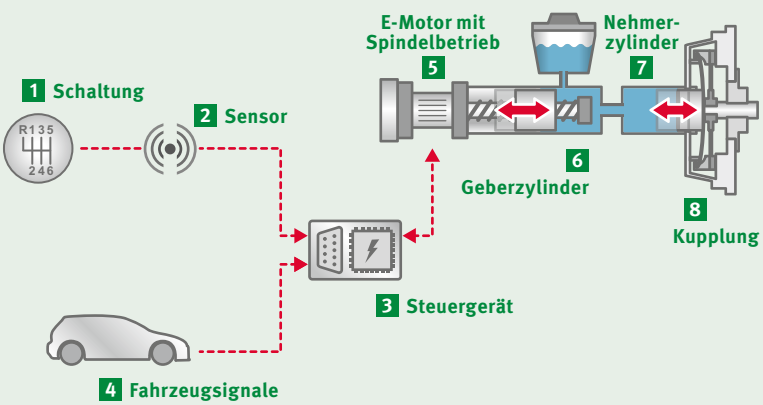
Ein großes Ärgernis. Aber Stau ist noch viel mehr als das. Der Volkswirtschaft entsteht ein Schaden in Milliardenhöhe. In Deutschland zum Beispiel fahren laut Hochrechnungen zwei Drittel der Arbeitnehmer mit dem Privat-Pkw zur Arbeit. Eine Studie des englischen Forschungsinstituts Centre for Economics and Business Research besagt, dass jeder Deutsche im Schnitt jährlich etwa 38 Stunden im Stau verbringt. Die damit verbundenen direkten Kosten wie erhöhtes Spritaufkommen und die indirekten Kosten wie Arbeitszeitverlust belaufen sich in den 22 größten deutschen Städten auf 7,5 Milliarden Euro pro Jahr. Das sind 509 Euro pro Haushalt. Für die USA lesen sich die Zahlen der Studie noch dramatischer: Von 124 Milliarden Dollar (rund 115 Milliarden Euro) im Jahr 2013 sollen sich die Stau-Zusatzkosten bis zum Jahr 2030 auf 186 Milliarden Dollar (rund 172 Milliarden Euro) erhöhen.

STAU-HILFE **MADE BY SCHAEFFLER**

Staus kosten Nerven und belasten die Umwelt. Allein auf deutschen Straßen verpuffen dadurch jährlich zwölf Milliarden Liter Benzin und Diesel. Schaeffler leistet mit innovativen Bauteilen wie zum Beispiel der E-Clutch einen Beitrag, um diese Belastung einzudämmen und gleichzeitig den Komfort zu erhöhen.

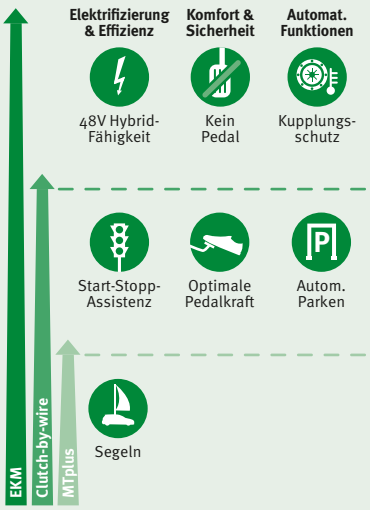
Schaeffler automatisiert die mechanisch oder hydraulisch betätigte Kupplung. Damit können kraftstoffsenkende Fahrstrategien auch bei Fahrzeugen mit manuellem Schaltgetriebe und nicht nur wie bisher bei Automatikgetrieben eingesetzt werden. Die E-Clutch beinhaltet drei Konzepte, nach dem Grad der Automatisierung abgestuft. Die kostengünstigste Variante „MTplus“ ermöglicht das „Segeln“, bei dem der Motor vom Getriebe getrennt und entweder ganz abgeschaltet oder im Leerlauf betrieben wird. In der Ausbaustufe „Clutch-by-wire“ wird zwar noch per Pedal gekuppelt, jedoch besteht zwischen Pedal und Kupplung keine mechanische Verbindung. Den Kuppelvorgang stößt ein intelligenter Aktuator an. Noch einen Schritt weiter geht das „Elektronische Kupplungsmanagement“ (EKM), bei dem komplett auf ein Pedal verzichtet wird. Das Signal zum Auskuppeln liefert ein Sensor in dem Moment, in dem der Fahrer zum Schalten ansetzt. Ebenso erfolgt das Einkuppeln automatisch, wenn der Gang eingelegt ist. Der noch höhere Automatisierungsgrad von EKM bietet gute Voraussetzungen, um einen Elektromotor in den Antriebsstrang zu integrieren, der die Hauptarbeit bei Fahrvorgängen übernimmt, bei denen der Verbrennungsmotor unwirtschaftlich arbeitet. Die E-Clutch eröffnet also nicht nur neue Perspektiven für das Handschaltgetriebe, sondern kann den hybridisierten Antrieben den Weg in neue Märkte und Segmente bereiten.

SO FUNKTIONIERT EKM



Wird die Schaltung **(1)** betätigt, erfasst ein Sensor **(2)** das Signal zum Aus- und Einkuppeln. Im Steuergerät **(3)** wird die Schaltabsicht des Fahrers mit weiteren Daten wie Fahrzeugsignalen **(4)** ausgewertet. Hieraus wird das Kupplungssollmoment ermittelt, durch den E-Motor **(5)** mit Spindelbetrieb eingestellt und durch dessen Bewegung über Geber- und Nehmerzylinder **(6/7)** auf die Kupplung **(8)** übertragen

ELEKTRISCHE KUPPLUNGSSYSTEME IM VERGLEICH



Ein globales Problem, mit dem sich Wissenschaftler, Politiker und Psychologen beschäftigen. Aber ist der Mensch überhaupt in der Lage, Stau zu vermeiden?

HIER GEHT ES ZUM FILM

Verkehrsexperiment *aus Japan. Hätten Sie es besser gemacht?*

Schaut man sich den Film über ein Verkehrsexperiment der Universität Nagoya an, muss man glauben: nein. Eine bestimmte Anzahl von Autofahrern reiht sich gleichmäßig verteilt auf einer kreisrunden Strecke von 230 Metern auf. Es ist taghell, keine Hindernisse in Sicht, gutes Wetter. Die Probanden sind angehalten, mit gleichem Abstand zum vorausfahrenden Auto und mit einer Geschwindigkeit von 30 km/h zu fahren. Klingt einfach – ist es aber ganz offensichtlich nicht. Nach anfänglich flüssigem Verkehr gerät das eine oder andere Auto ins

Stocken. Die folgenden Fahrzeuge müssen bremsen, Stau entsteht aus dem Nichts. Der sogenannte Phantomstau dürfte jedem Autofahrer auch aus der angewandten Praxis bekannt sein. Man rollt auf der Autobahn minutenlang dahin, fragt sich, warum es denn nicht schneller vorangeht – und auf einmal löst sich der Stau auf. Keine Baustelle, kein Unfall, einfach nichts. Grund ist, ähnlich wie im japanischen Versuchsaufbau, zumeist das Nichteinhalten des Sicherheitsabstandes zum Vordermann. Bremst dieser, bremst man selbst umso stärker, der Hintermann noch stärker und die Welle nimmt ihren Lauf. Hunderte Meter weiter hinten kommt dann das erste Fahrzeug zum Stillstand.

Mensch und Technik können helfen

Ob Experiment oder Alltag – manchmal sei Stau einfach unvermeidbar, sagt Prof. Dr.-Ing. Jürgen Krimmling, Direktor des Instituts für Verkehrstelematik an der Technischen Universität Dresden. „Wenn gebaut werden muss, wird eben gebaut. Bei Spurverengungen haben die Autofahrer keine Chance“, so Krimmling. Allerdings könne jede Stadt, auch durch Mithilfe ihrer Bewohner, dazu beitragen, dass möglichst selten Staus entstehen. Krimmling: „Zum einen durch räumliche Entzerrung. Das bedeutet, dass den Autofahrern angezeigt wird, wo sie am schnellsten vorankommen. Es soll möglichst das komplette Straßennetz einer Stadt genutzt werden. Das zweite ist zeitliche Entzerrung. Wer die Möglichkeit hat, sollte nicht zu üblichen Spitzenzeiten am Verkehr teilnehmen. Und eine dritte Möglichkeit ist, die Menschen auf die verschiedenen Transportmittel zu verteilen, also Autofahrer zum Umsteigen auf das Fahrrad oder den Öffentlichen Personennahverkehr zu bewegen.“ Und – wer hätt’s gedacht – manchmal ist Stau sogar gewollt. „Um zum Beispiel den innerstädtischen Verkehr zu entlasten, lässt man die Fahrzeuge lieber irgendwo außerhalb warten“, erklärt Krimmling.

Wie in vielen Lebenslagen ist uns das Tierreich auch in Sachen Stauprävention voraus. Auf Ameisenstraßen zum Beispiel fließt der „Verkehr“ bestens. Forscher kennen den Grund: Die fleißigen Insekten sind weniger egoistisch als Menschen. Autofahrer denken nur an sich selbst, erkennen nicht, dass ihre Handlungen immer einen Einfluss auf viele andere Artgenossen haben: rasen, drängeln, Spurwechsel. Alles störende Faktoren, die potenziell Stau hervorrufen. Bei den Ameisen ist das Gedränge sogar noch dichter. Und das ist kein Nachteil, sondern ein Vorteil. Sie kommunizieren miteinander über chemische Signale. Es geht nicht darum, dass das Individuum möglichst schnell vorankommt, sondern das Volk steht im Mittelpunkt.

Kommunikation der Teilnehmer im Straßenverkehr. Ja, das kennt jeder in Form eines Stinkefingers oder eines Fluchs durch die geöffnete Seitenscheibe. Kommunikation, um die Effizienz zu erhöhen, das Miteinander zu stärken – das fällt dem Menschen schwer. Deshalb lässt er sich helfen. Von der Technik. Staufunk und Navigationssysteme warnen vor Stau und Unfällen, sogenannte Verkehrsbeeinflussungsanlagen geben bei drohender Überlastung von Straßen die Geschwindigkeit vor. „Wenn dort ‚80 km/h‘ aufleuchtet, dann sollen die Autofahrer nicht geärgert werden, vielmehr ist das der Versuch, einen optimalen Durchfluss zu gewährleisten“, sagt Jürgen Krimmling. „Wenn sich alle daran halten, haben auch alle etwas davon: Sie kommen schneller voran, auch wenn sie vermeintlich langsam fahren.“

Ampeln ausgefallen – na und? Im chinesischen Xi’an bahnt man sich trotzdem seinen Weg

Noch mehr technische Unterstützung bietet das voll automatisierte Fahren, bei dem der Mensch die Funktion eines Passagiers übernimmt und das Kraftfahrzeug den Part des „Denkens“. In puncto Stauvermeidung für Jürgen Krimmling ein absoluter Gewinn: „Durch das automatische Vorgeben eines bestimmten Abstandes wird es zu weniger Staus und generell einem flüssigeren Verkehr kommen.“ Einer dieser Ansätze nennt sich „Car2X-Kommunikation“. Fahrzeuge sind mit Ampeln und weiteren Verkehrssignalen vernetzt. Sobald der Verkehr dichter wird und ein Stau zu entstehen droht, wird diese Gefahr an betroffene Fahrzeuge weitergegeben und diese können entsprechend ausweichen oder die Route anpassen. „Man bringt den Autos ein Schwarmverhalten wie bei den Ameisen bei, durch das alle synchron agieren“, sagt Prof. Dr. Michael Schreckenberg, Inhaber des Lehrstuhls „Physik von Transport und Verkehr“ an der Universität Duisburg-Essen. „So würden Fahrzeuge auf der Autobahn zum Beispiel gleichzeitig und gleich stark abbremsen beziehungsweise anfahren“. Das Prinzip funktioniert bereits in der Theorie und soll laut Schreckenberg in fünf bis zehn Jahren erste Erfolge in der Praxis verzeichnen.

Und wenn man dann doch mal drinsteckt – im Stau? Was tun? Prof. Krimmling: „Bei einer Vollsperrung empfehle ich, sich mit einem guten Buch zu beruhigen. Wenn Sie einem Stau über die Landstraße ausweichen wollen, dann biegen sie nicht in Staurichtung links ab, da ist es meistens nämlich auch voll, sondern entgegengesetzt. Auch dort gibt es Ausweichrouten, die zum Ziel führen. Ein Blick auf die gute alte Landkarte ist da durchaus hilfreich.“ Aber auch in diesem Fall könnte die Technik bald Abhilfe leisten: Gemeinsam mit dem niederländischen Hersteller für Navigationsgeräte Tomtom arbeitet die Uni Duisburg-Essen an einer Lösung, bei der den Autofahrern unterschiedliche individuelle Umleitungen angezeigt werden, um die Lage zu entzerren.

Eine komplett neue Generation von Verkehrsnavigation entwickelt „HERE“. Der Online-Kartendienst, im Sommer 2015 von Nokia an die deutschen Automobilhersteller Audi, BMW und Daimler verkauft, kombiniert hochauflösende Karten mit ortsbezogenen Echtzeit-Informationen und soll den Kunden dank der Erhebung von Milliarden von Einzelinformationen ein sekundengenaues, reales Abbild des Verkehrs bieten. Damit wäre ein „Um-die-Ecke-Schauen“ möglich, um frühzeitig Gefahrensituationen oder einen Stau zu erkennen.

Willkommen in der Zukunft.

Die US-Metropole Los Angeles gilt laut vieler Studien als eine der stauintensivsten Städte der Welt

DIE **ZEHN QUÄLENDSTEN STAUS** DER VERKEHRSGESCHICHTE*

USA AUGUST 1969

Eine halbe Million Besucher *verlassen das Woodstock-Festival bei Bethel und legen drei Tage den New York Thruway lahm*

JAPAN AUGUST 1990

Ende der Sommerferien *und Flucht vor einem nahenden Taifun. Fiese Kombination für die Autofahrer auf der Fernstraße zwischen Hyogo und Shiga. Das Resultat: 120 Kilometer Stau*

BRASILIEN JUNI 2009

Dass in der Stau-Stadt Nummer eins *auch der Stau-Rekord erzielt wurde, ist kein Wunder. Knapp 300 Kilometer Länge in São Paulo am 10. Juni wegen schlechten Wetters und eines bevorstehenden Feiertages*

FRANKREICH FEBRUAR 1980

160 Kilometer Stillstand *zwischen Lyon und Paris. Grund für diesen inoffiziellen Stau-Europarekord: Winterferien-Rückreiseverkehr, gepaart mit schlechtem Wetter*

USA SEPTEMBER 2001

Nach den Terroranschlägen vom 11. September *wird New York City hermetisch abgeriegelt. Brücken und Tunnel dürfen nur noch von Einsatzfahrzeugen passiert werden. Sogar der Luftverkehr wird eingestellt*

CHINA AUGUST 2010

Zwölf Tage *ist eine Fernstraße zwischen Tibet und Peking auf einer Strecke von 90 Kilometern blockiert. Unter anderem durch schwere Sattelschlepper, die Material in die chinesische Hauptstadt liefern … für Straßenbauarbeiten*

DEUTSCH-DEUTSCHE GRENZE APRIL 1990

Erstes Osterfest nach dem Mauerfall. *Nach Schätzungen der Polizei rollen mehrere Millionen Autos Richtung Westen. Üblich sind sonst lediglich 500.000 Fahrzeuge*

USA SEPTEMBER 2005

Zehntausende Amerikaner *flüchten in Texas vor dem Hurrikan Rita und verstopfen den Interstate-Highway 45 für 48 Stunden auf einer Länge von 150 Kilometern*

USA FEBRUAR 2011

Wegen eines kolossalen Schneesturms *geht im Straßennetz in und um Chicago nichts mehr*

RUSSLAND NOVEMBER 2012

Drei Tage lang *müssen die Verkehrsteilnehmer auf der Autobahn zwischen St. Petersburg und Moskau wegen eines Schneesturms in Zelten am Straßenrand übernachten*

* Quelle: Forbes-Magazin (chronologisch sortiert)

BRACHIAL, GEWIEFT, INNOVATIV

Rund 5.000 Jahre vor Christus nutzten Bauern hölzerne Hakenpflüge, um Ackerland zu kultivieren. Heute steuern Hightech-Landmaschinen über die Felder.

von Marco Kraft und Roland Zumsande

DER BESTSELLER

In Westeuropa ist nahezu jeder dritte Traktor ab 200 PS ein Fendt Vario. *Ein Grund für die Beliebtheit des bis zu 517 PS starken Modells ist seine Zuverlässigkeit. Daran hat auch Schaeffler seinen Anteil. Der Zulieferer und der Landmaschinenhersteller pflegen eine langjährige Entwicklungspartnerschaft. Über den gesamten Antriebsstrang verteilt kommen in den Fendt-Traktoren Wälzlager aus dem Schaeffler-Portfolio zum Einsatz – vom stufenlosen Getriebe über das Differenzial und die Front- und Heckzapfenwellen bis hin zur Hinterachse. Bei der 900er-Vario-Serie wechselte Fendt vor einigen Jahren bei der Hinterachse auf X-Life-Lager von Schaeffler. Die qualitativ extrem hochwertigen Lager bieten eine nochmals längere Lebensdauer, höhere Belastbarkeit und eine bessere Bauraumnutzung. Durch die Verwendung von X-Life-Lagern an bestimmten Stellen im Antriebsstrang kann Fendt bei gleicher Konstruktion höhere Lasten zulassen – dadurch vergrößert sich der Einsatzbereich der Maschinen.*

DER REVOLUTIONÄRSTE

Der Module Express 635 von Case IH hat die Baumwollernte revolutioniert. *Mit der Pflückmaschine wurde es weltweit erstmals möglich, bereits während der Fahrt die geerntete Wolle in mehrere Kubikmeter große Blöcke zu pressen und die Erstverpackung damit gleich mit zu erledigen. Heute bieten die meisten Hersteller ähnliche Verfahren an. Der Arbeitsaufwand für die weiterverarbeitenden Produzenten wird dadurch bedeutend reduziert. Die Erntemaschine des US-Landmaschinenherstellers wird von einem über 400 PS starken Reihensechszylinder mit 8,7 Liter Hubraum angetrieben. Bahn um Bahn saugt sie durch die kiemenähnliche Front in nur einem Durchgang alle Baumwollflocken von den empfindlichen Malvengewächsen. Über ein ausgetüfteltes Vakuum-Luftstromsystem wird das Erntegut in den 4,5 Tonnen fassenden Korb absorbiert und gleichzeitig von Verunreinigungen befreit.*

DER MONSTRÖSESTE

Wenn „Big Bud“ die 16 Zylinder seines V-Dieselmotors in Wallung bringt, bebt die Erde. *Unbändig, laut und imposant pflügt der weltgrößte Traktor mit 39 Tonnen Trockengewicht über den Acker. Dabei treiben 1.100 Pferdestärken die überdimensionale Landmaschine an. „Big Bud“ ist 8,23 Meter lang, 6,10 Meter breit und 4,27 Meter hoch. Seit 1977 war der Gigant überwiegend für die Ernte von Baumwolle im Einsatz. Heute fährt der Guinnessbuch-Rekordhalter, der sich im Besitz zweier Farmerbrüder in Montana (USA) befindet, nur noch selten über Felder. Eine Tankfüllung mit Kosten im fünfstelligen Bereich und der komplizierte Austausch von verschlissenen Ersatzteilen sind selbst für den vermögendsten Landwirt eine zu große Hürde.*

DER EIFRIGSTE

Die ersten Zuckerrübenernter wurden noch mit Traktoren über die Felder gezogen. *Ganz ohne Hightech ackerten sie den Boden mühsam bis zur letzten Rübe ab. Heute übernehmen Vollernter wie der Tiger 5 von Ropa die Arbeit. Mit ihren Rodescharen hebt die 32 Tonnen schwere Erntefabrik auf Rädern die Zuckerrüben gleich neunreihig aus dem Boden und befördert sie in den 43 Kubikmeter fassenden Rübenbunker. Hat man den Tiger 5 erst einmal auf Spur gebracht, führt sich das Rodeaggregat durch Abtastung der Bodenoberfläche von selbst über das Feld. Der Fahrer kann sich währenddessen in seiner vollverglasten Panoramakabine auf den Erntevorgang konzentrieren und über ein Touchdisplay Anpassungen vornehmen. Ein neuartiges hydraulisches Fahrwerkssystem reduziert Wankbewegungen und gleicht sowohl die Radlast als auch die Hanglage automatisch aus.*

DER BISSIGSTE

Der Hanimax Soft ist laut Hersteller die weltweit stärkste Forstmaschine. *Der Starkholz-Harvester – bestehend aus einem 50-Tonnen-Raupenbagger, einem fünf Tonnen schweren Harvesterkopf und einem Greifarm mit 15 Meter Reichweite – pflückt ausgewachsene Bäume aus dem Boden, als wären sie Blumen. Mit einer hydraulischen Kraft von 30 Tonnen umschlingen die beiden Arme der Baumhaltezange dabei das auszuhebende Hochholz. Anschließend arbeitet das Erntegerät das Holz selbstständig auf. Zwei rotierende Kreissägen entasten den Stamm und verarbeiten ihn scheibchenweise zu Kleinholz.*

DER EFFIZIENTESTE

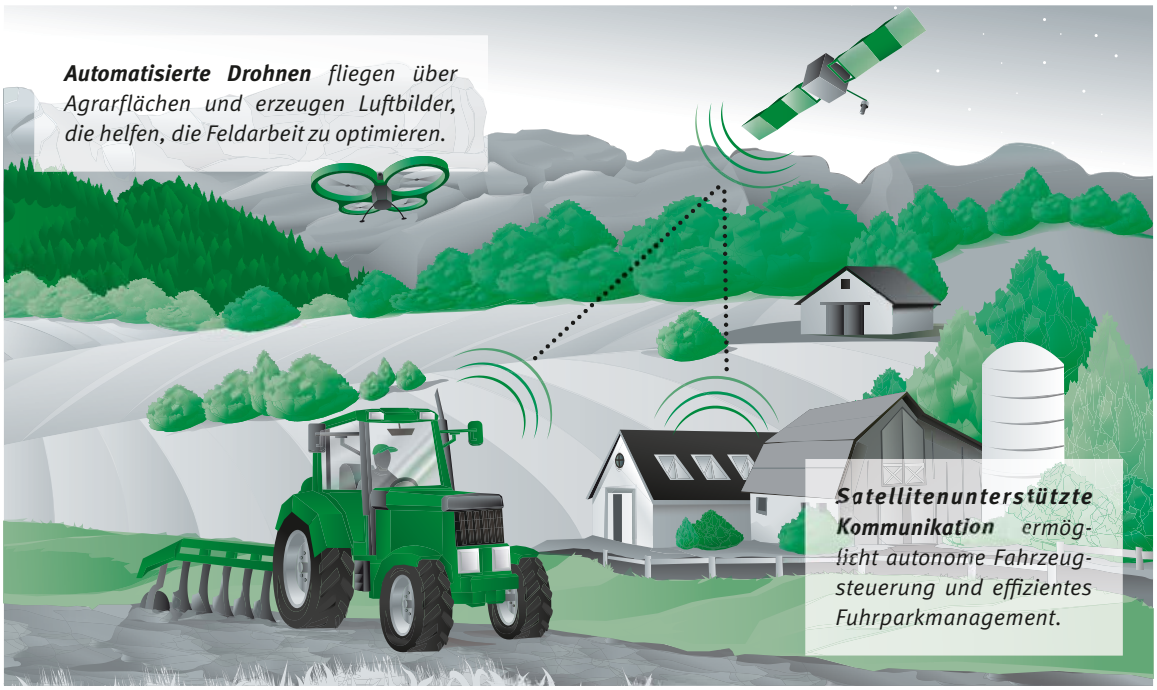
Düngerstreuer mögen äußerlich nicht besonders spektakulär wirken. *Im Inneren schlummert jedoch ausgefeilte Technik. Der AXIS H 50.2 EMC+W von Rauch ist der weltweit erste Düngerstreuer, der sowohl die Düngerverteilung als auch die Dosierung komplett autonom überwacht und steuert. Ein klarer Vorteil neben der Zeitersparnis ist vor allem der kosteneffiziente Materialeinsatz. Alle vier Sekunden prüfen und optimieren 27 Radarsensoren das Streubild. Gleichzeitig messen modernste Sensoren – berührungslos und innerhalb von Sekundenbruchteilen – das Antriebsdrehmoment an den Wurfscheiben und bestimmen je nach Fahrgeschwindigkeit automatisch die Düngerdurchflussmenge. Die entsprechenden Drehmomentmessmodule werden von der Schaeffler-Produktmarke FAG bereitgestellt.*

DER SENSIBELSTE

Weintrauben sind mindestens genauso anspruchsvoll wie die Liebhaber des in Flaschen lagernden Rebensaftes. *Hervorragende Weine gelingen nur, wenn bei der Ernte alles glattläuft. Der ERO-Grapeliner 6000 hält daher für jede Rebsorte die jeweils optimale Ernteabstimmung bereit. Weltweit wird in einem Traubenvollernter erstmals das Abbeeren, Sortieren und Überladen kombiniert. Zudem bietet ERO als einziger Hersteller ab Werk eine automatische Lenkung. Der Fahrer kann sich so ausschließlich der Überwachung der Ernteaggregate widmen. Für zusätzliche Sicherheit sorgen zwei Kameras und ein Ultraschallhöhensensor, der den Abstand zwischen Erntekopf und Boden anzeigt.*

DER SPORTLICHSTE

Gewöhnlich pflügen Traktoren eher behäbig über Äcker. *Beim Tractor Pulling herrscht hingegen eine andere Gangart. Hier messen sich die PS-Könige im Motorsport. Auf mehr als 8.000 Pferdestärken beziffert sich das Leistungsvermögen mancher Zugmaschinen im Tractor Pulling. Das Ziel ist der Full Pull: Ein Bremswagen mit einem beweglichen Gewicht muss über eine Distanz von 100 Metern geschleppt werden. Dank leistungsstarker und innovativer Komponenten aus dem Produktportfolio der Schaeffler Gruppe, wie etwa die Hochleistungskupplungen von LuK, schaffen es die getunten Traktoren, die scheinbar unbändige Kraft der Triebwerke auf die lehmigen Strecken zu bringen. Fünf Deutsche Meisterschaften, ein Europameistertitel und ein Sieg im Eurocup konnten bisher mit Schaeffler-Know-how errungen werden.*



HIGHTECH IM KORNFELD

Drohnen, Sensoren, GPS und Apps: Die Landwirtschaft nutzt heute modernste Technik und ist dabei nicht nur umfassend vernetzt, sondern auch smart.

Die Feld-Paparazzi

Mit Digitalkameras aufgerüstete, wendige Drohnen sind eine der jüngsten Errungenschaften in der Landwirtschaft. Sie verhelfen Bauern zu einer ganz neuen Perspektive – der aus der Luft. Der Vorteil: Auf den Luftaufnahmen lassen sich Schäden erkennen, die beispielsweise durch Schädlinge, Trockenheit oder Unwetter verursacht wurden. Aber auch andere Probleme, etwa defekte Dränageleitungen, sind so leichter auszumachen. Ein besonderes Talent für das Lenken von Multikoptern ist nicht erforderlich. Per App lassen sich auf einer Karte die Zielflächen bestimmen, und automatisch wird der optimale Flugweg errechnet. Die Route wird an die Drohne übertragen, die anschließend zum autonomen Erkundungsflug aufsteigt. In regelmäßigen Abständen fotografiert der Rotorflieger die Felder und speichert die GPS-Daten der Aufnahmen. Am Computer werden die Fotos schließlich zu einer Karte zusammengesetzt.

Wegeleitung aus der Umlaufbahn

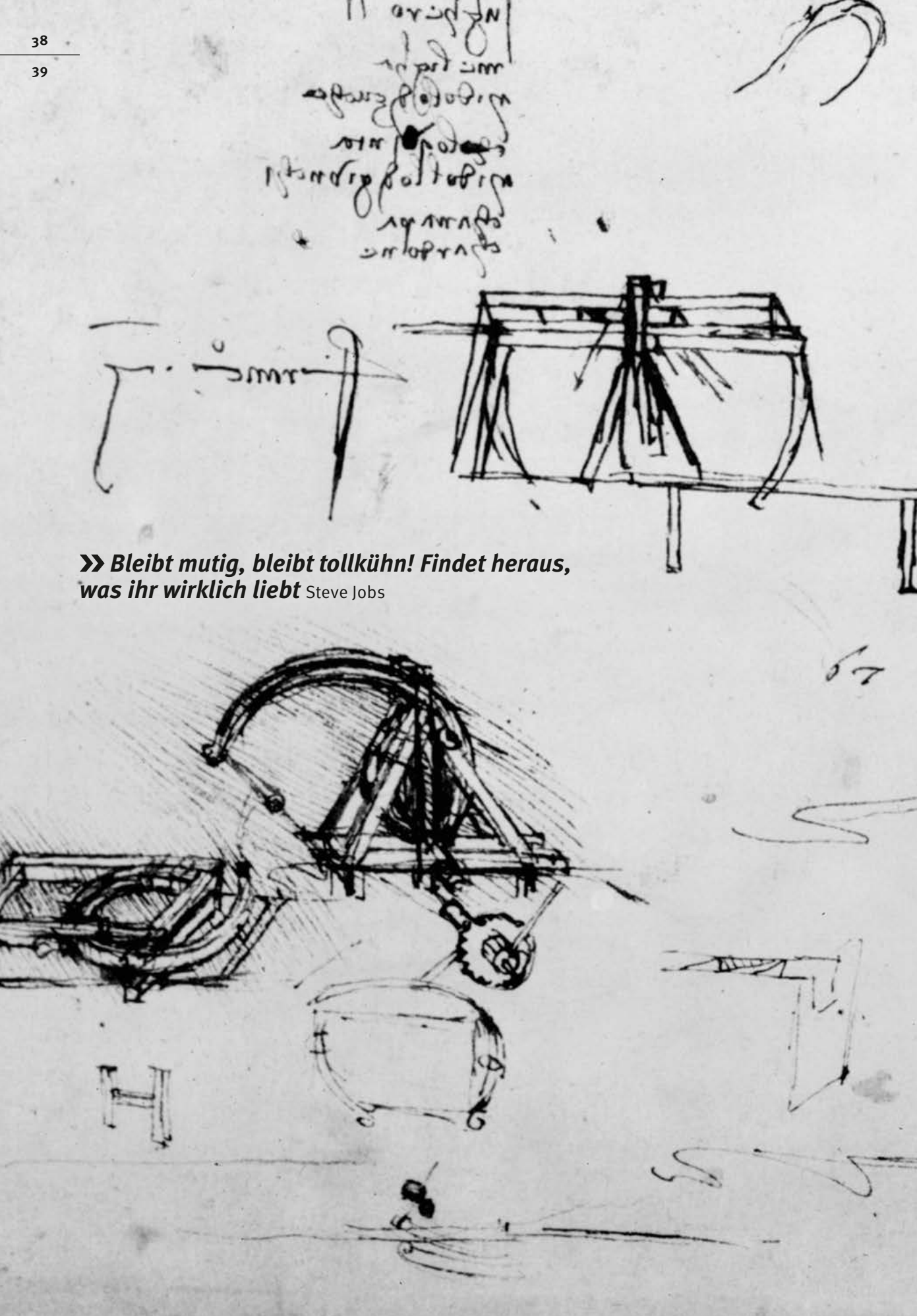
Unterstützung aus noch höheren Sphären bieten Satelliten. Während die Ingenieure der Autoindustrie noch an verkehrssicheren, selbstfahrenden Autos tüfteln, lassen sich Landwirte schon längst über ihre Felder chauffieren. Von GPS-Satelliten gesteuert, bewegen sich Zug- und Erntemaschinen samt Ankupplung völlig autonom und verrichten zentimetergenaue Feldarbeit. Das spart Zeit und Geld, da es keine Überlappungen gibt. Der mitfahrende Landwirt überwacht währenddessen die Instrumente oder arbeitet am Laptop.

Selbstfahrende Rechenzentren

Doch nicht nur aus schwindelerregenden Höhen bedienen sich Landwirte hochmoderner Technik. Sensoren im Bodeneinsatz sorgen dafür, dass praktisch in Echtzeit die Düngung angepasst werden kann. Als Beispiel: Stickstoffsensoren an der Traktorfront ermitteln über Lichtwellen die Pflanzenbeschaffung und geben dem Computer in der Fahrerkabine eine Düngeempfehlung. Dieser teilt anschließend dem angehängten Düngerstreuer die optimale auszubringende Menge mit. Parallel geben digitale Bodenbearbeitungskarten und Geodaten, gespeichert im Bordcomputer, vor, welche Nährstoffe an welcher Stelle fehlen. Jeder Quadratmeter erhält somit exakt die Menge an Dünger, die für ihn ideal ist.

Smart Farming auf einen Blick

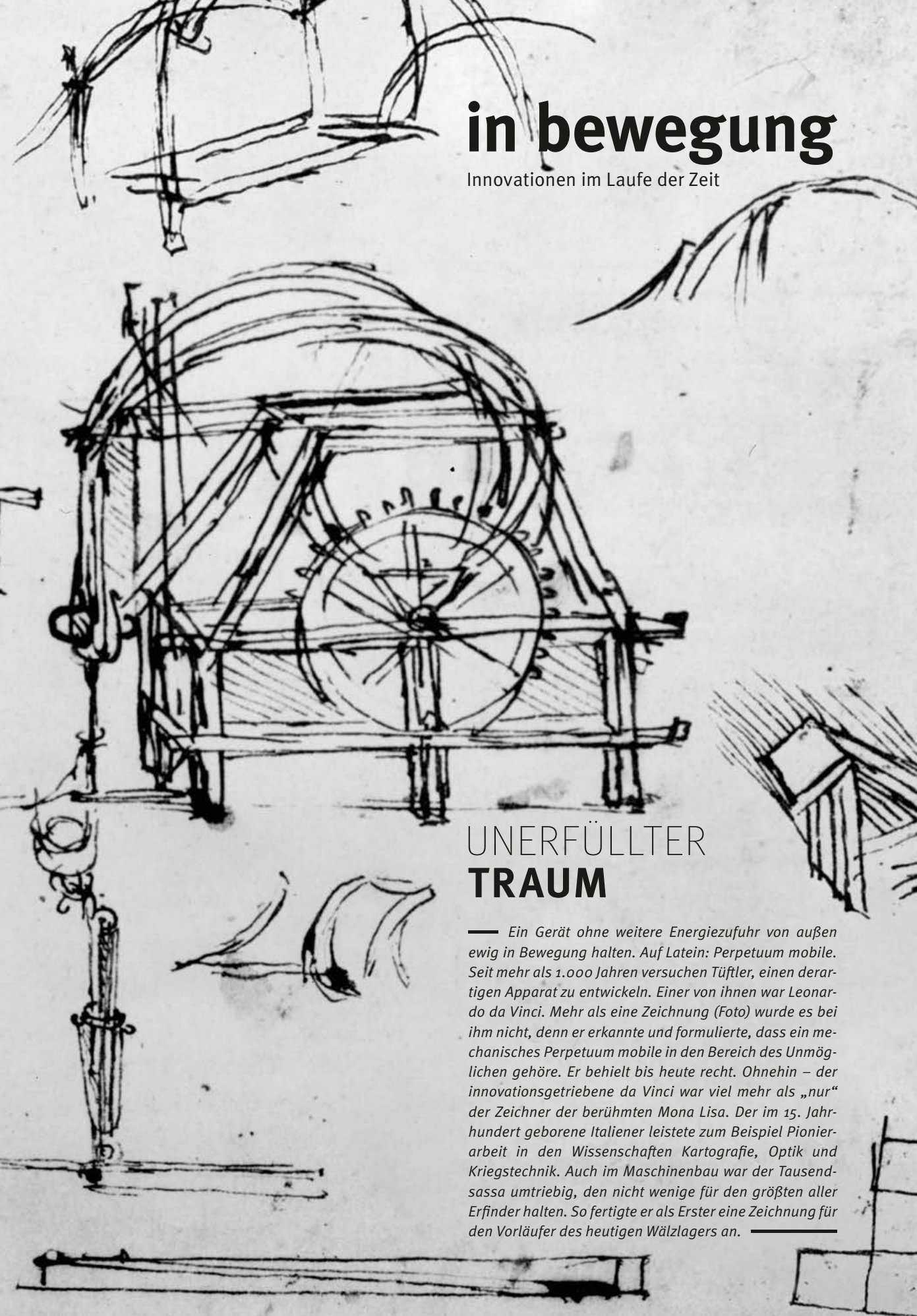
Um bei den Datenmengen den Überblick zu behalten, bieten Anbieter wie 365 FarmNet digitale Plattformen an, auf denen Landwirte ihre Daten gebündelt analysieren können. Zudem lassen sich Einstellungen für Landmaschinen herunterladen, Informationen zum Agrarwetter sowie Empfehlungen für Saatgut und Pflanzenschutzmittel einholen.



» *Bleibt mutig, bleibt tollkühn! Findet heraus, was ihr wirklich liebt* Steve Jobs

in bewegung

Innovationen im Laufe der Zeit



UNERFÜLLTER **TRAUM**

Ein Gerät ohne weitere Energiezufuhr von außen ewig in Bewegung halten. Auf Latein: Perpetuum mobile. Seit mehr als 1.000 Jahren versuchen Tüftler, einen derartigen Apparat zu entwickeln. Einer von ihnen war Leonardo da Vinci. Mehr als eine Zeichnung (Foto) wurde es bei ihm nicht, denn er erkannte und formulierte, dass ein mechanisches Perpetuum mobile in den Bereich des Unmöglichen gehöre. Er behielt bis heute recht. Ohnehin – der innovationsgetriebene da Vinci war viel mehr als „nur" der Zeichner der berühmten Mona Lisa. Der im 15. Jahrhundert geborene Italiener leistete zum Beispiel Pionierarbeit in den Wissenschaften Kartografie, Optik und Kriegstechnik. Auch im Maschinenbau war der Tausendsassa umtriebig, den nicht wenige für den größten aller Erfinder halten. So fertigte er als Erster eine Zeichnung für den Vorläufer des heutigen Wälzlagers an.

SCHALTEN
UND WALTEN

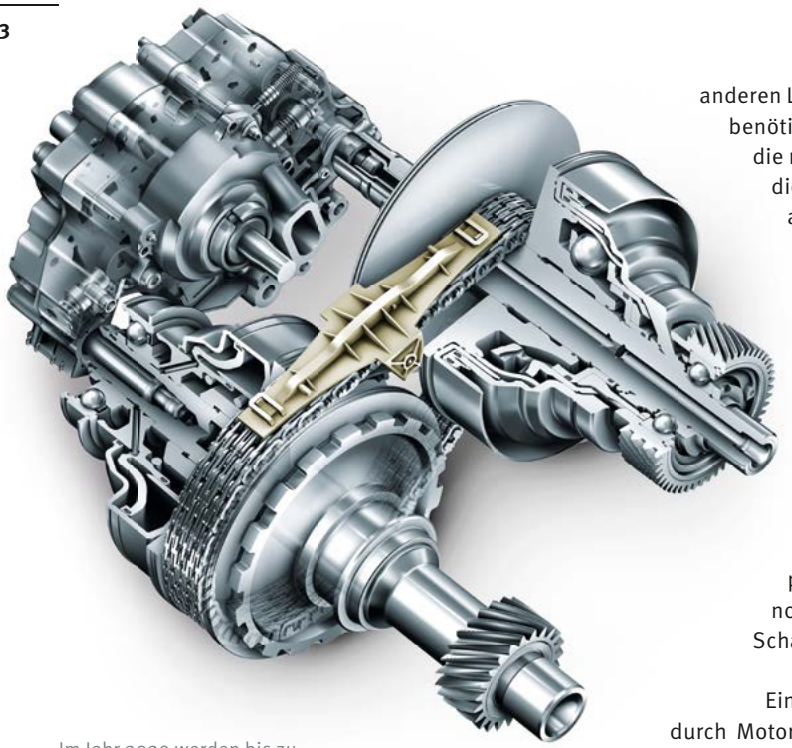
Mobilität von morgen – das bedeutet im Automobilbau nicht nur im Bereich der Motorentechnologie eine wachsende Vielfalt von Konzepten. Das Spektrum der Kraftübertragungen hat sich in den vergangenen Jahrzehnten deutlich vergrößert. Schaeffler bietet innovative Systemlösungen für alle Getriebearten an – platzsparend, belastbar und reibungsarm.

von Jan Horst

Ingenieuren, die im Bereich Getriebe entwickeln, wird eine gehörige Portion Weitsicht abverlangt. Denn neben der steigenden Zahl technischer Lösungen gilt es, höchst unterschiedliche Konsumentengewohnheiten rund um den Erdball zu berücksichtigen. Inmitten von klassischen Automatikgetrieben mit Drehmomentwandler, Doppelkupplungsgetrieben, stufenlosen CVT-Kraftübertragungen und automatisierten Getrieben wirkt das traditionelle manuelle Schaltgetriebe fast schon anachronistisch. Tatsächlich gerät es durch verschiedene Anforderungen immer mehr unter Druck. Und doch bleibt es etwa in Europa, Südamerika und Asien mit Abstand die wichtigste Art der Kraftübertragung, insbesondere in den preissensiblen Fahrzeugsegmenten. Schaeffler hat Strategien entwickelt, um die diversen Getriebekonzepte – auch die „Handschalter“ – für die Zukunft fit zu machen.

Neue Normen erfordern neue Wege

Dieser „Handschalter“, wie Ingenieure ihn gern nennen, besitzt aufgrund seines weniger komplexen Aufbaus deutliche Kostenvorteile gegenüber automatischen Kraftübertragungen. Sein hoher Wirkungsgrad verschafft ihm sogar Vorteile im direkten Vergleich mit



Im Jahr 2020 werden bis zu 20 Prozent der automatisierten Kraftübertragungen CVT-Getriebe sein. Schaeffler hat Komponenten wie Scheibensätze, Laschenketten und Hydraulikkomponenten im Programm

anderen Lösungen – seine einfachen Zahnradsätze benötigen weniger Energie. Und dennoch steht die manuelle Variante unter Druck. Denn über die reine Effizienz der Kraftübertragung hinaus geht es angesichts ständig steigender Anforderungen an Umwelt- und Klimaschutz längst auch um verbrauchsgünstige Fahrstrategien. Und die lassen sich am ehesten durch einen höheren Grad an Automatisierung und Elektrifizierung erreichen – Energie-Rekuperation, „Segeln“ oder Start-Stopp-Betrieb weisen den Weg in die Zukunft. Die Vorgaben sind hart: Seit 2015 gilt in Europa beim Flottenverbrauch ein Grenzwert von 130 Gramm Kohlendioxid-Emission pro Kilometer, 2020 sinkt der Wert auf nur noch 95 Gramm. Jedes Gramm zählt, und Schaeffler hilft dabei, dies zu ermöglichen.

Eine weitere Herausforderung entsteht durch Motorisierungen mit immer weniger Zylindern oder durch Systeme zur Zylinderabschaltung. Sie verringern den Verbrauch, begünstigen aber Drehungleichheiten der Kurbelwelle. So entstehen Schwingungen, die den Komfort beeinträchtigen. Torsionsdämpfer wie das Zweimassenschwungrad (ZMS) und das Fliehkraftpendel (FKP) der Schaeffler-Marke LuK helfen, solche Schwingungen zu dämpfen. Langfristig werden nochmals leistungsfähigere Tilgungssysteme gefragt sein, deren Entwicklung Schaeffler aktuell vorantreibt.

Beim integrierten Drehmomentwandler von Schaeffler wird die Kupplungsfunktion direkt über die Wandlerturbine statt über einen separaten Kolben ausgeführt. Das ermöglicht es, auch innovative Dämpferkonzepte wie einen Fliehkraftpendel einzusetzen

Im Bereich der Handschaltgetriebe versprechen sich die Getriebespezialisten bei Schaeffler von einer Teilautomatisierung eine Aufwertung. Der Verbrauch soll sinken, der Komfort durch Anfahr- oder Stauassistenten steigen. In erster Linie geht es dabei gar nicht um das Getriebe, sondern um die Automatisierung des vorgeschalteten Moduls – der Kupplung. Schaeffler hat drei abgestufte Konzepte einer E-Clutch entwickelt, also einer elektrisch betätigten Kupplung. Die Variante MTplus nutzt den vorhandenen hydraulischen Aktuator. Das senkt die Kosten. Das System trennt beispielsweise die Kupplung, wenn der Fahrer vom Gas geht. Dieses „Segeln“ bringt im künftigen Verbrauchsmesszyklus WLTP eine Kraftstoffeinsparung von zwei Prozent, wenn der Motor auf Leerlaufdrehzahl läuft, und sogar bis zu sechs Prozent, wenn der Motor abgeschaltet wird. Die zweite Ausbaustufe Clutch-by-wire vertraut nicht mehr auf ein mechanisches oder hydraulisches Ausrücksystem, sondern auf einen elektrischen Aktuator. Dieses System ermöglicht hochdynamische Eingriffe, etwa bei schnellem Schalten oder schlagartigen Bremsungen. So kann bei Verwendung des Elektronischen Kupplungsmanagements (EKM) schließlich ganz auf

ein Kupplungspedal verzichtet werden. Setzt der Fahrer zum Schalten an, liefert ein Sensor das Signal zum Auskuppeln. Diese Lösung ermöglicht es auch, einen Elektromotor für eine milde Hybridisierung in den Antrieb zu integrieren. Damit erweitern sich nicht nur die Möglichkeiten für Handschaltgetriebe, sondern hybridisierte Antriebe finden ihren Weg in neue Märkte und Segmente.

Lösungen für kleine Fahrzeuge

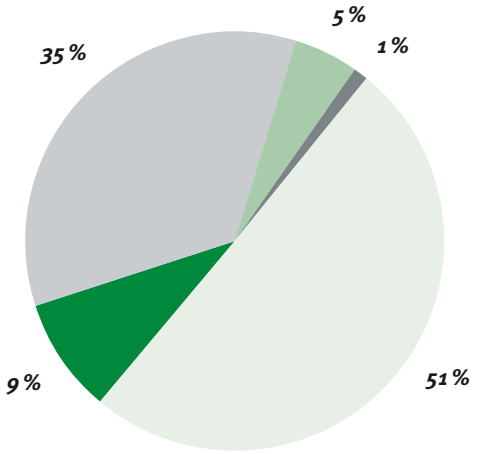
Eine andere technische Lösung neben der klassischen manuellen Kraftübertragung ist das automatisierte Schaltgetriebe. Es kam in den 1950er-Jahren („Sportomatic“, „Saxomat“) in Mode und fand ab den 1990er-Jahren eine größere Verbreitung in Kleinwagen wie Renault Twingo, Opel Corsa und Smart. Diese Lösung basiert auf einem konventionellen Schaltgetriebe, sie hat aber mit Aktuatoren das Kuppeln und Schalten teilautomatisiert. Einem flächendeckenden Durchbruch auch in höhere Klassen steht die unerwünschte Zugkraftunterbrechung im Wege, die den Fahrkomfort merklich mindert.

Im Bereich von Automatikgetrieben sind neben den etablierten Stufenautomaten – so werden die klassischen, mehrgängigen Planetenradgetriebe mit Drehmomentwandler bezeichnet – und dem stufenlosen CVT-Getriebe inzwischen Doppelkupplungsgetriebe etabliert. Insbesondere in Europa und China verzeichnet die Variante mit zwei Kupplungen große Zuwächse. Um 2025 wird voraussichtlich jedes fünfte Automatikgetriebe ein Doppelkupplungsgetriebe sein. Schaeffler hat für Hybridantriebe Lösungen für hybridisierte Doppelkupplungsgetriebe erarbeitet. Durch Anbindung einer Elektromaschine werden ohne zusätzliche Komponenten alle hybriden Funktionen wie Motor-Start/Stopp, Rekuperation von Bremsenergie und das Downsizing des Verbrennungsmotors durch eine Boosterfunktion ermöglicht.

Beim klassischen Planetenrad-Automatikgetriebe geht der Trend zu einer wachsenden Zahl von Übersetzungen. Dafür sprechen mehrere Gründe: Die geringere Spreizung zwischen den Gängen sorgt für komfortablere, weichere und kaum spürbare Schaltvorgänge. Außerdem verringern sich Verbrauch und Emissionen mit jedem zusätzlichen Gang um mehrere Prozentpunkte, da dadurch der Motor stets im für den Verbrauch idealen Bereich des Kennfeldes betrieben werden kann. Schaeffler bringt seine Kompetenz in vielen Bereichen ein, etwa beim kompletten Lagerungspaket für Wellen, Zahnräder und Planetenradsätze. Bei der Wälzlagertechnik hat das Unternehmen ein Axialnadellager zur Planetenradabstützung im Programm, das bis zu einem Gramm Kohlendioxid pro gefahrenem Kilometer einsparen kann – bei weniger als zehn Euro Mehrkosten.

Für die Getriebehersteller entsteht durch die steigende Zahl von Gängen ein konstruktiver Mehraufwand. Um die Kräfte und Momente aus den Übersetzungen zu realisieren, steigen die Achsabstände in den Planetenradsätzen. Diese Abstände haben zusammen mit den Drehzahlen Einfluss auf die Fliehkraftbelastung von Planetenträgern, Planetenrädern und Lagern. Bisherige Fertigungsverfahren ermöglichen Lagerbelastungen bis zur 3.500-fachen Erdbeschleunigung. In den neuesten Automatikgetrieben entstehen künftig aber bis zu 8.000 *g* Beschleunigung. Zum Vergleich: Bei einer Fahrt im Karussell wirken rund 4 *g* auf den menschlichen Körper, ein Schleudersitz im Kampfflugzeug beschleunigt den Körper eines Piloten auf bis zu 25 *g*. Wiegt die Nadelrolle eines Planetenradlagers ein

GLOBALE MARKTVERTEILUNG GETRIEBE



- *Stufenlose CVT-Getriebe*
- *Automatikgetriebe*
- *Doppelkupplungsgetriebe*
- *Automatisierte Schaltgetriebe*
- *Manuelle Handschaltgetriebe*

Stand 2013

Gramm, so ergibt sich bei 8.000 *g* Beschleunigung eine Gewichtskraft von rund acht Kilogramm.

Widerstände verringern

Um Automatikgetriebe noch effizienter zu gestalten, leistet Schaeffler Entwicklungsbeiträge in verschiedenen Bereichen. Untersuchungen haben ergeben, dass eine verbesserte Planetenradlager-Käfigkonstruktion das Reibungsverhalten um bis zu elf Prozent verbessern kann. Eine optimierte Beschichtung des Käfigs verringert die Widerstände um bis zu 23 Prozent, gewichtsoptimierte Planetenräder sogar um bis zu 50 Prozent. Die Lamellenkupplungen innerhalb des Getriebes sowie der Drehmomentwandler bieten weiteres Potenzial für Optimierungen.

Längst gibt es auch stufenlose Getriebe. Zusammen mit Audi hat Schaeffler das erste stufenlose CVT-Getriebe auf den Markt gebracht, das für starke Motoren im Drehmomentbereich bis zu 400 Nm geeignet ist. Solche stufenlosen Getriebe bieten im Teillastbetrieb Verbrauchsvorteile, lassen sich gut mit Hybridelementen kombinieren und sind kostengünstig herzustellen. In Verbindung mit Drehmomentwandlern, modernen Dämpfungssystemen und Hybridisierung garantieren sie ein hohes Komfortniveau. Die Trends zum Downsizing von Motoren und Downspeeding von Kraftübertragungen unterstützen CVT-Getriebe problemlos. Die jüngsten Kettengenerationen steigern die Drehmomentkapazität, ermöglichen hohe Spreizungen und verringern darüber hinaus Gewicht und Massenträgheit. So steigt der Wirkungsgrad.

So facettenreich die Zukunft der Kraftübertragung auch sein wird – Schaeffler bietet in diesem Segment eine Vielzahl modernster Lösungen, die helfen, die Klima- und Umweltbilanz zu verbessern und zugleich den Komfort im Alltag zu erhöhen.

„EINE GANZE REIHE **ANSPRUCHSVOLLER AUFGABEN**“

Let's talk about Getriebe. Interview mit Norbert Indlekofer, Vorstand Automotive der Schaeffler AG.

Im Bereich der Kraftübertragungen bei Automobilen herrscht heute eine so große Vielfalt wie noch nie. Was bedeutet das für Schaeffler?

Es gibt keinen weltweit einheitlichen Trend bei den Vorlieben der Konsumenten. Und wenn in verschiedenen Märkten ein unterschiedliches Kaufverhalten besteht, müssen wir uns als Anbieter so aufstellen, dass wir alle Wünsche abdecken können. Wir bieten für klassische Schaltgetriebe ebenso Lösungen wie für das in Asien gefragte Thema CVT, bei dem wir die Laschenkette und weitere Module ständig verbessern. Bei den Stufenautomaten ermöglichen wir höhere Wirkungsgrade durch unsere Lagertechnologien und durch verbesserte Drehmomentwandler. Ferner bieten wir trockene und nasse Doppelkupplungen. Einige Lösungen lassen sich auch mit Mildhybridantrieben kombinieren, Start-Stopp-Systeme halten ebenfalls überall Einzug. Daraus entstehen viele neue Möglichkeiten.

Was ändert sich durch diese Anforderungen in der Breite Ihrer Produktpalette?

Ursprünglich hat das Unternehmen INA-Nadellager geliefert, heute umfasst unser Programm vielfältige Komponenten wie Ausrücksysteme, Beläge, Schalteinheiten, Anfahrelemente, mechatronische Baugruppen für die Automatisierung, Wandler oder auch Hybridmodule. Mit der Erweiterung der Kapazitäten und des Know-hows in Sachen Belagtechnologie ist zudem der Bereich Schaeffler Friction entstanden. Das zahlt sich gerade bei der Doppelkupplungstechnologie aus. Denn der Kupplungsbelag trägt maßgeblich zum Schaltkomfort und zur zuverlässigen Übertragung des Drehmoments bei.

Im Bereich der Automatikgetriebe geht der Trend zu einer steigenden Zahl von Gangabstufungen. Was bedeutet das für Sie?

Acht- oder Neunganggetriebe sind bereits Serie, Zehnganggetriebe befinden sich im Probebetrieb. Die immer größeren Spreizungen verlangen, um ein komfortables Geräuschniveau zu ermöglichen, nach ausgeklügelten Ideen zur Schwingungsisolation. Zugleich wachsen die Anforderungen an die Lagerungstechnologie – sowohl was die Fliehkräfte und damit die Haltbarkeit anbelangt, als auch im Hinblick auf den Wirkungsgrad. Hier präsentiert Schaeffler modernste Lösungen, die deutliche Verbesserungen bringen – etwa die jüngste Generation kleiner Axialnadellager in den Planetenradsätzen.

Der Trend im Automobilbau geht zum Downsizing der Motoren, zur Abschaltung von Zylindern und zum Downspeeding bei Kraftübertragungen. Welche Herausforderungen entstehen dabei für Schaeffler?

Daraus erwachsen gerade im Bereich der Kraftübertragung eine ganze Reihe anspruchsvoller Aufgaben. Ohne Schwingungstilgung sind solche Ziele kaum zu erreichen. Mit dem Zweimassenschwungrad und dem Fliehkraftpendel haben wir aktuell sehr wettbewerbsfähige Lösungen im Angebot, aber die Anforderungen in der Zukunft steigen so deutlich, dass wir selbstverständlich nach weiteren Lösungen suchen. Kleinere Verbrennungsantriebe fördern zudem den Grad der Hybridisierung, das Thema Wirkungsgrad und Fahrzeuggewicht sind weitere Eckpfeiler der Effizienzstrategien der Automobilhersteller. Da sind wir gefragt, integrierte, kompakte und kosteneffiziente Systemlösungen anzubieten.

ERFINDUNGEN – MOTOR DES FORTSCHRITTS

Schwer vorstellbar, wie unsere Welt heute ohne die uralten Erfindungen aussähe: Ohne Rad keine Fortbewegung, ohne Ackerbau keine Sesshaftigkeit und ohne Dampfmaschine keine industrielle Revolution.

von Andrea Neumeyer

VOR 2,6 MIO. JAHREN

VOR 1,4 MIO. JAHREN

STEINWERKZEUG

Frühmenschen *fanden und nutzten scharfe Steine. Später gingen sie dazu über, die Steine entsprechend zu bearbeiten und die Werkzeuge zu verfeinern. Das war die allererste menschliche Erfindung.*

FEUERBEHERRSCHUNG

Das Feuer *ebnete den Frühmenschen den Weg in die Zivilisation: Sie konnten sich daran wärmen und Essen zubereiten. Es diente aber auch dazu, den Wald zu roden und Raubtiere zu verjagen.*

KLEIDUNG

Um sich vor *Kälte, Wind, Regen und Verletzungen zu schützen, benutzten Frühmenschen Felle erlegter Tiere und Blätter. Später wurde Kleidung ein Zeichen von Status, Wohlstand und Glauben.*

LUNARKALENDER

Der älteste Lunarkalender *in der Höhle von Lascaux (F) zeigt durch in Reihen angeordnete Punkte die Mondphasen. Er diente vor allem religiösen Zwecken. Damit wurde Zeit erstmals messbar.*

SCHIFF

Erste Boote *aus Fellen ermöglichten den Menschen, auf Nahrungssuche weiter zu reisen. Als erste Fahrzeuge der Mobilitätsgeschichte halfen Schiffe, größere Güter über weite Strecken zu transportieren.*

VOR 400.000 JAHREN | UM 20000 V. CHR. | UM 15000 V. CHR. | UM 10000 V. CHR. | UM 8000 V. CHR. | UM 6500 V. CHR.

PFEIL UND BOGEN

Durch das Bogenschießen *konnten die Menschen über ihre normale Wurfweite hinaus Tiere erlegen. Der Bogen als erste präzise Waffe war auch das erste Gerät, das Energie speicherte.*

ÖLLAMPE

Licht in der Nacht: *Die schlichte Öllampe erlaubte es den Menschen erstmals, auch nachts zu sehen. Sie war aber auch dekorativer Einrichtungsgegenstand und hatte Symbolkraft bei Festen und Zeremonien.*

LANDKARTE

Die ältesten kartografischen *Darstellungen stammen aus der Türkei um 6500 v. Chr. und zeigen Häuser und einen Vulkan. Damit begann die Vermessung der Welt und die Darstellung der Umgebung.*

KLEBSTOFF

Kleber *aus Pflanzensäften diente dazu, Risse und Sprünge in Tongefäßen zu kitten. Heute enthalten zahllose Alltagsgegenstände Klebstoff oder sind geleimt – vom Buch bis zur Produktverpackung.*

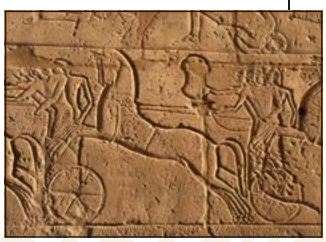
KEILSCHRIFT

Die Sumerer *in Mesopotamien haben das erste Schriftsystem erfunden, nachdem sie Ackerbau und Viehzucht eingeführt und so die erste Zivilisation gegründet hatten.*

STAHL

In Ostafrika *wurde 1500 v. Chr. erstmals Stahl in Brennöfen hergestellt. Die Legierung aus Eisen und 0,2 bis 0,4 Prozent Kohlenstoff machte das Metall härter.*

UM 4000 V. CHR. | UM 3500 V. CHR. | UM 3000 V. CHR. | UM 2000 V. CHR. | UM 1500 V. CHR. | UM 400 V. CHR.



RAD UND RADACHSE

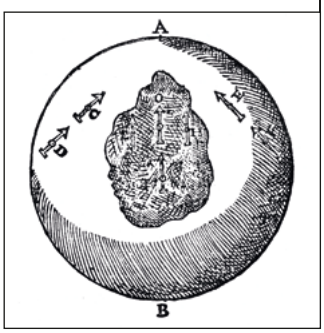
Töpferscheibe und Schlitten *führten zur Entwicklung von Rad und Radachse. Erste Räder waren grobe Holzscheiben, die halfen, schwere Lasten zu transportieren. Das Rad ist eine der wichtigsten Erfindungen.*

NARKOSE

Viele Innovationen *der Medizin wären ohne Schmerzkontrolle nicht möglich. Die Ägypter entdeckten die schmerzlindernde Wirkung von Opium, die Assyrer nutzten eine Mischung aus Tollkirsche, Cannabis und Alraunwurzel.*

MAGNETKOMPASS

Die Chinesen *entdeckten, dass Magnetit magnetisch ist. Erste Kompasse dienten noch magischen Zwecken. Bis sie zur Navigation genutzt wurden, vergingen weitere tausend Jahre.*

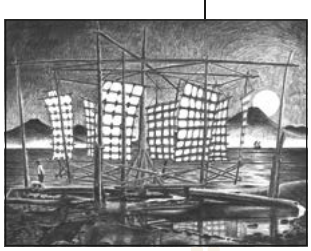


HIGHTECH VON **SCHAEFFLER**

1883 konstruierte Friedrich Fischer die erste Kugelschleifmaschine, die gehärtete Stahlkugeln in großen Stückzahlen gleichmäßig rund schliff. Dank dieser Innovation des „Kugelfischers“ wurde die Marke FAG erfolgreich.

Weltweit kommen heute Wälzlager von Schaeffler zum Einsatz. Die neueste Entwicklung sind mehrreihige Kegelrollenlager (rechts) aus dem neuen Schaeffler-Hochleistungsstahl Mancrodur, der für eine deutliche Verlängerung der Gebrauchsdauer sorgt. Die Lager in Walzwerken können so die hohen Belastungen durch Kräfte, Geschwindigkeit und Stöße bei extremen Umgebungsbedingungen besser aushalten.

UM 200 V. CHR.



WINDMÜHLE

Der Luftstrom *trieb bei den ersten Windmühlen Flügel aus geflochtenem Schilf an, die an einer vertikalen Achse angebracht waren, deren Rotation auf Mühlsteine übertragen wurde. Erst im 12. Jahrhundert folgten in Nordeuropa Windmühlen mit horizontalen Achsen, die Vorläufer heutiger Windräder.*

UM 40 N. CHR.

KUGELLAGER

Eine kostengünstige Methode, *Reibung und Energieverlust zwischen rollenden Teilen eines Mechanismus zu verringern, bieten Kugellager. Auf 1930 entdeckten Überresten zweier Schiffe des römischen Kaisers Caligula fand man Kugellager aus Holz und Bronze. Vor diesem Fund galt Leonardo da Vinci (1452–1519) als deren Erfinder. Friedrich Fischer (siehe Kasten oben) ermöglichte mit der Erfindung der Kugelschleifmaschine (1883) die industrielle Massenfertigung von Kugellagern.*

UM 105 N. CHR.

PAPIER

Ein Kurier *des chinesischen Kaisers stellte erstmals Papier aus Holzfasern, Getreidestängeln und Rinde her. Das faserige Blatt ließ sich besser beschreiben als Holz und Bambus.*

AUTOMAT

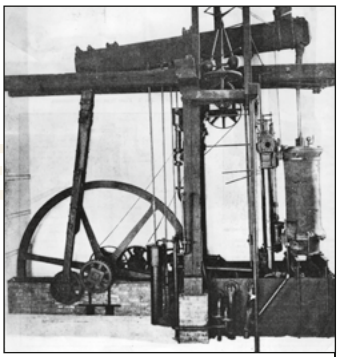
Die Vorläufer *der heutigen Industrieroboter waren ein von dem arabischen Ingenieur al-Dschasari konstruiertes Boot mit vier mechanischen Musikanten sowie eine Spieluhr in Form eines Elefanten.*

DRUCKERPRESSE

Bereits im *8. Jahrhundert gab es in Ostasien Druckereien. Aber erst die beweglichen Metalllettern von Johannes Gutenberg ermöglichten es, Druckwerke schnell und in hoher Auflage zu produzieren.*

DAMPFMASCHINE

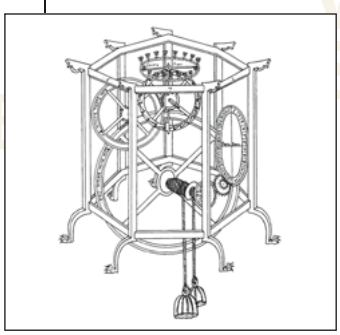
Thomas Newcomen *erfand die erste Dampfmaschine, um damit Grubenwasser aus Bergwerken zu pumpen. Daraus entstand die doppelt wirkende Dampfmaschine von James Watt (1736–1819).*



UM 1200 | UM 1300 | UM 1450 | 1709 | 1712

KURBELWELLE

Al-Dschasari *entwickelte auch die erste Kurbelwelle, sie wandelte lineare Bewegung in Drehbewegung um und sollte Wasser zur Bewässerung aus Quellen pumpen.*



RÄDERUHR

Das Leben im Mittelalter *wurde durch eine Vielzahl von Glockenzeichen der Kirch- und Stadttürme geregelt. Erste mechanische Uhren kamen als Kirchturmuhren zum Einsatz.*

VERHÜTTUNG VON STEINKOHLEKOKS

Eisenfabrikant *Abraham Darby baute den ersten mit Koks befeuerten Hochofen. Die Verwendung von Koks statt Holz ermöglichte größere Öfen und damit eine billigere Eisenproduktion.*

HEISSLUFTBALLON

Die Brüder Mongolfier *eroberten als erste Menschen die Lüfte: Sie starteten bei Paris zu einem ersten bemannten Flug mit einem Heißluftballon. Doch die Brüder verstanden noch nicht, was den Auftrieb bewirkte.*

LOCHKARTE

Joseph-Marie Jacquard *nutzte erstmals Lochkarten, um einen vollautomatischen Webstuhl zu steuern. Vorhandensein oder Fehlen von Löchern änderten die Bewegungen des Webrahmens.*

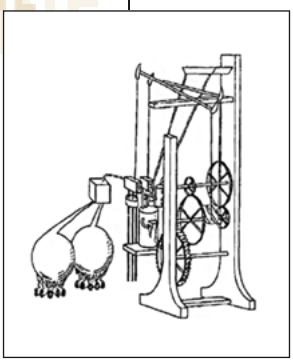
GLÜHBIRNE

Noch bevor *Thomas Edison ein Patent für seine Glühlampe anmeldete, stellte der Schotte James Bowman Lindsay einen konstanten lichterzeugenden Stromfluss her.*

1783 | 1791 | 1801 | 1834 | 1835

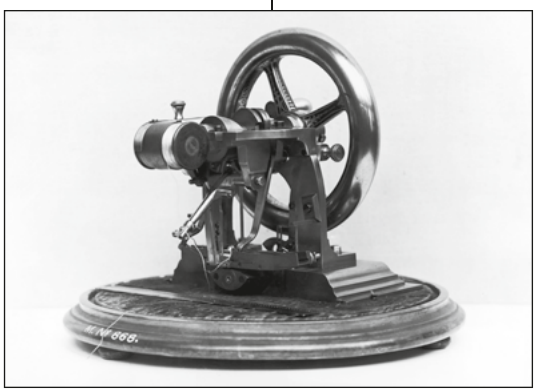
GASTURBINE

John Barber *erfand die erste Gasturbine, die Wärmeenergie in Rotationsenergie umwandelte. Gasturbinen werden heute vor allem zur Stromerzeugung oder als Antriebsaggregate (Jets) genutzt.*



NÄHMASCHINE

Die erste Nähmaschine *mit zwei Spulen wurde von Walter Hunt erfunden. Sie läutete den Wandel von der Handarbeit zur industriellen Produktion von Kleidung ein.*



STAHLBETON

Der Verbundwerkstoff *aus den Komponenten Beton und Bewehrungsstahl, erfunden von Joseph Monier nach dem Prinzip „Eisengerippe mit Zementumhüllung“, revolutionierte das Bauwesen.*

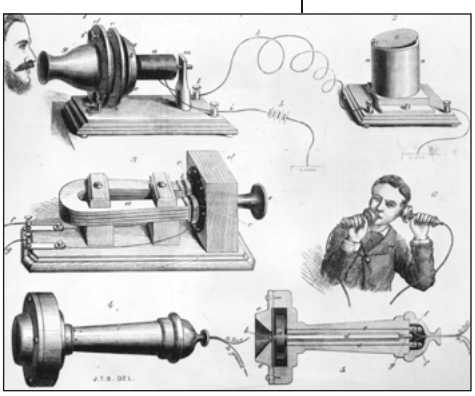
FAHRRAD

Im 19. Jahrhundert *wurden wichtige Schritte zur Entwicklung des Fahrrades gemacht. John Kemp Starley stellte ein Sicherheitsfahrrad mit zwei gleich großen Rädern vor. Das Fahrrad war das erste industriell gefertigte Massenmobilitätsgerät.*

COMPUTER

Konrad Zuse *baute mit dem Z3 den ersten funktionstüchtigen, vollautomatischen, programmgesteuerten und frei programmierbaren, in binärer Gleitkommarechnung arbeitenden Rechner: den ersten Computer.*

1867 | 1876 | 1885 | 1886 | 1941



TELEFON

Als Alexander Graham Bell *an der Verbesserung des Telegrafen arbeitete, kam ihm die Idee, nicht nur lange und kurze Morsetöne, sondern auch Sprache zu übertragen.*

AUTOMOBIL

Carl Benz *erfand ein motorisiertes Dreirad. Gottlieb Daimler und Wilhelm Maybach verwandelten ein Jahr später eine Pferdekutsche in einen „Motorwagen“.*

LASER

Laserstrahlen *sind elektromagnetische Wellen. Bereits Albert Einstein forschte zu diesem Thema. Theodore Maiman stellte 1960 schließlich den ersten Laser – einen Rubinlaser – her.*

INTERNET

Die Forschergruppe ARPA *entwickelte ein dezentrales Computernetzwerk, um Rechnerkapazitäten optimal zu nutzen. In den siebziger Jahren wurde das ARPANET in Internet umgetauft und öffentlich zugänglich gemacht.*

1960

1969

INNOVATIONEN **DURCH ZUFALL**

Auch Fehlschläge und Zufälle führen zum Erfolg: Viele wichtige Erfindungen entstanden unbeabsichtigt.

Einer der wichtigsten Arzneiwirkstoffe des 20. Jahrhunderts, das Penicillin, verdankt seine Entdeckung einem Zufall: Forscher Alexander Fleming vergaß eines Tages im Jahr 1928, ein Laborfenster zu schließen. Eindringende Pilzsporen zerstörten die Eitererreger auf seinen Versuchsplatten.

Charles Nelson Goodyear ließ 1839 versehentlich ein Stück Gummi-Schwefel-Gemisch auf eine Herdplatte fallen – aus diesem Missgeschick entstand zunächst die Vulkanisierung und später der Gummireifen.

Bei einem Magnetfeldexperiment stand der Ingenieur Percy Spencer 1945 vor einem Radargerät für Flugzeuge und wunderte sich, dass in seiner Tasche ein Schokoriegel schmolz. Er experimentierte daraufhin mit der Strahlung und anderen Lebensmitteln: Die Mikrowelle war erfunden.

Eine große Innovation der Medizin: Viagra sollte gegen Bluthochdruck helfen, doch die Tests verliefen enttäuschend. Dafür weckte eine Nebenwirkung plötzlich das Interesse der Forscher: Bei vielen männlichen Probanden hatte das Medikament eine potenzsteigernde Wirkung.

Automotive-Vorstand Prof. Peter Pleus mit einer Auswahl von Fahrzeugmodellen mit Schaeffler-Innovationen in Sachen Motorensysteme. Der Chrysler 300C (in der Hand) beispielsweise verfügte über eine Zylinderabschaltung made by Schaeffler

„AUTOMOBIL-HERSTELLER PROFITIEREN VON UNSERER **EXPERTISE** IM BEREICH MOTOR- UND GETRIEBE-SYSTEME“

Seit sieben Jahrzehnten beschleunigt Schaeffler den Automobilbau mit immer neuen Innovationen. Eine Zeitreise mit Prof. Peter Pleus, Automotive-CEO bei Schaeffler.

von Jörg Walz

Durchschnittlich 60 Produkte von Schaeffler finden sich aktuell in jedem neu gebauten Pkw auf der Welt. Eine beeindruckende Zahl. Die Bandbreite reicht vom Lager bis zum kompletten Hybridmodul. Den Anfang nimmt die Erfolgsgeschichte 1949, als die Brüder Georg und Wilhelm Schaeffler das käfiggeführte Nadellager zum Patent anmelden und damit neue Maßstäbe in Sachen Reibungswiderstand sowie Stand- und Drehzahlfestigkeit setzen. Bereits im Folgejahr ist das Bauteil fester Bestandteil der Konstruktion des DKW F89. Auch Mercedes-Benz und die Adler-Werke greifen auf die Innovation zurück. Weitere Automobilhersteller folgen.

Tempofester Millionenseller

Aber warum erobert die Schaeffler-Erfindung den Markt im Sturm? Bis dato bestehen Nadellager aus einer Vielzahl lose in Fett sortierter Wälzkörper. Dadurch drehen die einzelnen Wälzkörper gegeneinander. Das wiederum führt dazu, dass die Lager aufgrund des Widerstands heiß laufen und dementsprechend nicht für höhere Drehzahlen geschaffen sind. Mit dem Käfig wird alles anders: Er führt die nun nicht mehr gegeneinander arbeitenden Wälzkörper präzise.

Ab 1952 ist das käfiggeführte Nadellager auch ein zentrales Bauteil im Getriebe des Volkswagen Käfer und wird damit in kürzester Zeit zu einem Millionenseller. Als Citroën 1955 die avantgardistische Limousine DS vorstellt, verschlägt es dem staunenden Publikum die Sprache. Der Weg zur Serienfertigung führt die Citroën-Ingenieure aber noch einmal über Herzogenaurach, denn das ursprünglich mit einer Gleitlagerung versehene Getriebe erweist sich als nicht geeignet für die hohen Belastungen, die schnelle Reisegeschwindigkeiten auf den noch leeren Autobahnen bedeuten. Schaeffler bietet mit kompakt bauenden, käfiggeführten Nadellagern die Lösung für das Problem und verhilft dem aerodynamisch geformten Fronttriebler zum Gütesiegel „autobahntauglich“.

Die millionenfach und in zahlreichen Versionen gefertigten Wälzlager verhelfen dem Unternehmen aus Herzogenaurach zu einer profunden Expertise auch in

Im BMW 525e (links) kommt erstmals das Zweimassenschwungrad zum Einsatz. Heute ist dieses Dämpfungselement zwischen Motor und Getriebe aus dem Automobilbau kaum wegzudenken. In der Mercedes S-Klasse W116 feiern Mitte der siebziger Jahre hydraulische Ventilspielausgleichselemente von Schaeffler Serienpremiere

INA-Nadellager machten den Citroën DS (links) standfest und somit autobahntauglich. Der DKW F89 (Mitte) war das erste Automobil mit der innovativen Schaeffler-Erfindung, und beim Ford Taunus 12M „Cardinal“ sicherten maßgeschneiderte ballige Lager den Serienanlauf. Sie sind das erste maßgefertigte Automotive-Produkt von Schaeffler

Sachen Metallumformung. „Für die Schaeffler-Vertriebsingenieure galt immer die Maßgabe, beim Kunden die Augen offen zu halten“, erzählt Prof. Peter Pleus, Automotive-CEO bei Schaeffler. „Und das stets mit dem Blickwinkel des Blechumformungsspezialisten. Auf diese Weise wurden schnell weitere Produkte entwickelt, die das Schaeffler-Portfolio erweiterten.“ So zum Beispiel kleine, aus Blech geformte Halteelemente für Kugeln und Federn, die zur Synchronisation von Getrieben notwendig sind und zuvor in mühsamer Montagearbeit in die Getriebe gebracht werden mussten. „Damit war eine Fehlerquelle beseitigt, und die Montagekosten konnten minimiert werden“, so Pleus.

Präzision im Mikrometerbereich

„Und auch der Weg zum Anbieter von Motorenelementen entspringt in den Produktionsfähigkeiten der Umformtechnik“, erinnert sich Prof. Pleus. In den sechziger Jahren beginnt Schaeffler im Bereich Ventiltrieb zu entwickeln. Mitte der siebziger Jahre feiern die hydraulischen Ventilspielausgleichselemente in der neuen Motoren-Generation für die Mercedes-Benz S-Klasse Serienpremiere. Die Grundlagen dafür sind Tassenstößel, die ihre Leistungsfähigkeit bereits im Le-Mans-Rennwagen Porsche 917 unter Extrembedingungen unter Beweis stellen.

„Für die Ventiltriebselemente braucht es höchste Präzision, um diese Bauteile – im Mikrometerbereich aufeinander abgestimmt – millionenfach zu fertigen“, berichtet Pleus. „Und neben den Produktionsfertigkeiten geht es auch darum, die thermodynamischen Zusammenhänge im Motor zu kennen“, so der promovierte Maschinenbau-Ingenieur – Fachrichtung Mechanik an der renommierten ETH Zürich. Schritt für Schritt baut Schaeffler sein Portfolio im Motorenbereich über die Jahre aus: Heute gehören dazu längst auch Nockenwellenversteller (erstmals im Ford Puma), schaltbare Tassenstößel für Zylinderabschaltung (ab 1999 für Chrysler-, Volvo- und Porsche-Triebwerke) sowie die weltweit erste elektrohydraulische, vollvariable Ventilsteuerung UniAir, die 2008 bei Alfa Romeo Premiere feiert und heute in weiterentwickelter Form bei mehreren Marken zum Einsatz kommt.

Doch das Produktportfolio erstreckt sich nicht nur über den Zylinderkopf: Neben verschiedenen Wälzlagerungsanwendungen, wie beispielsweise der wälzgelagerten Leichtbau-Ausgleichswelle (ab 2008 erstmals im Vierzylinder-Diesel OM 651 von Mercedes-Benz), gehören zahlreiche Bauteile des Steuer- und Nebenaggregatetriebs – gleich ob mit Riemen oder

Im Hightech-Labor 959 bringt Porsche eine Vielzahl technischer Höhepunkte und Neuheiten in die limitierte Serie. Unter anderem den hydraulischen Kettenspanner, mit dem Schaeffler fortan auch 911er-Fahrern einen wartungsarmen und standfesten Motor beschert

» *Für unsere Vertriebsingenieure galt immer die Maßgabe, beim Kunden die Augen offen zu halten. Auf diese Weise wurden schnell weitere Produkte entwickelt, die unser Portfolio erweiterten*

Prof. Peter Pleus, hier mit Konzeptfahrzeugen von Schaeffler, die als Versuchsträger für Innovationen dienen

Im Hinterachsdifferenzial des 1er BMW werden zweireihige Kugellager statt sonst üblicher Kegelrollenlager verwendet. Das senkt den Rollwiderstand und damit den Verbrauch

Kette – dazu. Und auch das 2012 im Triebwerk EA888 des Volkswagen-Konzerns und im Audi A5 eingeführte Thermomanagementmodul, mit dem sich der Kraftstoffverbrauch um bis zu vier Prozent reduzieren lässt. Bereits 1995 feiert der Generatorfreilauf seine Premiere. Ebenfalls mit Audi, im damals frischen A4. Dieses unscheinbare Bauteil entkoppelt den Riemen von den Drehungleichförmigkeiten der Lichtmaschine, wie der Stromgenerator umgangssprachlich genannt wird. Das kompakte Bauteil ermöglicht den Siegeszug der leistungsstarken Diesel-Direkteinspritzer und markiert damit einen wichtigen Punkt in der Entwicklung effizienter und leistungsfähiger Verbrennungsmotoren. Fortschritte im Motorenbau kommen heute aber auch über das Getriebe – und umgekehrt. „Hier profitieren die Automobilhersteller davon, dass Schaeffler über Expertise im Bereich Motor- und Getriebesysteme verfügt“, sagt Peter Pleus. „Das ist in dieser Form in der Automobilbranche einmalig.“

Frühe Weichenstellung durch Firmengründer

Die Weichen dafür stellen Georg und Wilhelm Schaeffler Mitte der sechziger Jahre mit der Gründung der Marke LuK. Das erste Produkt ist eine Tellerfederkupplung, die in den leistungsstärkeren Vierzylindern von Volkswagen und Porsche zum Einsatz kommt. In kurzen Abständen folgen weitere Innovationen, wie die selbstnachstellende Kupplung oder kompakte und dennoch höchst leistungsfähige Drehmomentwandler, die den Bauraum zwischen Motor und Getriebe zum angestammten Platz für Schaeffler-Produkte werden lassen. Mit Erfindung des Zweimassenschwungrads (ZMS) hat Schaeffler ab 1985 einen Schwingungstilger im Angebot, der inzwischen längst zum Standard für effiziente Antriebsstränge geworden ist. Erstmals eingesetzt wird er im BMW 525e und feiert später seinen Siegeszug in hoch verdichteten Dieselaggregaten. Ab 2010 – und mit Premiere im BMW 320d EfficientDynamics Edition – bringt ein in das ZMS integriertes Fliehkraftpendel nochmals mehr Ruhe und Laufkomfort in den Antrieb.

Drei Jahre zuvor beginnt der Siegeszug der trockenen Doppelkupplung, die zuerst bei Volkswagen, schnell aber auch bei Renault, Ford, Fiat, Alfa Romeo und weiteren Marken zum Einsatz kommt. Doppelkupplungsgetriebe schalten ohne Zugkraftunterbrechung, und in trockener Bauweise gelten sie als die effizientesten Kraftübertragungen der Welt. Dementsprechend findet die Schaeffler-Doppelkupplung auch im Vorzeige-Diesel-Hybrid-„Sparzeug“ Volkswagen XL1 Verwendung.

Zu den zahlreichen Effizienz-Produkten gehören auch Tandem-Kugellager, die ab 2004 im Differenzial des 1er BMW an die Stelle der traditionell verwendeten Kegelrollenlager treten. Die zweireihige Bauweise des Kugellagers reduziert nicht nur die Reibung, sondern ermöglicht trotz identischer Traglasten auch eine leichtere Bauweise des Hinterachsgetriebes.

Konzeptfahrzeuge unterstreichen Kompetenz

Dass das Ganze, bei richtiger Herangehensweise, mitunter mehr bewirkt als die Summe seiner Teile, dafür stehen die Konzeptfahrzeuge, mit denen Schaeffler seit dem 2009 gezeigten CO_2ncept-10% auf sich und seine Kompetenz aufmerksam macht. In den Konzeptfahrzeugen sind verschiedene seriennahe Schaeffler-Technologien miteinander verknüpft. „Und wir haben das jeweils thematisch gebündelt, gleich

Gestern und Morgen im Heute – mit den käfiggeführten Nadellagern, die im Volkswagen Käfer zum Einsatz kommen, schnellen die Stückzahlen rasant in die Höhe. Schnell kommen aber auch weitere Produkte hinzu. So bringt die Schaeffler-Marke LuK Mitte der sechziger Jahre die Tellerfederkupplung in Serie. In rascher Folge erobern weitere Schaeffler-Technologien die Automobilwelt. Im Volkswagen XL1 kommt beispielsweise das trockene Doppelkupplungssystem zum Einsatz

» Für die Ventiltriebselemente braucht es höchste Präzision, um diese Bauteile – im Mikrometerbereich aufeinander abgestimmt – millionenfach zu fertigen

Prof. Peter Pleus mit dem Alfa MiTo, dem ersten Fahrzeug mit der vollvariablen elektrohydraulischen Ventilsteuerung UniAir. Heute ist das innovative System ein Millionenseller

ob in Sachen Elektromobilität, Hybridisierung, bei der Optimierung des verbrennungsmotorischen Antriebsstrangs oder den unterschiedlichen Anforderungen in einzelnen Regionen der Welt“, erklärt Prof. Pleus. „Beim Gasoline Technology Car, dem 2014 auf Basis eines Ford Focus 1.0 vorgestellten und in Zusammenarbeit mit Ford und Continental realisierten Fahrzeug, hätten die einzelnen Bauteile eine Verbrauchsreduzierung von 14 Prozent bewirkt. Durch das von vornherein konzipierte Zusammenspiel der verschiedenen Technologien ließ sich der Verbrauch schließlich sogar um 17 Prozent senken.“

Seine Premiere feiert der weltweit erste elektromechanische Wankstabilisator ebenfalls in einem Konzeptfahrzeuge. Porsche und Schaeffler zeigen im CO_2ncept-10% die Potenziale des Bauteils auf, das seit 2015 in Oberklasse-Fahrzeugen zum Einsatz kommt.

Ein weiteres Bauteil, das seine Leistungsfähigkeit vor der Serieneinführung in einem der Schaeffler-Fahrzeuge unter Beweis stellen konnte, ist die E-Achse, mit der sich sowohl Hybridfahrzeuge als auch reine Elektromobile antreiben lassen.

In dem auf einem Škoda Octavia Scout aufbauenden Schaeffler ACTIVeDRIVE kommen davon zwei zum Einsatz, die jeweils über zwei E-Maschinen und ein Leichtbaudifferenzial verfügen. Dadurch lässt sich die Antriebsleistung radselektiv verteilen und so ein die Fahrdynamik förderndes „Torque Vectoring“ darstellen. „Wegen der großen Batterie bringt dieses Fahrzeug mehr als eineinhalb Tonnen auf die Waage“, so Prof. Pleus, „doch dank Torque Vectoring lässt es sich so behände durch den Fahrdynamikparcours bewegen wie ein deutlich kompakteres Auto.“

Gleich ob für E-Fahrzeuge oder auf höchste Effizienz getrimmte Automobile traditioneller Bauart: Weitere Schlüssel für geringe Verbräuche und Emissionen sind mechatronische Aktoren. Sie benötigen – anders als die bislang verwendeten hydraulischen Systeme – Energie nur „on demand“, das heißt, in dem Moment, wenn etwas geregelt oder verstellt wird. Schaeffler hat hier mittlerweile einen eindrucksvollen Baukasten geschaffen, mit Aktoren in der Lenkung, der Nockenwellenverstellung, Kupplung, Niveauregulierung oder eben dem Fahrwerkstabilisator. „Die Liste von Produkten, Anwendungsbeispielen und Fahrzeugen ist noch wesentlich länger“, so Prof. Peter Pleus. „Das ist nicht nur der Vergangenheit geschuldet, denn die technologischen Herausforderungen der Mobilität für morgen sind vielschichtig. Und wir bei Schaeffler sind dafür bestens gerüstet – und dabei steht immer die Innovation im Mittelpunkt.“

DER AUTOR

*Autos für Straße und Rennstrecke begleiten **Jörg Walz** schon sein ganzes Berufsleben, ob als Journalist, Buchautor oder Pressesprecher für Alfa oder auch Volkswagen. Aktuell leitet er die Abteilung Kommunikation und Marketing Automotive bei Schaeffler. In dieser Funktion hat er auch das Technologiemagazin „tomorrow“ zum Leben erweckt.*

VON **DAMPFLOKS** LERNEN

Ein Medikament gegen Krebs erfinden, das selbstfahrende Auto oder die nächste Killerapplikation fürs Smartphone: Was Innovation ist, glaubt jeder zu wissen. Aber was sind die Voraussetzungen, um wirklich innovativ sein zu können? Wer danach sucht, muss lieb gewonnene Gewissheiten über Bord werfen – und Widersprüche aushalten können.

von Claus Gorgs

Wulf-Dieter Schmidt-Sacht hatte mit der Abfuhr gerechnet. „Sie zerstören mein Lebenswerk“, donnerte sein Chef Heinz Neumüller, Gründer und Vorstandsvorsitzender des Oldenburger Fotodienstleisters Cewe, als Forschungsleiter Schmidt-Sacht ihm kurz vor der Jahrtausendwende seine neueste Entwicklung präsentierte: ein Selbstbedienungsterminal zum Ausdrucken digitaler Bilder auf Fotopapier. Heute steht so ein Apparat in jedem Drogeriemarkt, vor knapp 20 Jahren war er eine Revolution – besonders für ein Unternehmen, das sein Geld mit der Entwicklung analoger Filme verdiente. Aus Angst, Neumüller könnte das Projekt stoppen, hatte Schmidt-Sacht die Maschine heimlich entwickeln lassen. Einen Tag nach der Standpauke zitierte ihn der Chef erneut ins Büro: „Wann können Sie die ersten 100 Geräte fertig haben?“

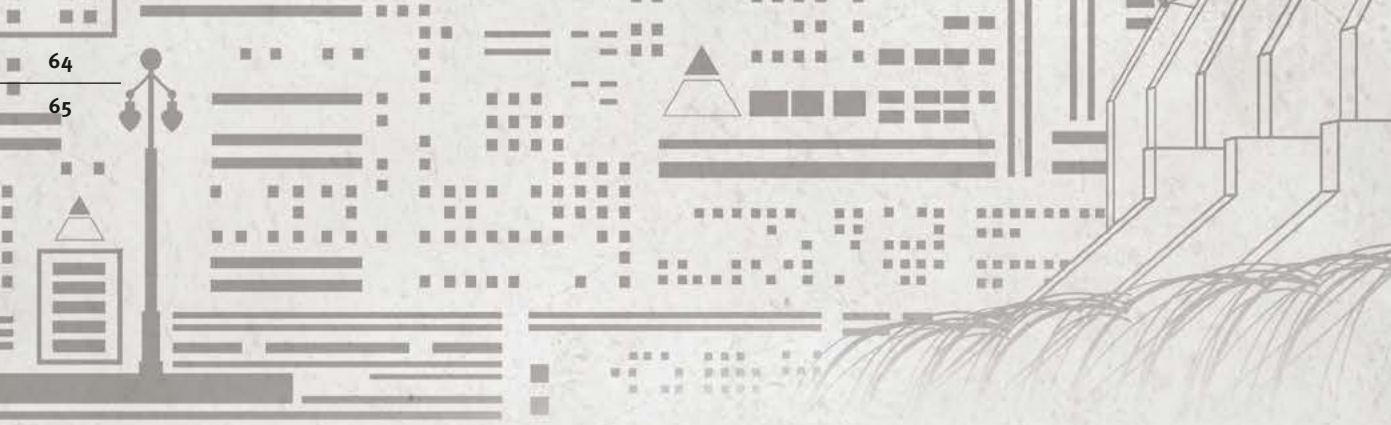
Innovation ist nicht planbar, das richtige Umfeld schon

Kodak, Agfa, Polaroid – die großen Marken der analogen Fotografie hat der digitale Wandel hinweggefegt. Cewe hingegen macht heute mit Fotobüchern, Postkarten-Apps und Online-Druck mehr Umsatz als zu den besten Zeiten des Farbfilms. „Innovation ist nicht immer planbar“, sagt Reiner Fageth, Cewe-Vorstand und Nachfolger von Schmidt-Sacht als Forschungschef. „Aber wenn neue Technologien das eigene Geschäft infrage stellen, ist die einzige Chance, sich an die Spitze der Bewegung zu setzen – und den Vorsprung nicht mehr aus der Hand zu geben.“

Der Firmenfriedhof ist voll von Unternehmen wie Quelle, Grundig oder Schlecker, die zu lange an ihren althergebrachten Geschäftsmodellen festhielten und am Ende untergingen. Noch Ende der 1950er-Jahre brachten Krupp und Krauss-Maffei die besten und effizientesten Dampflokomotiven aller Zeiten auf den Markt – auf die Idee, auf Diesel- oder Elektroantriebe umzusteigen, kamen sie nicht. Wenige Jahre später hatten neue Anbieter wie Siemens oder AEG den Schienenverkehr revolutioniert, kein einziger Hersteller von Dampfloks blieb im Geschäft. Der frühere BMW-Chef Norbert Reithofer begründete unter anderem mit diesem Beispiel seine E-Auto-Strategie. „Die schönsten Dampflokomotiven wurden am Ende ihrer Ära gebaut.“ Die Automobilindustrie müsse aufpassen, dass sie nicht in dieselbe Falle tappe.

Kreativität und Effizienz sind ein Widerspruch – eigentlich

„Innovation und die Strukturen eines großen Unternehmens vertragen sich nur schlecht miteinander“, sagt Jens-Uwe Meyer, Geschäftsführer der Leipziger Innovationsberatung Innolytics. Vor allem Großkonzerne seien auf Effizienz und Skalierbarkeit ausgerichtet, Kreativität und neue Ideen benötigten dagegen Freiraum und dürften nicht sofort unter Ertrags- oder Kostendruck



» Die schönsten Dampfloks wurden am Ende ihrer Ära gebaut

Norbert Reithofer, ehemaliger BMW-Chef

gesetzt werden. Um sich aus diesem Dilemma zu befreien, müsse eine innovationsfreundliche Organisation beides können: Bestehendes optimieren und gleichzeitig Neues ausprobieren. Innovative Unternehmen wie Schaeffler, Evonik oder Cewe leisten sich deshalb Kreativlabore, in denen Mitarbeiter losgelöst vom Tagesgeschäft querdenken können (siehe Bericht ab Seite 72). Cewe-Vorstand Fageth veranstaltet jeden Montagmorgen eine Innovationsrunde, die jedem Mitarbeiter offensteht. „Innovation ist keine Angelegenheit der Marketing- oder Forschungsabteilung, das geht alle an“, sagt der 51-Jährige. Zahlreiche Ideen wurden in diesem Kreis bereits geboren oder verbessert. „Wenn 30 Leute draufgucken und noch zehn Fehler rausholen, hat man am Ende ein besseres Produkt“, ist Fageth überzeugt. Auch mit den Forschern des uninahen Informatik-Instituts Offis treffen sich die Fotoexperten regelmäßig zum Brainstorming. Unternehmensintern heißt der ganztägige Gedankenaustausch „Spinnerrunde“.

Start-ups nutzen, ohne sich auf sie zu verlassen

Eine weitere Möglichkeit, frische Ideen zu tanken, ist die Zusammenarbeit mit Start-up-Unternehmen, die neue Marktansätze oder Technologien mitbringen. So buhlt derzeit die halbe Autowelt von Volkswagen über Toyota bis General Motors um das junge Jerusalemer Unternehmen Mobileye. Die Israelis haben eine Bildverarbeitungssoftware entwickelt, die hilft, kritische Fahrsituationen besser und schneller zu erkennen. Diese Technologie ist ein wichtiger Baustein für autonomes Fahren. „Es wäre fahrlässig, die Chancen nicht zu nutzen, die die Start-up-Szene bietet“, sagt Innovationsberater Meyer. „Das kann aber nur eine Ergänzung zur eigenen Innovationsstrategie sein.“

Denn wer sich zu sehr auf andere verlässt und den eigenen Ideen nicht traut, dem geht es am Ende womöglich wie Kodak. Es war nämlich der US-Fotokonzern, der 1978 das Patent für die erste Digitalkamera der Welt anmeldete – und die Pläne danach in der Schublade verschwinden ließ. Zu groß erschien den Managern die Gefahr für das eigene Geschäftsmodell. Sie sollten recht behalten.

DER AUTOR

*Der Hamburger Journalist und Ökonom **Claus Gorgs** schrieb für das „Hamburger Abendblatt“ und die „Wirtschaftswoche“, war Ressortleiter bei „Capital“ und der „Financial Times Deutschland“. Lange kokettierte er mit seiner Offline-Mentalität. Inzwischen geht aber auch er ohne Smartphone kaum mehr vor die Tür. Seine Lieblingsinnovation der letzten Jahre ist allerdings der Induktionsherd. Seit er einen hat, macht ihm das Kochen wieder Spaß. Zumal das Ding auch wirklich nur piept, wenn es soll.*

» Erfolg ist kein Zufall. Es ist harte Arbeit, Ausdauer, Lernen, Studieren, Aufopferung, jedoch vor allem Liebe zu dem, was du tust oder dabei bist zu lernen Pelé

LEISTUNGSSTARK

Technische Innovationen beflügeln die Menschen zu immer neuen Höchstleistungen. Auch im Sport. Ein Beispiel ist der „Footbonaut“ (Foto), der Fußballprofis im schnellen Passspiel trainiert. Der rund eine Million Euro teure Roboter, den sich nur wenige Top-Clubs wie Borussia Dortmund leisten, passt automatisiert Bälle aus vier Richtungen zum Spieler im Zentrum. Nach dem Zufallsprinzip aufleuchtende Felder an der ihn umschließenden Wand markieren die Anspielstationen, die blitzschnell bedient werden müssen. Der Footbonaut simuliert so die immer größer werdenden Anforderungen an die Akteure. Viel mehr als den Bruchteil einer Sekunde haben die Spieler selten Zeit, eine Entscheidung zu treffen.

KEIN ZUFALL

Fortschritt ist wie ein Getriebe mit unendlich vielen Zahnrädern. Eins treibt das andere an. Jede Innovation greift auf Hunderte andere zurück. Und nicht selten steht hinter den technischen Errungenschaften der Name Schaeffler.

von Johannes Winterhagen

Fasching im Jahr 1950. Deutschland beginnt sich von den verheerenden Folgen des Zweiten Weltkriegs zu erholen. Die letzten Lebensmittelmarken werden eingezogen, man hat wieder Geld in der Tasche. Dass es wirtschaftlich rasch aufwärts geht, ist vielen findigen Unternehmern zu verdanken, unter anderem Georg und Wilhelm Schaeffler, die 1946 einen Industriebetrieb in Herzogenaurach gegründet haben. Im Alltag der Beschäftigten herrscht trotzdem noch an vielen Stellen großer Mangel. Daher ruft die Unternehmensleitung abends zum Betriebsfaschingsfest. Georg Schaeffler und einige Mitarbeiter sind mit ihren Gedanken jedoch ganz im Hier und Jetzt: Sie bauen gemeinsam den ersten Prototypen für ein käfiggeführtes Nadellager. Als es wenige Stunden vor dem Fest montiert ist, greift Georg Schaeffler zu einem Hörrohr, um die Funktion des Lagers zu überprüfen. Sein Kalkül, ersonnen auf einer Autofahrt wenige Monate zuvor, geht auf: Werden die „Nadeln“, wie die langen, zylindrischen Wälzkörper genannt werden, nicht lose in das Lager eingesetzt, sondern in einem Käfig geführt, der Berührungen der Wälzkörper untereinander verhindert, verkippen diese nicht mehr. Auch Reibungsverluste durch gegenläufiges Drehen werden eliminiert. Dadurch können solche Lager weitaus höheren dynamischen Lasten ausgesetzt werden als die sogenannten vollrolligen Lager, die damals bereits Bestandteil des Schaeffler-Portfolios sind. Das später namensgebende Industrie-Nadellager „INA“ ist entstanden.

Eine Erfindung auf Deutschlandtournee

Eine gute Idee muss in die Welt getragen werden. Und so geht Georg Schaeffler mit einem seiner Ingenieure wenige Wochen später auf Deutschlandtournee. Für die Präsentation haben sie einen Musterkoffer im Auto, der heute in Herzogenaurach ausgestellt ist. Schnell treffen erste Bestellungen ein. Ab 1953 gibt es kein neu gebautes Auto in der jungen Bundesrepublik, in dem nicht serienmäßig Lager aus dem Hause Schaeffler eingebaut sind. Innovative Lagertechnologien von Schaeffler ermöglichen es den Autobauern über den heutigen Tag hinaus, immer leistungsfähigere und effizientere Fahrzeuge zu entwickeln.

Aber auch die Industrie wird im Nachkriegsdeutschland hellhörig. So haben – um nur ein Beispiel zu nennen – käfiggeführte INA-Nadellager den Einsatz

von Wälzlagern in Druckmaschinen entscheidend vorangetrieben. Das klassische Konzept der Hauptzylinder-Loslagerung in der Offsetdruckmaschine beruht seit 50 Jahren auf einer Schaeffler-Lösung – dem zweireihigen Nadellager mit versetzten Käfigtaschen. Wieder hat eine Innovation eine andere im Schlepptau.

Schon bald wird auch klar, dass Nadellager mit ihrer Kombination von hoher dynamischer Belastbarkeit und geringem Bauraumbedarf auch für Werkzeugmaschinen höchst interessant sind – einen Markt, den Schaeffler ab 1954 mit der ersten Beteiligung an der Hannover Messe systematisch erobert. Dort präsentiert der Newcomer tiefgezogene Nadelhülsen. Sie vereinen Produkt-Innovation und Produktions-Know-how von Schaeffler. Das Tiefziehen ist ein umformtechnisches Verfahren und gehört bis heute zu den Kerntechnologien der Schaeffler Gruppe. Das Ziehen erfolgt auf großen Stufenpressen mit hohem Druck, ohne dass das Blech vorher erwärmt wird. Damit können Wälzlagerteile in großen Serien wirtschaftlich hergestellt werden und so weiteren Innovationen den Weg bereiten.

Ein weiteres wichtiges Jahr in der Firmengeschichte ist 1969. Der INA-Rollenumlaufschuh lässt erstmals

Zwei große deutsche Innovatoren: Nadellager-Erfinder Georg Schaeffler (l.) und sein Bruder Wilhelm. Mit dem hier gezeigten Musterkoffer ging Georg Schaeffler 1950 auf Deutschlandtournee

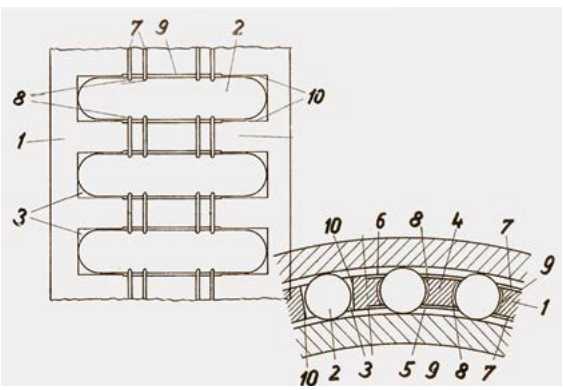
die Umstellung von linearen Gleit- auf Wälzführungen zu. Dieses einfache Bauteil ist damals eine Innovation für Produktionsmaschinen: hoch belastbar, dabei aber leichtlaufend und einfach zu montieren. Bei der Entwicklung greifen die Schaeffler-Ingenieure auf uraltes Wissen zurück. Schon die alten Ägypter wussten: Rollen geht einfacher als Gleiten. Sie nutzten um etwa 2000 v. Chr. das Funktionsprinzip einer linearen Wälzführung zum Transport der tonnenschweren Steinblöcke für den Pyramidenbau. Im 20. Jahrhundert entwickeln sich dann diverse mechanische lineare Führungssysteme. Der INA-Rollenumlaufschuh brachte schließlich den Durchbruch. Mittlerweile ist schon die fünfte Generation auf dem Markt.

Kompetenzen nutzen

Immer wieder entdeckt Schaeffler im Lauf der Jahre neue Betätigungsfelder, um das Produktportfolio zu erweitern. Aus dem Nichts kommen solche Erfindungen trotzdem nicht – das stetig wachsende Know-how des Unternehmens erweist sich als idealer Nährboden. Die Kooperationen mit Universitäten, Instituten und Forschungseinrichtungen spielen für Schaeffler als Innovationsführer eine wichtige Rolle.

Die Produktionsexpertise von Schaeffler spielt beim Innovationsprozess ebenfalls eine wichtige Rolle. Ohne mechanische Präzisionsbearbeitung im Mikrometerbereich wäre beispielsweise der ab den 1960er-Jahren von Schaeffler vorangetriebene hydraulische Ventilspielausgleich in Verbrennungsmotoren nicht denkbar. Der wiederum führte zu Innovationen wie der Nockenwellen-Phasenverstellung oder dem vollvariablen hydraulischen Ventiltriebsystem UniAir, von dem im Frühjahr 2016 in den USA das millionste Stück vom Band gelaufen ist.

Vertriebsingenieure von Schaeffler suchen damals wie heute im Gespräch mit ihren Kunden aktiv nach Möglichkeiten, die Produktionsexpertise für neue Entwicklungen zu nutzen. Oft geht Schaeffler bei seinen Entwicklungen in Vorleistung. Als der Zulieferer nach den Ölkrisen in den 1970er-Jahren das effizienzsteigernde Zweimassenschwungrad entwickelt, ist der



Die Idee für sein bahnbrechendes Käfig-Nadellager ist Georg Schaeffler 1949 beim Autofahren gekommen. Mit diesen detaillierten Zeichnungen stellte er seine Erfindung schematisch dar. Bereits 1953 wird in jedem Auto, das in der Bundesrepublik produziert wird, Lagertechnologie von Schaeffler verbaut

Innovationstreiber: Das 2007 in Betrieb genommene Kompetenzzentrum Oberflächentechnik hat sich sehr erfolgreich entwickelt. Schaeffler hat seinen Umsatz mit beschichteten Teilen seither um mehr als 50 Prozent gesteigert

Automobilmarkt noch nicht reif für die Innovation. „Kein Automobilhersteller wollte das haben“, erinnert sich der ehemalige Entwicklungsleiter Wolfgang Reik. „Wir waren aber davon überzeugt, dass sie es eines Tages brauchen werden.“ Und so kam es: 2014 lieferte Schaeffler das hundertmillionste Zweimassenschwungrad aus.

Wie, was und womit

Immer wichtiger für die technische Entwicklung wird auch die Kompetenz, die sich Schaeffler in den vergangenen Jahren im Bereich Material erarbeitet hat. So hat sich das 2007 in Betrieb genommene Kompetenzzentrum Oberflächentechnik äußerst erfolgreich entwickelt. Ein Beleg hierfür: Schaeffler hat seinen Umsatz mit beschichteten Teilen seither um mehr als 50 Prozent gesteigert.

Neueste Entwicklungen von Schaeffler ermöglichen auch multifunktionale und sensorische Schichten, die wiederum Türen zu neuen Innovationen aufstoßen. Mit sensorischen Schichten können in den Lagern Kräfte, Drehmomente und andere Parameter gemessen werden – und dies mit einer Signalgüte, die herkömmlichen Sensoren deutlich überlegen ist. Dies wird beispielsweise bei Elektroautomobilen, bei E-Bikes und ganz allgemein im Maschinenbau nützlich sein. In Kombination mit smarten Aktoren sind sensorische Beschichtungen ideale Systeme, um Motoren und Maschinen optimal zu betreiben.

Gut möglich, dass eines der mehr als 2.000 Patente, die Schaeffler 2015 angemeldet hat, eines Tages eine ähnliche Relevanz haben wird wie die Lösung, die Georg Schaeffler für ein robustes Nadellager fand.

DER AUTOR

Johannes Winterhagen *(45) lebt als freier Technik- und Wissenschaftsjournalist in Frankfurt am Main. Für historische Technik hat er ein besonderes Faible – egal, ob es um alte Dampfloks, Oldtimer oder den ersten Walkman geht …*

NEUE WEGE GEHEN

Gute Ideen findet man nicht wie Pilze im Wald, vielmehr braucht man dafür Menschen, die kreative Prozesse fördern. Genau aus diesem Grund gibt es bei Schaeffler das Innovationsmanagement. Was passiert dort?

von Wiebke Brauer


76

Der Weg in die Zukunft kann steinig sein. Wer Neuland betritt, muss mit Rückschlägen rechnen. Aber: Erst das Überwinden von Widersprüchen macht innovative Entwicklungen möglich

Kein Bällebad. Keine blau gestrichenen Wände oder junge Hüpfer, die um eine Tischtennisplatte herumhetzen, wenn sie sich nicht gerade wie die Zeichentrickfigur Wickie mit dem Zeigefinger unter der Nase reiben, um auf einen prima Einfall zu kommen. Stattdessen eine Wand mit dem Schaeffler-Logo, ein Bildschirm, ein Tisch. Und Menschen vom Fach. Ihre Namen: Dr. Heinrich Schäperkötter, Lars Deppe, Dr. Armin Lau und Verena Pfeuffer. Sie alle gehören zur Abteilung Innovationsstrategie, Innovationsmanagement und Forschungsförderung bei Schaeffler, die insgesamt 15 Leute umfasst und interdisziplinär zusammengesetzt ist: Ein Kybernetiker ist mit an Bord, Wirtschaftsingenieure sind dabei, Menschen mit einem Psychologie- oder Maschinenbau-Hintergrund.

Ihre Aufgabe besteht darin, als interne Beratung planvoll und sorgsam neue Ideen zu säen und ihr Wachstum zu begleiten. Vergleichbar mit einem Trupp von Gärtnern, der große und kleine Pflanzen hegt und pflegt oder auch mal einen Zweig kappt. Und das in einer Welt, die zusehends komplexer wird und in der es als Unternehmen nicht mehr reicht, einfach ein bisschen mehr oder ein bisschen besser als bislang zu produzieren. Quantität ist gut, Qualität besser – aber Innovationen sind es, womit sich ein Unternehmen wie Schaeffler für die Zukunft wappnet. Deswegen evaluiert die Mannschaft rund um ihren Leiter Dr. Schäperkötter Innovationsvorhaben, treibt neue Geschäftsfelder voran und stellt die richtigen Fragen. Dies gilt auch bei radikalen Innovationen wie der Mikromobilität. Gezieltes

QUERDENKEN.

Bereits seit mehr als 15 Jahren stärkt Schaeffler seine Innovationsfähigkeit durch das Innovationsmanagement. Dabei führen die ersten Erfindungen des Unternehmens bis in die vierziger Jahre zurück und beweisen, dass Ideen, Zeichnungen und Skizzen schon damals in reale Produkte verwandelt wurden. Als Beispiel führt Lars Deppe, Leiter Innovationsmanagement, das käfiggeführte Nadellager an. „Die Zeiten haben sich geändert, aber es lag schon immer in der Kultur von Schaeffler querzudenken.“

Der Gegenwart immer mindestens einen Schritt voraus: Dr. Armin Lau, Verena Pfeuffer, Lars Deppe, Dr. Heinrich Schäperkötter und ihre elf Kollegen vom Schaeffler Innovationsmanagement

Innovationsmanagement lässt sich nicht in Cents umrechnen, man kann es nicht fassen und es nicht über die Theke verkaufen. Und der Weg vom goldwerten Einfall bis zum Erfolg ist lang. Niemand sitzt heute an einer Werkbank, guckt aus dem Fenster, hat einen zündenden Gedanken für eine neue Motorentechnologie und wird flugs reich. Vielmehr entstehen Innovationen in einem gezielt geplanten Prozess mit einer klaren Problemstellung. So ist es zum Beispiel nicht effizient, mit Ideen anzufangen, wie Lars Deppe erklärt: „Zunächst müssen Suchfelder identifiziert werden – aus Kundensicht, in Bezug auf Trends, aus verschiedenen Kompetenzperspektiven.“ Und dafür braucht man viele Menschen, nicht nur einen. Deppe weiter: „Wenn wir ein Problem im Bereich Automotive lösen möchten, kommt auch jemand aus der Industrie mit dazu. Dann geht es erst einmal darum, den Sachverhalt zu analysieren und zu abstrahieren.“

Zusätzlich lädt man sich bei Schaeffler Externe ein, Menschen, die nicht den täglichen Routinen unterliegen und ganz unbedarft auf ein Thema blicken können. Beispielsweise Zukunftsforscher, die erzählen, welche Trends uns morgen bewegen werden. Bei der von Schaeffler ins Leben gerufenen Veranstaltung „Open Inspiration“ kommen mehr als 50 externe Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen zusammen, um neue Entwicklungen und Forschungsaktivitäten zu präsentieren.

WALT-DISNEY-METHODE

Weitere Werkzeuge des Innovationsmanagements sind klassische Kreativtechniken: Unter dem Begriff Brainstorming kann sich inzwischen jeder etwas vorstellen, dazu kommen aber auch andere Methoden. Dr. Armin Lau erzählt: „Bei der geht man aus unterschiedlichen Perspektiven an ein Problem heran. Als Daniel Düsentrieb betrachtet man es eben technisch. Bei Dagobert geht es ums Geld, und als Donald denkt man darüber nach, was alles schiefgehen kann.“ Verena Pfeuffer wiederum ist Spezialistin in Sachen TRIZ, das russische Akronym für „Theorie des erfinderischen Problemlösens“ – oder einfacher formuliert: eine Methodik, die besagt, dass erst das Überwinden von Widersprüchen innovative Entwicklungen möglich macht. „Allerdings“, so wendet Pfeuffer ein, „kommt es nicht auf die Methode an, sondern darauf, ein Problem zu lösen – ob nun mithilfe von TRIZ, durch Brainstorming oder die Kreativitätsmethode Synektik ist letztendlich egal.“ Noch konkreter wird es, wenn man in einem der zahlreichen Workshops alle Teilnehmer sogenannte Aging-Anzüge anziehen lässt, damit jeder weiß, wie es sich anfühlt, sich als älterer Mensch zu bewegen. Ziel: Emotionen für die Problemstellung erzeugen und den Teilnehmern ein umfassendes Systemverständnis näherbringen.

„Man muss im Kopf entgleisen“, fügt Dr. Heinrich Schäperkötter hinzu. „Das kann kein Computer.“ Vor allem nicht in einer Welt, die immer unübersichtlicher wird und die von immer individuelleren menschlichen Bedürfnissen geprägt ist. Schäperkötter betont: „Egal, was in Zukunft auf uns zukommt, es ist von Komplexität geprägt. Es ist alles systemisch, voneinander abhängig – und jede Lösung, die den Menschen dabei hilft, mit dieser Komplexität klarzukommen, ist hilfreich und eine gute Geschäftsidee.“ Natürlich denkt jeder in diesem Moment an das iPhone, ein geniales Produkt, auf das die Menschheit gewartet zu haben schien. Schön anzusehen, vollgestopft mit Technik, aber selbst für den größten Simplicissimus einfach zu bedienen – ein Konglomerat von erfüllten Wünschen, ein Gerät, das alles ein bisschen einfacher macht. Und genau in diese Richtung denkt auch das Innovationsmanagement. Das ist neu. Denn bisher hat die produzierende Welt, und somit auch Schaeffler, Themen ausschließlich technisch betrachtet. Schäperkötter sagt: „Die Welt wird bunter und vielschichtiger. Und es reicht nicht mehr, mehr zu machen. Es reicht auch nicht, etwas besser zu machen. Man muss zusätzlich Dinge ganz anders machen. Und das sind Innovationen.“ Und am wichtigsten: das Wann. „Nichts ist erfolgreicher als die richtige Idee

» Man muss im Kopf entgleisen. Das kann kein Computer

Dr. Heinrich Schäperkötter,
Leiter Innovationsstrategie

Die Orientierung nicht verlieren, auch wenn der richtige Weg schwer auszumachen ist – das ist eine Herausforderung des Innovationsmanagements

zur richtigen Zeit“, ergänzt Schäperkötter. „Das Timing ist eine Riesenherausforderung bei der Entscheidungsfindung. Wann ist die Zeit reif? Dafür muss man viele Einzelaspekte zusammenbringen und plausibilisieren. Klassische Marketing-Prognosen reichen da nicht, das ist zu simpel.“

Ein anderer Punkt, an dem man erkennen kann, wie sehr sich die Zeit wandelt, ist das Thema Herrschaftswissen. Vorbei ist die Ära, in der sich einige Wenige aus Gründen des Machterhalts auf ihrem Wissen ausruhten. Erfolgreicher ist der, der sein Wissen teilt, streut und mit vielen gemeinsam maximiert. Wissen vermehrt sich durch Teilen. Kleiner Nachteil: Es gibt keine Heldengeschichten mehr. Keinen Erfinder, der sich das Haar rauft und sein Leben seiner Idee widmet. Kein Genie, das vom Moment seiner Erleuchtung berichtet, und keinen Forscher, der sich für seinen Geistesblitz feiern lässt. Wobei man natürlich auch anmerken kann, dass es sich bei den Heldengeschichten von einst mehr um Mythen denn um Wahrheiten handelt. So weiß man inzwischen, dass die Erfindung der Glühlampe nicht Thomas Alva Edison zugeschrieben werden kann, sondern seine Konstruktion nur die erste war, die in Serienfertigung ging. Ein bisschen schade ist es trotzdem um die Heldensagen. Das findet man bei Schaeffler aber nicht. Was man jedoch findet, das ist Querdenken mit System, Innovation als Teamleistung und eine gelebte Unternehmenskultur, die mit sich trägt.

INNOVATIONEN IN DER DNA

DIE AUTORIN

*Die Hamburger Journalistin **Wiebke Brauer** ist bekennender iPhone-Junkie und hält das Navigationsgerät in modernen Fahrzeugen für die beste Erfindung der Welt – was sie aber nicht davon abhält, der Dame darin ständig ins Wort zu fallen, weil sie jeden Weg besser zu kennen glaubt.*

GANZ SCHÖN **PATENT,** DAS **AMT**

Nach einem IQ-Test mit 100.000 Probanden leben die schlauesten Deutschen in Hamburg. Wirklich? Denn ein paar Menschen in München und Umgebung wissen, wie unsere Zukunft aussieht. Na ja, nicht ganz. Aber ein bisschen zumindest. Denn die Mitarbeiter des Deutschen Patent- und Markenamtes sind uns Normalbürgern rund sechs Jahre voraus. Anhand der angemeldeten Patente können sie sozusagen in die Zukunft sehen. So wussten die Mitarbeiter des Deutschen Patent- und Markenamtes bereits einige Jahre vor dem Erscheinen der ersten selbstreinigenden Textilien von den Einsatzmöglichkeiten der Nanotechnologie.

von Carsten Paulun

SEIT WANN KANN MAN IN DEUTSCHLAND PATENTE SCHÜTZEN LASSEN?

Bereits am 25. Mai 1877, also noch zur Kaiserzeit, wurde in Berlin die erste deutsche Patentbehörde eingerichtet: das Kaiserliche Patentamt.

WER HAT DAS ERSTE PATENT EINGEREICHT?

Johann Zeitner von der Nürnberger Ultramarin-Fabrik. Das Patent wurde am 2. Juli 1877 für ein „Verfahren zur Herstellung einer roten Ultramarinfarbe“ erteilt.

WARUM GIBT ES ÜBERHAUPT PATENTE?

Um Erfindungen zu schützen. Erfinder – egal ob Firmen oder Einzelpersonen – stecken viel Geld und Zeit in die Entwicklung von Innovationen. Die Firma kann mit dem Patent ihre Entwicklung 20 Jahre selbst nutzen oder Lizenzen verkaufen, um das Entwicklungsgeld wieder zu verdienen. Würde es diese Möglichkeit nicht geben, würden Firmen kaum noch Geld in Forschung und Entwicklung investieren. So hält beispielsweise die Fraunhofer-Gesellschaft mehrere Patente für die Datenkomprimierung H264, mit der sich hochauflösende Bilder speichern und übertragen lassen. Ein Fernsehhersteller zahlt pro Gerät etwa 30 Cent Lizenzgebühren pro verkauftem TV an die Fraunhofer-Gesellschaft. Bei rund 200 Millionen verkauften TVs pro Jahr kein schlechtes Geschäft.

WAS KANN MAN SCHÜTZEN LASSEN?

Technische Entwicklungen und Verfahren, Marken und Designs. Voraussetzung: Das zu schützende Gut ist neu. Die technischen Entwicklungen und Verfahren müssen gewerblich anwendbar sein und über den Stand der Technik hinausgehen. Sie können maximal 20 Jahre geschützt werden. Während der Schutz für Designs spätestens nach 25 Jahren ausläuft, lassen sich Marken unendlich lange schützen.

KANN JEDER EIN PATENT EINREICHEN?

Ja, das können Einzelpersonen oder Firmen sein. Der Patentanmelder muss aber nicht auch der Erfinder sein. Das gilt besonders für Firmen, in denen die Arbeitnehmer die Erfinder-Leistung tätigen. Patentinhaber sind aber die jeweiligen Firmen.

2.518

Innovationen hat Schaeffler 2014 beim Patentamt angemeldet. Damit lag der Technologiekonzern noch vor Siemens (1.806 Patente), Daimler (1.797) und BMW (1.464). Angeführt wurde die Rangliste von Bosch (4.008). Die US-Autobauer Ford (1.390) und GM (1.080) waren die eifrigsten Patentanmelder aus dem Ausland.

WIE RECHERCHIEREN DIE PRÜFER, OB DIE ERFINDUNG AUCH WIRKLICH NEU IST?

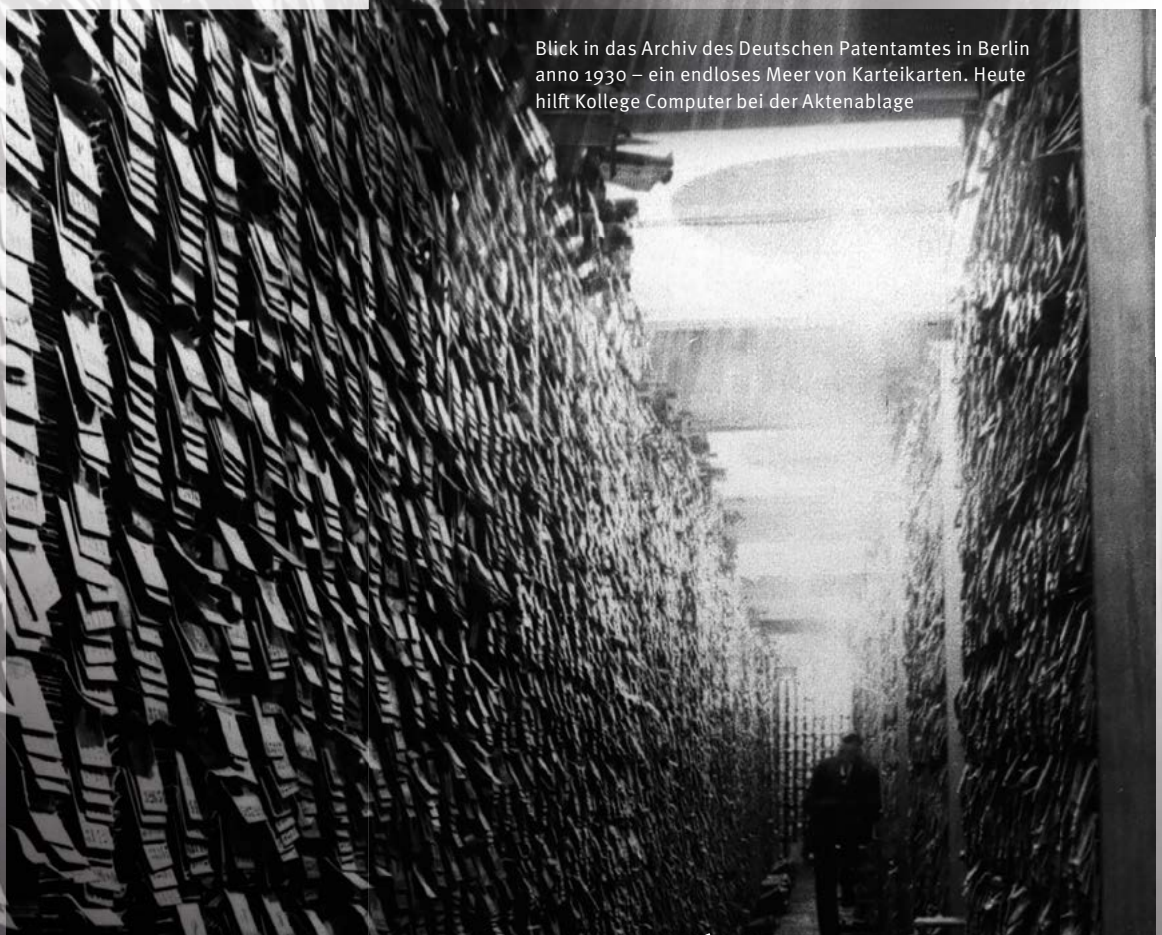
Dazu durchforsten die Beamten verschiedene Datenbanken. Allein das hauseigene Datensystem verfügt über 70 Millionen Patentdokumente. Außerdem kann auf Patentveröffentlichungen aus den USA, Japan, Korea, des Europäischen Patentamtes sowie der Weltorganisation für geistiges Eigentum (WIPO) zurückgegriffen werden.

WIE LANGE DAUERT EINE PATENTIERUNG?

Nach der Anmeldung muss der Erfinder innerhalb von sieben Jahren den Patent-Prüfantrag stellen. Dabei muss er den Beweis erbringen, dass seine Erfindung auch wie beschrieben funktioniert. Je nach Komplexität und Art der Erfindung benötigen die Patentprüfer bis zur Patenterteilung noch einmal rund drei Jahre.

WAS BRAUCHE ICH FÜR EINE PATENTANMELDUNG?

Es reicht, wenn der Erfinder seine Erfindung mit allen wesentlichen Merkmalen beschreiben kann. Aber Achtung: Man darf eine Patentanmeldung, wenn sie einmal eingereicht ist, nur in sehr begrenztem Umfang ändern. Also sollte die erste Anmeldung sitzen. Wichtig: Wer mit seiner Erfindung erst zu einer Zeitung oder Fachzeitschrift geht oder deren Entwicklungsschritte auf einem Blog veröffentlicht, hat Pech. Ist die Erfindung erst einmal veröffentlicht, gilt sie nicht mehr als neu und kann nicht patentiert werden.



Blick in das Archiv des Deutschen Patentamtes in Berlin anno 1930 – ein endloses Meer von Karteikarten. Heute hilft Kollege Computer bei der Aktenablage

DAS PATENTAMT IN ZAHLEN

15.022 Patente wurden 2014 erteilt

625 Patentanmeldungen von Hochschulen 2014

116.702
Patente im Bestand

2.7.1877
erstes deutsches Patent

85 %
aller Erfindungen tätigen Arbeitnehmer

3 *Dienststellen (Berlin, Jena, München)*

365,8 Mio. €
Einnahmen

20 *Jahre gilt ein deutsches Patent*

40 € *kostet eine Anmeldung*

793.704
registrierte Marken

305.522
registrierte Designs

144 Mio. €
Personalkosten

über
800
Patentprüfer

Stand 2014

WAS KOSTET EIN PATENT?

Die Gebühren für eine Patentanmeldung liegen bei 40 Euro. Dazu kommt das Prüfungsverfahren mit Kosten in Höhe von 350 Euro. Allerdings ist eine Patentanmeldung kompliziert und sollte von einem erfahrenen Patentanwalt begleitet werden, was die Kosten schnell auf 10.000 Euro und mehr nach oben treibt. In den USA und Japan darf man mit dem Doppelten rechnen, und eine Anmeldung beim Europäischen Patentamt kann mit Recherchen und Anwaltshonorar auch gern 70.000 Euro kosten.

AB WANN IST EINE ERFINDUNG GESCHÜTZT?

Das Patent schützt erst mit der Veröffentlichung der Erteilung im Patentblatt. Wegen des Staus bei den offenen Prüfungsanträgen beantragen viele Firmen zusätzlich zum Patent auch gleich ein sogenanntes Gebrauchsmuster (siehe unten).

WIE VIELE PATENTE WERDEN JEDES JAHR EINGEREICHT?

2014 wurden beim DPMA 65.958 Patente angemeldet, davon 48.144 aus Deutschland. Von den deutschen Anmeldungen kamen die meisten aus Bayern (15.533), Baden-Württemberg (14.533) und Nordrhein-Westfalen (7.116). 6.056 Anmeldungen wurden aus den USA eingereicht. 15.022 Patente wurden erteilt, und 176.951 Prüfungsverfahren sind noch offen.

WAS UNTERSCHEIDET EIN GEBRAUCHSMUSTER VON EINEM PATENT?

Bei einem Gebrauchsmuster gilt der Schutz mit dem Eintrag ins Register. Eine Prüfung findet nicht statt. Nachteil: Wegen der fehlenden Prüfung durch das Patentamt ist ein Gebrauchsmuster von einem Dritten gerichtlich leichter anfechtbar. Beim DPMA wurden 2014 14.748 Gebrauchsmuster angemeldet.

WOFÜR WERDEN DIE MEISTEN PATENTE ANGEMELDET?

Beim DPMA wurden 2014 die meisten Patente im Fahrzeugbau angemeldet. Die 6.782 Patentanmeldungen machten 2014 etwa 33 Prozent aller Anmeldungen weltweit in diesem Sektor aus. Damit ist Deutschland Weltmarktführer im Fahrzeugbau.

GILT DER PATENTSCHUTZ NUR FÜR DEUTSCHLAND?

Das Deutsche Patent- und Markenamt kann nur Patente für Deutschland vergeben. Es hilft aber sowohl bei der Einreichung beim Europäischen Patent- und Markenamt als auch bei der internationalen Patentanmeldung PCT, die 148 Vertragsstaaten umfasst. Ein Patent, das weltweit gilt, gibt es nicht.

WIE WIRD MAN PATENTPRÜFER?

Ein Bewerber muss ein abgeschlossenes Hochschulstudium vorweisen, zum Beispiel in Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Berg- und Hüttenwesen, Bauwesen, Elektrotechnik, Physik, Chemie oder Medizintechnik. Außerdem muss er mindestens fünf Jahre in seinem studierten Fach gearbeitet haben. Der Bewerber muss zudem die deutsche Staatsbürgerschaft oder die eines Mitgliedsstaates der EU haben, um die Voraussetzungen des Bundesbeamtengesetzes zu erfüllen.

WAS PASSIERT, WENN DOCH JEMAND MEINE ERFINDUNG NUTZT?

Dann bleibt Ihnen der Weg der Zivilklage. Aber Vorsicht: Zu Forschungs- oder Privatzwecken darf jedes Patent genutzt werden. Nur der gewerbliche Einsatz ist verboten.

DER AUTOR

Carsten Paulun (Jahrgang 1967) *war bereits als langjähriger Leiter des Ressorts Auto & Technik bei „Bild“ immer an Innovationsthemen interessiert – gern auch abseits der PS-Welt. Heute nutzt er sein Fachwissen und schreibt als freier Autor über alles, was sich und die Menschen bewegt – meistens richtig patent.*

SCHNELLER ANS ZIEL

Das Team ABT Schaeffler Audi Sport spielt in der Formel E auch in diesem Jahr eine der Hauptrollen. Ein Erfolgsfaktor ist die Auslegung von Elektromotor und Getriebe im Antriebsstrang von Schaeffler. Die Erfahrungen von der Rennstrecke beschleunigen auch die Entwicklungen für die Serie.

von Lukas Stelmaszyk

Umweltbelastungen, Klimaerwärmung, Verkehrsinfarkt und die Endlichkeit der fossilen Brennstoffe – die Herausforderungen an die Mobilität von morgen sind groß. Die Elektrifizierung der Mobilität ist dabei ein zentrales strategisches Zukunftsthema, dem sich auch die Verantwortlichen in der ersten weltweit ausgetragenen Rennserie mit rein elektrisch angetriebenen Fahrzeugen verschrieben haben. Im kompetitiven Wettbewerbsumfeld der jungen Elektrorennserie wird die Entwicklung von Elektroautos unter den Gesichtspunkten Umweltfreundlichkeit, Sparsamkeit und Nachhaltigkeit vorangetrieben.

Bereits ab der ersten Stunde bekundete Schaeffler Interesse am Einstieg in die Formel E und unterstützt ABT Sportsline – das bis heute einzige deutsche Team in der Serie – seit der ersten Saison. Dank der Anpassung des Reglements zu Beginn dieser Saison dürfen die Teams nun unter anderem ihre Motoren und Getriebe selbst entwickeln. Im Herbst 2014 trafen sich die Partner daher zu ersten Gesprächen, um die Zusammenarbeit zu intensivieren. Ein halbes Jahr später waren die ersten Teile für den neuen ABT Schaeffler FE01 gefertigt. Seit dieser Saison ist Schaeffler Technologiepartner für den Antriebsstrang sowie offizieller Motorenlieferant des Teams ABT Schaeffler Audi Sport.

Weiterentwicklungen zahlen sich aus

Herzstück der Partnerschaft ist der Elektromotor ABT Schaeffler MGU 01. Bei der Entwicklung des Triebwerks fokussierten sich die Techniker auf bestmögliche Effizienz, hohe Zuverlässigkeit, optimale Thermik dank veränderter Kühlung sowie ein höheres Drehmoment als beim zuvor verwandten Einheitsmotor von McLaren, den in der ersten Saison alle Teams verwenden mussten. „Wir haben jetzt viel mehr Drehmoment und konnten das

Getriebe daher auf drei Gänge reduzieren“, sagt Fahrer Lucas di Grassi. Mit dem gesteigerten Drehmoment sei auch das Fahrverhalten des Autos sehr viel besser geworden. Gleichzeitig ist es Schaeffler gelungen, den Antriebsstrang erheblich leichter zu machen. Weiterentwicklungen, die sich auf der Rennstrecke bereits ausgezahlt haben.

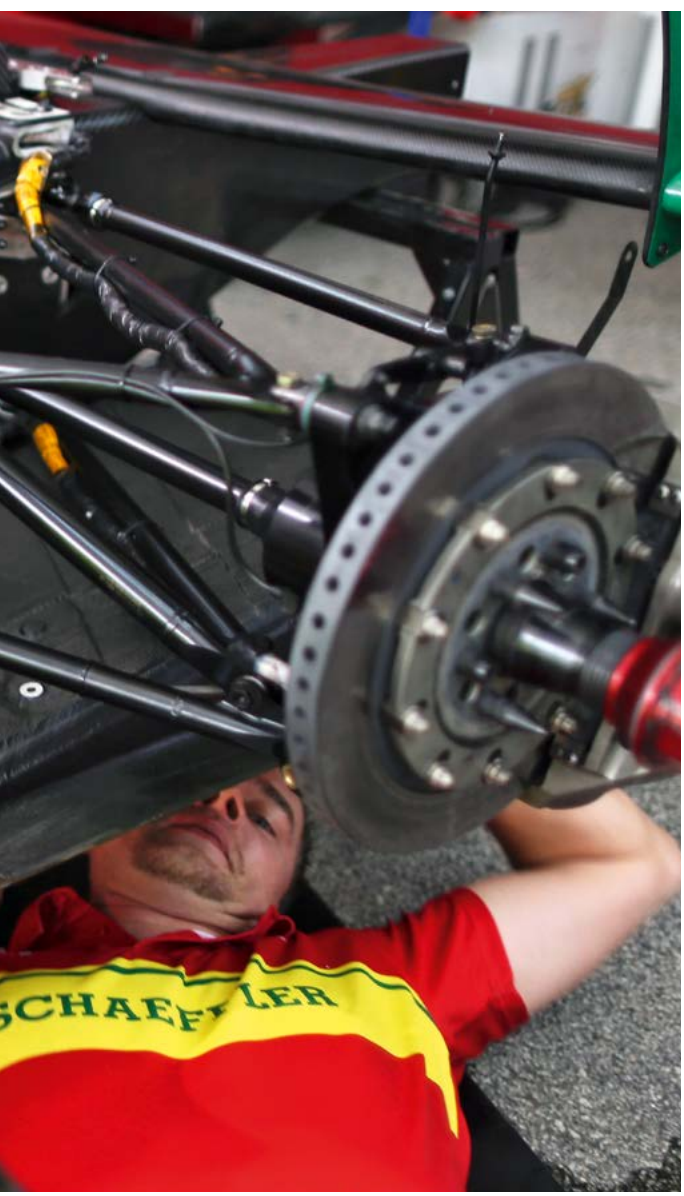
„Der coolste Rennwagen“

Genau wie di Grassi ist sein Teamkollege Daniel Abt seit 2014 in der Formel E am Start. An seine erste Fahrt in einem Formel-E-Rennwagen erinnert er sich noch genau. „Man erwartet, dass er deutlich leiser ist als ein Auto mit Verbrennungsmotor. So ist es auch. Aber ganz ehrlich, es ist der coolste Rennwagen, den ich bislang gefahren bin.“

Mit einem eigentümlichen Surren gleiten die Elektroboliden über die Stadtkurse. Abt und di Grassi sind sich einig: „Die fehlende Geräuschkulisse hilft.“ Allein schon deshalb, weil der Stress im Auto minimiert ist. „Man weiß trotzdem, in welchem Drehzahlbereich man sich befindet“, sagt Abt, und di Grassi ergänzt: „Was man als Fahrer vom Auto an Feedback braucht, bekommt man. Das fängt bei den quietschenden Reifen an, betrifft aber zum Beispiel auch die Aufhängung. Bei einem Verbrennungsmotor ist das undenkbar.“ Mit 80 Dezibel ist der Elektro-Renner nur etwas lauter als ein normaler Pkw

Herzstück der Partnerschaft: Gemeinsam mit dem Team ABT hat Schaeffler den neuen Antriebsstrang entwickelt

Wo Schaeffler draufsteht, ist auch Schaeffler drin. Der neue Elektromotor ist leichter, zuverlässiger und effizienter



(70 Dezibel), aber deutlich leiser als ein Formel-1-Rennwagen, der rund 140 Dezibel erzeugt.

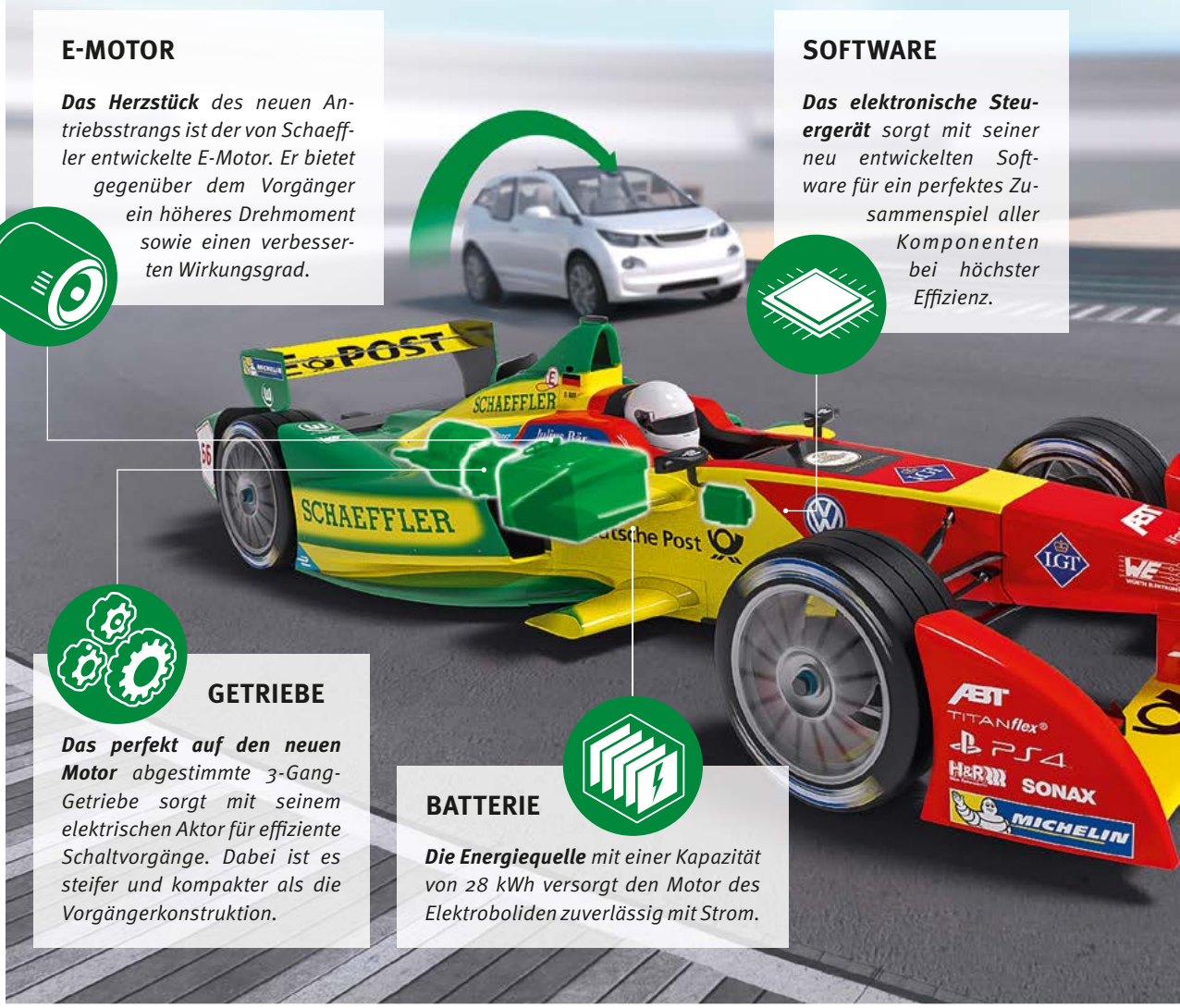
Ziel von Schaeffler war es, einen möglichst leichten Elektromotor inklusive Leistungselektronik zu entwickeln. Um eine optimale Gewichtsbalance und einen niedrigen Fahrzeugschwerpunkt zu erzielen, ist auch die Systemintegration ein wichtiger Aspekt.

„Das Drehmoment ist sofort da“

Elektromotoren stellen vom Start weg das volle Drehmoment zur Verfügung. Bis zur vorgeschriebenen Maximalleistung bleibt das Drehmoment konstant und fällt anschließend wechselseitig zur Drehzahl ab. Für die Entwickler gibt es zwei Größen, die es zu beachten gilt: Auf der einen Seite wird das Drehmoment beim Start vom übertragbaren Anfahrmoment der Reifen bestimmt. Auf der anderen Seite muss der Motor eine definierte Höchstgeschwindigkeit erreichen. Daher sind dies die beiden zentralen Auslegungsfaktoren. „Ich war

TESTFELD **FORMEL E**

Antriebsarchitektur von morgen: Hybrid- und Elektrofahrzeuge werden für die Mobilität der Zukunft eine zunehmend größere Rolle spielen. Für die Entwicklung von Antrieben und Technologien erweist sich der Motorsport als ideales Labor. Wettbewerbsdruck beschleunigt die Entstehung von effizienten Komponenten. Daher engagiert sich Schaeffler als exklusiver Technologiepartner des Teams ABT Schaeffler Audi Sport in der weltweit ersten Serie für rein elektrisch angetriebene Formelautos.

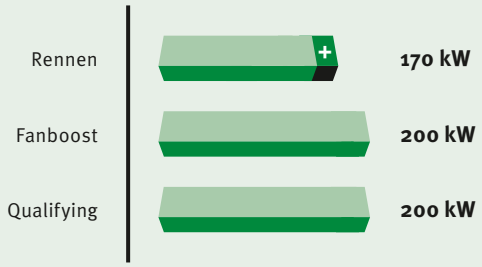


überrascht, wie schnell der Wagen beschleunigt“, sagt di Grassi. „Von null auf 100 in rund 2,9 Sekunden. Das Drehmoment ist sofort da und man kann es auch gut kontrollieren. Volle Kraft voraus mit einer gehörigen Portion Spaß.“

Gemeinsam entwickelten ABT und Schaeffler auch ein neues, auf den ABT Schaeffler MGU 01 abgestimmtes Getriebe, das von Hewland nach speziellen Vorgaben gefertigt wurde. Im Vergleich zum Getriebe der ersten Saison ist die Weiterentwicklung steifer und kompakter.

Bei der Übersetzung mussten die Schaeffler-Techniker einen Kompromiss eingehen. Prinzipiell stellt sich bei Getrieben für Elektroantriebe die Frage, wie viele Gänge benötigt werden. Auf der einen Seite sind

EFFIZIENT DANK SCHAEFFLER-KNOW-HOW



***Im Gegensatz zur ersten Saison** dürfen die Fahrer während des Rennens nun eine maximale Leistung von 170 kW ausschöpfen. Das sind 20 kW mehr Leistung bei vorgegebener und gleich gebliebener Batterieleistung. Möglich ist dies durch die gesteigerte Effizienz des von Schaeffler entwickelten Antriebsstrangs aus Motor und Getriebe sowie das damit optimal abgestimmte Softwarepaket.*

> **» Die Formel E greift das Thema Elektromobilität ideal auf. Dort können wir die Möglichkeiten für die Mobilität von morgen perfekt ausloten**
>
> Prof. Peter Gutzmer, Vorstand für Technologie

möglichst wenige Schaltvorgänge wünschenswert, da dadurch Schaltpausen minimiert werden. Das schlägt sich in besseren Rundenzeiten nieder, erfordert aber auf der anderen Seite einen relativ drehmomentstarken und folglich schweren Motor. Um einen entsprechend kompakten Elektromotor einsetzen zu können, sind mehrere Gänge zu bevorzugen. Durch die Auslegung auf eine Schaltung im stets optimalen Leistungsbereich kann der Motor leichter gebaut werden. Das Abwägen von Vor- und Nachteilen ist ein Spannungsfeld, das sowohl für den Rennsport als auch für die Serie gilt.

Anders als in der Formel 1 oder der DTM ist es in der Formel E nicht erlaubt, die Übersetzung von Strecke zu Strecke zu variieren. Es musste also eine Lösung gefunden werden, die auf allen Rennstrecken schnelle Rundenzeiten ermöglicht. Für die Höchstgeschwindigkeit empfiehlt sich eher eine lange Übersetzung. Ebenso für einen hohen Wirkungsgrad beim Betrieb in hohen Drehzahlbereichen. Daher hat sich das Team ABT Schaeffler Audi Sport in der Saison 2015/16 für eine Variante mit drei Gängen entschieden.

Auf den Erfahrungen der vergangenen Monate aufbauend, bereitet sich das Team ABT Schaeffler Audi Sport bereits jetzt auf die Formel-E-Saison 2016/17 vor. Sich auf den aktuellen Erfolgen auszuruhen ist dabei keine Option, denn der Konkurrenzdruck in der Formel E wächst stetig.

» Ich komme vorwärts, indem ich mich mit Menschen umgebe, die schlauer sind als ich, und ihnen zuhöre Henry J. Kaiser

SCHWERELOSE **DRUCKSACHE**

Das Grundprinzip des Druckens ist seit Jahrhunderten unverändert. 868 wurde in China das erste Buch im Holztafeldruck hergestellt. Mitte des 15. Jahrhunderts führte der Goldschmied Johannes Gutenberg den Buchdruck mit beweglichen metallenen Lettern ein. Es folgten unter anderem Tief- und Hoch-, später Digitaldruck. Aber immer wurde Farbe auf eine zweidimensionale Fläche aufgetragen. Dann kam der 3-D-Druck. Eine der wichtigsten industriellen Innovationen der Neuzeit. Nicht mehr da, um Bilder und Worte zu reproduzieren, sondern um Gegenstände zu erschaffen. Die Bandbreite der dreidimensional gedruckten Produkte nimmt rasant zu, von Spielzeug über Maschinenbauteile bis zum fahrtüchtigen Auto. 3-D-Druck könnte auch die Logistikbranche revolutionieren: Warum Produkte kreuz und quer über Länder und Kontinente fahren, wenn man sie auch vor Ort ausdrucken kann. Das hätte auch im Weltall große Vorteile, wo es mit der Ersatzteilversorgung naturgemäß immer etwas heikel ist. Entsprechend positiv nahm die Branche die Meldung der NASA auf, die US-Weltraumbehörde habe einen erfolgreichen 3-D-Druck bei simulierter Schwerelosigkeit bewerkstelligt.

DA IST MUSIK DRIN

Es muss nicht immer Heavy Metal sein: Leichtbau rockt – wenn der Mix aus Stoff-, Form- und Fertigungsleichtbau im Auto stimmt. Die Musik spielt also nicht nur beim geringen Gewicht, sondern auch bei den Taktzeiten im Ballett der Fließbandroboter. Und bei den Entwicklern, die Werkstoffe mit unterschiedlichsten Eigenschaften in Einklang bringen müssen.

von Joachim Becker

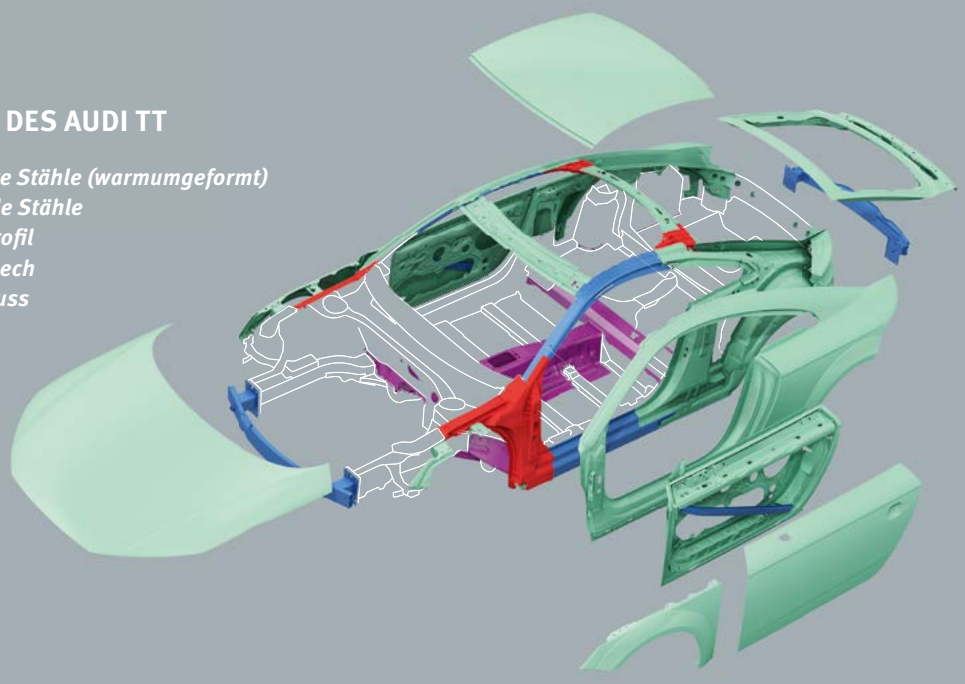
Der BMW i8 scheint durch die Montagehalle zu fliegen. Bei dem Hybridsportwagen vereinen sich Carbonkarosse und Alu-Tragelemente. Das so gesparte Gewicht schafft Spielraum für schwergewichtige Batterien

Kann schon sein, dass Drum ’n’ Bass eine elektronische Tanzmusik ist. Erfunden wurden die beschleunigten Breakbeats aber nicht erst Anfang der 1990er-Jahre. In Automobilfabriken ist schon länger ein spezieller Techno-Rock zu hören: Die Stakkato-Schläge der Stanz- und Nietmaschinen geben dabei den schnellen Takt vor. Unüberhörbar wummern auch die haushohen Pressen im erdbebengleichen Grundbass, während Schweißroboter zischend Feuer speien. Ummalt wird das Klang-Inferno vom Background-Chor unzähliger Hydraulik- und Elektroantriebe, die in fast allen Tonlagen brummen, sirren und pfeifen.

Für gestandene Karosseriebauer klingt der tosende Lärm wie himmlische Musik. Gestört fühlen sie sich eher von der plötzlichen Stille, wenn das Fließband stoppt.

LEICHTBAUMIX DES AUDI TT

- *Ultrahochfeste Stähle (warmumgeformt)*
- *Konventionelle Stähle*
- *Aluminium-Profil*
- *Aluminium-Blech*
- *Aluminium-Guss*



Und gewöhnen müssen sie sich an die Klangbilder bei der Verarbeitung neuer Materialien: Das Hochtemperatur-Schweißen der klassischen Blechverarbeitung wird durch immer neue Verfahren wie Kleben, Kalt- und Heißnieten, Ineinanderpressen („Kragenfügen“) oder sogar textiles Weben bei Fasermaterialien ergänzt. Kleber oder Harze verbinden nicht nur die Werkstoffe, sondern halten sie auch sicher auf Abstand, um elektrochemische Reaktionen zu verhindern. Weil schon kleinste Stahlsplitter zu Korrosion auf Aluminiumteilen führen können, musste Ford beispielsweise die Fertigungsanlagen für den neuen F 150 innerhalb von zehn Wochen komplett umbauen. Mit einem jährlichen Bedarf von 350.000 Tonnen entwickelt sich Ford gerade zum größten Abnehmer von Aluminiumblechen in der gesamten Autobranche. Die Alu-Karosserie und ein Leiterrahmen aus hochfestem Stahl

250 kg

Aluminium könnten 2025 durchschnittlich in jedem **neuen Auto** verbaut sein. Im Jahr 2000 waren es 100–120 Kilo.

Quelle: world-aluminium.org

140 Mrd. €

werden 2020 **im Leichtbau umgesetzt.** Das durchschnittliche Jahreswachstum liegt bei 7–8 %. Schwerpunkt bleibt der Metall-Leichtbau. Haupttreiber ist die Transportbranche und dort der Automobilbau.

Quelle: VDI Zentrum Ressourceneffizienz

MATERIAL-KNOW-HOW

STAHL

EIGENSCHAFT	*Metallische Legierung mit Hauptbestandteil Eisen. Mehr als 2.500 Sorten erhältlich, die sich in Festigkeit, Korrosionsverhalten, Formbarkeit und Schweißeignung unterscheiden*
KONSISTENZ	*Von elastisch (z. B. für Blechdosen) bis extrem stabil (z. B. U-Boot-Stahl)*
WELTPRODUKTION 2014 IN T	*1,662 Mrd.*
EINSATZGEBIETE	*Fast alle Industriezweige*
NACHHALTIGKEIT	*Meistrecycelter Industriewerkstoff weltweit. Recyclingquote 70 %. Kein Qualitätsverlust durch Recycling. 50 % weniger CO_2-Ausstoß bei Recycling gegenüber Primärerzeugung*

machen das meistverkaufte Modell der Amerikaner um bis zu 320 Kilo leichter. Der vorbildliche Leichtbau trägt dazu bei, den Durst des 5,30 Meter langen Pritschenwagens um rund 30 Prozent zu senken. „Mit Blick auf die strengeren CO_2-Grenzwerte verstärken die Fahrzeughersteller ihre Leichtbauanstrengungen“, sagt Christian Weller, Geschäftsführer des Gesamtverbands der Aluminiumindustrie (GDA).

„Big is beautiful“ – Geländewagen und Fullsize-Pick-ups sind bei amerikanischen Kunden schon seit Jahrzehnten beliebt. Auch die Europäer gönnen sich einen zusehends größeren Fußabdruck auf der Straße. Die Zahl der SUV wächst ständig, bis 2020 könnte ihr Marktanteil mit dem der klassischen Stufenheck-Limousinen gleichziehen. Das freut einerseits die Hersteller entsprechender Modelle im Offroad-Look. Andererseits lasten die großen, teils geländegängigen Wagen wie Senkblei auf der Gewichts- und damit CO_2-Bilanz der Hersteller. Entsprechend hoch ist der Entwicklungsaufwand, damit die zunehmende Größe nicht mit wachsendem Gewicht einhergeht.

Einerlei, ob neue Fertigungsanlagen, -verfahren oder Fahrzeugarchitekturen benötigt werden: Leichtbau ist nicht so einfach, wie es auf den ersten Blick erscheint. Es geht nicht nur um Gewicht und Materialkosten, sondern auch um die Crash-Eigenschaften und nicht zuletzt um die Produktionsabläufe. Je nach Stückzahlen, Fahrzeuggröße und Kostendruck sieht der Diätplan von Modell zu Modell daher anders aus. Ein konventioneller Mix mit 50 Prozent hochfestem Stahl beispielsweise eignet sich für Klein- und Mittelklassefahrzeuge, bei denen sich Kosten von rund drei Euro pro Kilogramm Gewichtsreduktion lohnen, wie Unternehmensberater McKinsey vorrechnet. Und das ist nicht unbedingt zum Nachteil. Eine B-Säule aus hochfestem Spezialstahl beispielsweise kann dabei leichter als Aluminiumteile mit dem gleichen Funktionsumfang sein. Auch beim Tank machen Leichtbaustähle das Rennen, weil sie beste Crash-Absorptionsfähigkeiten mit kostengünstigen Verarbeitungsprozessen kombinieren. In der Oberklasse werden sich laut McKinsey hybride Metall-Kunststoff-Kombinationen mit hohem Aluminium- beziehungsweise Magnesiumanteil und einem kleinen Anteil an Carbon oder glasfaserverstärkten Kunststoffen durchsetzen. Hier sollen sich demnach auch Mehrkosten von 5 bis zu 14 Euro pro Kilogramm Gewichtsabnahme rechnen. Aluminium-Pionier Audi sparte durch einen intelligenten Materialmix aus Alu, Faserverbundwerkstoffen und einer Fülle von unterschiedlichen Stahlsorten beim neuen Audi Q7 im Vergleich zum Vorgänger bis zu 325 Kilo Gewicht ein.

Kohlefaser: leicht, aber teuer

Das Fliegengewicht unter den Leichtbaumaterialien ist Kohlefaser (CFK). Clever eingesetzt, kann dieser

ALUMINIUM

Wiegt nur ein Drittel so viel wie Stahl, der Energieaufwand zur Herstellung ist aber elfmal so hoch. Deswegen trägt Aluminium den Beinamen „gepackte Elektrizität“

Erst durch Legieren wird das eigentlich weiche Aluminium fest

53,1 Mio.

Fahrzeuge, Bau, Verpackung

Dauerhaftes Material (rostfrei). 3/4 des je produzierten Aluminiums sind noch im Umlauf. 100 % recyclingfähig. Energieverbrauch bei Recycling nur 5 % der Primärerzeugung

MAGNESIUM

Noch leichter als Aluminium. Neue Gewinnungs- (Meerwasserentsalzung) und Fertigungsmethoden lassen den Werkstoff immer beliebter und billiger werden

Fest, neigt zum Korrodieren. Gut zu verarbeiten (z. B. Guss, Blech)

775.000

Fahrzeuge/Transport, Bau, Robotik

Ähnlich hoher Energieaufwand bei Primärerzeugung wie bei Aluminium. Schwieriges Recycling, da selten sortenrein. Starker Qualitätsverlust

CARBONFASER

Industriell hergestellt. Zu 95 % mit Kunststoffharzen verbunden, selten mit Metall oder Keramik. Hohe Kosten bei Produktion und Weiterverarbeitung. Nicht korrosiv

Extrem leicht, Festigkeit übersteigt die der meisten Metalle

53.000

Fahrzeuge, Windkraftanlagen

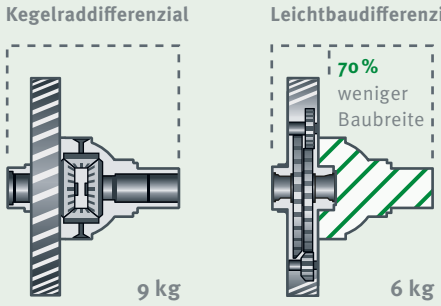
Recyclingfähigkeit hat Defizite (rund 30 % der Weltjahresproduktion landen im Schrottcontainer). Industrie strebt Recyclingquote von 85 % an

Werkstoff noch einmal rund ein Drittel leichter sein als Aluminiumkonstruktionen. Außerdem sind Kohlefasern wesentlich fester: Mehrere Schichten der Fasermatten lassen sich so ausrichten, dass sie in der Hauptrichtung der einwirkenden Kräfte besonders stabil sind. Deshalb setzt BMW seit dem vergangenen Jahr CFK erstmals in der Großserie ein: Der neue BMW 7er spart damit in hoch belasteten Bereichen der Karosserie 70 Kilo Gewicht. Weitere 50 Kilo werden durch den verstärkten Einsatz von Aluminium vermieden. Allerdings spielt CFK seine Vorzüge erst dann komplett aus, wenn die Fahrzeugkarosserie dafür neu entwickelt wird. Die B-Säulen des BMW 7er bestehen zum Beispiel aus höchstfesten warmumgeformten und pressgehärteten Stählen, in die CFK wie in ein Sandwich eingefügt wurde. Auch die Dachholme, die Seitenschweller und der Mitteltunnel werden durch Carbon besonders torsionssteif und Crash-stabil. Komplette Karosserien aus CFK, die BMW beispielsweise für seine E-Mobile i3 und i8 entwickelt hat, bleiben aber die Ausnahme: Das Fasermaterial aus der Luft- und Raumfahrt ist für den Großserieneinsatz meist noch zu kostenintensiv (zurzeit 600 Prozent teurer als Stahl). Durch einen vermehrten Einsatz könnten die Preise aber in den kommenden Jahren um bis zu 70 Prozent nachgeben.

Bei Leichtbauexperten stehen Kohlefasern auf jeden Fall hoch im Kurs: Auf die Frage des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI), welches Material in den nächsten Jahren prozentual den größten Zuwachs in der Autobranche haben wird, liegen Faserverbundwerkstoffe mit 67,4 Prozent weit vor Magnesium (19,1 Prozent) und Aluminium (13,5 Prozent). Die imposanten Zuwächse dürfen allerdings nicht über die hohe Absprungbasis der etablierten Leichtbaumetalle hinwegtäuschen. Bei den relativ neuen CFK-Materialien im Automobilbau müssen insbesondere die Kosten bei der noch immer hochkomplexen Herstellung und Weiterverarbeitung reduziert werden. Forschungsschwerpunkt in Deutschland ist laut VDI daher die Entwicklung kostengünstigerer, skalierbarer,

LEICHTBAU BEI SCHAEFFLER

Leichtbau ist für Schaeffler kein neuer Trend. *Seit über einem Jahrzehnt nimmt sich der Zulieferer dieses Themas an. So präsentierte die Konzernmarke INA bereits 2003 ein vielseitig verwendbares* ***Massiv-Nadellager mit Kunststoffkäfig.*** *Dieser Schritt reduzierte nicht nur das Gewicht (und damit die ungefederte Masse), sondern auch die Abmessungen und die Geräuschentwicklung. Dabei sind die Bauteile so belastbar, dass sie auch in „Heavy duty"-Sektoren eingesetzt werden können, zum Beispiel im Nutzfahrzeugbereich. Ein weiterer „Light"-Meilenstein von Schaeffler ist das* ***INA-Leichtbaudifferenzial:*** *Weniger Gewicht und kompakte Maße (–70 % Baubreite) eröffnen Entwicklern ganz neue Möglichkeiten – insbesondere bei der Hybridisierung des Antriebsstrangs. Der weltweit erste* ***elektromechanisch geregelte Wankstabilisator*** *von Schaeffler bekommt ebenfalls einen leichten Bruder zur Seite gestellt. Die Variante aus Carbon ist ein Drittel leichter und damit prädestiniert für die Verwendung in Sport- und Rennwagen. Für Windkraftanlagen bietet Schaeffler* ***kompakte Zylinderrollenlager*** *an, die raumsparende Konstruktionen ermöglichen.*



30 Prozent leichter, 70 Prozent schmaler – das Schaeffler-Leichtbaudifferenzial punktet gleich doppelt

» Im Automotive-Bereich gilt die Faustformel: 100 Kilo Gewichtsreduktion bei Mittelklassewagen bedeuten 5 Prozent höhere Beschleunigung, 5 Prozent weniger Bremsweg und etwa 0,2 bis 0,3 Liter je 100 Kilometer Minderverbrauch bei Ottomotoren sowie eine Reduzierung des CO_2-Ausstoßes um 7 Gramm pro Kilometer. Würden alle Fahrzeuge in Deutschland auf einen Schlag 100 Kilogramm leichter, wären das 3,25 Milliarden Euro weniger Spritkosten sowie 4,3 Millionen Tonnen CO_2-Einsparung

Dr. Wolfgang Seeliger,
Geschäftsführer der Landesagentur Leichtbau Baden-Württemberg

VORREITER LUFTFAHRT

Wohin die Reise beim Leichtbau geht, *deutet sich in der Luftfahrtbranche an. Kosten sind im Flugzeugbau nicht das dominierende Argument – mindestens ebenso wichtig sind steigende Nutzlast und sinkender Spritverbrauch. Deshalb stehen Aluminium, Titan und faserverstärkte Kunststoffe (FVK) an der Spitze der verwendeten Werkstoffe. Bis 2020 wird für FVK ein Marktwachstum von etwa 15 Prozent in der Luft- und Raumfahrt prognostiziert. Der Anteil von Magnesium soll sogar um 30 Prozent zulegen. Die Großraumflugzeuge von Airbus (A380) und Boeing (787 „Dreamliner") verwenden bereits heute in erheblichem Maße FVK in den Flugzeugstrukturen. Künftige Projekte wie etwa der Airbus A350XWB sollen zu mehr als 50 Prozent aus FVK bestehen.*

Rund ein Drittel der Jahresproduktion an Carbon landet in der Luft- und Raumfahrtbranche. Auch die Tragflächen des Airbus A350 werden aus dem Leichtbaumaterial hergestellt (oben). Aber auch Wabenkonstruktionen aus Metall helfen beim Gewichtsparen – nicht nur im Flugzeugbau

automatisierter Produktionstechniken. Experten rechnen bis 2021 mit einer Verdoppelung des weltweiten CFK-Bedarfs von aktuell 58.300 auf rund 116.000 Tonnen.

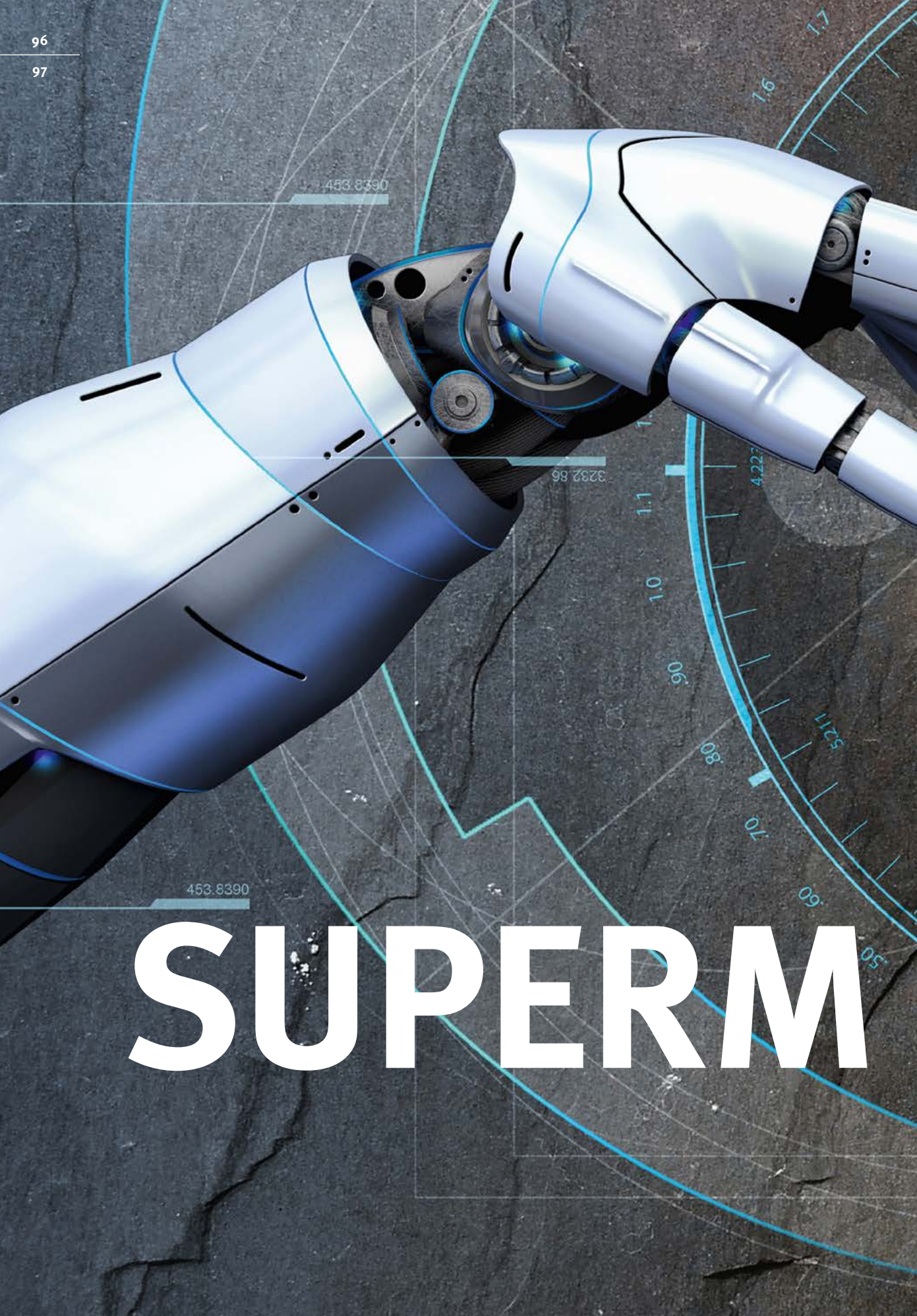
Hilfestellung aus der Natur

Das Thema Gewicht spielt auch im Interieur eine große Rolle – das gilt nicht zuletzt für Elektrofahrzeuge mit ihren schweren Batteriepaketen. Bei Naturfasern ist die spezifische Dichte geringer als bei vielen anderen Materialien, das kann je nach Bauteil zu einer Gewichtsersparnis von 20 bis 40 Prozent beitragen. Außerdem kann jedes Kilogramm Pflanzenmaterial während der Wachstumsphase rund 1,4 bis 1,6 Kilogramm CO_2 aufnehmen und so in der gesamten Umweltbilanz eine weitere CO_2-Gutschrift bewirken.

Hohes Potenzial sieht der VDI mittelfristig auch bei bionischem Leichtbau. Dabei wird erforscht, wie Struktur- und Konstruktionsprinzipien der Natur für Leichtbauanwendungen genutzt werden können. Strukturleichtbau im Automobilbau mithilfe der Bionik verspricht Gewichtseinsparungen von bis zu 50 Prozent. Dabei muss aber nicht nur das richtige Material in der richtigen Menge an der richtigen Stelle eingesetzt werden. Nötig ist auch eine komplett neue Fahrzeugarchitektur, um alle Gewichtsvorteile zu heben. Ohne neue Konstruktions- und Produktionsmethoden wird das Abspecken dem VDI Zentrum Ressourceneffizienz zufolge immer schwerer: Derzeit zeichne sich ab, dass „konventionelle" Methoden des Stoff-, Form- und Fertigungsleichtbaus in der Automobilindustrie in den 2020er-Jahren an ihre Grenzen stoßen werden. Der bekannte Techno-Beat aus den Autofabriken wird also so schnell nicht aufhören.

DER AUTOR

Technologiewandel als Tagesgeschäft: ***Dr. Joachim Becker*** *(Jahrgang 1963) ist Technik-Redakteur der „Süddeutschen Zeitung". Das Auto als vernetzter Roboter interessiert den Geisteswissenschaftler ebenso wie die Autofahrer, die noch mit dem Betriebssystem 1.0 laufen.*



SUPERM

AUF DEM WEG ZUM ENSCHEN

Überall auf der Welt wird an „Ersatzteilen“ für Menschen geforscht. Puzzelt man die Erkenntnisse zusammen, ist der Weg zum perfektionierten Körper nicht mehr weit. Ein Lagebericht zum Menschen 2.0.

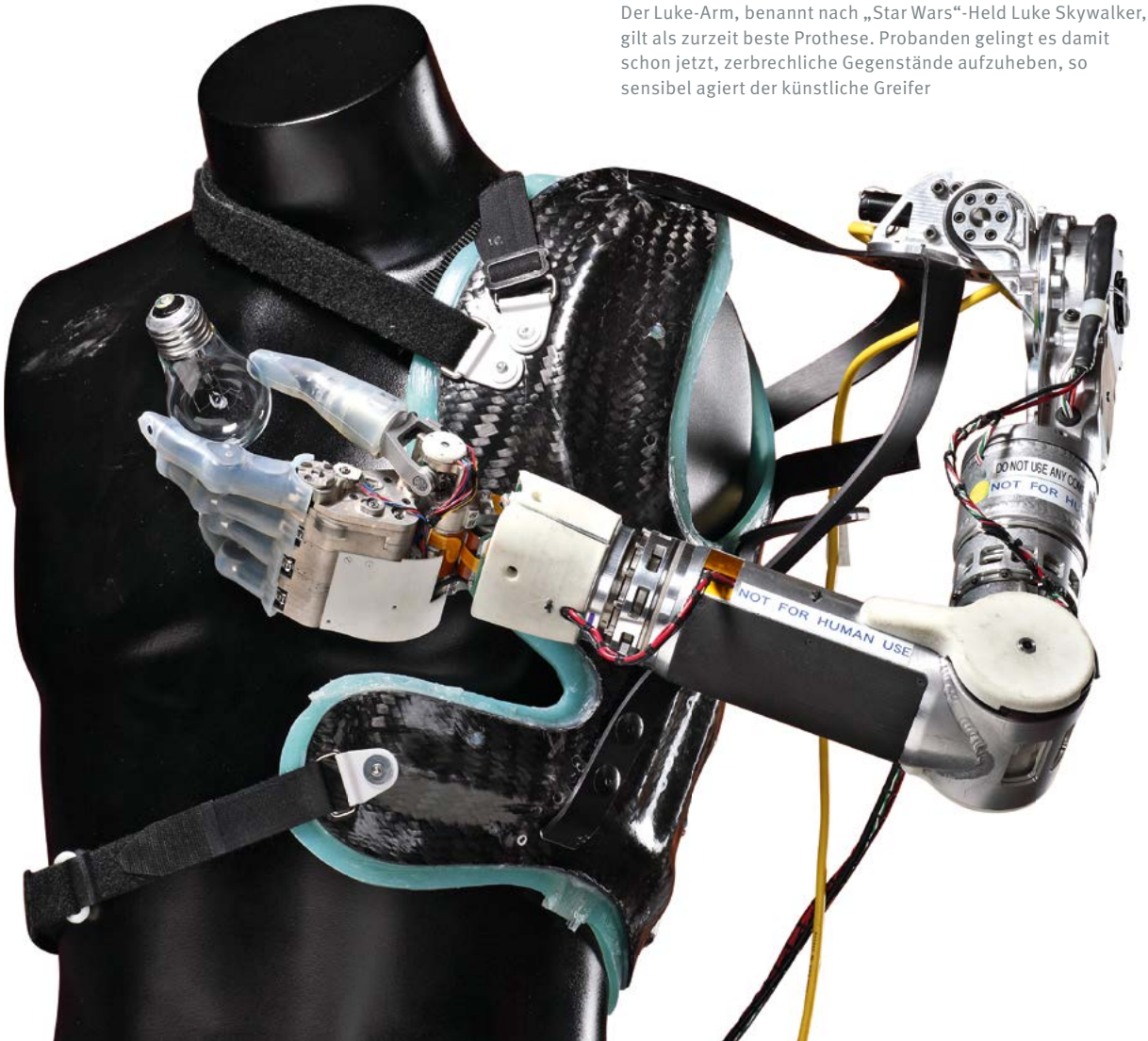
von Thomas Arndt

Eine Frau, ein Mann, leise Musik, ein guter Rotwein und ganz viel Liebe – so die romantische Vorstellung von der Schaffung eines Menschen. Aber dieser Mensch ist bekanntermaßen fehlbar, er altert, ermüdet, hat Gebrechen, Schwächen. Schlaue Köpfe rund um den Globus forschen daran, die eigene Spezies mittels Hightech-Gliedmaßen und neuronaler Steuerung zu perfektionieren. Die Vorstellung mag nicht sonderlich romantisch sein, aber faszinierend ist die innovative Technik für das menschliche Update allemal.

Rennen ohne Ende

Wie etwa die des amerikanischen Biotechnikers Robert Gregg, der mit seinem Team an der Universität in Dallas eine motorisierte Beinprothese entwickelt hat. Dieses „intelligente“ Kunstbein soll dank seiner automatischen Steuerung behinderten Menschen dieselbe Agilität und Laufqualität ermöglichen wie Nichtbehinderten. Seine Leistungsfähigkeit hat das Roboterbein bei Laufbandtests mit beinamputierten Probanden bewiesen. „Wir haben der Prothese nicht gesagt, wann wir die Geschwindigkeit des Laufbands verändern würden. Sie hat darauf so natürlich reagiert, wie es ein biologisches Bein tun würde“, erklärt Gregg. Mit einer Gehgeschwindigkeit von einem Meter pro Sekunde waren die behinderten Tester annähernd so schnell unterwegs wie ein gesunder Mensch – ohne dabei Ermüdungserscheinungen zu zeigen …

Als bislang beste Prothese gilt der Luke-Arm, benannt nach der künstlichen Hand des „Star Wars“-Helden Luke Skywalker. Insgesamt 100 Millionen US-Dollar investiert die DARPA, eine wissenschaftliche Forschungsabteilung des US-Militärs, in die Entwicklung künstlicher Gliedmaßen, die mit dem menschlichen Körper vernetzt sind und so gesteuert werden. Probanden gelingt es schon jetzt, rohe Eier mit dem Luke-Arm aufzuheben, so sensibel agiert der künstliche Greifer. Natürlich kann er auch kraftvoll zupacken, wenn er die nötigen Befehle empfängt.



Der Luke-Arm, benannt nach „Star Wars“-Held Luke Skywalker, gilt als zurzeit beste Prothese. Probanden gelingt es damit schon jetzt, zerbrechliche Gegenstände aufzuheben, so sensibel agiert der künstliche Greifer

Stark wie Obelix: Unterstützt von einem Exo-Skelett, trägt dieser Werftarbeiter von Daewoo mühelos 40 Kilo schwere Bauteile. Schon bald sollen 100 Kilo möglich sein

» Unser Ziel ist es, einen Iron-Man-Anzug zu erschaffen

Max Scheder-Bieschin, Ekso-Bionics-Manager

Bereits 2012 gelang es Forschern der Universität Pittsburgh, das Gehirn der Patientin Jan Scheuermann mit einem Roboterarm zu vernetzen. Die gelähmte Frau ließ sich Elektroden ins Gehirn einpflanzen, die es ihr ermöglichen, externe Gerätschaften mittels Gedanken zu steuern. So konnte ihr der Roboterarm schon früh einen Schokoriegel zum Mund führen. 2015 schaffte es die Mittfünfzigerin sogar, einen Simulatorflug mit einem F-35-Kampfjet zu absolvieren – ebenfalls einzig gesteuert mit ihren Gedanken. Diese eindrucksvolle Demonstration ist der nächste Schritt einer Unabhängigkeitserklärung des menschlichen Gehirns gegenüber dem dazugehörigen Körper.

Der isländische Prothetik-Anbieter Össur sorgte 2015 für Schlagzeilen, als es erstmals gelang, zwei beinamputierten Patienten mit gedankengesteuerten Prothesen das Laufen zu ermöglichen. Ein streichholzgroßer Empfänger, der in der Oberschenkelmuskulatur des betroffenen Beins eingepflanzt wird, wandelt dabei die über Nerven transportierten Gehirnimpulse um und leitet sie an die Hightech-Gehhilfe weiter. „Gedankengesteuerte Prothesen sind der nächste Schritt in der Bionic“, ist sich Össur-Chef Jon Sigurdsson sicher.

Exo-Skelette à la „Iron Man“

Ein weiteres Puzzleteilchen auf dem Weg zum neuen Supermenschen sind die sogenannten Exo-Skelette. Diese Ganzkörper-Stützen werden mittels Körperkraft bewegt.

Wissenschaftler am japanischen Hiroshima Institute haben ein solches künstliches Skelett entwickelt und es Unplugged Powered Suit (UPS) getauft. Dieses nutzt das Körpergewicht des Trägers zur Energieproduktion. Der Druck einer unter der Fußsohle installierten Pumpe verteilt mit jedem Schritt Gel in das Stützsystem. Dieser sogenannte Pneumatische Gel-Muskel (PGM) funktioniert wie ein natürlicher Muskel mittels Kontraktion und Entspannung. Je nachdem, wo genau Pumpe und PGM im Exo-Skelett installiert werden, sind verschiedene Formen der Unterstützung möglich. „Wir haben unser UPS entwickelt, um die menschliche Bewegung zu unterstützen“, sagt Professor Yuichi Kurita. „Das UPS kann den besonderen Bedürfnissen jedes Nutzers angepasst werden, auch von Athleten zur Steigerung ihrer Muskelkraft.“

Nach derzeitigem Stand der Technik funktioniert das UPS bis zur Jogginggeschwindigkeit. Dabei muss keine aufwendige Technik mitgeschleppt werden. Die eingesetzte Muskelkraft dient ausschließlich der Fortbewegung. Dadurch kann die morgendliche Laufrunde bei gleichem Kraftaufwand deutlich länger ausfallen. Wieder ein kleiner Schritt auf dem Weg zum realen Supermenschen.

Gleiches gilt für den richtungsweisenden HULC-Anzug (Human Universal Load Carrier) des US-Rüstungskonzerns Lockheed Martin. Mit seiner Hilfe können Soldaten, aber auch zivile Arbeiter, mühelos 90 Kilogramm Ausrüstung schleppen, kurzzeitig sogar mit bis zu 16 km/h Geschwindigkeit. Der Preis für solche Höchstleistungen liegt zurzeit aber noch im sechsstelligen Bereich.

DIE MENSCH-MASCHINEN

„Guten Tag, wie kann ich Ihnen helfen?“ *Wer im japanischen Hotel Henn-na eincheckt, wird nicht von einem menschlichen Mitarbeiter begrüßt, sondern von Robotern. Japan ist Vorreiter in Sachen humanoide Roboter. Auch am Bankschalter werden die Mensch-Maschinen schon eingesetzt, Pflegedienste wollen nachziehen. Airbus entwickelt zusammen mit dem Joint Robotics Laboratory (JRL) ebenfalls humanoide Arbeiter. Die Helfer bewegen sich mittlerweile nicht nur wie ihre Vorbilder aus Fleisch und Blut, sie können sogar Emotionen ihres menschlichen Gegenübers deuten.*

Seit 1986 entwickelt Honda den Roboter Asimo – mit durchaus beachtlichem Erfolg, wie die Fotoserie zeigt

Mit einem ähnlichen Prinzip macht der Robo-Anzug des weltweit zweitgrößten Schiffsbauers, der koreanischen Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering, aus einem normalen Menschen einen Superkollegen. Mit unfassbarer Leichtigkeit tragen die Arbeiter auf der Werft in Okpo-dong bis zu 40 Kilo schwere Bauteile den ganzen Tag auf der Baustelle umher, ohne zu ermüden. Auch Autobauer Honda hat bereits selbst entwickelte Exo-Skelette bei Mitarbeitern in der Fahrzeugfertigung getestet. Dass dem eine 14 Jahre währende Entwicklungszeit vorausging, zeigt, wie komplex die Materie ist. Die mit E-Motor-Unterstützung arbeitenden Bewegungshelfer gingen parallel auch an Reha-Abteilungen von Krankenhäusern, wo sie ihre sonst eher bedächtig schreitenden Träger auf immerhin 4,5 km/h beschleunigten – und das ganze zwei Stunden am Stück.

Vieles bei den Exo-Skeletten erinnert an die Hightech-Rüstung des Comic- und Kino-Superhelden Iron Man. Max Scheder-Bieschin, Finanzchef der auf solche Anzüge spezialisierten Firma Ekso Bionics, macht auch gar keinen Hehl daraus, dass sich seine Entwickler an Superhelden orientieren: „Unser Ziel ist es, einen Iron-Man-Anzug zu erschaffen.“ Und der konnte sogar fliegen – ein lang gehegter Menschheitstraum.

Atmen unter Wasser – ein weiterer Schritt zum Menschen 2.0

Dänische Wissenschaftler haben indes eine Idee, wie sie dem Menschen 2.0 ein Leben unter Wasser ermöglichen können – und zwar befreit von aufwendigen

MEDIZINTECHNIK VON SCHAEFFLER

Das für den Einsatz in Computertomografen entwickelte System FAG SIMTUS verkürzt Rundum-Röntgenaufnahmen und steigert die Bildqualität

Schaeffler ist in mehr als 60 Industriebranchen erfolgreich tätig – darunter seit Jahrzehnten auch in der Medizintechnik.

Mit seinen Marken INA, FAG, Barden und IDAM versteht sich Schaeffler auch in diesem Bereich nicht nur als zuverlässiger Lieferant, sondern dank seines Know-hows gleichzeitig als Entwicklungspartner. Durch ihre umfangreichen Erfahrungen in verschiedensten Anwendungsbereichen gelingt es den Experten von Schaeffler immer wieder, gestellte Aufgaben aus neuen Perspektiven zu betrachten. Daraus ergeben sich oft unkonventionelle und verblüffend einfache Lösungen.

So wie das Dünnringlager, das eigentlich für Hubschrauber entwickelt wurde, aber auch im Computertomografen 100 Prozent Funktionssicherheit bei höchster Laufgenauigkeit und minimaler Geräuschentwicklung garantiert.

Eine wichtige Rolle in der Medizintechnik nimmt die Material- und Oberflächenveredelung bis hin zur Plasma- oder Ionenstrahlbeschichtung ein. So sind beispielsweise Drehzahlen bis 500.000 U/min bei Dentalbohrern oder auch Temperaturen von 500 Grad bei Röntgenlagereinheiten möglich.

Von wegen Sechs-Millionen-Dollar-Mann: „Nur“ rund 100.000 US-Dollar kostet ein solches Exo-Skelett von Ekso Bionics. Mehr als 100 hat das Unternehmen davon bereits verkauft – und der Markt wächst schnell. Auch weil abgespeckte Modelle anderer Anbieter für weniger als die Hälfte des Preises neue Kundenkreise erschließen

Hilfsmitteln und sperrigen Pressluftflaschen. Die skandinavischen Tüftler haben ein kristallines Material entwickelt, das – wie künstliche Kiemen – höchst effektiv Sauerstoff aus seiner Umgebung herausfiltern und kontrolliert wieder abgeben kann.

Ist der Supermensch also nur noch eine Frage der Zeit? Auch wenn sich Humanisten bei dem Gedanken die Nackenhaare sträuben, die Antwort auf diese Frage lautet wohl: Ja. Dabei ist sich aber nicht nur Arati Prabhakar, Direktorin der US-Militär-Forschungsabteilung DARPA, bewusst, dass die Modifizierung körperlicher Fähigkeiten auch ethische Fragen aufwirft: „Wir können uns alle vorstellen, welch tolle Dinge nun realisiert werden könnten – aber auch welche möglicherweise schockierenden.“

DER AUTOR

*Der Hamburger Berichterstatter **Thomas Arndt** (56) begann seine Laufbahn 1980 als Volontär bei einer Tageszeitung in Kassel. Er war für diverse Publikationen und Agenturen tätig, ehe er sich 2014 als Journalist und Autor selbstständig machte. Die Technik und die Möglichkeiten der Exo-Skelette faszinieren ihn – trotz einer gehörigen Portion Skepsis gegenüber dem Einsatz außerhalb des Medizinsektors, wie er selbst sagt. Sein Credo: Der echte Mensch bleibt immer der bessere …*

URBAN MOVES

Rund um die Welt zieht es Menschen in die Stadt. Entsprechend wächst das Verkehrsaufkommen in den urbanen Ballungsräumen. Vor dem Infarkt werden Auswege gesucht – auch bei Schaeffler.

von Jakub Fukacz

1886 meldet der wohl bekannteste Ingenieur der Automobilgeschichte ein Fahrzeug mit „Gasmotorenbetrieb“ zum Patent an. „Ein Ersatz für Pferde!“ Mit dieser Aussage bewirbt Carl Benz seinen Patent-Motorwagen, der aus heutiger Sicht die Basisinnovation für eine ganze Branche darstellt. Unter den Zeitgenossen von 1886 findet er allerdings wenig Aufmerksamkeit. Da es noch keinen Markt für Automobile gibt, scheint diese Neuerung unter keinem guten Stern zu stehen. Heute, 130 Jahre später, werden allein in China jährlich um die 19 Millionen Fahrzeuge zugelassen. Weltweit liegt der aktuelle Fahrzeugbestand schätzungsweise bei unfassbaren 900 Millionen.

Parallel kämpfen Klimaforscher und Politiker um neue Umweltschutzpläne und die Begrenzung der andauernden Erderwärmung. Stadt- und Verkehrsplaner schlagen Alarm. Um die sieben Milliarden Menschen bevölkern aktuell den Blauen Planeten. Nach UN-Schätzung soll die Weltbevölkerung bis zum Ende des Jahrhunderts auf mehr als elf Milliarden wachsen. Eine rasante Entwicklung, die auch mit dem unaufhaltsamen Wandel von Mobilitätsbedürfnissen einhergeht. Doch wie sieht die neue Welt aus? Grundsätzlich gilt: Der weltweite Mobilitätsbedarf steigt. Trotz fortschreitender Globalisierung wird es jedoch keine Einheitslösung beim Thema Mobilität geben. Andere Länder, andere Möglichkeiten, andere Wünsche und Bedürfnisse eben.

Ob Istanbul, Tokio oder Shanghai, weltweit platzen die Megastädte aus den Nähten. Täglich droht der Verkehrsinfarkt. Auch im New Yorker Stadtteil Manhattan führt die hohe Verkehrsdichte zu permanent überfüllten Straßen, hohem Lärmpegel und dem Wunsch nach schnellerer und vor allem sauberer Mobilität. Big Apple reagiert und setzt mit Nachhaltigkeitsinitiativen Zeichen – beispielsweise sollen bis 2020 ein Drittel aller Taxis in Manhattan mit Strom fahren.

In China rollen aktuell über 16 Millionen Pkw durch die Megacitys. Bis 2050 soll sich die Zahl vervierfachen. Da chinesische Metropolen schon heute im Smog vernebeln, steht unausweichlich fest: Ein „Weiter so wie bisher“

Zwischen E-Bike und Elektro-Kleinstwagen: So stellt sich Schaeffler ein Bio-Hybridfahrzeug für die Mikromobilität vor

verbietet sich von selbst. Das hat auch die Politik im Reich der Mitte erkannt und setzt auf ressourcenschonende und kraftstoffsparende Konzepte. So sollen unter anderem sogenannte New Energy Vehicles (NEV) gefördert werden. Diese müssen im Elektrobetrieb eine Mindestgeschwindigkeit von 100 km/h und eine elektrische Reichweite von mindestens 50 Kilometern erreichen – nicht ohne Absicht Eckdaten, die auch von Plug-in-Hybriden erreicht werden.

Mehr als ein Drittel des globalen innerstädtischen Autoverkehrs entfällt inzwischen auf die Parkplatzsuche. Die Durchschnittsgeschwindigkeit in indischen Städten beträgt 15 km/h, in Mexiko-City 6 km/h. Ganz nach dem Motto: Wer geht, der geht, wer fährt, der steht. Dies trifft auch auf die 37 Millionen in Tokio lebenden Menschen zu. Auch hier stößt das Automobil als Hauptverkehrsmittel an seine Grenzen, ergänzende Mobilitätslösungen müssen her. Doch welche Ansprüche müssen diese zukünftig erfüllen? Die Herausforderungen sind vielfältig.

Umweltfreundliche Antriebe: innovative Mobilitätslösungen

Im Spannungsfeld, das vom Automobilbereich über andere urbane und interurbane Mobilitätsformen wie Zweirad, Bahn und Luftfahrt bis hin zu Formen der Energieerzeugung wie Wind-, Sonnen- und Wasserkraft reicht, spannt Schaeffler seinen Bogen für die Mobilität von morgen. Immer im Fokus: Megatrends wie Globalisierung, Urbanisierung, Digitalisierung, Wertewandel und der wachsende Bedarf an erschwinglicher Mobilität, die zu viel dynamischeren Marktanforderungen und neuen Geschäftsmodellen führen.

Mobilität ist nicht nur ein Grundbedürfnis des Menschen, sie korreliert auch eng mit wirtschaftlichem Wachstum. Dies gilt nicht nur für den Personenverkehr, sondern auch für den Gütertransport. Aktuelle Trenduntersuchungen verdeutlichen, dass vor allem in Städten die Nachfrage nach einer flexiblen, ökologischen und kosteneffizienten Ergänzung zum klassischen Familienauto wächst. Dabei hat der Wandel längst begonnen.

15 %
Radquote strebt **Paris** an. Für 150 Millionen Euro soll das Radwegenetz auf 1.400 km verdoppelt werden. Das Ziel: 2020 will Paris die Fahrradhauptstadt der Welt sein.

0,5 %
des Verkehrs von **Istanbul** wird mit dem Rad bewältigt – das ist Negativ-Weltrekord.

Mit E-Taxis, dem Ausbau von Rad- und Fußwegen sowie des Öffentlichen Personennahverkehrs und einer Vernetzung aller Transportsysteme will sich auch Manhattan fit für die Mobilität von morgen machen

Öko gilt als en vogue bei Stadtplanern. Der inoffizielle Titel „Fahrradhauptstadt der Welt“ ist unter Bürgermeistern begehrt wie olympisches Gold bei Sportlern. Aktuell duellieren sich Kopenhagen und Amsterdam um den Spitzenplatz der benutzerfreundlichsten Fahrradgroßstädte. So liegt der am stärksten befahrene Radweg der Welt in Kopenhagen. Entlang der Königin-Luise-Brücke pendeln täglich bis zu 30.000 Personen. Im englischen Sprachgebrauch hat sich das Wort „copenhagenize“ als Synonym für „fahrradfreundlich werden“ eingebürgert. 1:0 für Kopenhagen. Doch Hollands Hauptstadt zieht ohne Probleme nach. 73 Prozent der Einwohner besitzen mindestens ein Fahrrad, 58 Prozent radeln täglich und legen dabei zwei Millionen Kilometer zurück. Wie gesagt: pro Tag, nicht pro Jahr. Ausgleich Amsterdam, 1:1. Dabei sind breite Radwege, Fahrradparkhäuser, Stationen mit Fahrradpumpen, schräge Mülleimer und Fahrradleitsysteme sowie moderne Fahrradautobahnen abseits

vom Autoverkehr nur der Anfang. Auch dank Innovationen wie den Pedelecs genannten Elektrobikes entwickelt sich Fahrradfahren nach und nach zu einer problemlösenden und gesundheitsfördernden Lebenseinstellung.

Auch andere Städte und Regionen wie Wien, London, Hamburg und das Ruhrgebiet streben innovative Mobilitätslösungen an. Seit Sommer 2013 fahren beispielsweise zwei Buslinien im Zentrum der österreichischen Hauptstadt komplett mit Stromantrieb. London plant, bis 2023 über eine Milliarde Euro in sogenannte Cycle Superhighways zu investieren. Für unter der Erde gibt es Pläne, U-Bahn-Tunnel mit langen Laufbändern zu wettergeschützten Fußgänger-Autobahnen aufzurüsten. Das Prestigeprojekt des Ruhrgebiets ist der 100 Kilometer lange Radschnellweg RS 1. Er soll von Duisburg quer durch das Ruhrgebiet bis nach Hamm führen. Der Radschnellweg ist vier Meter breit und verbindet zehn Städte und vier Universitäten miteinander. Für Fußgänger gibt es neben dem Radweg sogar einen separaten Fußweg.

Die Erweiterung der Zweiradinfrastruktur liegt zu Recht voll im Trend. Mittlerweile sind allein auf Deutschlands Straßen mehr als 2,1 Millionen Pedelecs unterwegs. Die Verkäufe sollen sich laut einer Studie bis 2023 verdreifachen. Weltweit ist im selben Zeitraum ein Anstieg von rund 27 Prozent zu erwarten. Laut dem Magazin „Trekkingbike“ lag die Anzahl der weltweit verkauften

Diese Illustration von on3studio für die Stadt- und Verkehrsplanungsagentur ARGUS zeigt, wie die Hamburger Hauptverkehrsader „An der Alster“ im Jahr 2050 aussehen könnte. Auf dem Bild deutlich zu erkennen: Mikromobilität dominiert das Verkehrsgeschehen

Fahrräder mit und ohne Elektroantrieb bereits 2012 bei 132 Millionen – Tendenz steigend.

E-Autos, Carsharing und Fahrzeug-Hopping

Im Hinblick auf innovative Autoverkehrssysteme ist Norwegen der klare Vorreiter. Nirgendwo gibt es, bezogen auf die Einwohnerzahl, mehr Elektroautos. Vorzüge wie kostenloses Parken an gekennzeichneten Flächen, Steuerbefreiungen und das Recht, Busspuren nutzen zu dürfen, sind nur ein kleiner Auszug aus dem norwegischen Vorteilskatalog. Dass es auch noch anders geht, zeigt sich in Mumbai, wo die Regierung andere Prioritäten setzt. Mobilitätsziel Nummer eins: „Die Einhaltung von Verkehrsregeln durchsetzen und die Sicherheit verbessern.“ Hier wären wir wieder – andere Länder, andere Sitten.

Elektromobilität lässt sich in verschiedene Richtungen denken: In den meisten Fällen wird sie mit der Elektrifizierung des Antriebsstrangs assoziiert. Bekannt ist die Produktpalette mit Fahrzeugen wie dem Renault Twizy, Smart, Opel Ampera, BMW i3 oder VW e-up, die sich zu den zahlreichen Hybridmodellen gesellen. Unterstützt werden die Anstrengungen der Hersteller von einer innovationsfreudigen Zulieferindustrie. Das Portfolio von Schaeffler in diesem Segment reicht von Hybridmodulen

über die elektrische Achse bis zum Radnabenantrieb, der völlig neue Raumkonzepte in der Fahrzeugentwicklung zulässt. Integriert werden können die Schaeffler-Produkte in Hybridfahrzeuge und reine Elektroautos.

Die zweite Denkrichtung verändert nicht das Auto, sondern seine Nutzung. Im Schnitt steht der privat genutzte Pkw 23 Stunden am Tag herum, blockiert dabei nicht selten öffentlichen Parkraum. Schon jetzt haben sich in vielen Großstädten Carsharing-Projekte wie Car2go oder DriveNow etabliert. Allerdings kommen in den Flotten der Anbieter zum allergrößten Teil noch Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor zum Einsatz. Hohe Anschaffungskosten, löcherige Ladeinfrastruktur und eine ungewohnte Bedienung der E-Autos sind drei der wichtigsten zu überwindendenden Hürden. Dessen ungeachtet steht Carsharing gerade auch im Zusammenspiel mit dem Fahrrad und Öffentlichen Personennahverkehr als Teil eines Mobilitätsmixes eine rosige Zukunft bevor.

Zukunftsweisende Fortbewegung: Suchfeld Mikromobilität

Eine andere Strömung führt hin zu neuen, kompakten Mobilitätslösungen und bietet große Chancen für kleine Fahrzeuge, die die Lücke zwischen dem Elektroauto und dem Fahrrad schließen können. Die Rede ist von Mikromobilität. Für Schaeffler eine der wichtigsten Innovationen auf dem Weg zur Mobilität von morgen.

Ein- oder Zweisitzer, drei oder vier Räder, mit Dach oder Stauraum für Lasten – Mikromobilität hat viele Gesichter, wie diese Modelle zeigen

» Die Veränderungen der Mobilität spielen sich hauptsächlich in den Megacitys ab – dort erwarten wir durchaus, dass die Bedeutung des Autos sinkt

Prof. Peter Gutzmer,
Vorstand Technologie der Schaeffler AG

Das Technologieunternehmen prüft zurzeit eine eigenständige Fahrzeugplattform in diesem Segment. Dabei spielen Faktoren wie zukünftige Bedarfsanforderungen, Einsatzfelder, Konzepte und Lösungen eine Rolle. Das beschriebene Bio-Hybridfahrzeug soll die Vorteile eines Automobils wie Stabilität und Wetterschutz mit den Vorteilen eines Pedelecs wie Leichtigkeit, Raumausnutzung und Energieverbrauch verbinden und in der heute zur Verfügung stehenden Infrastruktur betrieben werden können. Ein breit aufgestelltes Team wertete bereits unterschiedlichste Bedingungen aus, führte Marktanalysen durch und setzte eigene Benchmarks. Schaefflers Innovationsteam erprobte zudem auch mögliche Geschäftsmodelle und Anwendungsbereiche. Mikromobilität adressiert demnach mehrere Mobilitätstypen und lässt sich als zukunftsweisendes Fortbewegungskonzept in die sich verändernden Mobilitätsmuster integrieren. Nach der Kreation von mehreren Designstudien steht nun ein erstes Lösungskonzept in den Startlöchern.

Das Unternehmen greift bei der Entwicklung auf seine langjährige Kompetenz sowohl im Engineering als auch in der Fertigung zurück. Verbunden mit der ganzheitlichen sowie systemischen Denkweise und der elektromechanischen Kompetenz, ist der Mobilitätszulieferer in der Lage, disziplinübergreifende Konzepte zu entwickeln. Durch die Verknüpfung des Know-hows aus Industrie und Automotive, die bereichsübergreifende Entwicklungsarbeit und ein breites Netzwerk treibt Schaeffler derartige Projekte mit einem 360-Grad-Blick voran.

Schaefflers Innovationsteam ist sich sicher: Mikromobilität adressiert mehrere Mobilitätstypen und ist als zukunftsweisendes Fortbewegungskonzept in die sich verändernden Mobilitätsmuster integrierbar

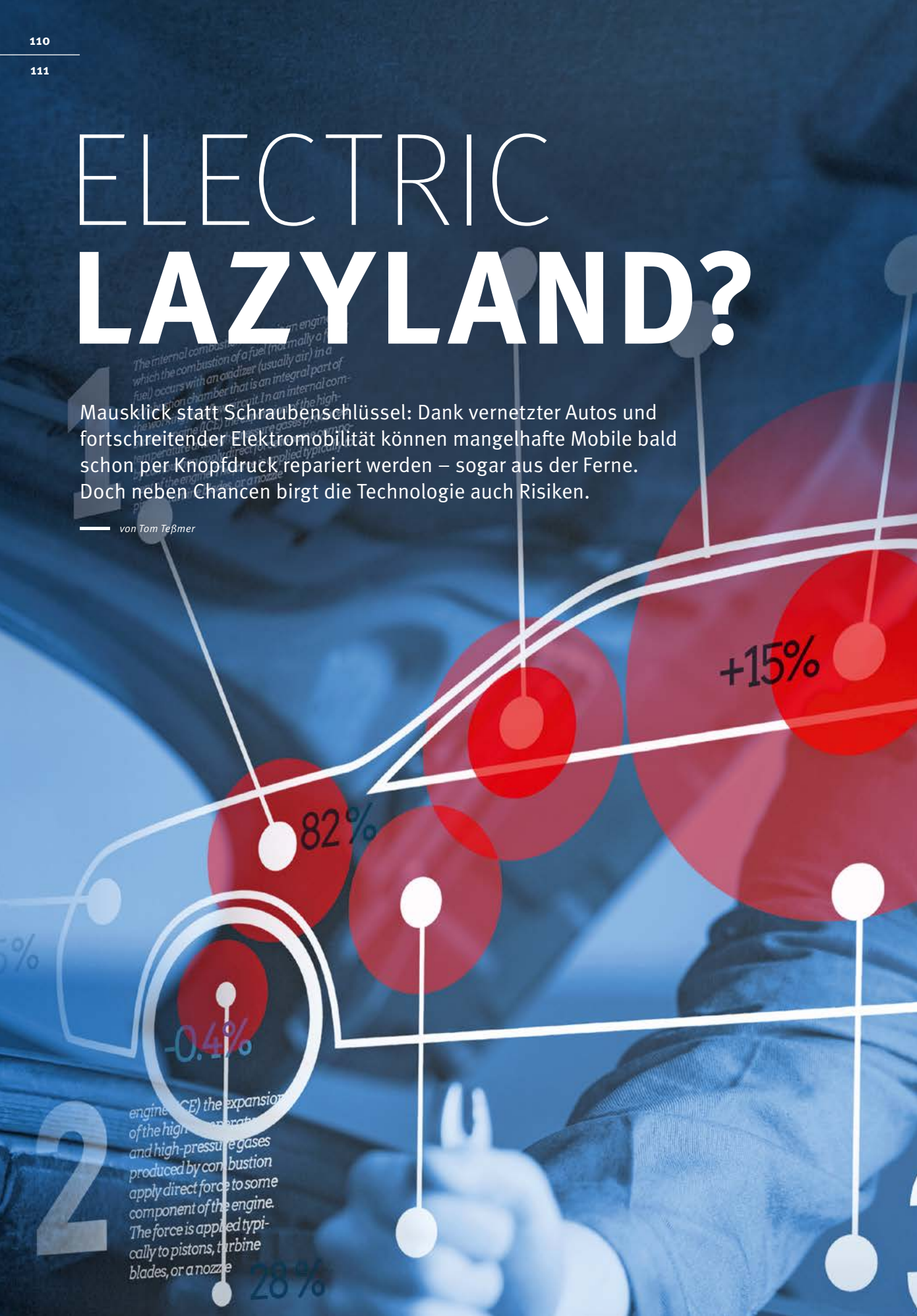
DER AUTOR

Jakub Fukacz *gehört zum Team der Schaeffler-Automotive-Kommunikation und betreut unter anderem die Bereiche Technologie und Motorsport. Als begeisterter Kommunikator arbeitet der Diplom-Sportwissenschaftler und Kommunikationsmanager seit über sechs Jahren im Auto-Business. Seine Leidenschaft für Motorsport, Skifahren und Basketball versucht der gebürtige Kölner auch schon mit seiner eineinhalbjährigen Tochter zu teilen.*

ELECTRIC LAZYLAND?

Mausklick statt Schraubenschlüssel: Dank vernetzter Autos und fortschreitender Elektromobilität können mangelhafte Mobile bald schon per Knopfdruck repariert werden – sogar aus der Ferne. Doch neben Chancen birgt die Technologie auch Risiken.

von Tom Teßmer



Der Mechaniker öffnet die Motorhaube. Blickt sich um. Dreht an dieser Schraube, öffnet jene Klappe. Klopft hier, rüttelt da. Früher, ja früher, da waren die Arbeiten in der Kfz-Werkstatt noch echtes Handwerk. Erledigt von Kerlen in ölverschmierten Blaumännern. Heute werden in blitzblanken Hallen Diagnose-Computer an die Autos angedockt, um Wehwehchen aufzuspüren. Mechaniker sind längst Mechatroniker, wobei das „Mecha“ dem „troniker“ zusehends weichen muss.

Kein Wunder: Vernetztes Fahren, Infotainment- und Fahrassistenzsysteme sind aus den Autos des 21. Jahrhunderts nicht mehr wegzudenken. Namen von IT- und Internetkonzernen wie Apple, Google, IBM und Microsoft tauchen immer öfter in Meldungen aus der Autobranche auf. Und die Autobauer buhlen in ihrer Werbung schon mehr mit den neuesten Multimedia-Features als mit PS- und Zylinderzahlen um die Käufergunst. Sie überbieten sich mit Neuerungen, was wiederum besonders kurze Innovationszyklen in der Elektronik mit sich bringt. Das Resultat: Autofahren verändert sich von Grund auf. Audi-Vorstandschef Rupert Stadler bringt es auf den Punkt: „Das Ziel von Audi ist nicht nur, Automobile zu verbessern. Sondern Mobilität neu zu definieren.“

Schweißen war gestern, kleben und nieten ist morgen

Ein Weg, den die gesamte Branche einschlägt: Der Marsch in die automobile Zukunft führt über eine intelligente und weitreichende Vernetzung. Für Werkstätten aber bedeutet dies einen Kampf an zwei Fronten. Neben der Vernetzung der Autos mit ihrer Außenwelt machen es auch andere Fahrzeugbereiche wie die immer vielfältigeren und komplexer werdenden Antriebskonzepte unumgänglich, dass sich Werkstätten zu Hightech-Betrieben entwickeln. „Im Zusammenhang mit der nach innen gerichteten Elektrifizierung sowie der mit der Außenwelt vernetzten Computerisierung steht die Werkstatt, über hundert Jahre lang ein Hort der Mechanik, vor einem tiefgreifenden Wandel“, prophezeit Prof. Dr. Norbert Schreier, Experte für Automobil- und Servicetechnologie sowie Kfz-Diagnose an der Fakultät Fahrzeugtechnik der Hochschule Esslingen. Selbst das gute alte Blech ist auf dem Rückzug – Kunststoffe hingegen sind auf dem Vormarsch (siehe Seite 90 ff.). Seinen Studenten predigt Prof. Schreier: „Schweißen war gestern, kleben und nieten ist morgen.“

20

DIN-A4-Ordner würden die Schaltpläne eines modernen Autos füllen. In den 1950er-Jahren reichte für einen BMW 502 ein DIN-A4-Blatt.

Quelle: Technisch-Literarische Gesellschaft e. V.

4.000

Leitungen mit einer Kabellänge von bis zu sechs Kilometern sind in einem aktuellen Mittelklassewagen verbaut – der 1949 konstruierte Mercedes 170V kommt auf etwa 40 Leitungen.

Quelle: elektroniknet.de

50 %

aller **Serviceleistungen am Kraftfahrzeug** werden schon heute mit Unterstützung von Computern geleistet.

Quelle: Fraunhofer Institut

Als Quintessenz muss die Rolle der Kfz-Werkstatt neu definiert werden. Wenn das Auto innovative Wege beschreitet, müssen Werkstätten im Gleichschritt nachziehen. Der Trend geht zu größeren Werkstätten, die mit teuren Diagnosegeräten und Spezialwerkzeugen ausgestattet sind. Betriebe, die das Tempo nicht mitgehen, blicken in eine düstere Zukunft. Das Institut für Automobilwirtschaft (IFA) geht davon aus, dass sich die Zahl der Autowerkstätten in den nächsten Jahren um fast zehn Prozent verringern wird. Laut der Studie wird die Zahl der durchschnittlich pro Werkstatt betreuten Autos von derzeit 1.440 bis 2025 auf 1.700 steigen. „Die Werkstatt der Zukunft wird immer mehr zum Operationssaal“, sagt IFA-Direktor Willi Diez.

Werkstatt, Apple-Store und Modegeschäft in einem

Aber sieht die ideale Werkstatt anno 2020+x wirklich aus wie ein OP? Die Innovationsagentur Dominic Schindler Creations wagt einen Ausblick, der überrascht: Denn in der Zukunftsvision der Österreicher hat nicht mal mehr der Name „Werkstatt“ einen Platz. Wenn der Autobesitzer sein malades Mobil in helfende Hände gibt, dann in einem sogenannten Reparaturzentrum – einer Mischung aus Werkstatt, Apple-Store und Modeboutique. Zwischen Zubehör und Modeartikeln der Hersteller sowie Imagefilmen und Fahrtests am Simulator kann der Kunde dort in eine „Erlebniswelt der Mobilität“ eintauchen. Ebenfalls in sicheren Händen ist der Fahrer der Zukunft in seinem vernetzten Auto. So werden alle relevanten Informationen – von einfachen Dingen wie Reifendruck und Ölstand bis zu komplexen wartungsrelevanten Informationen zu Bremsenverschleiß oder anstehenden Serviceintervallen – gesammelt und sind via Projektionen bequem von der Windschutzscheibe ablesbar. Das bordeigene Diagnosesystem ermöglicht dem Fahrer, binnen weniger Momente verbindliche Angebote von einer geeigneten Vertragswerkstatt einzuholen und den passenden Zeitpunkt für die Reparatur zu koordinieren. Die Werkstatt wird über die anstehende Reparatur mit allen Details informiert,

SCHAEFFLER IN DEN WERKSTÄTTEN

Der Schaeffler Automotive Aftermarket *vertritt die Marken INA, FAG, LuK und Ruville im globalen Ersatzteilgeschäft. Mehr als 40.000 unterschiedliche Produkte decken die Einsatzbereiche Antriebsstrang, Motor und Fahrwerk ab – in OE-Qualität und für alle Fahrzeugklassen bis hinauf zu Lkw und Landmaschinen. Darüber hinaus bietet Schaeffler Serviceleistungen für Werkstätten und Handel an. Dazu zählt unter anderem REPXPERT. Mit seinem Online-Portal unterstützt Schaeffler weltweit Werkstätten in ihrer täglichen Arbeit durch aktuelle Fahrzeugdaten und technische Detailinformationen. Vor-Ort-Betreuung und Trainings runden das Angebot ab.*

Ersatzteile werden bestellt und die Verfügbarkeit eventuell nötiger Spezialwerkzeuge wird geprüft, damit der Werkstattbesuch so effizient wie möglich läuft.

Freie Werkstätten stehen vor ihrer größten Herausforderung

So weit, so reibungslos. Doch gerade herstellerunabhängigen Kfz-Werkstätten treibt folgende Frage Sorgenfalten auf die Stirn: Wer bestimmt, wohin das Auto seine Daten sendet? Damit setzt sich auch das Thema Datenschutz auf den Beifahrersitz. Automobilclubs und Branchenverbände drängen auf gesetzliche Grundlagen, die gewährleisten, dass allein der Fahrer entscheiden darf, welche Informationen an welche Dritten gelangen. Die freien Werkstätten sehen in der Daten-Autonomie der Fahrzeughalter eine Voraussetzung für einen fairen Wettbewerb. Kommunizieren BMWs demnächst ausschließlich mit BMW-Werkstätten und fließen reparaturrelevante Daten eines Renault nur noch zum Renault-Meister? Dann gute Nacht, ihr „Freien".

Die Möglichkeit, dass Autos Daten an Dritte senden können, ist in der EU für Neuzulassungen ab 2018 sogar Pflicht. Allerdings dient das eCall (emergency call) genannte System der Vorgabe nach nur zur automatischen Übermittlung eines Notsignals nach einem schweren Unfall. Aber ein Handy trägt man ja auch nicht nur mit sich herum, um im Notfall 110 anzurufen. Dass die Hersteller das ohnehin vorhandene System auch anderweitig nutzen werden, liegt auf der Hand.

So sehr die Branche auch in Richtung Virtualität im Umbruch begriffen ist, manche Dinge ändern sich nie: Es wird auch in den kommenden Jahrzehnten reale Autos geben, die für Standardreparaturen in freie Werkstätten gebracht werden. Doch unter dem Strich muss jeder investieren, der im harten Werkstattgeschäft bestehen will: in Gerätschaften – wie einen 3-D-Drucker, der Ersatzteile just in time vor Ort produziert –, aber auch in die Aus- und Weiterbildung des Personals. Denn mit einem fachkundigen Blick unter die Haube und ein bisschen Horchen, Gucken und Schrauben wird man in Zukunft kein Auto und keinen Betrieb mehr flottbekommen.

DER AUTOR

***Tom Teßmer** (36), passionierter Bulli-Fahrer, musste sich nach den Recherchen zu dieser Story auf die Suche nach der persönlichen „Werkstatt der Zukunft" machen. Sein bisheriger Schrauber des Vertrauens hat sich aus dem Geschäft zurückgezogen und ist für unbestimmte Zeit auf Weltreise gegangen.*

EIN WERKSTATT-TREND: **WEG VON EX-UND-HOPP**

***Die Werkstatt-Branche rast mit Vollgas in Richtung Hightech-Zukunft.** In einem Bereich heißt es aber „zurück zu den Wurzeln". Zickte früher der Vergaser, reichte es oft, eine Feder, den Gaszug oder eine Klappe zu tauschen. Mit ein paar Mark war man dabei. Im schlimmsten Fall kam ein aufgearbeitetes Austauschteil oder sogar etwas Brauchbares vom Schrottplatz zum Einsatz. Ruckelt heutzutage ein Motor, murrt das ABS oder die Klimaautomatik, wird schnell die komplette Steuerelektronik ausgetauscht. Bei älteren Fahrzeugen kommt so ein Störfall einem finanziellen Totalschaden gleich. Ärgerlich, wenn das Auto mechanisch noch kerngesund ist. Das Forschungsprojekt „Kfz-Service-Engineering 2020" des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung in Stuttgart, der Universität Bayreuth und der Handwerkskammer Oberfranken nimmt sich dieses Problems an.*

Für Prof. Rolf Steinhilper, Initiator des Projekts, besteht eine Herausforderung des Kfz-Handwerks darin, Elektronikkomponenten zu reparieren, statt sie auszutauschen. Keine leichte Aufgabe, dessen ist sich der Liebhaber französischer Oldtimer durchaus bewusst: „Autos sind schon heute Rechenzentren auf Rädern. Über 70 Kleincomputer steuern in einer großen Limousine die Bordelektronik – mit mehr Rechnerleistung als in der Mondrakete von Apollo 11." Dass die Elektronikkomponenten immer filigraner werden, macht eine Reparatur nicht einfacher. Schon heute passt die komplette Rechenleistung eines Audi A4 auf eine Leiterplatte im DIN-A5-Format.

Professor Steinhilper ist optimistisch, dass seine Mission Erfolg haben wird. Schließlich gibt es viele Gewinner: Das Handwerk freut sich über steigende Wertschöpfung, denn in den Werkstätten wird mehr repariert, gearbeitet und damit mehr Lohn abgerechnet. Für die Zulieferer eröffnen sich zusätzliche Absatzmöglichkeiten mit neuen Margen – Voraussetzung dafür ist, künftig ein mögliches Reparieren ihres Teiles schon bei der Produktion zu bedenken. Darüber hinaus schont das Reparieren oder der Einbau aufgearbeiteter Teile Ressourcen. Verstärktes Recycling und Remanufacturing fördern den volkswirtschaftlichen Nutzen. Natürlich profitiert auch der Kunde vom Prinzip „reparieren statt neu", schließlich darf er einen niedrigeren Rechnungsbetrag erwarten und kehrt mit seinem Vehikel zufrieden zurück auf die Straße. Insgesamt kostet das Projekt 3,5 Millionen Euro. Die Kosten tragen die Kooperationspartner und der Freistaat Bayern.

IMPRESSUM

Herausgeber
Schaeffler AG
Industriestraße 1–3
D-91074 Herzogenaurach
www.schaeffler.com

Kommunikation, Marketing und Investor Relations
Christoph Beumelburg (Leitung)
Jörg Walz (Automotive)
Martin Adelhardt (Industrie)
Jasmin Löffler (Corporate)

Konzeption
Jörg Walz (Schaeffler)
Thomas Voigt (Speedpool)

Chefredaktion
Jörg Walz (v. i. S. d. P.)

Redaktion und Produktion
Speedpool GmbH
www.speedpool.com

Redaktionsleitung
Volker Paulun

Koordination
Carina Chowanek, Julia Koop, Anke von Lübken

Schlussredaktion
David Feist,
Volker Hummel,
Christoph Kirchner

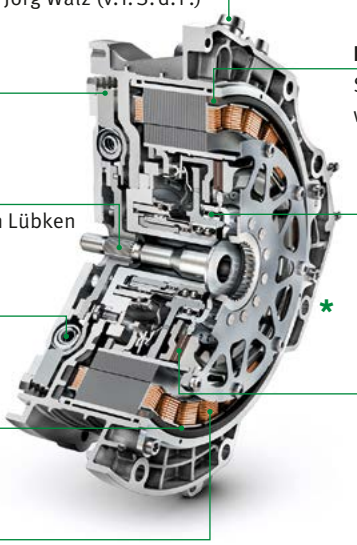
Druckvorstufe
Julien Gradtke, Mathias Mayer

Grafik
Manuela Mrohs (Ltg.), Gökhan Agkurt, Oliver Breilmann, Jana Herbst, Mariessa Rose, Thomas Wildelau

Druck
Wünsch Druck GmbH

Autoren
Thomas Arndt, Dr. Joachim Becker, Wiebke Brauer, Jakub Fukasz, Claus Gorgs, Alexandra Grossmann, Jan Horst, Brigitte von Imhof, Martin Kaluza, Marco Kraft, Lars Krone, Christiane Kühl, Andrea Neumeyer, Carsten Paulun, Stefan Schlott, Christian Schmidt, Mark Schneider, Torben Schröder, Lukas Stelmaszyk, Tom Teßmer, Johannes Winterhagen, Roland Zumsande

Fotos
Titel: Colin Anderson/Getty; S. 3: Schaeffler; S. 4/5: Susanne Eeg/Lödige, UniversalImagesGroup/Getty, Dennis Grombkowski/Getty, NASA; S. 6/7: Susanne Eeg/Lödige; S. 8–15: Johannes Eisele, Gerhard Joren, Daniel Berehulak, China Photos, Lost Horizon Images, Lonely Planet Images, ChinaFotoPress, Flickr RF, De Agostini/alle Getty; S. 16/17: Jörg Gläscher (2), Caterpillar; S. 18/19: Allan Gichigi; S. 20/21: Martin Kaluza (2), Fairfax Media/Getty; S. 22/23: Mammoet, Scania CV AB; S. 24/25: Colin Anderson/Getty, Daimler AG, Brigitte von Imhof; S. 26–31: Hindustan Times, ChinaFotoPress, Frederic J. Brown/alle Getty; S. 32/33: CASE IH, Fendt, Williams Brothers; S. 34/35: ROPA, Forstbetrieb Hipp, RAUCH; S. 36: Petra Stüning/ERO, Le Coiffeur Tractor Pulling Team Germany; S. 38/39: UniversalImagesGroup/Getty; S. 40–45: tai111/Fotolia (4); S. 46–53: Getty (26), Wikipedia (6), Jastrow/Wikipedia, Carl von Canstein, Guy Immega/Wikipedia, Coolcaesar/Wikipedia; S. 54–61: Max Etzold; S. 62–65: Fotolia; S. 66/67: Dennis Grombkowski/Getty; S. 68–71: ShpilbergStudios/Fotolia, Schaeffler (5); S. 72–77: Ken Hermann/Getty (3), Max Etzold (3); S. 78: Deutsches Patent- und Markenamt; S. 80: ullstein bild; S. 82–85: Hoch Zwei; S. 88/89: NASA; S. 90/91: BMW; S. 92/93: Audi, Colourbox (3), BMW; S. 94: Leif Piechowski; S. 95: Airbus (2); S. 96/97: Ikon Images/Getty Images; S. 98: Bonnier Corporation/Getty; S. 99: Daewoo; S. 100: Honda, Schaeffler; S. 101: Ekso Bionics; S. 102/103: Konstantin Sutyagin/Fotolia; S. 104/105: Andy Ryan/Getty; S. 106/107: on3studio; S. 108/109: Max Etzold (2); S. 110/111: Wavebreakmedia/Fotolia; S. 112: videodoctor/Fotolia



** Die Abbildung zeigt das von Schaeffler entwickelte Hochvolt-Hybridmodul in P2-Anordnung zwischen Verbrennungsmotor und Getriebe. Es kann verbrennungsmotorische Drehmomente von bis zu 800 Nm an das Getriebe übertragen.*

VERPASSEN SIE NICHT DIE NÄCHSTE AUSGABE VON **tomorrow**

Wir nehmen Sie gern
in den Verteiler auf
tomorrow@schaeffler.com

Alle Ausgaben finden Sie auch
digital in unserer Mediathek
www.schaeffler.de/tomorrow

01/2015

02/2015

03/2015

01/2016

WEB-WELTEN
Entdecken Sie Innovationen für morgen im Internet
schaeffler.de