

tomorrow

TECHNOLOGIE ERLEBEN MIT SCHAEFFLER



Weitblick

Was es braucht, um an
Herausforderungen zu wachsen

He|r|aus|for|de|rung, die; - [he'vas, fɔvdəvʊt]

1. Aufforderung zum Kampf
2. a. (Sport) das Herausfordern
b. (Sport) Kampf, bei dem ein Herausforderer mit einem Sportler um einen Titel kämpft
3. Provokation
4. Anlass, tätig zu werden; Aufgabe, die einen fordert

Quelle: Duden online (<https://www.duden.de/node/745724/revisions/1977507/view>)

tomorrow im Internet



tomorrow als **digitales Magazin**
mit zusätzlichen Features
www.schaeffler-tomorrow.de



tomorrow zum Herunterladen
als **E-Paper oder PDF**
www.schaeffler.de/tomorrow

tomorrow im Abonnement



Wir nehmen Sie gern in den
Verteiler für das Magazin auf:
tomorrow@schaeffler.com

LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

die ersten Wörter, die ersten Schritte, die ersten Meter mit dem Fahrrad, der erste Kuss, die ersten Prüfungen in der Schule – von Geburt an stehen wir Herausforderungen gegenüber, die wir meistern müssen. So weit laufen wie nie zuvor, höhere Gipfel erklimmen, Paganinis „24 Capricen“ fehlerfrei spielen – Herausforderungen stacheln uns an, eigene Grenzen zu verschieben, besser zu werden. Herausforderungen sind unser mentaler Treibstoff. Im Privatleben ebenso wie im Beruf. Herausforderungen begegnen uns überall. Auch in der aktuellen Ausgabe unseres Technologiemaغازins „tomorrow“, in der ich Sie mit diesen Zeilen herzlich willkommen heiÙe.

So vielfältig die Herausforderungen sind, so zahlreich die Tipps, wie man sie bewältigen könnte. Ganze Regalreihen in Bibliotheken sind mit Ratgebern dazu gefüllt. Aber egal wie intensiv man sich vorbereitet, wie gut man sich ausrüstet – irgendwann ist der Zeitpunkt gekommen, an dem es heißt: machen oder lassen. US-Pilot Joseph Kittinger stieg vor über 60 Jahren mit einem Ballon in die Stratosphäre auf, nur um sich von dort im freien Fall in Richtung Erde zu stürzen, in der Hoffnung, dass der Fallschirm auf dem Rücken 16 Kilometer weiter unten seine Arbeit verrichten würde. Ich denke, jeder, der einmal an der Kante eines Fünfmeterbretts im Schwimmbad stand, ahnt entfernt, was in Kittinger vorging, als er an der Kante seiner Ballongondel stand und den einen Schritt Richtung Tiefe machen musste. Herausforderung pur. Machen oder lassen. „Stepping into the unknown“ heißt ein Video über die Szene – wie passend. Mehr über mutige Entdecker und wie sie die Technik zu ihrem Vorteil nutzten ab Seite 52.

Ebenso packend – und auch motivierend – sind die Porträts von 13 starken Frauen aus über 2.000 Jahren Geschichte (ab Seite 34). Diese Medizinerinnen, Forscherinnen, Tüftlerinnen oder Abenteuerinnen haben sich nicht nur unerschrocken ihrer eigentlichen Herausforderung gestellt, sondern sich auch über männliche Ressentiments hinweggesetzt. Nicht selten war Letzteres die noch größere Hürde.

Und noch immer gehört die Gleichberechtigung von Mann und Frau zu den großen globalen Herausforderungen. Ebenso wie Überbevölkerung, Energiewende, soziale Gerechtigkeit, Klimaschutz, Mobilität oder auch der Wandel der Arbeitswelt. Zu all diesen Themen hat „tomorrow“ renommierte Experten befragt (ab Seite 18). Die Antworten sind nicht immer bequem und auch nicht unumstritten – aber allemal lesenswert.



Herausforderungen müssen wir anpacken. Manchmal im übertragenen Sinne, manchmal buchstäblich: Lesen Sie ab Seite 12, wie Schaeffler-Experten in schwindelerregenden Höhen oder bei arktischen Temperaturen rund um den Globus tonnenschwere Lager montieren oder warten. Keine leichte Aufgabe. Aber welche Herausforderung ist das schon. Sie wissen so gut wie ich: Eine Erfolgsstory schreibt sich nicht von selbst und in den seltensten Fällen von heute auf morgen. Wie bei Schaeffler mit Inspiration, Expertise, ganz viel Hartnäckigkeit und manchmal sogar einem Schuhkarton aus einer guten Idee ein Erfolg wird, beschreibt „tomorrow“ ab Seite 44 anhand von vier Beispielen.

Eine der ganz großen Herausforderungen für Schaeffler ist es, die Mobilität für morgen aktiv mitzugestalten. Dazu ist es auch nötig, eigene Pfade zu verlassen und Neues zu wagen: Wir tun dies unter anderem mit unserem Start-up, der Bio-Hybrid GmbH. Dort entsteht eine ganz neue Fahrzeuggattung, umweltfreundlich und maßgeschneidert für urbane Ballungsräume. Mehr über das Abenteuer auf dem Weg zu neuen Mobilitätsufern ab Seite 94.

Ich wünsche eine unterhaltsame Lektüre und würde mich freuen, wenn „tomorrow“ Sie inspiriert, aufgeschobene Herausforderungen anzugehen. Viel Erfolg dabei.

Klaus Rosenfeld
Vorsitzender des Vorstandes

global

Blick in die Welt

8

GUT ZU WISSEN

Daten, Fakten, Kurioses – ein **360-Grad-Rundumblick** über das weite Feld der „Herausforderungen“

12

UNSER SPEZIALIST

Knifflige Wartungen und Reparaturen sind seine Welt: **Christian Schuster** ist Montageprofi bei Schaeffler

18

ALARMSTUFEN

Die Menschheit steht vor **globalen Herausforderungen**. Neun Experten ziehen Bilanz und geben Rat

26

AUGEN ZU UND DURCH?

Besser nicht. In Rennfahrersprache heißen sie **Mutkurven**. Hier werden Siege und Titel entschieden



in bewegung

Innovationen im Laufe der Zeit

34

FRAUENPOWER

Von wegen „schwaches Geschlecht“! Wir stellen tollkühne **Pionierinnen** und ihre tapferen Taten vor

40

MEHRGLEISIG

Beispiel Brasilien: Die **Eisenbahn** hat eine bewegte Vergangenheit hinter sich und eine rosige Zukunft vor sich

44

GUTE IDEE! UND DANN?

Mit Teamwork und Beharrlichkeit – wie aus **innovativen Impulsen** erfolgreiche Projekte werden

52

TERRA INCOGNITA

Die größten **Entdeckungen** verdanken wir mutigen Menschen. Und intelligenten Innovationen



jetzt-zeit

Leben mit dem Fortschritt

60

WIND-ZUG

Logistische Meisterleistung – so gelingt der Transport von riesigen **Windenergieanlagen**

66

WENIGER MÜLL IM MEER

Gewaltige Mengen **Plastik** verdrecken unsere Ozeane. Was muss und kann getan werden?

70

INNOVATIONSMOTOR

Ursprung toller Technologien ist oft der Ansatz, **Menschen mit Behinderung** das Leben leichter zu machen

74

CYBER-ABWEHR

IT-Sicherheit wird immer wichtiger. Offene – aber penibel kontrollierte – Datennetzwerke sind der Schlüssel

ausblick

Technik für morgen

80

HIMMELWÄRTS

Der Verkehrskollaps am Boden führt den Blick innovativer Ingenieure nach oben. Eine Lösung: **Drohnen**

86

DIESSEITS IN AFRIKA

Eine Generation technikversierter junger Menschen will auf dem **schwarzen Kontinent** viel bewegen

90

KLÄRUNGSBEDARF

Für die Herausforderung **autonomes Fahren** müssen nicht nur technische Lösungen gefunden werden

94

FAHRRAD UND AUTO 2.0

Vielversprechender Lösungsansatz für zukünftige Mikromobilität – ein Besuch bei der **Bio-Hybrid GmbH**

98

IMPRESSUM



TRAU, SCHAU, WEM!

— Bis zu neun Meter lang und 200 Kilogramm schwer kann so eine Anakonda mutmaßlich sein. An Land sind die gewaltigen Reptilien entsprechend träge, unter Wasser aber tödlich schnell. Außerdem können sie bis zu zehn Minuten tauchen, ohne Luft zu holen. Auf dem Speiseplan der gewaltigsten Schlange der Welt stehen Hirsche, Amphibien, Fische und Kaïmane – also mehr oder weniger alles, was dem Lauerjäger vor den Schlund kommt. Und warum abbeißen, wenn man den Kiefer 180 Grad weit aufreißen und so ein 50-Kilo-Schwein in einem Stück verschlingen kann? Alles in allem ist so eine Anakonda nicht gerade ein Lebewesen, mit dem man gemeinhin gern baden geht. Das sieht Franco Banfi ganz

anders. Für den weltberühmten Unterwasserfotografen sind solche Zusammentreffen wie ein Lottogewinn. Angst? Die kennt der Schweizer, der auch mit Haien, Krokodilen und Walrössern auf Tuchfühlung geht, nicht: „Ich halte diese Tiere nicht generell für gefährlich. Für mich besteht die eigentliche Herausforderung darin, ihr Verhalten schnell deuten zu können. Denn man hat nur wenige Chancen, meist sogar nur eine, auf ein spannendes Foto. Keine gute Idee ist es, die Tiere mit Fressen anzulocken, denn man weiß nie, wie sie darauf reagieren.“ Aller Furchtlosigkeit zum Trotz, ein Tier gibt es, um das sogar Banfi einen Bogen macht: das Nilpferd. Aus gutem Grund, siehe untenstehende Grafik.

» Der Utopist sieht das Paradies, der Realist das Paradies plus Schlange

Friedrich Hebbel (1813–1863), deutscher Dramatiker und Lyriker

GEFÄHRLICHE KREATUREN MÜSSEN KEINE RAUBTIERE SEIN

ø menschliche Todesopfer pro Jahr



5–15

Selbst wenn man die Opfer aller **Haierarten** zusammenzählt, bleibt die Zahl sehr überschaubar.



25

Vermeintlich harmlose **Kühe** haben rund 25 Menschen pro Jahr auf dem Gewissen. Andersherum liegt die Zahl bei 300 Mio.



100

Ein Blick auf ihr Gebiss verrät, dass mit **Flusspferden** nicht zu spaßen ist. Noch gefährlicher sind übrigens **Elefanten**: 500 Tote.



10.000

Opfer rafft die Schlafkrankheit hin, übertragen durch die **Tsetse-Fliege**.

global

Blick in die Welt



15.000

sterben an Krankheiten die durch **Band-, Spul- oder Saugwürmer** übertragen werden.



100.000

So viele Menschen, wie ins berühmte Stadion Camp Nou des FC Barcelona passen, kommen durch **Schlangenbisse** ums Leben.



725.000

Mücken übertragen tödliche Krankheiten wie Malaria, Dengue- und andere Fieber.



1,35 Mio.

Menschen starben laut WHO 2016 im Straßenverkehr. Der Mensch ist damit des Menschen größter Feind.

360° HERAUSFORDERUNG

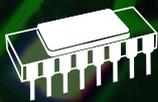
Zahlen, Fakten, Kurioses – ein Rundumblick auf das SchwerpunkttHEMA dieser „tomorrow“-Ausgabe.

MIKROCHIPS – GRENZEN DER PHYSIK GESPRENGT?

Alle zwei Jahre verdoppelt sich die Zahl der Transistoren auf einem Chip und damit nahezu die Rechenleistung – **das Mooresche Gesetz**. Intel-Gründer Gordon E. Moore hatte mit seiner Prophezeiung aus den Computer-Anfängen über Jahrzehnte recht. Bis jetzt. Die inzwischen auf Nanometer-Format geschrumpften Schaltkreise können nicht noch klei-

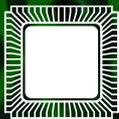
ner werden, da sie zu viel Hitze produzieren, die nicht mehr abgeleitet werden kann. Lösung: Statt elektrischer Ladung nutzen Forscher Magnetwellen, sogenannte Spinwellen, für den Informationstransport. Dabei entsteht kaum Wärme. Herausforderung: die Marktreife der sogenannten Schall-Chips. Prognose: Ein paar Jahre wird es noch dauern.

Anzahl der Transistoren pro Computerchip im Laufe der Jahrzehnte



INTEL 4004

- ▶ Einführungsjahr
1971
- ▶ Größe in mm²
12
- ▶ Transistoren
2.300



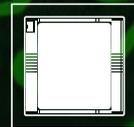
INTEL 80186

- ▶ Einführungsjahr
1982
- ▶ Größe in mm²
60
- ▶ Transistoren
55.000



PENTIUM PRO

- ▶ Einführungsjahr
1995
- ▶ Größe in mm²
307
- ▶ Transistoren
5.500.000



GC2 IPU

- ▶ Einführungsjahr
2018
- ▶ Größe in mm²
825
- ▶ Transistoren
23.600.000.000

1970

1980

1990

2000

2010

2020

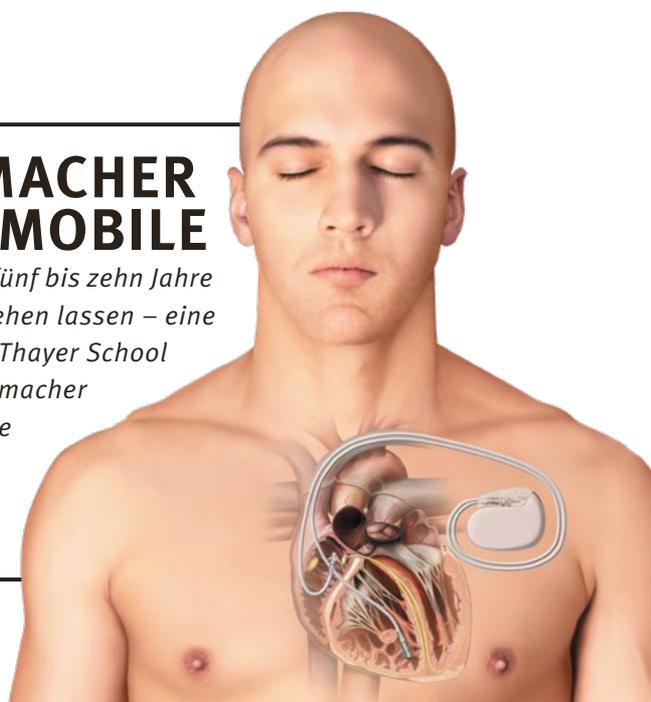


ROBOTER MIT GEFÜHL

Damit Roboter und Menschen miteinander agieren können, müssen die Maschinen viele Herausforderungen meistern. Eine ist, **Gesten zu erfassen und auszuwerten**. Genau das ist dem Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik gelungen. Die Forscher haben eine neuartige Technologie entwickelt, mit der Roboter Gesicht und Körperhaltung erkennen und die so beispielsweise die sensible Übergabe von gefährlichen Objekten ermöglicht.

HERZSCHRITTMACHER ALS PERPETUUM MOBILE

Träger eines Herzschrittmachers müssen alle fünf bis zehn Jahre für einen Batteriewechsel eine OP über sich ergehen lassen – eine medizinische und mentale Hürde. Forscher der Thayer School of Engineering haben nun einen Herzschrittmacher entwickelt, der durch die kinetische Energie des Herzens mit Strom versorgt wird. Die Wissenschaftler schätzen, dass der Piezoschrittmacher in etwa fünf Jahren serienreif ist.





Straßenlaterne 2.0 – es werde mehr als Licht!

Smart Cities – eine riesige technologische Herausforderung. Eine „alte Bekannte“ könnte dabei helfen: die Straßenlaterne. Energieversorger Innogy legt in Bochum bereits mit ersten Versuchen los. Das soll die Straßenlaterne 2.0 in Zukunft können:

- ▶ als Ladestation für Elektroautos dienen
- ▶ Schadstoffe in der Luft messen
- ▶ als WLAN-Basisstation fungieren
- ▶ als Notrufsäule bereitstehen
- ▶ freie Parkplätze vermitteln
- ▶ Mobilität über 5G-Technik vernetzen

SCHAEFFLER-LÖSUNGEN FÜR UNTERNEHMEN

Eine der größten aktuellen Herausforderungen ist die digitale Transformation. Schaeffler bringt sein Know-how für passgenaue Lösungen in **globale strategische Allianzen ein**. Zwei Beispiele: Das e-F@ctory-Alliance-Netzwerk mit Mitsubishi Electric schafft individuell zugeschnittene Industrie-4.0-Lösungen, die Maschinenausfälle reduzieren und die Produktivität erhöhen. „SupplyOn“, das Schaeffler mit anderen Automobilzulieferern im Jahr 2000 gegründet hat, vereint verschiedene Industrien: Automotive, Aerospace, Railway und Engineering. „SupplyOn“ bildet alle Prozesse der digitalen Lieferkette ab, vom Produktionsmaterial über die Dienstleistung bis zum Verbrauchsmaterial. Unter den rund 4.600 Kunden: **Airbus, BMW Group, BorgWarner, Deutz, Liebherr, Saffran, Schindler, Siemens und Thales.**

STARKE WORTE

» Alle sagen: Das geht nicht. Dann kam einer, der wusste das nicht, und hat's einfach gemacht

Unbekannter Verfasser

» Hindernisse und Schwierigkeiten sind Stufen, auf denen wir in die Höhe steigen

Friedrich Nietzsche (1844–1900), deutscher Philosoph

» Für einen schwierigen Job nimm eine faule Person. Denn sie wird einen einfachen Weg finden, ihn zu erledigen

Bill Gates (geb. 1955), Microsoft-Gründer

» Auch aus Steinen, die einem in den Weg gelegt werden, kann man Schönes bauen

Johann Wolfgang von Goethe (1749–1832), deutscher Dichter und Naturforscher

» Vorsicht ist die Einstellung, die das Leben sicherer macht, aber selten glücklich

Samuel Johnson (1709–1784), englischer Dichter

» Der Pessimist sieht in jeder Chance eine Bedrohung, der Optimist in jeder Bedrohung eine Chance

Chinesische Volksweisheit

TV-FREQUENZEN BRINGEN INTERNET IN DIE PROVINZ



Die Internetversorgung in dünn besiedelten Regionen ist für die Netzbetreiber eine Herausforderung, weil aufwendig und teuer. Lösung: alte, analoge TV-Frequenzen. Diese „White Spaces“ können dort digitale, mobile Dienste ermöglichen – beispielsweise drahtloses Internet –, wo weder ein Kabel- noch ein DSL-Anschluss verfügbar ist. Die US-Behörden haben jetzt erste dieser ungenutzten Frequenzen freigegeben. Allerdings gibt es bisher weder Provider noch die passenden Geräte.



750.000

Teile **Weltraumschrott** umkreisen die Erde. Die Geschosse fliegen mit bis zu 28.000 km/h durchs All – eine Gefahr für Raumschiffe und Satelliten. Herausforderung: Wie bekommt man den Weltraum-Müll zurück in die Erdatmosphäre, wo er verglüht? Ideen: mittels Netzen und Harpunen einsammeln oder per Laserkanonen zur Kursänderung Richtung Atmosphäre abschießen!

WELTREISE MIT WIND, SONNE UND WASSERSTOFF

HERAUSFORDERUNG: WARUM NICHT SCHIFFE MIT EINER BRENNSTOFFZELLE ANTREIBEN – UNTERM RUMPF GIBT'S SCHLIESSLICH JEDE MENGE WASSER. AN BORD DER ENERGIE-AUTONOMEN „ENERGY OBSERVER“ PRODUZIERT EIN SYSTEM MITTELS PHOTOVOLTAIK UND ZWEIER WINDTURBINEN AUS DEM MEERWASSER REINEN WASSERSTOFF ZUM BETRIEB EINER BRENNSTOFFZELLE. AUSSERDEM NUTZT DIE BESATZUNG BEI GUTEM WIND EINEN DRACHEN UND LÄSST SICH ZIEHEN. SEIT DEM START IM FRANZÖSISCHEN SAINT-MALO 2017 HAT DIE „ENERGY OBSERVER“ BEREITS 10.326 SEEMEILEN (ÜBER 19.000 KILOMETER) ZURÜCKGELEGT. ZIEL IST IM JAHR 2020 TOKIO – AUSTRAGUNGSPORT DER OLYMPISCHEN SPIELE.





Christian Schuster ist einer von sieben Spezialmonteuren des Schaeffler-Montageservice, der weltweit Wartungs- und Reparaturarbeiten durchführt

DIESER MANN LIEBT HERAUSFORDERUNGEN

London, Paris, Madrid – was sich nach den Stationen eines Werbeclips für Haarspray Ende der 1980er-Jahre anhört, ist für Christian Schuster zwar auch mitunter haariger Alltag – dabei geht es statt um die Frisur des Schaeffler-Monteurs um knifflige Wartungsarbeiten rund um den Globus.

— von Carsten Paulun

— Bloß nicht umdrehen, nicht hochschauen und schon gar nicht die Schutzbrille entfernen: Der strahlende Sonnenschein täuscht eine Wärme vor, von der Christian Schuster in diesem Moment nur träumen kann. Bei minus 20 Grad und beißendem Küstenwind hockt der 33 Jahre alte Techniker auf einem einfamilienhausehohen Gerüst in der finnischen Hafenstadt Pori, etwa drei Autostunden nordwestlich von Helsinki. Sein Auftrag: die Hauptlager der beiden Trommeln eines Rohrverlegeschiffs auswechseln. Jedes Lager hat einen Außendurchmesser von 1,75 Metern und wiegt sechs Tonnen, schließlich wird es besonderen Kräften ausgesetzt. Denn auf den Rollen werden mehrere Kilometer bereits an Land zusammengeschweißtes Rohr beispielsweise für Ölpipelines aufgewickelt. Das Auswechseln ist kein leichter Job, bei dem Schuster und seine Crew die Pendelrollenlager millimetergenau in das ebenfalls tonnenschwere Gehäuse bringen müssen.

Ein großartiges Team, auf das Schaeffler stolz ist

Christian Schuster ist einer von sieben Mitarbeitern des Schaeffler-Montageservice. Sie sind die Männer für besondere Herausforderungen. Egal ob Wartung, Reparatur oder Austausch, egal ob im Stahlwerk, bei der



» **Ich habe
meinen Traum
zu meinem
Beruf gemacht**

Christian Schuster,
Industriemechaniker

Deutschen Bahn oder in einer Mine, egal ob in Saudi-Arabien, den USA, mitten auf der Nordsee oder eben im Eiskeller Pori – Schuster und seine Kollegen werden immer dann gerufen, wenn es um Präzisionsarbeiten bei gigantischen Hightech-Bauteilen geht. „Ein großartiges Team, auf das Schaeffler stolz ist“, so Andreas Krieg, der Leiter des Montageservice.

Neben der eigentlichen Arbeit sind die Gegebenheiten am Montageort in der Regel eine weitere Herausforderung. Denn trotz aller Vorabsprachen ist die Situation vor Ort immer wieder anders. Nur eine Konstante gibt es immer: den Fertigstellungstermin. Das definierte Zeitfenster muss von den Schaeffler-Monteuren unbedingt



PORI (FIN)

Jede der beiden Rollen des Rohrverlegers „Deep Energy“ hat einen Durchmesser von 25 Metern und kann 2.800 Tonnen verlegfertig zusammengeschweißtes Pipelinerohr aufnehmen. Bei einem 200-Millimeter-Rohr reicht das insgesamt für über 90 Kilometer Pipeline.

WARTUNG & SERVICE **WELTWEIT**

Speziallager von Schaeffler kommen rund um den Globus zum Einsatz. Monteure des Schaeffler-Kundenservice übernehmen alle nötigen Wartungs- und Reparaturarbeiten. Hier ein paar Beispiele.

TAGEBAU GARZWEILER (D)

Das Schaufelrad des **Kohlebagger**s hat einen Durchmesser von 21,60 Metern. Im mehrjährigen Rhythmus ist die Revision der mächtigen Lager nötig.



MOJAVE-WÜSTE (USA)

Für die Reparatur einer **Windkraftturbine** müssen die Monteure in der kalifornischen Mojave-Wüste in 80 Meter Höhe arbeiten. Stetige Windstärke 4 belastet die Speziallager axial und radial.



LONDON (GB)

Arbeiten in luftiger Höhe: Das 2.100 Tonnen schwere **Rad** des 135 Meter hohen „London Eye“ lagert in zwei Schaeffler-Pendelrollenlagern.



SINGAPUR (SGP)

Dank der um 360 Grad schwenkbaren Azipod-Antriebe sind **Kreuzfahrtschiffe** und andere Riesenpötte enorm wendig. Ist so ein Schiff im Dock, werden die Lagerungen gewechselt.



NORDSEE (GB)

Bei der Erweiterung einer **Gasförderplattform** mitten in der Nordsee mussten neue Fundamentgelenke montiert werden.



eingehalten werden. „Trotz enger Zeitvorgaben müssen wir millimetergenau arbeiten“, erklärt Montageprofi Schuster. „Einfach rein und fertig – das funktioniert mit unseren Präzisionsbauteilen nun mal nicht. Da wäre der nächste Schaden vorprogrammiert.“

Eine Woche dauert das Abarbeiten so eines Spezialauftrags im Schnitt vor Ort. Dazu die ganzen Vorarbeiten wie die Auswahl des erforderlichen externen Montagepersonals, die Spezifikation des Bauteils, das Organisieren der Ausrüstung und des Werkzeugs. Natürlich reizt auch das fremde Land mit seiner eigenen Kultur

und den verschiedenen Menschen. „Ja, das ist jedes Mal sehr spannend. Auch wenn viele unserer Projekte vom Timing her kaum Zeit für Land und Leute übrig lassen“, erklärt Schuster. Aber immerhin ermöglicht die Zusammenarbeit mit den einheimischen Kollegen vor Ort einen kleinen Einblick. „Und manchmal geht der Auftrag auch über ein Wochenende, an dem vielleicht nicht ganz so lang gearbeitet wird“, freut sich der zweifache Familienvater, der schon während der Ausbildung bei Schaeffler zum Industriemechaniker „unbedingt mit dem Endprodukt Wälzlager arbeiten“ wollte.

Speziallager mit 2,62 Meter Durchmesser

Seit 2007 ist Christian Schuster Montagespezialist für besondere Fälle. Gerade erst hat er – wie auf dem Aufmacherfoto und dem Bild unten zu sehen – die Pendelrollenlager der Stauwehranlage im niederländischen Hagestein ausgetauscht. Sie sitzen an der Seilwinde, die die zwei je 270 Tonnen schweren Wehrtore hochzieht. Mit dem Wehr wird seit 1958 der Wasserstand des Lek geregelt und somit die Schifffahrt gesichert.

Noch mehr Gewicht müssen die beiden Pendelrollenlager in Londons rotierendem Wahrzeichen tragen, dem „London Eye“. Das mit 135 Meter Höhe größte Riesenrad Europas wiegt 2.100 Tonnen. Dessen Nabe ruht in Speziallagern mit einem Außendurchmesser von über 2,62 Metern. Beide Lager haben eine kalkulierte Lebensdauer von mehr als 50 Jahren. Jedes Jahr ist eine



Montage eines großen Gehäuses mit montiertem Gelenklager für eine Offshore-Anlage



Revision nötig. Die letzte hat Großlager-Experte Christian Schuster gerade erledigt.

Schwindelfreiheit ist dazu eine der Voraussetzungen, die Schuster neben seiner Qualifikation als Industriemechaniker erfüllen muss. „Dazu kommen Trainings zur Höhentauglichkeit und Höhenrettung sowie ein Helicopter-Underwater-Escape-Training für Einsätze an Offshore-Windkraftanlagen oder Öl- und Gasförderplattformen“, erklärt der Schaeffler-Mitarbeiter.

Wie kommt man zu so einem Job?

Klingt hart. Also doch kein Traumjob? „Doch! Und zum Glück akzeptiert meine Familie meine ständige Abwesenheit“, sagt Christian Schuster. Bereits während der Ausbildung zum Industriemechaniker bei Schaeffler hat

er den Montageservice kennengelernt und ist schließlich von einem damaligen Ausbildungskollegen angesprochen worden: „Das ist doch genau das Richtige für dich! Du liebst doch Herausforderungen.“



DER AUTOR

Carsten Paul begeisterte sich schon als Kleinkind für Technik. Alles, was er in die Finger bekam, wurde zerlegt und untersucht – auch heute noch. In den Mitarbeitern des Montageteams von Schaeffler, insbesondere in Christian Schuster, hat unser Autor auf Anhieb die richtigen Gesprächspartner zum Fachsimpeln gefunden.

Am Stauwehr in Hagestein, Niederlande, hat Christian Schuster gerade die Lager an dem Seilantrieb der je 270 Tonnen schweren Wehrtore ausgetauscht



GLOBALE HERAUSFORDERUNGEN

Von der Überbevölkerung über Arbeitswelten bis hin zur Energiewende – unser Planet ist voller Baustellen, die angepackt werden müssen. Neun Experten sagen, was wir jetzt tun müssen.

— von Alexander von Wegner und Volker Paulun



ÜBERBEVÖLKERUNG

Der Platz auf dem Mutterschiff Erde ist begrenzt. Seit dem 17. Jahrhundert wird spekuliert, wie viele Menschen die Erde verträgt. Aktuell leben dort 7,67 Milliarden. Neuere Studien zeigen eine Spannbreite der sogenannten Tragfähigkeit unseres Planeten von 500 Millionen bis zu 65 Milliarden Menschen auf. In den meisten Berechnungsmodellen liegt der Bereich zwischen 8 und 16 Milliarden.

Warum unterscheiden sich die Zahlen so sehr? Weil den höchst unterschiedlichen Berechnungen verschiedene Methoden zugrunde liegen. Geht es nur um einen einzelnen limitierenden Faktor wie etwa Ernährung? Das Stockholmer Resilience Centre beispielsweise nennt neun Prozesse, die die planetaren Grenzen aufzeigen: Klimawandel, Versäuerung der Ozeane, Ozonschwund, Stickstoff- und Phosphorzyklen, Frischwasserverbrauch, Landverbrauch, Verlust der Biodiversität, Aerosolkonzentration in der Luft und chemische Verschmutzung.

Das schlägt der Experte vor: Ökonom Graeme Maxton, bis 2018 Generalsekretär des Club of Rome, verfolgt als Lösungsansatz das Konzept einer „nachhaltigen Gleichgewichtsökonomie“. Es basiert auf der Annahme, dass nicht länger das Wirtschaftswachstum die gesellschaftliche Entwicklung vorantreiben dürfe, weil es von steigenden Bevölkerungszahlen und einer steigenden Produktivität getrieben ist. Beides beschleunige die Umweltzerstörung und die Klimaerwärmung, warnt Maxton.

Der Status quo: Aktuell sieht Maxton die Gleichgewichtsökonomie von Mutterschiff Erde in Schräglage. „Bei unserem heutigen ökologischen Fußabdruck müsste die Weltbevölkerung viel kleiner sein.“ Nehme man hingegen die Zahl der Menschen als gegeben hin, würde nur ein Senken des materiellen Lebensstandards für eine Balance sorgen.

Ist die Menschheit also zum Stillstand verdonnert? Mitnichten, meint Maxton: „Statt eines steigenden materiellen Wachstums bereichert eine künstlerische, kulturelle, intellektuelle und technologische Weiterentwicklung unser Leben. Die gesamte menschliche Entwicklung muss sich so grundlegend wandeln wie zuletzt im Zeitalter der Aufklärung.“

Können Technologien das Gleichgewicht positiv beeinflussen? Bei der auch von Maxton mit Besorgnis verfolgten Klimaerwärmung könnten sie helfen. Fakt ist: Die Kraft von Sonne, Wind und Wasser reicht aus, den Energiebedarf der Menschen auch zukünftig mehrfach zu decken – wenn wir die entsprechenden Technologien zum Generieren, Speichern und Transportieren hätten. Eine andere große Herausforderung: alle Menschen satt zu bekommen. Schon heute stellt die intensive und hoch technisierte Landwirtschaft den Umweltschutz vor große Probleme. Forschung und Technik kann unterstützen, Wasser und Dün-

80 Mio.

beträgt das jährliche Wachstum der Bevölkerung weltweit – das entspricht der Einwohnerzahl Deutschlands.

Quelle: Deutsche Stiftung Weltbevölkerung

800 Mio.

Menschen hungern, hingegen haben 2,1 Mrd. Übergewicht.

Quelle: Vereinte Nationen

ger besser zu nutzen. Wir selbst müssen ebenfalls mithelfen. Zum Beispiel mit unserem Essverhalten: Der viel zu hohe und gerade in Schwellenländern stark ansteigende Fleischkonsum belastet die Umwelt extrem.

Maxtons dringender Appell: „Wir stehen an einem Wendepunkt. Kein Hollywood-Held wird uns retten. Wir müssen selbst handeln.“



» Bei unserem heutigen ökologischen Fußabdruck dürfte die Weltbevölkerung nur halb so groß sein

Graeme Maxton,
Club of Rome



Sorgenkind Afrika: Ausgerechnet die Bevölkerung auf dem ärmsten Kontinent wächst am schnellsten

Die Perspektive täuscht: Gerade in Schwellenländern ist die finanzielle Distanz zwischen Arm und Reich enorm

4,4 Mrd.

Menschen leben unter der Armutsgrenze. 700 Millionen von ihnen stehen nicht einmal **1,60 Euro pro Tag** zur Verfügung.

Quelle: Weltbank, 2019

2,5 Mrd. €

ist das Vermögen der weltweit knapp **2.200 Milliardäre** 2018 gestiegen – pro Tag.

Quelle: Oxfam, 2019

SOZIALE GERECHTIGKEIT

Soziale Gerechtigkeit – was ist das überhaupt? Der Volkswirt, Entwicklungsexperte und langjährige Generalsekretär des Deutschen Caritasverbandes, Prof. Dr. Georg Cremer, erklärt: „Soziale Gerechtigkeit ist in aller Munde. Aber selten wird genau benannt, welches Gerechtigkeitskonzept im jeweiligen Kontext angesprochen wird: gleiche Bürgerrechte, Tauschgerechtigkeit, Leistungsgerechtigkeit, Chancengerechtigkeit, Verteilungsgerechtigkeit. Und eine Dimension fehlt mir häufig völlig: die Befähigungsgerechtigkeit.“

Im Mittelpunkt der Befähigungsgerechtigkeit steht der Mensch. Jeder Mensch verfügt von Natur aus über körperliche und kognitive Fähigkeiten. Mit diesen kann er Handlungsoptionen wahrnehmen. „Doch dafür benötigt der Mensch auch gewisse Voraussetzungen, die er nicht selbst sicherstellen kann“, sagt Cremer.

Was sind diese Voraussetzungen?

Cremer zählt dazu eine wertschätzende Familie, ein anregendes soziales Umfeld, eine gesunde Umwelt, ein politisches System, das seine Rechte sichert, eine ausreichende Gesundheitsversorgung und ein offenes Bildungssystem. Ebenso wichtig ist der

Zugang zu Ressourcen und Einkommen. Cremer kritisiert: „Der Sozialstaat steht sich häufig selbst im Weg. Gegenüber Menschen aus prekären Milieus verhindern aufgesplitterte Zuständigkeiten und Budgetkonflikte wirksame Hilfe aus einer Hand.“

Behindern sich wirtschaftliche und soziale Interessen?

Cremer sagt: „Wer die soziale Marktwirtschaft wirksam verteidigen will, darf sich nicht auf das – völlig berechtigte – Argument zurückziehen, diese Wirtschaftsordnung sichere unseren Wohlstand. Wir müssen auch an die Ränder schauen. Auf diejenigen, die in einem Bildungssystem scheitern, das den engen Zusammenhang zwischen sozialer Herkunft und Bildungserfolg nicht zu lockern vermag. Aber auch auf diejenigen, die in einem wachsenden, gewerkschaftlich

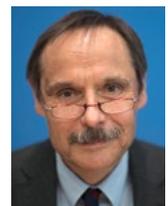
nicht organisierten Dienstleistungsbereich trotz harter Arbeit auf keinen grünen Zweig kommen. Die soziale Marktwirtschaft muss sich auch an den Rändern bewähren.“

Ein Beispiel gut umgesetzter Befähigungsgerechtigkeit:

In Deutschland sind 80 Prozent der rund eine halbe Million Autisten arbeitslos – weil sie fast immer auf ihre Schwächen reduziert werden und ihre herausragenden Fähigkeiten wie etwa logisches Denkvermögen, hervorragende Muster- und Fehlererkennung, hohe Konzentrationsfähigkeit und Detailgenauigkeit nicht in den Mittelpunkt gerückt werden. Genau das macht die IT-Beratung Auticon. Die dort beschäftigten Autisten analysieren und entwickeln beispielsweise Software oder erkennen logische Brüche in komplexen Prozessen.

» Fairness ist für die soziale Marktwirtschaft unverzichtbar

Buchautor Prof. Dr. Georg Cremer („Deutschland ist gerechter, als wir meinen“)



KLIMAWANDEL

Gibt es einen Klimawandel – und wer ist verantwortlich?

Wissenschaftler interpretieren die zunehmenden Extremwetterereignisse als klare Indizien für einen fortschreitenden Klimawandel. Der weltweit anerkannte Klimaexperte Mojib Latif vom GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel bezieht unmissverständlich Stellung: „Der Klimawandel in Form der Erderwärmung findet statt, und der Mensch ist die Hauptursache. Das ist wissenschaftlich belegt. So war die Fünfjahresperiode 2014 bis 2018 global die wärmste seit Beginn der flächendeckenden Temperaturmessungen im Jahr 1880.“

Wie viel Grad ist die Erde schon wärmer geworden gegenüber dem vorindustriellen Zeitalter? Latif erklärt:

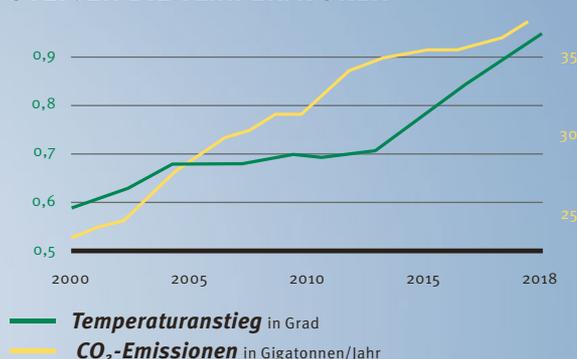
„Bisher beträgt die globale Erwärmung ein Grad. Die Auswirkungen sind schon jetzt unübersehbar. Das Eis der Erde schmilzt, die Meeresspiegel steigen, und die Wetterextreme nehmen weltweit zu.“ Andere Experten und Organisationen wie der Weltklimarat (IPCC) taxieren die durch den Menschen verursachte Erderwärmung ähnlich auf 0,8 bis 1,2 Grad.

Erschreckende Zahlen machen den Handlungsbedarf deutlich. Laut einem UN-Bericht haben 6.457 Wetterkatastrophen zwischen 1998 und 2017 über 600.000 Menschen getötet und 4,1 Milliarden verletzt. Der finanzielle Schaden in dem Zeitraum beläuft sich auf 1,9 Billionen Euro.

Ist das Pariser Klimaschutzabkommen mit dem völkerrechtlich verbindlichen Ziel, die Erderwärmung auf deutlich unter zwei Grad gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen, ein Zeichen der Entwarnung?

Latif analysiert die Vereinbarung kritisch: „Die erhoffte Signalwirkung ist vom Pariser Klimaabkommen nicht ausgegangen, auch 2018 haben die weltweiten Treibhausgasemissionen einen neuen Höchststand erreicht. Seit das Thema Klimaschutz auf der Agenda steht, sind die Emissionen des wichtigsten Treibhausgases Kohlendioxid förmlich explodiert. Seit Beginn der 1990er-Jahre haben sie um etwa 60 Prozent zugelegt.“

MIT DEN CO₂-EMISSIONEN STEIGEN DIE TEMPERATUREN



Quellen: Temperatur: NASA; CO₂: Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC)

Wer verursacht die Treibhausgasemissionen? Weltweit sind dies laut der letzten IPCC-Erhebung der Energiesektor (35 %), Forst- und Landwirtschaft (24 %, inklusive klimaschädlicher Methan- und Lachgase), Industrie (21 %), Transport (14 %) und Gebäude (6 %).

So kann die Zwei-Grad-Grenze eingehalten werden: Der globale Ausstoß von Treibhausgasen bis 2050 müsste prognostiziert um 40 bis 70 Prozent geringer ausfallen als 2010. Im Jahr 2100 müssten die Emissionen nahe null oder niedriger liegen.

Was schlägt der Experte vor? Latif erklärt: „Die Zukunft gehört den erneuerbaren Energien und den alternativen Antrieben. Die Zukunft gehört der Digitalisierung und der dezentralen Energieversorgung. Ein Land, das diese Entwicklungen verschläft, läuft Gefahr, ökonomisch nicht mehr in der ersten Liga zu spielen. Das Klimaproblem können nur alle Staaten gemeinsam lösen. Insofern stehen auch alle Länder in der Pflicht, sich am Klimaschutz zu beteiligen. Sich gegenseitig den schwarzen Peter zuzuschieben hilft dem Klima nicht.“



» Der Mensch ist die Hauptursache für die Klimaerwärmung

Prof. Mojib Latif,
GEOMAR Helmholtz-Zentrum
für Ozeanforschung Kiel



GLEICHBERECHTIGUNG

Gleichberechtigung – das ist der Status quo: In keinem Land der Erde gibt es absolute Gleichberechtigung (siehe Infoblock). Noch immer müssen Frauen um Gesundheit, Bildung, Arbeit, gleichen Lohn und sogar in vielen Staaten ums Überleben kämpfen. „Wir haben noch einen langen Weg vor uns“, sagt Saadia Zahidi. Die vor 38 Jahren in Pakistan geborene Harvard-Absolventin ist Vorstandsmitglied des Weltwirtschaftsforums.

Wie lang ist der „lange Weg“? Der seit 2006 jährlich vom Weltwirtschaftsforum herausgegebene „Global Gender Gap Report“ analysiert wirtschaftliche Chancen, Zugang zu Bildung, politische Mitgestaltungsmöglichkeiten und Gesundheit in 149 Ländern. Erschreckendes Ergebnis 2018: Wenn wir in diesem Tempo mit der Gleichberechtigung weitermachen, brauchen wir weitere 108 Jahre, damit die Kluft zwischen Mann und Frau weltweit geschlossen wird.

Was rät die Expertin? „Die Industrie muss sich durch Umschulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen und konkrete Möglichkeiten für einen Stellenwechsel um die Gleichstellung von

Frauen in der künftigen Arbeitswelt bemühen“, sagt Zahidi. „Das ist in ihrem eigenen Interesse, denn paritätisch besetzte Unternehmen erzielen



» Paritätisch besetzte Unternehmen erzielen nachweislich bessere Leistungen

Saadia Zahidi,
Weltwirtschaftsforum

GLEICHBERECHTIGUNG: VORREITER ISLAND

Im globalen Durchschnitt wurde die Geschlechter-Kluft zu 68% geschlossen. Schlusslicht Jemen auf Platz 149 hat nicht einmal die Hälfte des Weges geschafft (49,9%).

1. Island	85,8 %
2. Norwegen	83,5 %
3. Schweden	82,2 %
4. Finnland	82,1 %
5. Nicaragua	80,9 %
6. Ruanda	80,4 %
...	
12. Frankreich	77,9 %
13. Dänemark	77,8 %
14. Deutschland	77,6 %
15. Großbritannien	77,4 %
...	
51. USA	72,0 %
...	
103. China	67,3 %
...	
141. Saudi-Arabien	59,0 %

Quelle: Global Gender Gap Report 2018

nachweislich bessere Leistungen.“ Die Staaten selbst können diese Entwicklung fördern, indem sie beispielsweise die Möglichkeiten der Kinder- und Altenbetreuung ausbauen, um Frauen zu entlasten, die diese Aufgaben in der Familie gewöhnlich übernehmen.

Wo spielt Chancengleichheit ebenfalls eine Rolle? Bei Gesundheit, Bildung und Politik. Gerade bei der politischen Mitwirkung befinden sich Frauen weltweit im Rückzug. 2018 regierten in nur zehn Ländern Frauen, davon fünf in Europa.

Profitieren Frauen vom technologischen Fortschritt? Leider nein, sagt Zahidi: „Es hat große Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt durch den zunehmenden Einsatz von Technologie und Automatisierung gegeben, und Frauen haben die größere Belastung getragen, weil mehrheitlich von ihnen besetzte Jobs weggefallen sind.“ Eine weitere Herausforderung ist, dass zwar immer mehr Frauen einen Universitätsabschluss haben, es bei ihnen aber nach wie vor Defizite in Technik, Wissenschaft und Mathe gibt, in Bereichen also, die in einer modernen digitalen Welt wichtig sind.



MOBILITÄT

Warum ist Mobilität so wichtig? Für den Innovationsexperten Prof. Dr.-Ing. Tim Hosenfeldt vom Automobil- und Industrielieferer Schaeffler ist „Mobilität eine wichtige Grundlage und Voraussetzung für ein freies und selbstbestimmtes Leben: vom krabbelnden Kind, dem Erkunden der Umwelt, dem Aufbau und Erhalt eines sozialen Netzwerks für den Lebenserwerb bis hin zu dem Mobilitätsbedürfnis zum Erhalt eines eigenständigen und gesunden Lebens auch im hohen Alter“.

Darum muss sich Mobilität ändern: Bevölkerungswachstum, Klimaerwärmung, Urbanisierung, aber auch die Veränderung der Arbeitswelt erfordern von der Mobilität ein ständiges, mitunter auch radikales Anpassen. „Nachhaltigkeit in der gesamten Kette muss dabei im Fokus stehen“, fordert Hosenfeldt.

Viele Wege führen ans Ziel. Hosenfeldt sagt: „Es gibt nicht die eine Lösung für die Mobilität der Zukunft. Allein in der urbanen Mobilität reichen die Lösungen vom Ausbau der Mikromobilität durch Konzepte wie den Schaeffler Bio-Hybrid (siehe ab Seite 94) über autonome Fahrzeuge (siehe ab Seite 90) – wo Schaeffler mit dem Schaeffler Mover erste Erfahrungen sammelt – bis hin zur vertikalen Mobilität mit Drohnen in der Luft (siehe ab Seite 80). Auch im interurbanen Kontext wird sich Mobilität zum Teil radikal wandeln: vom stärkeren Einsatz von Hochgeschwindigkeitszügen über alternative Antriebe im Luft- und Schwerlastverkehr mit Schiff, Bahn und Lkw, wo auch verstärkt die Wasserstoffkette an Bedeutung gewinnen wird, bis hin zu ganz neuen Konzepten wie dem Überschallzug Hyperloop.“

Das sind die Antriebstechnologien der Zukunft: „Es gibt eine Vielzahl an Lösungsmöglichkeiten: kleine Fahrzeuge, lokal emissionsfrei batterieelektrisch angetrieben, für kurze Strecken zum Personen- und Lieferverkehr; hybride Antriebe, von Mildhybrid bis Plug-in-Hybrid, für größere Fahrzeuge und längere Entfernungen. Auch Brennstoffzellenantriebe, die den nötigen Fahrstrom CO₂-neutral aus Wasserstoff gewinnen, sind ein guter Ansatz“, erläutert Hosenfeldt.



» Es wird keine einzelne Lösung für die Mobilität der Zukunft geben

Prof. Dr.-Ing. Tim Hosenfeldt, Schaeffler



Mikrofahrzeuge wie der Schaeffler Bio-Hybrid (rechts) könnten auf eigenen Spuren den Verkehr entzerren

5,61 Mio.

Autos mit Plug-in-Hybrid- und reinem Elektroantrieb waren am 31.12.2018 weltweit zugelassen – **65 Prozent mehr als Ende 2017**. Ihr Anteil am Gesamt-Pkw-Bestand macht aber nur 0,4 Prozent aus.

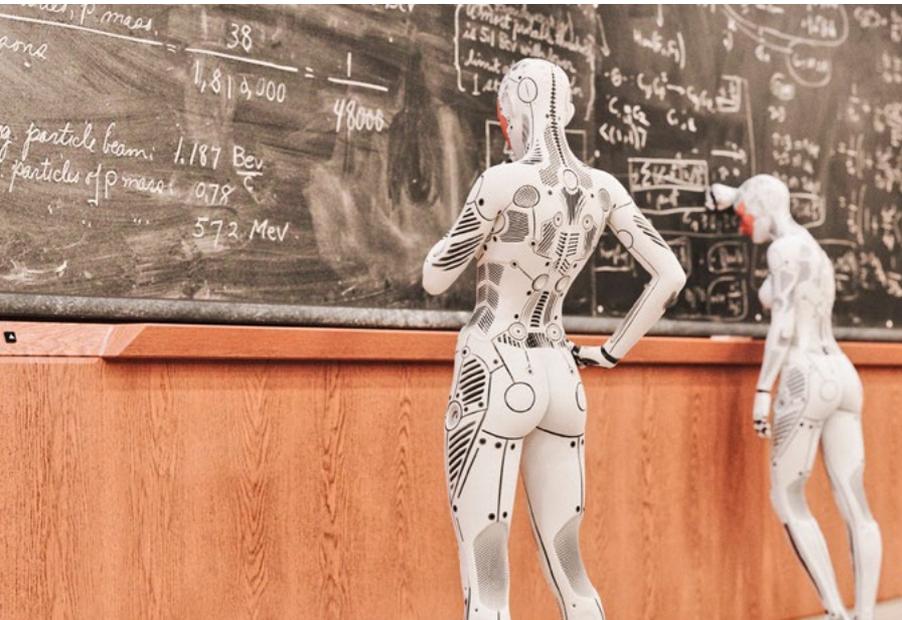
Quelle: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg

30/40/30

Je 30 Prozent aller weltweit verkauften Fahrzeuge werden nach **Prognosen von Schaeffler** im Jahr 2030 ausschließlich elektrisch oder verbrennungsmotorisch angetrieben. Mit 40 Prozent haben Hybridantriebe den größten Marktanteil.

Darauf müssen wir achten: Die Zukunft der Mobilität hängt enger denn je mit der Energiekette zusammen. Hosenfeldt: „Wir müssen vermehrt regenerative Energien für die Mobilität nutzen. Wir müssen statt auf fossile Energiequellen vermehrt auf die Wasserstoffkette inklusive CO₂-neutraler Kraftstoffe, wie synthetisch hergestelltes E-Fuel, setzen. Und wir müssen weitere Möglichkeiten schaffen, elektrische Energie kostengünstig zu speichern und die politischen Rahmenbedingungen hierfür schaffen. Für die Hersteller wird es nicht reichen, neue Fahrzeuge zu etablieren. Dafür ist das Potenzial für neue Geschäftsmodelle rund um das Thema Mobilität immens hoch.“ Nach Ansicht Hosenfeldts resultieren aus dieser systemischen Betrachtung die entscheidenden Fragen: „Wer orchestriert/finanziert den Systemwandel? Welche Rollen spielen die klassischen Hersteller und deren Zulieferer in diesem Wandel? Und in welchem Maß agieren neue Mobilitätsanbieter, zum Beispiel IT-Unternehmen?“

ARBEITSWELT



33 %

aller Arbeitsplätze in der Slowakei sind hoch automatisierbar, in **Norwegen sind es 6 Prozent.**

Quelle: OECD, 2018

145,8 Mio.

Menschen hatten 2017 in den USA einen Job – **205 Prozent mehr als 1970**, als Computer noch in den Kinderschuhen steckten. Die Bevölkerung ist im gleichen Zeitraum nur um 58,8 Prozent gewachsen.

Quelle: OECD, 2018

Die Arbeitswelten der Zukunft sind ein heiß diskutiertes Thema. Auch Wissenschaftler des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) – Verbundpartner von Schaeffler – beschäftigen sich auf vielfältige Weise damit und beziehen ganz unterschiedliche Positionen.

Das sagt der KIT-Informatikprofessor und Industrie-4.0-Experte Michael Beigl: „Die Arbeitswelten von morgen bleiben gleich – und sind doch anders. Gleich bleibt unsere Tätigkeit im Allgemeinen. Anders sind insbesondere die künstliche-Intelligenz-gestützten Werkzeuge, mit denen wir arbeiten werden.“ Beigl nennt Beispiele: „Ein Produktionsingenieur wird beispielsweise nicht nur Messergebnisse auswerten, sondern seine intelligente Software liefert ihm gleich Regeln, warum etwas funktioniert oder nicht. Der Verwaltungsangestellte wird nicht nur die Vorgänge sehen, sondern auch Vorschläge erhalten, wie man Gleiches mit weniger Aufwand erreichen kann. Daraus etwas kreativ zu gestalten und Entscheidungen zu treffen, wird der Arbeitnehmer der Zukunft aber immer noch selbst müssen.“

KIT-Technikphilosoph Professor Armin Grunwald sorgt sich um die gesellschaftlichen Folgen. „Die Betroffenen der Automatisierung sind nicht zwingend für die neuen Arbeitsplätze qualifiziert. Uns drohen da große soziale Probleme“, sagt Grunwald. Seine Forderung: „Wir müssen Steuern zahlen, der Roboter nicht. Das ist ein klarer Wettbewerbsnachteil für Menschen. Dadurch wird sich die Verbreitung der Robotik im Arbeitsleben stark beschleunigen. Es ist an der Zeit, das politisch zu überdenken, eine Steuer für Roboterarbeit steht irgendwann an.“

KIT-Arbeitswissenschaftlerin Prof. Barbara Deml sieht eine Polarisierung der Arbeitswelt auf uns zukommen: „Ich gehe davon aus, dass eintönige, sich wiederholende Tätigkeiten noch stringenter automatisiert werden. Dabei denke ich nicht nur an die Produktion, sondern auch an Verwaltung oder Vertrieb. Demgegenüber steht aber auch der volkswirtschaftliche Anspruch, hochkomplexe digitale Produkte sehr schnell zu entwickeln. Diese dynamische, forschungsintensive Wissensarbeit

wird an einige Arbeitnehmer höchste Anforderungen stellen.“ Um auf die Veränderungen angemessen zu reagieren, reicht es nach Meinung der Expertin nicht, nur an die Flexibilität und den Lernwillen der Mitarbeiter zu appellieren. Ebenso wichtig sei es, dass Unternehmen die Veränderung aktiv mitgestalten und selbst Leitplanken definieren, beispielsweise mit Arbeitszeitmodellen.



» Wir müssen Steuern zahlen, der Roboter nicht. Das ist ein klarer Wettbewerbsnachteil

Prof. Armin Grunwald, Karlsruher Institut für Technologie

ENERGIEWENDE

Viele Menschen brauchen viel Energie. Von 1970 bis 2015 hat sich die Weltbevölkerung verdoppelt, der Primärenergieverbrauch ist um 168 Prozent gestiegen. Gedeckt wurde dieser Verbrauch bislang zu 80 Prozent aus fossilen Energien. Die Folgen: mehr CO₂ und eine höhere Erderwärmung. Entsprechend notwendig ist der Wechsel hin zu erneuerbaren Energien.

So sieht die Entwicklung aus: Der World Energy Council prognostizierte, dass der Anstieg des Primärenergieverbrauchs bis 2060 auf ein Drittel abflacht. Soll heißen: Durch technische Innovationen, Digitalisierung, aber auch den gesellschaftlichen Wandel sparen wir Energie. Gleichzeitig wird sich der Anteil fossiler Energien am Primärenergieverbrauch verringern. Je nach Szenario auf 50 bis 70 Prozent. Der Anteil der Kernenergie bleibt in etwa gleich, der der erneuerbaren Energien hingegen steigt von heute 14 Prozent auf eine Bandbreite zwischen 21 und 37 Prozent, so der World Energy Council.

Speziell bei der Stromerzeugung machen sich die Erneuerbaren bemerkbar. Bis 2060 wird sich der globale Stromverbrauch zwar verdoppeln, aber – je nach Szenario – zwischen 55 und 98 Prozent dieses

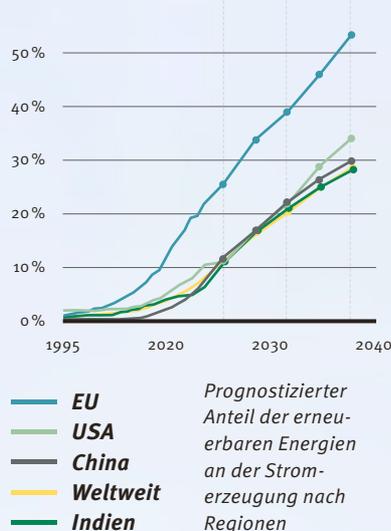
Stroms werden dann ohne CO₂ erzeugt werden.

Ist die Energiewende technisch machbar? Ja, sagt Prof. Dr. Wolfgang Irrek, Energiemanagement-Experte an der Hochschule Ruhr West. Die große Herausforderung ist aber die Versorgungssicherheit. Bezogen auf seine Heimat Deutschland rechnet Irrek vor: „Sonnen- und Windstrom könnten an manchen Tagen die Stromlast nur zu fünf Prozent, an anderen Tagen aber zu 198 Prozent abdecken. In den meisten Stunden des Jahres würden Sonne und Wind in Deutschland weiterhin nicht ausreichen. Erdgas- und Wasserkraftwerke oder Speicher müssten die Lücke füllen.“ Der Experte rechnet damit, dass allein in Deutschland nach dem Kohleausstieg im Jahr 2038 je nach Wetterlage mal bis zu 50 Gigawatt Überschussstrom aufgenommen und bei Dunkelflauten Stromlücken von bis zu 70 GW gefüllt werden müssen. Zum Vergleich: Ein durchschnittliches Kraftwerk stellt 1 GW bereit.

Ist die Energiewende auch ökonomisch umsetzbar? Irrek erklärt: „Machbar sind der Kohleausstieg und die gesamte Energiewende nur, wenn die wirtschaftlichen Anreize ausreichend sind, um die notwendigen Investitionen auch zu tätigen.“ Diese seien nicht nur für den enormen Ausbau

der erneuerbaren Energien notwendig, sondern auch um die Flexibilitäts- und Systemstabilisierungsoptionen im Strommarkt sicherzustellen. Hier sieht Irrek auch die Politik gefordert, besser als bisher durch geeignete Preis- oder Mengensteuerung sowie ordnungsrechtliche Maßnahmen einen konsistenten Rahmen zu schaffen, in dem sich eine sozial gerechte Energiewende marktwirtschaftlich effizient und naturverträglich entwickeln kann.

ERNEUERBARE ENERGIEN SIND GLOBAL IM AUFWIND



Quelle: BP Energy Outlook 2018



» Die Energiewende ist aus technischer Sicht beherrschbar

Prof. Dr. Wolfgang Irrek, Hochschule Ruhr West



HIMMEL UND HÖLLE

Sie geben Autorennen den Extra-Kick, sind geliebt und gefürchtet: Mutkurven. Herausforderungen, bei denen Adrenalin durch den Körper gepumpt wird und Fliehkräfte an den Gliedmaßen zerren.

— von Leopold Wieland



Eau Rouge: Die Bergauf-S-Passage geht im Sportprototypen Porsche 919 Hybrid Evo mit knapp 300 km/h

— Ein Wimpernschlag nur, dann ist sie da. Türmt sich am Ende der rasenden Talfahrt auf wie eine Mega-Welle. Knapp 25 Meter hoch. So breit, so steil. Eine Asphalt-Rampe zum Himmel. Zack rauf, zack drüber. Blindflug mit Gänsehaut und Luftanhalten – bei 17 Prozent Steigung und fast 200 Puls. Weil du nicht siehst, wie es dahinter weitergeht.

Von einer Sekunde auf die andere verschluckt dich die Senke und spuckt dich rund 120 Meter später auf dem Buckel wieder aus. Verpasst dir dabei links, rechts und von oben ordentlich eins mit dem Fliehkraft-Hammer. Versucht dich dann noch aus dem Sitz zu zerren. Hebelt zum Schluss immerhin dein Auto voll aus den Federn. Das ist sie, die berühmteste Mutkurve des Autosports.

Raidillon de l'Eau Rouge – oder kurz Eau Rouge – heißt sie. Nach dem Bächlein, das dort unter der Rennstrecke von Spa-Francorchamps durchplätschert. Obendrüber fliegen seit 1921 die schnellsten Autos der Welt durch den Wald. Allen voran Formel-1-Rennwagen, Sportprototypen, GT-Boliden. Heute mit Vollgas oder kurz davor. Vettel, Hamilton und Co. sind 2018 beim Grand Prix von Belgien im achten, also im höchsten Gang und ohne das Gaspedal zu lupfen durch Eau Rouge geschossen – mit knapp 300 km/h. Die Formel 1 könnte 2019 zwar mit ihren neuerdings wieder breiteren Frontflügeln dort einen Tick langsamer sein. Aber: Mut, ebenso Konzentration und Präzision sind weiterhin unbedingtes Muss beim millimetergenauen Highspeed-Zirkeln durch dieses S-Kurven-Monster.

„Wenn es eine Kurve gibt, in der eine höhere Geschwindigkeit und das damit verbundene Abflugrisiko einen Vorteil ergibt, haben wir als Rennfahrer keine Wahl. Das ist für mich eine Mutkurve“, sagt Lucas di Grassi. Der routinierte Brasilianer ist amtierender Teamchampion der Formel E und Werkspilot des Teams Audi Sport ABT Schaeffler.

Voll durch oder Abflug

Allan McNish, sein Teamchef und früher ebenfalls in der Formel-1- und Sportwagen-Weltmeisterschaft bestens mit den schnellsten Rennautos vertraut, sagt es unverblümt: „Eine Mutkurve ist immer Highspeed, und du musst sie richtig hinkriegen. Dann bist du schneller. Kriegst du



300 km/h und mehr: die Mutkurven Eau Rouge (1) und Blanchimont (2)



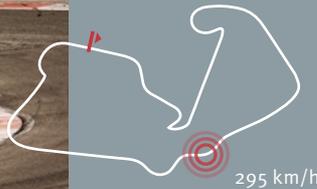
EAU ROUGE & BLANCHIMONT SPA (B)

„Welche Kurve?“ – „Lupfen?“ Für Michael Schumacher war die Eau Rouge (1) eher eine Mut-Gerade als eine Kurve. Berufskollege Gerhard Berger beschrieb den 300-km/h-Temporitt durch die berühmte Links-rechts-Kombination der Ardennen-Achterbahn einst so: „Du siehst einen Berg vor dir, wie eine undurchdringliche Wand. Dann den Himmel, grau oder blau.“ Blanchimont (2) ist die zweite bekannte Mutkurve der belgischen Traditionsrennstrecke. Der Linksknick führt kurz vor Ende der Spa-Runde auf die Gerade Richtung Ziel-Schikane. Tempo: bis zu 320 km/h.



PORSCHE-KURVEN LE MANS (F)

„Eine Wahnsinnskombination“, schwärmt Schaeffler-Markenbotschafter Lucas di Grassi. „Im Sportwagen sind wir da mit 260 km/h durch – und das 24 Stunden lang, teilweise bei völliger Dunkelheit. Und haben noch die Autos der langsameren Klassen außen überholt. Das ist verrückt, aber auch cool.“



MAGGOTS/BECKETTS SILVERSTONE (GB)

Mit 295 km/h wird die erste Rechtskurve der Kombination gefahren. Die Halsmuskeln des Fahrers müssen Fliehkräften von bis zu 5 g standhalten. F1-Champion Lewis Hamilton: „Deine wildesten Vorstellungen können nicht beschreiben, was wir da draußen spüren.“



ESSES, SPOON, 130R SUZUKA (J)

Mut hoch drei: Erst geht es durch die Esses (1), dann durch die Spoon (2) und kurz vor der Start/Ziel-Geraden durch die ultraschnelle Doppellinks 130R (3, Foto). Ex-F1-Champion Jenson Button: „Eine Mega-Herausforderung. Eine Strecke in einer eigenen Liga. Nirgendwo anders gibt es solche Kurvenkombinationen.“

sie nicht hin, bist du langsamer oder fliegst ab.“ Und in der Eau Rouge sind einige abgeflogen und haben ihre Autos böss onduliert.

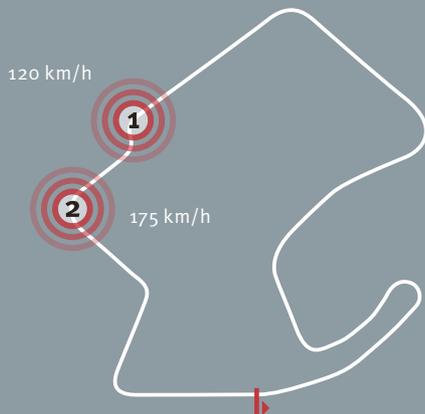
Gleicher Speed, mehr Schutz, weniger Risiko

Seitdem ist die Strecke nicht nur in Spa-Francorchamps sehr viel sicherer geworden. Weiträumigere Auslaufzonen, gepolsterte Leitplanken, glattgebügelte Asphaltdecken und einbremsende Schikanen: alles abmildernde Umstände im Falle eines Falles. Gleichzeitig wurde und wird an und in den Autos aller Rennkategorien der Schutz im Cockpit immer besser. Damit verlor so manche Mutkurve ihre Brisanz, nicht aber ihren herausfordernden Charakter.

Bestes Beispiel: die Signes in Le Castellet, mit rund 330 km/h die derzeit schnellste Kurve der Formel 1. Am Rande des weiten Rechtsbogens lauern aber nicht mehr Gras und Fangzäune, sondern Asphaltflächen zur Temporeduktion. Wer sich dorthin verirrt, weil aus Mut Übermut wurde, der zerstört nur seine Rundenzeit, nicht sein Arbeitsgerät.



Absolute Mutkurven-Kenner: Allan McNish (li.) und Lucas di Grassi



CORKSCREW & RAINEY LAGUNA SECA (USA)

„Laguna Seca ist nicht einfach irgendeine Rennstrecke, Laguna Seca ist die linke Herzkammer im Brustkorb von echten Racern“, meint DTM-Rekordchampion Bernd Schneider. Höhepunkt einer Runde: die sich wie ein Korkenzieher hinabwindende Kurvenkombination Corkscrew (1). Über eine Kuppe, kurz nach rechts ausholend, fahren die Piloten die stark abfallende – bis zu 18 Prozent – Links-rechts-Kombination blind an. 30 Meter tiefer folgt die schnelle Rainey-Linkskurve (2). „Da reißen unglaubliche g-Kräfte an dir, es ist wie eine Achterbahnfahrt“, so der Ex-ChampCar-Champion und frühere F1-Pilot Cristiano da Matta.



Atemberaubende Abfahrt: erst rechts, links durch das Corkscrew-S, dann weiter in die Senke und links durch die Highspeed-Kurve Rainey

Zum Schutz der Rennfahrer wurde längst auch die in Teer und Beton gegossene Schrecksekunde namens 130R in Suzuka entschärft. Bis zum Crash von Allan McNish im Qualifying zum Formel-1-Finale 2002 war dieser Vollgas-Linksbogen auf Japans Racing-Achterbahn ein Riesengamble. Draufbleiben? Oder kurz Gas weg bei Tempo 305? McNish ließ damals den rechten Fuß unten, kam ins Schleudern und durchbrach mit seinem Toyota alle Barrieren.

Der Schotte kam mit ein paar Blutergüssen und Gedächtnislücken

davon. „In der ersten Runde danach, keine 24 Stunden nach dem Crash, war ich vorsichtig. Ab der zweiten habe ich mich gezwungen, diese Kurve wieder zu attackieren. Und ab der dritten hatte ich sie wieder im Griff“, erinnert sich McNish.

Auch Rekord des Mutes

„Echten Nervenkitzel löst eine Kurve oder eine Kurvenkombination erst aus, wenn sie nicht nur sauschnell ist, sondern auch keine Fehler verzeiht.“ So sieht Timo

Bernhard Mutkurven. Als Beispiele nennt er die Porsche-Kurven in Le Mans oder die Nordschleife des Nürburgrings an den Streckenabschnitten Schwedenkreuz, Fuchsröhre, Klostertal und Stefan-Bellof-S. Bernhard ist einer der erfolgreichsten Langstrecken-Rennfahrer, wurde 2017 mit Porsche und Schaeffler Weltmeister. Seit dem 29. Juni 2018 ist für den Deutschen die Nürburgring-Nordschleife im Grunde eine einzige Mutkurve.

An diesem strahlenden Sommertag hat Bernhard in der „Grünen Hölle“ ein ganz besonderes Kapitel Motorsport-Geschichte geschrieben und das Rennautofahren auf der mehr als 90 Jahre alten Mutter aller Motorsport-Arenen neu definiert. Mit seinem Rekord, erzielt im Porsche 919 Hybrid Evo mit 1.160 PS: In unfassbaren 5.19,55 Minuten hat Timo Bernhard die 20,8 Kilometer lange Nordschleife des Nürburgrings umrundet – fast 52 Sekunden schneller als 35 Jahre zuvor Stefan Bellof im Porsche 956 C (620 PS). Dabei lag Bernhards Durchschnittsgeschwindigkeit mit 233,8 km/h rund 31 km/h höher als die von Bellof anno 1983.

„Wie auf Schienen“ über Buckel

Auch wenn Porsche seine rasende Marketing-Aktion haarklein bis in jedes Detail vorbereitete, Timo Bernhard vorab zig Proberunden im Rennsimulator des deutschen Sportwagenbauers abspulte und dabei vor allem die riskantesten Stellen trainierte: Viel, ganz viel Mut war am Steuer des auf Rekord getrimmten LMP1-Prototyps trotzdem nötig beim Rantasten an die letzten Reste Bodenhaftung. Neunmal pro Runde durchbrach der Porsche-Werkspilot die Tempo-300-Marke, fuhr jede der 73 Kurven



Neuer Rekord für Porsche und Schaeffler: Nordschleife in unfassbaren 5:19,55 Minuten

40 bis 50 km/h schneller als im seriennahen GT3-911er mit 460 PS. Und manche Mutkurve des Rings war in der weißen 1.160-PS-Flunder plötzlich keine mehr. Wie die Bergab-Schussfahrt durch die Fuchsröhre: Wo der Porsche 919 Hybrid dank seiner für XXL-Abtrieb zugeschnittenen Aerodynamik allen Buckeln zum Trotz selbst bei 330 km/h noch „wie auf Schienen“ (Bernhard) lief.

Im Abschnitt Klostertal dagegen wurden im Mega-Sportwagen



Völlig neue Nürburgring-Dimensionen erfahren: Rekordbrecher Timo Bernhard



VIER NÜRBURGRING-MUTKURVEN (D)

Schwedenkreuz (1), Fuchsröhre (2), Klostertal (3), Stefan-Bellof-S (4): Das sind die vier herausforderndsten Kurven rund um den Nürburgring. Sie alle liegen auf der knapp 21 Kilometer langen Nordschleife – also in der sogenannten „Grünen Hölle“. Nicht wenige halten die gesamte Strecke für eine einzige Mutkurve. Nicht ohne Grund gibt es dort schon sehr lange keine Rennen mehr der Formel 1 (seit 1976), der Sportprototypen (seit 1983) und der DTM (seit 1993).



Schwedenkreuz: weite Linkskurve über eine Kuppe, Kurvenausgang beim Einlenken nicht einsehbar



Fuchsröhre: Bergab-Geschlängel in eine Senke, dann wieder bergauf – und alles bei Vollgas



Klostertal: Doppel-Linksbogen mit Bodenwellen in der Anfahrt, rechts Leitplanken dicht am Pistenrand

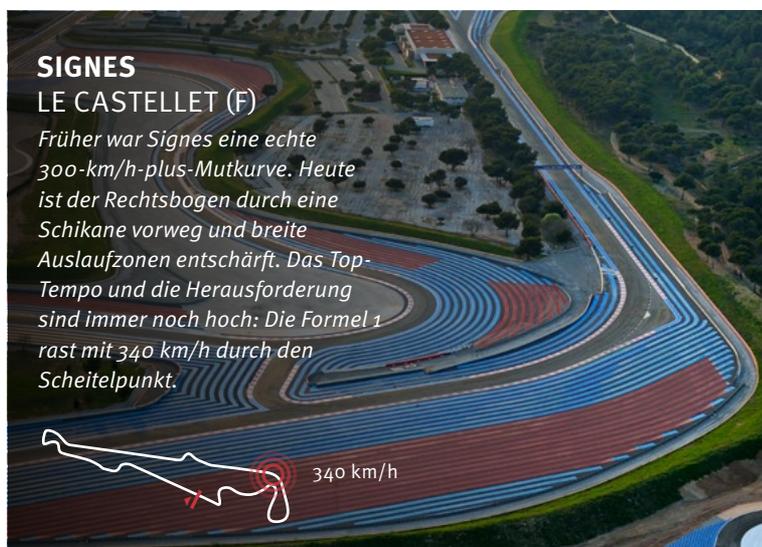


Stefan-Bellof-S: Rechts-links-Passage, im Porsche 919 Hybrid Evo mit fast 310 km/h zu schaffen



MANDARINE BEND MACAU (MAC)

Lucas di Grassi über die wilde Stadtrundfahrt: „Dort fährst du im GT3-Sportwagen mindestens 285 km/h – mitten in der City, die Leitplanken links und rechts unmittelbar am Pistenrand.“



SIGNES LE CASTELLET (F)

Früher war Signes eine echte 300-km/h-plus-Mutkurve. Heute ist der Rechtsbogen durch eine Schikane vorweg und breite Auslaufzonen entschärft. Das Top-Tempo und die Herausforderung sind immer noch hoch: Die Formel 1 rast mit 340 km/h durch den Scheitelpunkt.

aus einer Nürburgring-Herausforderung auf einmal zwei. Timo Bernhard erklärt das so: „Da musst du schon bei der Anfahrt die Zähne zusammenbeißen. Denn du kommst mit über 330 km/h hin, bremsst auf Bodenwellen, das Auto versetzt und du musst vorher schon nach links einlenken.“

Die folgende Doppel-Links, im Ring-Volksmund „Mutkurve“ genannt, verliert im Prototyp hingegen zwar etwas an Schärfe – aber: „Die nächste Rechts mit ihrem nicht einsehbaren Einlenkpunkt und den

links außen dicht an der Piste stehenden Leitplanken, die verdient im LMP1-Auto den Namen ‚Mutkurve 2.0‘.“ Bernhard gibt zu: „Da musste ich mich extrem konzentrieren und echt überwinden. Genauso wie im Stefan-Bellof-S Ausgangs Pflanzgarten, wo ich mit meiner Geschwindigkeitsverarbeitung am Limit war.“

Treffend beendet diese Mutkurven-Diskussion Allan McNish: „Vor Mutkurven musst du Respekt haben! Hast du den nicht, dann beißen sie dich. Denn sie sind der Boss, nicht du!“

MUTKURVEN BEI RALLYES: ARMIN SCHWARZ ERKLÄRT



Armin Schwarz:
1988–2005 Rallye-WM-, nun Offroad-Marathon-Pilot, Fahrercoach, langjähriger Schaeffler-Markenbotschafter

Ein Rallyepilot fährt immer nach den Notizen und Ansagen seines Beifahrers. Kann man da überhaupt von Mutkurven sprechen?

Da wir die Strecken vorab nur mit maximal 80 km/h abfahren dürfen, haben wir zwar zu jeder Kurve eine Beschreibung, aber man weiß nie genau, wie schnell eine Kurve wirklich im vollen Wettbewerbstempo geht, wenn du sie mit 100 km/h mehr oder noch schneller anfährst. Bei Rallyes und Offroad-Marathons sind deshalb die schnellsten Kurven immer Mutkurven.

Wie riskant sind die im Vergleich zu denen der Rundstrecke?

Das Risiko im Rallyesport ist grundsätzlich höher einzustufen, selbst im Vergleich zu einer so herausfordernden Rundstrecke wie der Nürburgring-Nordschleife. Denn auch dort kannst du dich Runde für Runde rantasten, ob du eine Mutkurve mit Vollgas schaffst oder nicht. Bei Rallyes hast du überall nur einen Versuch.

Ihre liebsten Mutkurven?

Colin's Crest auf der Rallye-WM-Strecke in Schweden zum Beispiel. Du springst über eine Kuppe, fliegst 40 Meter weit und es geht nach rechts versetzt weiter. Du musst punktgenau in der Eisspur landen, sonst kommst du in den Schnee und hast viel zu wenig Traktion. Toll ist auch die Aneinanderreihung zahlloser Mutkurven bei der Rallye Monte Carlo am Col de Turini, wenn es beim Anstieg immer eisiger wird. Bist du da nur einmal zu schnell, ist deine Rallye vorbei.

» Die wahre Kunst des Autofahrens: so langsam wie möglich der Schnellste zu sein

Emerson Fittipaldi, zweimaliger Formel-1-Weltmeister aus Brasilien, über Effizienz im Motorsport



DTM-TERMINE 2019

- | | | |
|-------------------|--|--|
| 4./5. Mai | | Hockenheim |
| 18./19. Mai | | Zolder |
| 8./9. Juni | | Misano |
| 6./7. Juli | | Norisring |
| 20./21. Juli | | Assen |
| 10./11. August | | Brands Hatch |
| 24./25. August | | Lausitzring |
| 14./15. September | | Nürburgring |
| 5./6. Oktober | | Hockenheim |
| 23./24. November | | Fuji (Kombi-Rennen mit japanischer Super-GT-Serie) |

in bewegung

Innovationen im Laufe der Zeit

GREEN MACHINE

— DTM – drei Buchstaben, die seit den Achtzigern für Top-Tourenwagensport stehen. Eine Arena, die Hersteller zum Ausbau von Motorsport-Expertise auch für ihre Serienmodelle nutzen. Legendäre Fights renommierter Marken und Piloten festigten den Ruf als spektakulärste Tourenwagen-Serie. 2019 macht die DTM große Schritte in die Zukunft. Zweiliter-Turbomotoren mit jetzt 600 PS (ca. 100 PS mehr als die bisherigen V8) läuten die Ära modernster, effizienter Verbrennungsmotoren ein. Neuzugang Aston Martin stellt sich Audi und BMW. Die DTM schlägt Brücken zur japanischen Super-GT-Serie mit Honda, Nissan und Lexus. Und Schaeffler präsentiert eine neue Partnerschaft mit BMW. Am Lenkrad des grün-weißen M4 DTM: der Franke Marco Wittmann, DTM-Champion von 2014 und 2016. See you soon on track, green machine!



DIE MUTIGEN

Mit Ideenreichtum, wachem Geist und enormer Willensstärke:
Seit Jahrhunderten verblüffen tollkühne Frauen mit wegweisenden Taten
und bringen patriarchale Mauern zum Einstürzen.

— von Wiebke Brauer und Volker Paulun



AGNODIKE
(~300 v. Chr.)

Apropos Frauen, die sich als Männer ausgaben

Agnodike war weder die Erste noch die Letzte, die sich als Mann ausgab. Zwei weitere Beispiele: Anfang des 19. Jahrhunderts schickt die französische Mathematikerin Sophie Germain ihre Arbeiten zur Zahlentheorie unter einem männlichen Pseudonym an Carl Friedrich Gauß. Anfang des 20. Jahrhunderts verkleidet sich die deutsche Chemikerin Ida Noddack als Mann, um Vorlesungen zu besuchen, bei denen nur Herren erlaubt sind.

DIE ÄRZTIN

*Glaubt man Hyginus Mythographus, ist Agnodike die erste Ärztin der Antike. Seinen Schriften zufolge lebt die Athenerin um 300 v. Chr. und studiert bei Herophilos Medizin und Geburtshilfe. Da es Frauen verboten ist, Heilkunst zu erlernen oder auszuüben, schneidet sich Agnodike die Haare ab und trägt Männerkleidung – wobei man sich fragen kann, wie es gerade ihrem Ausbilder entgegen kommen kann, dass er eine Frau unterrichtet. **Nach ihrer Lehrzeit praktiziert Agnodike so erfolgreich als Gynäkologin, dass missgünstige***

Kollegen sie der Verführung bezichtigten. Um sich zu entlasten, gibt sie ihr Geschlecht preis – und hat eine weitere Anklage am Hals. Erst durch das beherzte Eingreifen einflussreicher Athenerinnen – sie sollen sogar gedroht haben, ihre Männer zu verlassen – wird Agnodike freigelassen. Und nicht nur das: **Fortan erlaubt eine Gesetzesänderung Frauen, Geburtshilfe und Heilkunde zu studieren und Patientinnen zu behandeln.**

DIE UNIVERSALGELEHRTE



HILDEGARD VON BINGEN
(1098–1179)

Es wäre unfair, Hildegard von Bingen in die esoterische Ecke zu verbannen: Zwar kennt sich die Äbtissin auch mit Kräutern aus, ist aber vor allem als Wissenschaftlerin und Komponistin eine der erstaunlichsten Persönlichkeiten des Hochmittelalters. Sie wird 1098 als letztes von zehn Kindern geboren und aufgrund ihrer schwachen Konstitution in die Obhut eines Klosters gegeben.

Schon als Kind ereilen die spätere Universalgelehrte „religiöse Visionen“, heute vermutet man, sie litt unter Migräne.

*Hildegard von Bingen meistert nicht nur die Herausforderung, zwei Frauenklöster zu gründen, sondern **avanciert zur Beraterin einflussreicher Persönlichkeiten ihrer Zeit, Monarchen wie Friedrich Barbarossa oder hohe Geistliche bis hin zum Papst.***

Eine mehr als erstaunliche Strahlkraft für eine Frau ihrer Epoche, in der ihr Geschlecht in zeitgenössischen Schriften als „minderwertig“ beschrieben wird und sich „dem Mann deshalb zu unterwerfen habe“.

Apropos Mittelalter

Als Buch und Film ein Welterfolg – aber hat es die Päpstin Johanna wirklich gegeben? Gleich mehrere mittelalterliche Quellen erwähnen eine Frau, die sich als Mann ausgibt und es bis ins höchste Kirchenamt schafft. Allerdings liegen Dichtung und Wahrheit bei Berichten in dieser Zeit sehr nah beieinander. Möglich ist auch, dass es sich bei der „Päpstin“ um Marozia handelt. Die römische Senatorin macht sich ab 914 gleich mehrere Päpste gefügig und baut so eine Mätressenherrschaft („Pornokratie“) auf. In etwa jener Zeit soll auch die Päpstin gelebt haben.

Apropos Pionierinnen am PC

Grace Hopper (1906–1992) kommt Ende der 1940er-Jahre auf die Idee, Computerprogramme in einer verständlichen Sprache zu verfassen statt nur mit Einsen und Nullen. So leistet Hopper wesentliche Vorarbeiten zur Entwicklung der Programmiersprache COBOL. Hopper (Lebensmotto: „Im Zweifelsfall – mach es“) wurde für ihre Leistungen mit über 90 Auszeichnungen geehrt. 1969 ernennt die Data Processing Management Association sie kurioserweise zum „Man of the Year“. Ein weiterer Beweis dafür, welch ein Solitär „Amazing Grace“ – wie sie ihre vielen Bewunderer nannten – gerade zu ihrer Zeit in der IT-Branche ist.

DIE INFORMATIKERIN

1843 schreibt sie das erste Computerprogramm – und im Prinzip ist der verlotterte Vater schuld. Ada Lovelace ist die Tochter des Dichters Lord Byron. Die Eltern trennen sich einen Monat nach ihrer Geburt. Um zu verhindern, dass Ada ihrem Vater nacheifert, verbietet ihre Mutter jegliche künstlerische Note aus Adas Erziehung und lässt sie dafür in den Naturwissenschaften unterrichten. Unter anderem von dem

*bekanntem Mathematiker Augustus De Morgan. Der erkennt zwar ihr Talent, fördert es aber nicht, weil er Frauen grundsätzlich für ungeeignet für die Wissenschaften hält. Das fordert das Mädchen nur noch mehr heraus: **Mit zwölf Jahren baut Ada ein Fluggerät nach dem Modell einer toten Krähe, mit einer Dampfmaschine als Antrieb für die Flügel. Leider fliegt das Ding nicht.** Im Alter von 17 Jahren lernt Ada den Cambridge-Professor und Mathematiker Charles Babbage kennen. Sein Projekt: die Analytical Engine, eine mechanische Rechenmaschine, die ihrer Zeit Jahrzehnte voraus ist, allerdings niemals fertiggestellt wird. Ada Lovelace erkennt das Potenzial besser als der Erfinder. Sie schreibt eine nummerierte Liste von Befehlen mit Operationen und Variablen – die man heute als erstes Computerprogramm anerkennt. Ein Satz in ihren Schriften wird aufgrund des Vormarsches der künstlichen Intelligenz aktuell heiß diskutiert: **„Die Maschine ist kein denkendes Wesen, sondern lediglich ein Automat, der nach Gesetzen handelt, die ihm auferlegt wurden.“***



ADA LOVELACE
(1815–1852)

DIE FLIEGERIN

„Der Aéro-Club de France, Paris, bescheinigt, dass Madame de Laroche zur Flugzeugführerin ernannt worden ist. 8. März 1910. Der Präsident.“ Die Geschichte der motorisierten Luftfahrt ist damals noch jung, nur sieben Jahre zuvor gelangen Orville und Wilbur Wright die ersten sekundenkurzen Flüge. Die erwähnte Madame de Laroche wird um 1885 in eher bescheidenen Verhältnissen als Élise Deroche geboren. Später versucht sie sich als Schauspielerin, nennt sich Baronin Raymonde de Laroche und lernt den Flugzeugbauer Charles Voisin kennen, der ihr vorschlägt, das Fliegen zu erlernen. Die mutige junge Dame nimmt die Herausforderung dankend an: **Bereits bei der ersten Gelegenheit hebt sie unerlaubt mit dem Einsitzer ab.** Wir schreiben das Jahr

Apropos Fliegerin

1935 meistert die US-Amerikanerin Amelia Earhart als erster Mensch den Alleinflug über den Pazifischen Ozean zwischen Hawaii und Kalifornien. Zwei Jahre später bricht sie zur ersten äquatorialen Erdumrundung per Flugzeug auf. Earhart legt drei Viertel der Strecke zurück, dann verliert sich ihre Spur in der Südsee. Zu diesem Flug ist das Zitat überliefert: „Frauen müssen Dinge genauso versuchen, wie Männer es getan haben. Wenn sie versagen, darf ihr Versagen nichts anderes sein als eine Herausforderung für andere.“

1909. Ihr Fluglehrer ist wenig begeistert, aber sei's drum: Zum ersten Mal in der Geschichte der Aviatik fliegt eine Frau allein. Deroche ist der Ansicht, dass Fliegen die ideale Beschäftigung für Frauen sei: „Man benötigt dazu weniger physische Kraft als vielmehr körperliches und geistiges Reaktionsvermögen.“ Kaum hat sie die Fluglizenz in der Tasche, stürzt Madame in Reims ab und wird mit schwersten Verletzungen geborgen. Aber zwei Jahre später fliegt die Französin wieder. **„Vielleicht fordere ich das Schicksal einmal zu oft heraus. Aber ich habe mich der Luftfahrt verschrieben und fliege stets ohne die geringste Angst.“** Am 18. Juli 1919 verunglückt sie bei einem Testflug mit einem Prototyp tödlich.



ÉLISE DEROCHE
(1886–1919)

DIE WISSENSCHAFTLERIN

Man sollte annehmen, dass eine bemerkenswerte Naturwissenschaftlerin immer nur bewundert wird – aber schon zu Lebzeiten von Marie Curie schreibt die Presse, sie sei eine „sonderbare Frau“. Doch der Reihe nach: Als Maria Salomea Skłodowska wird sie 1867 in Warschau geboren. Frauen sind dort an Universitäten nicht zugelassen, 1891 geht sie daher an die Pariser Sorbonne. Auch dort zeigt die Verteilung der Geschlechter, welche besondere Herausforderung das Studieren für Frauen in der damaligen Zeit darstellt: Von über 1.800 Studierenden sind nur 23 weiblich. Die Bildungsmigrantin entdeckt – neben ihrem zukünftigen Gatten, dem Physiker Pierre Curie – Polonium und Radium. Später lehrt sie als erste Frau an der Universität, allerdings **erst, nachdem ihr Mann 1906 bei einem Verkehrsunfall verunglückt und man ihr seine Lehraufträge überträgt.** Drei Jahre zuvor gewinnt sie mit Pierre Curie und ihrem Doktorvater Henri Becquerel als erste Frau den Nobelpreis in Physik. 1911 erhält sie die höchste Auszeichnung der Wissenschaft erneut, diesmal in der Kategorie Chemie und ohne sie teilen zu müssen. Curies Tochter Irène tritt später übrigens in die Fußstapfen ihrer Mutter und bekommt 1935 ebenfalls den Nobelpreis für Chemie – was ihre Mutter nicht mehr erlebt: Am

4. Juli 1934 stirbt Marie Curie mit 67 Jahren an den Folgen des jahrzehntelangen Umgangs mit radioaktiven Materialien. Albert Einstein sagt über Marie Curie: **„Wenn auch nur ein kleiner Teil von Frau Curies Charaktergröße und Hingabe in den Intellektuellen Europas lebendig wäre, stünde es besser um Europas Schicksal.“**

MARIE CURIE
(1867–1934)



Apropos Ehrungen

Dass Marie Curie 1903 gleichberechtigt mit ihrem Mann und Forscherkollege Becquerel mit dem Nobelpreis ausgezeichnet wird, ist keine Selbstverständlichkeit. Noch Jahrzehnte später werden Frauen, die an bahnbrechenden Forschungsprojekten maßgeblich mitgewirkt haben, übergangen. Zum Beispiel Jocelyn Burnell. Sie entdeckt 1967 im Alter von nur 24 Jahren den ersten Neutronenstern. Der Nobelpreis geht aber an ihren Vorgesetzten Anthony Hewish. Ein weiteres Beispiel ist Rosalind Franklin. Die Britin wirkt in den 1950er-Jahren entscheidend an der Entschlüsselung der Doppelhelixstruktur der DNA mit. Doch den Nobelpreis dafür erhalten Francis Crick, James Watson und Maurice Wilkins, die sich ihrer Forschungsergebnisse ohne ihr Wissen bedient hatten.

DIE KRAFTFAHRERINNEN

Die allererste motorisierte Fernfahrt der Menschheit wurde von einer Frau bestritten (siehe Kasten unten), und dennoch waren Frauen am Steuer von Kraftfahrzeugen viele Jahre ein seltener Anblick. Insbesondere, wenn es sich um abenteuerliche Trips handelte. **Eine solche Herausforderung gehen Effie Hotchkiss, gerade einmal 20 Jahre jung, und ihre Mutter Avis Anfang 1915 an:** Im Harley-Davidson-Gespann rumpelten sie 14.000 Kilometer von New York nach San Francisco durch die USA. Die Straßen damals waren meist staubige oder gar schlammige Pisten. Auch deswegen schreibt die „Orange County Times-Press“ am 23. April 1915 über die beiden Abenteurerinnen: „Ein interessantes Beispiel, wie weit es Frauen mit Entschlossenheit bringen können.“ **Ein Jahr später nehmen die Van-Buren-Schwestern Augusta und Adeline die Herausforderung USA-Querung in Angriff.**

Der Grund für die Fahrt: „Gussie“ und „Addie“ wollen ihren Kriegsdienst in der Armee ableisten – als Kradmelderinnen. Das Ersuchen wird aber abgelehnt. Nicht hinnehmbar, befinden die Schwestern, und wollen beweisen, wie gut sie für den Job geeignet sind. „Woman can, if she will“ lautete Augustas Wahlspruch. Am Nationalfeiertag, dem 4. Juli 1916 geht es mit zwei schwergewichtigen Indian Powerplus (998 ccm, 18 PS) los. Obwohl sie wegen des Tragens von Männerkleidung mehrfach verhaftet werden, meistern auch sie den Mammutritt – den ersehnten Job als Kradmelderinnen bekommen sie dennoch nicht. **In den 1920er-Jahren wagt Clärenore Stinnes ein noch viel größeres Abenteuer: eine Weltumrundung im Auto.** Die Familie ist mal wieder indigniert über so viel burschikosen Tatendrang der passionierten Rennfahrerin. Einmal um die Welt im Auto, geht's noch?! Und wie! Auch dank freundlicher Unterstützung der Industrie. Die Frankfurter Adler-Werke stellen ihre neueste Limousine „Standard 6“ zur Verfügung: Sechszylinder, 45 PS, 80 km/h Spitze. Am 25. Mai 1927 startet die 26-Jährige in Frankfurt am Main. Mit an Bord: zwei Mechaniker, der schwedische Kameramann Carl Axel Söderström (den sie später heiratet) und eine Reisekasse mit 100.000 Reichsmark. Die Reise gen Osten wird zunehmend strapaziöser. Söderström:

„Ich habe mehr das Auto geschoben als gedreht.“ Hitze in der syrischen Wüste, Eis am Baikalsee, Schlamm in Sibirien, unwegsames Gelände in den Anden – all das hält Clärenore Stinnes nicht auf. Nach fast 47.000 gefahrenen Kilometern erreicht sie mit ihrem Team am 24. Juni 1929 Berlin und wird von einer jubelnden Menschenmenge empfangen.

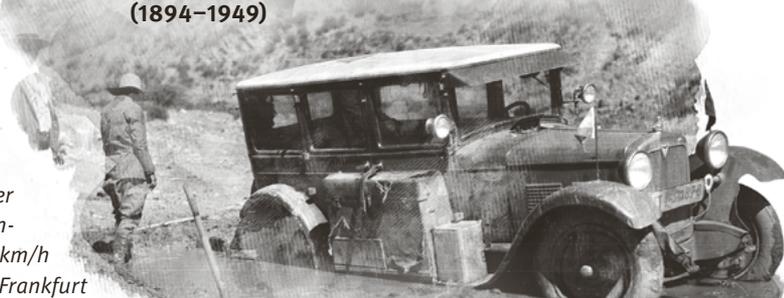
EFFIE HOTCHKISS (1894–1966)



ADELINE VAN BUREN
(1894–1949)



AUGUSTA VAN BUREN
(1892–1959)



CLÄRENORE STINNES
(1901–1990)

Apropos Autofahrerinnen

Berta Benz fuhr bekanntermaßen im August 1888 – ohne das Wissen ihres Mannes (O-Ton: „Carl hätte das niemals erlaubt“) – mit dem Motorwagen Nr. 3 von Mannheim nach Pforzheim (106 km). Sie war damit nicht nur die erste Frau am Steuer eines Automobils, sondern auch der erste Mensch, der eine automobilen Fernfahrt absolvierte.

DIE FUNKERIN

*Die Geschichte klingt wie ausgedacht: Eine Schauspielerin, die als schönste Frau der Welt gilt, begegnet während des Zweiten Weltkriegs einem Avantgarde-Komponisten, gemeinsam erfinden sie für die US-amerikanische Armee eine Funktechnik, von der man heute sagt, sie habe den Grundstein für die moderne Telekommunikation gelegt. Wann das war? In den 40er-Jahren in Hollywood. Dorthin hat es die 1913 in Wien geborene Bankierstochter Hedwig Kiesler verschlagen. Unter dem Künstlernamen Hedy Lamarr spielt sie mit Clark Gable, Spencer Tracy und James Stewart – ihr Gesicht dient sogar als Vorlage für Walt Disneys „Schneewittchen“. „Jede Frau kann glamourös aussehen“, meint sie einmal, „sie muss nur stillhalten und dumm gucken.“ **Man merkt, Schönheit war der Filmdiva, die als Kind schon Interesse an Technik hatte, nicht genug.***

Apropos Hollywood

1970, 1980, 1990 ... raten Sie mal, in welchem Jahr zum ersten Mal eine Frau den Oscar für die beste Regie gewonnen hat? Kaum zu glauben, aber erst 2010 ist es so weit: Kathryn Bigelow wird für ihre Arbeit an dem Film „Tödliches Kommando“ („The Hurt Locker“) als erste und bis heute einzige Frau in der 91-jährigen Geschichte der Academy Awards mit dem Regie-Oscar ausgezeichnet.

*Selbst am Filmset soll Lamarr einen eigenen Wagen für ihre Erfindungen gehabt haben. Aber die Tüfteleien sind ihr nicht Herausforderung genug, sie verfolgt größere Ziele: die verhassten Nazis bekämpfen. Mit einem Freund, dem Komponisten George Antheil, tüftelte sie an einem „geheimen Kommunikationssystem“, durch das sich Torpedos per Funk steuern lassen – unbeeinflusst von feindlichen Störsendern. 1942 lässt sie die Erfindung des Frequenzsprungs patentieren, die US-Marine jedoch ignoriert die Technologie zunächst und rät ihr, sie solle lieber Küsse gegen Kriegsanleihen verkaufen. Jahre später greifen Internetentwickler die Idee auf: **Das Frequenzsprungverfahren wird zur Grundlage der drahtlosen Kommunikation wie WLAN und Bluetooth.** Erst 1997, drei Jahre vor Lamarrs Tod, verleiht ihr die US-amerikanische Electronic Frontier Foundation (EFF) den Pionier-Award für ihre Erfindung. Ihr Kommentar: „Wurde auch Zeit.“*

HEDY LAMARR
(1914–2000)

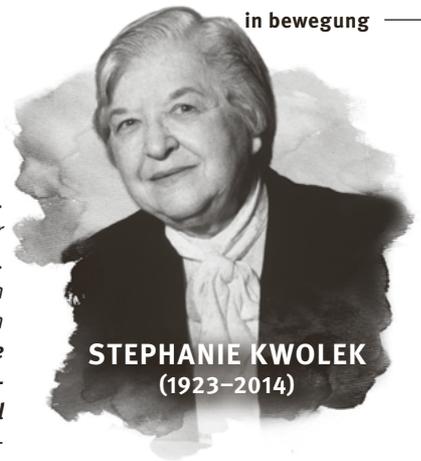


DIE CHEMIKERIN

Dass sie sich besonders für Mode interessierte, hätte man jetzt nicht vermutet. Aber genau das erzählt die Chemikerin Stephanie Kwolek einmal, die 1965 Kevlar entwickelte. Pausenlos habe sie als Kind für ihre Puppen Kleider genäht, so Kwolek.

*Gern wäre die US-Amerikanerin polnischer Abstammung Ärztin geworden. Um ihr Medizinstudium zu finanzieren, nimmt sie eine Stelle bei dem Chemiekonzern DuPont an. Die Arbeit dort liegt ihr, das Studium wird vergessen. **1964 entdeckt sie flüssige, kristalline Polymere, die sich zu synthetischen Fasern verarbeiten lassen. Das Material, später besser bekannt als Kevlar, ist fünfmal härter als Stahl und dabei erstaunlich leicht.** Bis heute wird die Kunstfaser in Schutzwesten, Helmen und Flugzeugen eingebaut. Die Forscherin selbst bezeichnet ihre Entdeckung später*

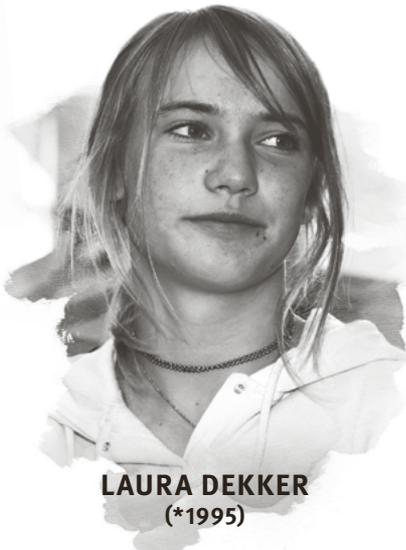
in der „Washington Post“ als „glücklichen Zufall“, was vermutlich nicht ganz stimmt, zudem muss sie ihre Mitarbeiter überreden, das Material wie einen Faden zu spinnen. Die Firma DuPont hat sie übrigens nicht am Gewinn beteiligt. 2014 stirbt sie im Alter von 90 Jahren. Ein paar Jahre vorher sagt Kwolek in einem Interview: „Ich hoffe, dass ich Leben rette. Es gibt wenige Menschen, die in ihrer Karriere die Möglichkeit haben, etwas Gutes für die Menschheit zu tun.“



STEPHANIE KWOLEK
(1923–2014)

Apropos erfinderische Frauen

1867 geboren, mit 14 verheiratet, mit 20 Witwe – Sarah Breedlove muss schon früh ihre Frau stehen. Als ihr mit 33 Jahren die Haare ausfallen, tüftelt sie an einem Gegenmittel. Später entwickelt sie ein Gel und einen „heißen Kamm“ mit denen sich Haare glätten lassen – ein Hit bei afroamerikanischen Frauen. Daraus entsteht ein Kosmetik-Imperium. Es trägt den Namen Madam C. J. Walker, den die Tochter ehemaliger Sklaven nach der Heirat mit ihrem zweiten Mann annimmt. Walker wird die erste weibliche Selfmade-Millionärin. Sie setzt ihr Vermögen nicht nur ein, um sich in New York eine Villa neben den Rockefellers bauen zu lassen, sondern auch um gegen die Unterdrückung ihrer afroamerikanischen Mitbürger zu kämpfen. Ein kurzer Kampf, denn Walker wird nur 51 Jahre alt.



LAURA DEKKER
(*1995)

DIE SEGLERIN

Sie will nicht zur Schule gehen, schon gar nicht in einem Haus wohnen. Laura Dekker, 1995 geboren, niederländisch-deutsch-neuseeländischer Herkunft und ein Dickschädel, hat sich eine besondere Herausforderung in den Kopf gesetzt: mit 14 Jahren in ihrem Zweimaster „Guppy“ um die Welt segeln. 2010 sticht sie in See, nachdem ihr die Reise zunächst von einem Gericht untersagt worden war. Das Jugendamt hatte sich eingeschaltet, dazu wird ihr Plan in Kneipen, Segelclubs und in der Presse diskutiert. Darf man ein Kind um die Welt segeln lassen? Laura Dekker setzt sich durch – mit der Unterstützung der Familie. Die 50.000 Kilometer lange Reise beginnt in Gibraltar und endet am 21. Januar 2012

*vor der niederländischen Karibikinsel St. Maarten. **Mit 16 Jahren sichert sie sich unter der Hand den Titel der „jüngsten Solo-Weltumseglerin“.** Offizieller wird die Auszeichnung nie werden, weil man Nachahmer fürchtet. Heute ist Laura Dekker 23 Jahre alt und plant, ein Boot zu bauen: die „Guppy XL“, einen hochseetauglichen Zweimaster, 24 Meter lang. Damit will sie ab 2022 auf Törns gehen, allerdings nicht allein. „Ich möchte Kindern und Teenagern zeigen, wie sie ihren eigenen Weg gehen und sich ihre Träume erfüllen können.“*

Apropos Weltumseglerin

Eine wichtige Wegbereiterin für Laura Dekker ist die Britin Tracy Edwards. Edwards startet vor 30 Jahren mit ihrer Yacht „Maiden“ und einer reinen Frauen-Crew beim knüppelharten Whitbread Round the World Race – ein Affront gegen die bis dahin von Männern dominierte Hochseeregatta-Welt. Die Skipperin erhält Drohbriefe, ihr Vorgarten wird mit Öl verschmutzt, und die Fachpresse schreibt ihr schon im Vorfeld die Schuld zu, falls es zu einem Unglück käme. Doch die „Maiden“ erreicht das Ziel als zweitschnellstes Boot der Klasse – und verändert das Frauen-Segeln für immer.

ZURÜCK ZUR SCHIENE

In vielen Ländern erlebte die Eisenbahn bis Mitte des 20. Jahrhunderts eine Blütezeit, wurde dann aber zugunsten des boomenden Straßenverkehrs vernachlässigt. Heute stellt man fest: Das war ein Fehler. So auch in Brasilien. Die Rückkehr auf die Schiene stellt das Land vor große Herausforderungen.

— von Denis Dilba

— Für den 10. Juli 1875 hatte sich die brasilianische Stadt Sorocaba besonders herausgeputzt: Palmen säumten die Hauptstraße, Flaggen wurden aufgestellt und die Häuser hatten einen neuen Anstrich. Hunderte Menschen feierten im Stadtzentrum in extra aufgestellten Zelten zu Klängen von Musikbands. Sie warteten auf die Ankunft des Zuges, der die Sorocabana-Eisenbahn offiziell in Betrieb nahm – und der damit die wirtschaftliche Entwicklung der Region in Schwung bringen sollte.

Das tat er auch: Auf der ersten Verbindung der neuen Linie konnte nun Baumwolle im großen Stil von Sorocaba nach São Paulo und von dort aus weiter zum nahe gelegenen Hafen von Santos transportiert werden. Allein der Bau der Strecke, der Brücken und Bahnhöfe mobilisierte

in der damaligen 13.000-Einwohner-Stadt rund 1.500 Arbeiter – mehr als zehn Prozent der Bevölkerung. Nur ein Jahr später wurde die Strecke zur Ipanema Iron Factory verlängert, dem ersten Stahlwerk in Brasilien.

Letzte Station Geisterbahnhof

In den folgenden Jahrzehnten wurde das Netz der Sorocabana-Eisenbahn schrittweise ausgedehnt. Es reichte bis in die Bundesstaaten Paraná und Mato Grosso do Sul. Diese Jahre waren goldene Zeiten für die Sorocabana-Eisenbahn: Sie brachte Jobs, vereinfachte den Handel und beschleunigte so das wirtschaftliche Wachstum der Region. Genau 96 Jahre nach der



1,62 Mio. Kilometer

lang ist das **Instandhaltungsintervall**, das ein Schaeffler-Kunde für die FAG-Kegelrollenlagereinheiten TAROL in seinen Hochgeschwindigkeitszügen festgelegt hat. Das entspricht 40 Erdumrundungen.

Eröffnung, im Jahr 1971, ließ die Regierung von São Paulo die Sorocabana-Eisenbahn in der Vereinigung FEPASA aufgehen – einem Zusammenschluss verschiedener Bahngesellschaften. Die Investitionen in die Schieneninfrastruktur gingen stark zurück. Zwischen 1996 und 1999 wurden die Strecken in Brasilien privatisiert. In dieser Zeit wurde auch der Bahnhof von Sorocaba geschlossen. Heute ist er nur noch Durchfahrt für Güterzüge. Die fahren allerdings in ganz Brasilien auch nicht mehr so häufig, wie es die Wirtschaft eigentlich erfordern würde.

Immerhin rund 37.000 Kilometer Bahnlinie wurden seit den 1950er-Jahren gebaut, ein Drittel davon aber bis heute wieder stillgelegt – gerade einmal ein Drittel arbeitet noch unter Auslastung. Stattdessen ist das mit rund

8,5 Millionen Quadratkilometern fünftgrößte Land der Welt stark vom Straßentransport abhängig, der 63 Prozent der gesamten Fracht in Brasilien bewegt. Die Folge: ein hohes Verkehrsaufkommen und steigende Frachtkosten, die sich am Ende negativ auf die Versorgung der Bevölkerung auswirken könnten.

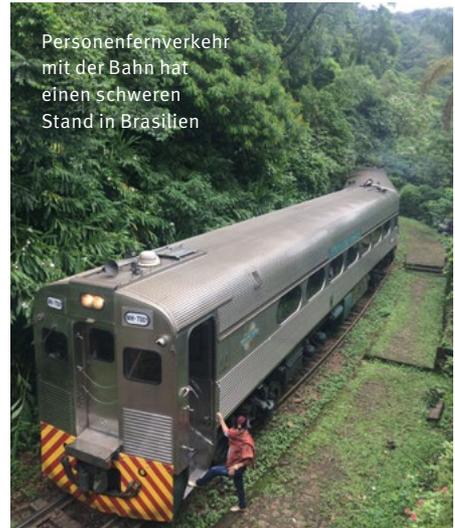
Die verkehrsplanerische Entwicklung bremst das Wachstum in Brasilien ein und erschwert es dem Land, sein ökonomisches Potenzial zu entfalten. Natürlich hat auch die Regierung in der Hauptstadt Brasília das Problem längst erkannt und die Herausforderung angenommen. Großprojekte wie die Transnordestina – 1.728 Kilometer neue Breitspurbahnstrecken von den Häfen Suape (bei Recife) und Pecém (bei Fortaleza) nach Eliseu

ALTE LOK, NEUER GLANZ

Um die Geschichte der brasilianischen Bahn lebendig zu halten, restauriert die Vereinigung zum Erhalt der Eisenbahn „MPF-Sorocabana“ alte Lokomotiven und Waggons. **Zuletzt setzten die ehrenamtlichen Ingenieure und Mechaniker mit finanzieller Unterstützung von Schaeffler Brasilien den alten Triebkopf Whitcomb 3036 wieder in stand.** Die letzte verbliebene dieselmekanische Lok der Sorocabana-Eisenbahn wurde von der US-amerikanischen Whitcomb-Lokomotiven-Fabrik in Illinois bereits 1942 gebaut und kam erst 1956 nach Brasilien. Zeitlebens wurde sie in Brasilien zum Rangieren von Zügen und Waggons eingesetzt, zuerst von der Iperó Schienenschweißwerkstatt, später von der Eisenbahnvereinigung FE-PASA in Sorocaba. Ziel ihrer Anstrengungen sei die Eröffnung eines „Memory Centers“ im alten Bahnhof von Sorocaba und der Betrieb eines Touristenzuges, sagt Eric Mantuan, Betriebsleiter von MPF-Sorocabana. „Dafür wollen wir insgesamt fünf Lokomotiven und acht Personenwagen restaurieren.“ Mit der Whitcomb 3036 sind nun zwei Loks wieder in Schuss.



Schaeffler Brasilien half, die alte Rangierlok wieder auf die Schiene zu bringen



Martins im Bundesstaat Piauí – und die 4.500 Kilometer lange Nord-Süd-Bahn, die Minen und Farmen im Landesinnern Brasiliens mit den Häfen am Amazonas und dem Ballungsgebiet um São Paulo verbinden soll, warten allerdings noch immer auf ihre Fertigstellung.

Zweite Chance – im Güterverkehr

Eine Herausforderung für das Eisenbahnsystem in Brasilien damals und heute: In erster Linie ist es auf den Export von Rohstoffen und damit den Güterverkehr ausgerichtet. Für den Personenverkehr mit der Bahn gibt es kaum noch Perspektiven: Zu viele Bahnhöfe, Bahnen und Gleise wurden stillgelegt, zu wenige Menschen würden neu gebaute Strecken in bevölkerungsarmen Regionen nutzen. Die meisten Menschen in Brasilien leben in den Metropolen. Dort wiederum geht nichts am Personentransport per Schiene vorbei: Allein die São Paulo Metro befördert durchschnittlich 4,7 Millionen Menschen am Tag.



DER AUTOR

Denis Dilba wollte als Kind Naturforscher werden und den Amazonas erkunden. Studiert hat er aber doch Mechatronik. Bei seinen Recherchen dachte er kurz, dass der Job als Eisenbahn-Ingenieur in Brasilien eigentlich beide Interessen hätte vereinen können. Zu spät, nun ist er Journalist mit Schwerpunkt Wissenschaft und Technik.

SCHIENE INTERNATIONAL



JAPAN

Japan hat eines der engmaschigsten Schienennetze der Welt (27.311 km Strecke). Im **Güterfernverkehr**

spielt die Bahn aber mittlerweile eine untergeordnete Rolle. Von 1965 bis heute sank der Anteil der Tonnenkilometer von 31 auf 5 % (Küstenschifffahrt aktuell 44 %, Straße 50 %). Im Personenverkehr – wie der Güterverkehr privatwirtschaftlich organisiert – ist die Schiene hingegen das Rückgrat, sowohl urban als auch interurban. 1964 wurde zwischen Tokio und Osaka die erste reine Hochgeschwindigkeitsstrecke der Welt eröffnet. **Experten halten die japanische Bahn für die beste der Welt.** Die Toleranz bei der Abfahrtszeit des Schnellzugs Shinkansen liegt bei fünf Sekunden (!), die Halteposition am Bahnsteig soll auf einen Zentimeter genau angefahren werden.



INDIEN

In Indien ist die Eisenbahn traditionell eines der wichtigsten Transportmittel. 1832 fuhr dort

der erste Zug. 1950 war das Streckennetz auf gewaltige 54.000 km angewachsen, heute misst es rund 67.000 km – weltweit Platz vier hinter den USA, China und Russland. Während das Streckennetz in den vergangenen sechs Jahrzehnten nur um 23 % gewachsen ist, stieg die Zahl der Passagierkilometer (dank höherer Einkommen und einer wachsenden Verstädterung) massiv, um 1.624 %. Die Frachttonnen verzehnfachten sich durch eine zunehmende Industrialisierung. **Deshalb überschreitet der Schienenverkehr oft die Belastungsgrenze,** insbesondere im dicht besiedelten Norden. Die Regierung und der Staatskonzern Indian Railway – mit 1,3 Millionen Angestellten der größte Arbeitgeber des Landes und der achtgrößte der Welt – haben das Problem erkannt und steuern mit einer Umgestaltung des Sektors und einem milliardenschweren Investitionsprogramm gegen.



CHINA

Parallel zur ökonomischen Öffnung und Modernisierung des Landes ab Ende der 1970er-Jahre **setzte auch**

der Schienenverkehr in China zu einem Höhenflug an. Erst stieg der Verkehr auf den Gleisen an, ab der Jahrtausendwende wurde auch das Netz massiv ausgebaut – von 50.000 auf heute 150.000 km. Für den Güterverkehr ist das noch zu wenig, viele Strecken sind so stark ausgelastet, dass in den vergangenen Jahrzehnten immer mehr Fracht von der Schiene auf die Straße abgewandert ist. Von 1963 bis heute schrumpfte der Anteil der Bahn am Güterfernverkehr von 75 auf 20 %. Dass China dem Gütertransport auf der Schiene trotz aller Herausforderungen eine große Bedeutung beimisst, zeigt sich auch am **Mega-Infrastrukturprojekt „Neue Seidenstraße“ mit Gleisverbindungen bis nach Europa.** Ein weiteres Großprojekt: **der Ausbau des Hochgeschwindigkeitsschienennetzes.** Das ist mit über 11.000 km schon heute länger als das gesamte der restlichen Welt. Bis 2025 soll es auf 38.000 km anwachsen. Schaeffler profitiert ebenfalls vom Wachstum auf der Schiene in China: Der Technologiekonzern brachte dort bereits in den 80er-Jahren erste Radsatzlager zum Einsatz. Heute ist Schaeffler ein wichtiger Entwicklungspartner für Hochgeschwindigkeits-, Nahverkehrs- und Güteranwendungen in China mit lokalem Entwicklungs-, Produktions- und Service-Know-how.



USA

1930 waren durch die USA ungläubliche 690.000 km Gleise verlegt. Heute sind es 200.000 km, womit die USA

aber immer noch Weltspitze sind. Noch mehr als in anderen Ländern verlor die Bahn nach dem Zweiten Weltkrieg Marktanteile an die Straße und die Luft – vor allem im Personenverkehr. 1910 lag der Bahn-Marktanteil hier bei 95 %. Heute sind es circa 1 %. **Im Güterverkehr macht die Schiene seit einigen Jahren aber wieder Boden gut.** Sie liegt bei einem beachtlichen Marktanteil von 40 %, doppelt so hoch wie in der EU. Vorteil der USA: Durch die geringe Nutzung der Gleise durch Personenzüge können Güterzüge endlos lang sein. Ein US-Zug transportiert im Schnitt 3.000 Tonnen, zehnmal mehr als in der EU. Ein Tonnenkilometer kostet mit der US-Bahn entsprechend wenig: 1 Cent. Auf der Straße sind es 20 Cent (EU 11/14 Cent).



WIE EINE IDEE EIN

Selbst bei der brilliantesten Idee ist nicht garantiert, dass sie ein Erfolg wird. Ideen brauchen Menschen, die an sie glauben und sie beharrlich bis ins Ziel führen. Wie Schaeffler es schafft, innovative Impulse in erfolgreiche Projekte zu transferieren, zeigen diese vier Beispiele.

— von Björn Carstens



das Projekt OmniSteer unter Beweis. Gemeinsam mit mehreren Partnern hat Schaeffler ein Fahrwerksystem entwickelt, mit dem sich die urbane Mobilität für morgen neu denken lässt. Seitlich einparken auf engstem Raum ohne Zwischenstopp – einzeln steuerbare, bis zu 90 Grad lenkbare Räder sowie automatisierte Fahr- und Parkfunktionen machen es möglich. Los ging es aber mit simpler Pappe.

OSCAR AUS DEM SCHUHKARTON

Mini-Tischkicker, Gitarre oder kleine Segelboote: Aus einem gewöhnlichen Schuhkarton lassen sich die tollsten Dinge basteln. Dass so ein bisschen schnöde Pappe auch das Fundament für erfolgreiche Innovationen in einem hochtechnologischen Unternehmen sein kann, stellt

Die Geschichte des OmniSteer-Projekts klingt wie ein modernes Technologiemärchen, dessen Inszenierung auf der „Bühne der Wissenschaft“ fast schon durchchoreografiert wirkt. Nach dem Motto: „Es war einmal ein Schuhkarton ...“ In diesem Fall aber hat die Realität kühnste Forschungsfantasien überholt. „Angefangen mit einem Karton, an dem vier Servomotoren befestigt waren, haben wir letztlich das erste autonom fahrende

ERFOLG WIRD



OMNISTEER

Fahrzeug von Schaeffler entwickelt“, bestätigt Prof. Dr.-Ing. Tim Hosenfeldt, Leiter Zentrale Innovation bei Schaeffler. Wie kam es dazu?

Die Idee entstand bei der Suche nach „Use cases“ für den frisch bei Schaeffler entwickelten Radnabenantrieb: Wie smart wäre es, wenn Fahrzeuge voll automatisiert und in einem Zug seitlich einparken können, ohne den nachfolgenden Verkehr zu behindern! Wer kennt sie nicht, die unnötigen langen Autoschlangen, die sich in Sekundenschnelle aufstauen, weil vorne jemand seinen Wagen in eine enge Parklücke quetschen möchte.

Unter Federführung von Dr. Marcel Mayer, erster Leiter von OmniSteer, erhielt das Projektkonsortium einen Zuschuss von 1,9 Millionen Euro vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Mayer fand starke Partner: zum einen die Paravan GmbH, ein Spezialist für behindertengerechte Fahrzeugumbauten mit hoher

Kompetenz für Steer-by-wire-Systeme, zum anderen die HELLA Aglaia Mobile Vision GmbH (intelligente Bildverarbeitungssoftware) sowie Forschungseinrichtungen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT).

Auf Basis der viel zitierten Pappschachtel konstruierte das Team zunächst den 1:5-Prototyp „Oscar Junior“ mit Umfeldsensorik und vier Corner Modulen. Später entstand der „große“ Oscar im Maßstab 1:1. Ein Versuchsträger, der dank seiner speziellen Kinematik mit höhenversetzt angebrachten, einlenkenden Querlenkern an jedem Rad durch seine extreme Wendigkeit besticht. Eine Manövrierfähigkeit, die Schaeffler

unter anderem bei künftigen Cargo- und People-Mover-Konzepten aufgreifen will.

Erfreulicher Nebeneffekt des Projektes: Inzwischen gibt es mit der Paravan GmbH ein gemeinsames Joint Venture. Und: Ehemalige Werkstudenten, die mit OmniSteer betraut waren, arbeiten nun fest bei Schaeffler. Dr. Ralf Stopp, Leiter des Kooperationsbüros SHARE (Schaeffler Hub for Automotive Research in E-Mobility) am KIT, Philipp Kautzmann, Teamkoordinator Arbeitsgruppe Automatisierte Mobilität, und Projektleiter Dr. Paul Haiduk war bei der Abschlusspräsentation Ende März die Freude über das erfolgreiche Projekt anzusehen.



Oscar ist groß geworden

Projektinitiatoren:
Prof. Peter Gutzmer
und Lucas di Grassi



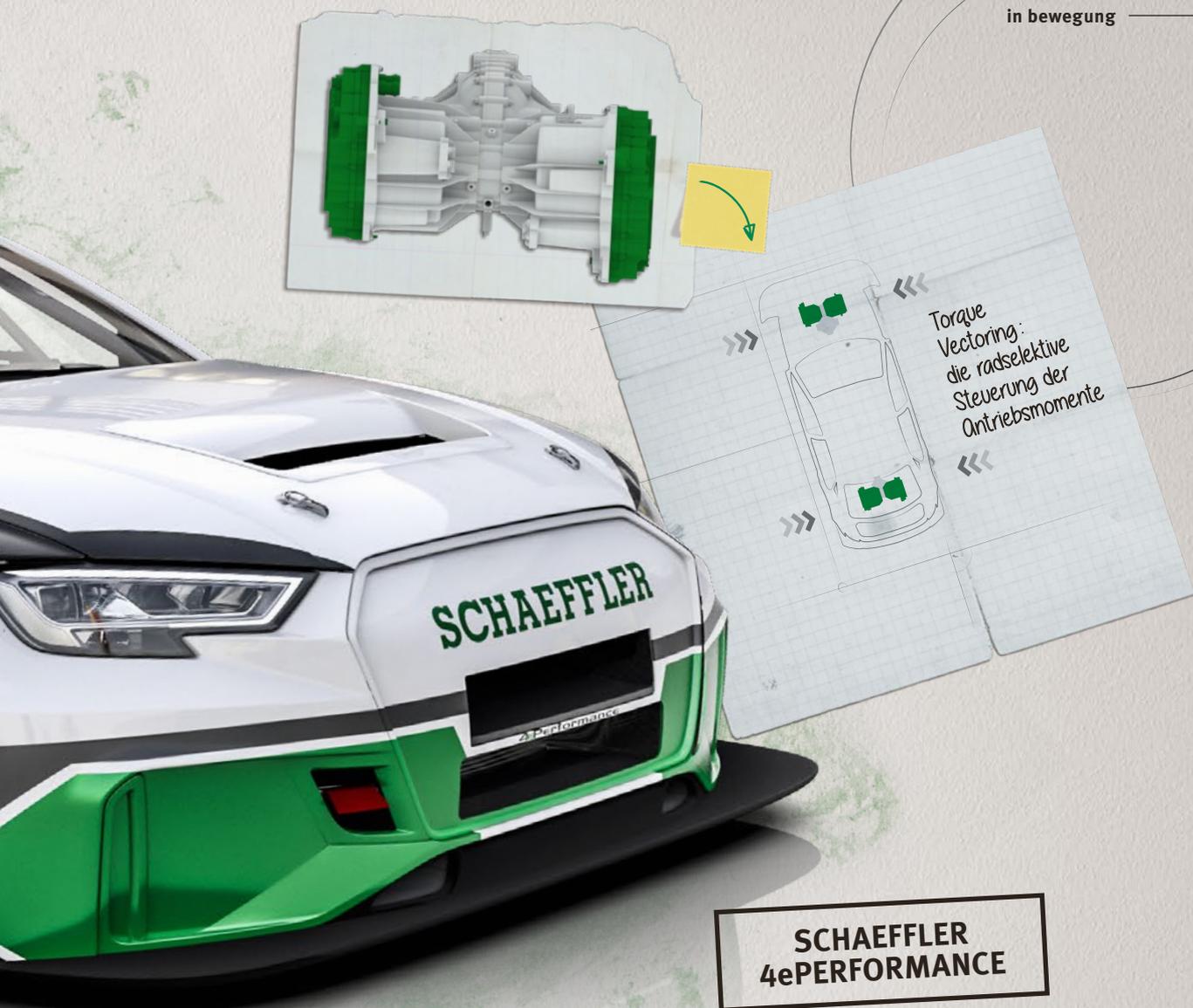
„WIR MACHEN WAS, WAS KEINER HAT“

Das Surren der Elektroboliden war verstummt, das hektische Treiben des Formel-E-Zirkus in Hongkong wich dem eher entspannten Teil des Tages. Der späte Nachmittag des 8. Oktober 2016 gilt als Geburtsstunde des Schaeffler 4ePerformance. Zumindest der Idee, aus der ein technologisches Abenteuer werden sollte. Audi-Pilot Lucas di Grassi und Schaeffler-Technologie-Vorstand Prof. Peter Gutzmer philosophierten nach einem erfolgreichen Renntag in der Box über Gott und die Welt. Und auch über E-Mobilität, Robocars und deren Zukunft. Wie lässt sich das Thema emotional aufladen? Wie lassen sich Menschen dafür begeistern?

Nach einiger Zeit stand der etwas verrückte Plan: „Wir machen was, was keiner hat. Wir bauen den Prototyp eines Supersportwagens und zeigen damit, dass Schaeffler das Gesamtpaket für einen elektrischen Allradantrieb liefern

kann.“ Das Ziel: das Maximum aus der Formel E für eine potenzielle Serienanwendung zu lernen. Gutzmer: „Projekte wie der Schaeffler 4ePerformance beschleunigen die Entwicklung neuer Technologien und vor allem auch den Kompetenzaufbau aus Sicht eines Gesamtfahrzeuges von Package-Anforderungen über Mechanik, Mechatronik und Software-Applikationen bis hin zu spezifischen Funktionen wie Fahrfunktionen oder Kühlungskonzepten.“

Vor diesem Hintergrund versteht man gut, wieso Schaeffler ein so herausforderndes Projekt so gepusht hat. Warum sonst sollte man auf die Idee kommen, gleich vier Formel-E-Motoren mit richtig Wumms (insgesamt 880 kW/1.200 PS) aus den Audi-Sport-ABT-Schaeffler-Boliden in ein so noch nie dagewesenes Fahrzeug einzubauen? Frei nach dem Motto: So fix lässt sich Motorsport-Technologie auf die Straße zaubern. Ein Auto als Testlabor. Kein hermetisch



SCHAEFFLER 4ePERFORMANCE

abgeriegeltes Labor. Eines, das jeder bewundern kann und das Emotionen erzeugt. Ein Labor mit Strahlwirkung.

So weit die Idee, nun zur Umsetzung: Im Austausch mit Dr. Simon Opel, dem damaligen Leiter Sonderprojekte Motorsport, wurde ein Plan geschmiedet und ein Team zusammengestellt. Insgesamt 18 Männer und Frauen. Eine junge Truppe, die bereit war, die eine oder andere Extrameile für das Projekt zu laufen. „Kompliment ans Team. In der ganzen Zeit habe ich nicht einmal die Worte gehört: ‚Wir wissen nicht mehr weiter.‘ Immer wurden Lösungen gefunden“, so Gutzmer. Als Partner saßen die Schaeffler-Tochter Compact Dynamics (E-Motoren), Schaeffler Engineering (Steuerungsgeräte und Software), ABT Sportsline (Gesamtfahrzeug-Aufbau) und die Motorsportgruppe von Simon Opel mit im Boot. Sportlicher Zeitplan von der Idee bis zur Umsetzung: ein Jahr.

Ein immens kurzer Zeithorizont, wenn man bedenkt, dass die Mannschaft anfangs vor einem komplett ausgebeinten TCR-Rennwagen Audi RS 3 LMS stand. Doch das Team arbeitete Hand in Hand. Gutzmer: „Die beteiligten Kollegen aus verschiedenen Technologie-Bereichen der Schaeffler-Welt sind hervorragend zusammengewachsen. Wir haben viel Wissen und sehr viel Kompetenzaufbau während des Projektes generiert.“ Stichwort Torque Vectoring, die radselektive Steuerung der Antriebsmomente. Nur eines von vielen Beispielen.

Entstanden ist ein Fahrzeug, das Eindruck macht. Das hat Daniel Abt mit seinem Weltrekord im Rückwärtsfahren (210 km/h) auf unvergessliche Art bewiesen. Und das zeigt auch Lucas di Grassis SMS, die er Peter Gutzmer nach der ersten Testfahrt schickte: „We made it, it's outstanding!“



DUALES SYSTEM **EIN EXPORTSCHLAGER**

Kreischende Bohrer fressen sich durch daumendicken Stahl. Eine Riege von Ausbildern schaut mit Argusaugen auf die Fingerfertigkeiten ihrer Azubis. Schaeffler bildet in China kontinuierlich rund 600 Lehrlinge aus. Sie alle durchlaufen eine dreijährige duale Ausbildung. So wie wir sie in Deutschland seit Jahrzehnten kennen: ein Drittel Berufsschule, zwei Drittel Betrieb, die übliche Aufteilung. Anfang der 2000er-Jahre sah das in Fernost noch anders aus. Qualifizierte Facharbeiter? Schwie-

rig! Eine Nadel im Heuhaufen wäre einfacher zu finden gewesen. Die Initialzündung für Schaeffler, das bewährte deutsche Ausbildungssystem zu exportieren.

Bei Schaeffler ist diese Mammut-Herausforderung ganz eng mit einem Namen verbunden, dem damaligen Ausbildungsleiter Bernhard Schwab, mittlerweile in Rente. Er erinnert sich: „Es fehlte eigentlich an allem.“ Heillos überlaufene Berufsschulen, Uralt-Maschinen, rostig, defekt und

kaum zu gebrauchen. Schlecht geschulte Ausbilder und ein System, in dem Azubis mit Theorie vollgepumpt wurden, praktisch aber so gut wie keine Erfahrung sammelten. Schwab: „Die Qualität der Ausbildung entsprach nicht unseren Ansprüchen.“

Schaeffler aber brauchte 2003 dringend Fachpersonal, um das Werk in Taicang auszubauen. Die Fertigung sollte hochgefahren werden. Ein schneller Entschluss musste her.



Bernhard Schwab



DUALE AUSBILDUNG

Schwab und der damalige Personalvorstand Kurt Mirlach waren sich einig: Pragmatismus ist das Gebot der Stunde. Sie mieteten ein altes, mit allerlei Krempel vollgestopftes Lagerhaus an, ließen moderne CNC-Dreh-, -Fräs- und -Schleifmaschinen heranschaffen – teilweise aus Deutschland. Schwab nahm Gespräche mit Behörden und Berufsschulen auf, beorderte zwei Handvoll Ausbilder aus Herzogenaurach nach Taicang, ließ Kurse auf Chinesisch und in Zusammenarbeit

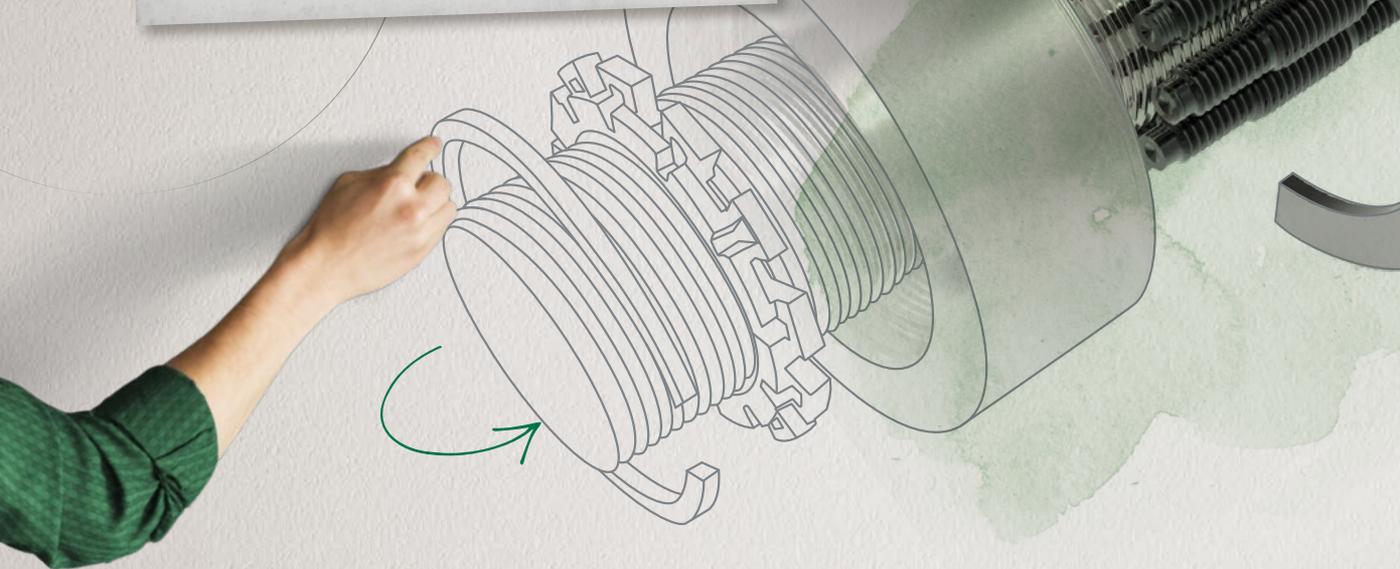
mit der deutschen Handelskammer anerkannte Facharbeiterprüfungen entwickeln.

Das Ganze besaß mitunter hemdsärmeligen Charakter, das tat dem Erfolg aber keinen Abbruch. „Wir hatten zwar Dolmetscher, trotzdem lief vieles mit Händen und Füßen und Übersetzungscomputern“, blickt Schwab mit einem Lächeln zurück. Quasi aus dem Stand stellte Schaeffler 2003 rund 100 Lehrlinge ein. Der Beginn einer Erfolgs-

geschichte, die von Schaeffler inzwischen in Mexiko, Rumänien und anderswo in der Welt fortgeschrieben wurde und vor allem in China vielen anderen Unternehmen den Weg geebnet hat, eigene Fachkräfte auszubilden. Die konsequente Fortführung: das duale Studium „Two-in-One“ von Schaeffler, das schon so manchen Preis in China gewann, unter anderem den Award „Best Community Promoter“ der „China Association of Enterprises with Foreign Investment“ (CAEFI).

PLANETENWÄLZGEWINDETREIB

Dietmar Rudy



FEINE MOTORIK

Planetenwälzgewindetrieb, kurz PWG – ein sperriges Bandwurmwort aus dem Bereich der Technik. Ein Wort- ungetüm, das nicht unbedingt im Verdacht steht, Grundlage für eine spannende Geschichte zu sein, in der Roboter und eine Space-Shuttle-Mission vorkommen. Aber lesen Sie selbst: So hielt der PWG Einzug bei Schaeffler.

Den Stein ins Rollen brachte eine Kundenanfrage. Das und das ist unser Problem, habt ihr eine Idee? Business as usual bei Schaeffler. Auf Augenhöhe mit den Kunden Lösungen entwickeln. Das Vertrauen, das die Kunden dabei in die Entwicklungs- und Produktions-Expertise des Zulieferers legen, ist groß. Ganz konkret ging es in diesem Fall um Gewindetriebe. Deren Leistungsgrenze war beim Kunden erreicht. Man brauchte etwas Neues. Und zwar einen kraftvolleren Linear-

aktuator. Also eine Vorrichtung, die eine Last auf einer geraden Linie elektromechanisch bewegt. Das System sollte kompakt, leistungsstark und – nicht unwichtig – bezahlbar sein.

Kein Vorhaben, das mit einem Fingerschnipsen zu erledigen gewesen wäre. Der Weg zur perfekten Lösung war lang. Unter dem Projektnamen „High-Performance-Smart-Actuator“ ging es mit einer Marktsondierung los, denn es war klar: Ohne die nötigen Stückzahlen wäre eine wirtschaftlich und technisch sinnvolle Lösung nicht umsetzbar. Das Ergebnis der Studie war äußerst positiv. Mehr als 80 potenzielle Anwendungsgebiete für das neue Produkt wurden ausgemacht: Nietmaschinen, Schweißzangen, Schließzylinder bis hin zu Krankenbetten und Zahnarztstühlen.

Anwendungsgebiete

- Radialnietwerkzeuge
- Spannsysteme
- Schließzylinder
- Schweißzangen
- Agrarmaschinen
- Pressen im Installationshandwerk

Nietmaschine



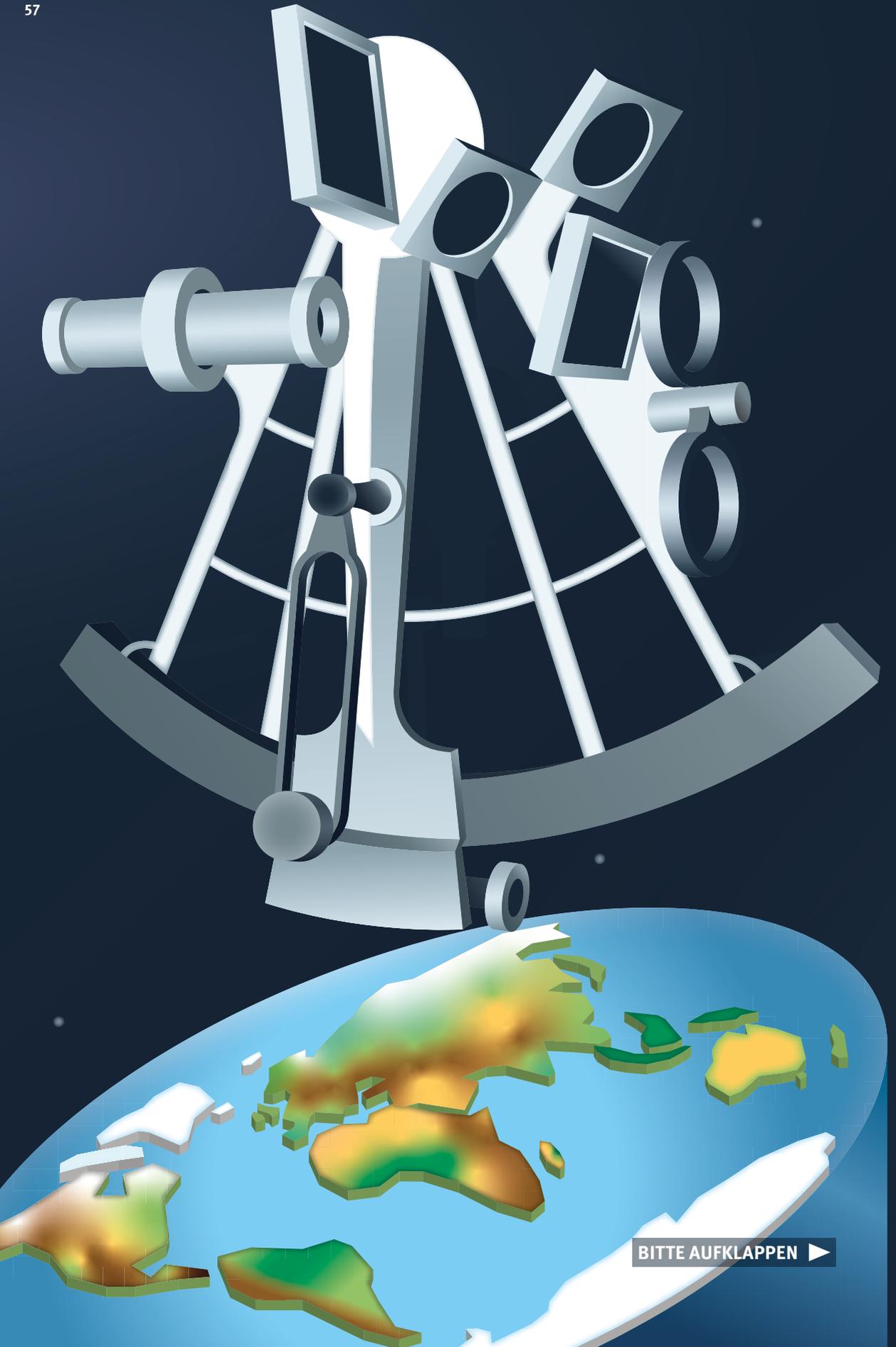
„Wir stellten fest, dass auch bei Gerätschaften ein ästhetisches Design eine immer größere Rolle spielt“, erläutert Dietmar Rudy, Leiter Produktentwicklung Linear-technik bei Schaeffler. Smarte Lösungen, keine klobigen Technikungeheuer seien gewünscht. Das heißt aber: „Die Antriebe müssen so klein sein, dass sie sich unsichtbar in die Struktur einfügen. Das funktioniert nur mit einem kleinen Gewindeantrieb, der mit niedrigen Antriebsmomenten mehr Axialkraft pro Bauraum erzeugen kann als vorherige Systeme“, so Rudy.

Der Entwicklungsprozess begann. Anfangs mit einem Branchenvergleich, der Bereiche wie Luft- und Raumfahrt einschloss. Gab es da nicht 1993 einen Roboter an Bord eines Space Shuttle, der mit einem extrem kraftvollen elektrisch angetriebenen Spindelsystem komplizierte Montagearbeiten übernahm? Richtig! Rotex hieß der Roboter, der mit dem schon erwähnten Planetenwältzgetriebe so kräftig zupacken konnte. Rudy: „Rotex' Motorik versprach alle wichtigen Anforderungen zu erfüllen.“ Einziger Nachteil: „Die Technologie aus dem All war viel zu teuer für einen irdischen Einsatz.“ Die technischen Anforderungen waren zu hoch, die Stückzahl trotz der vielen Anwendungsgebiete zu klein. Gut, dass bei Schaeffler das Know-how unterschiedlicher Unternehmensbereiche wie Zahnräder ineinandergreift. Denn der Automotive-

Bereich war 2011 auf der Suche nach einer Lösung für einen kompakten elektromechanischen Kupplungsaktuator. Die Industriesparte rief: Hallo, wir haben da etwas! Den PWG. Die Vernetzung brachte den Durchbruch. Dank der hochseriellen Automotive-Fertigung kann der PWG für industrielle Anwendungen auf Marktpreisniveau angeboten werden. „Die enorm hohen Stückzahlen dieser Aktuatoren erlaubten uns die notwendigen Investitionen in eine prozesssichere und spanlose Fertigung“, erzählt Dietmar Rudy. Bis dato seien immer die Kosten der Hemmschuh gewesen, wieso sich der PWG in der Technik nicht durchgesetzt habe.

**DER AUTOR**

Für die Recherche ist Journalist **Björn Carstens** tief ins Schaeffler-Universum eingetaucht, um zu verstehen, wie aus spontanen Einblendungen wahre Erfolgsgeschichten wurden. Als Diplom-Kaufmann hat der Autor zwar noch keine technischen Innovationen auf den Weg gebracht, dafür aber neulich seine Steuererklärung alleine ausgefüllt.



BITTE AUFKLAPPEN ▶

NEUE WELTEN

In den Tiefen des Ozeans, den Weiten des Himmels oder der Endlosigkeit der Wüste – im Laufe der Jahrtausende haben sich immer wieder mutige Menschen auf den Weg gemacht, Neues zu entdecken. Viele dieser Herausforderungen wurden nur dank technischer Hilfsmittel bewältigt.

— von Carsten Paulun

— Schiff, Sextant und Kompass – welche Inseln, Völker, Kontinente würden ohne technische Hilfen noch heute unentdeckt sein? Vermutlich recht viele. Auch wenn die Besiedlung unseres Planeten vor etwa 125.000 Jahren von Afrika aus zu Fuß begann – erst das Schiff schweißte die Puzzle-teile der Erde Jahrtausende später zusammen. Mit ihm gelang es, die Welt zu erkunden. Die Wikinger gelangten bereits im 9. Jahrhundert dank ihrer Langschiffe über die Wolga weit in den Osten bis in das Kaspische Meer. Leif Eriksson erkundete von Island aus über Grönland die Küstengebiete im heutigen Kanada und gilt inzwischen als der eigentliche Entdecker Nordamerikas – gute 500 Jahre vor Christoph Kolumbus. Zur Navigation auf dem offenen Meer haben sich alle Seefahrer an den Sternen und dem Sonnenstand orientiert. Die Wikinger, darunter auch Leif Eriksson, konnten dank eines technischen Hilfsmittels auch bei Dämmerung und Nebel zuverlässig navigieren. Sie nutzten einen Kristall, den sie Sonnenstein nannten.

Erste Seefahrer vor 62.000 Jahren

Noch viel früher – etwa um 60.000 vor Christus – haben sich die ersten Menschen auf das offene Meer getraut. Bei der Besiedlung Australiens müssen sie einen etwa 100 Kilometer breiten Ozean bei der heutigen Straße von Makassar überquert haben. Dass die Besiedlung Polynesiens aus Südamerika erfolgte, wie Thor Heyerdahl 1947 mit seiner Fahrt auf dem legendären Floß „Kon-Tiki“ beweisen wollte, gilt heute als widerlegt. Zumindest gelten die Polynesier als die Entdecker

der Astronavigation. Es waren das Schiff, der Sextant und der Kompass, die die Entdeckungen der Welt erst möglich machten.

11.000 Meter tief, 384.400 Kilometer hoch

James Cook, der große Entdecker und Kartograf des 18. Jahrhunderts, hat mit ihrer Hilfe auf seinen drei Weltreisen nahezu alle weißen Flecken getilgt. Jacques Piccard wagte sich 1960 in dem Tiefseetauchboot „Trieste“ fast 11.000 Meter tief ins Meer hinab, Neil Armstrong betrat 1969 als erster Mensch den Mond. Hingebracht – und zum Glück auch wieder zurück – hat ihn übrigens auch ein Schiff, ein Raumschiff.

95 Prozent der Ozeane unerforscht

Doch Terra incognita, das unbekannte Land, gibt es noch immer. Bei all dem Entdecker- und Forscherdrang wissen wir über unseren eigenen Planeten fast nichts – trotz modernster Technik. Nur fünf Prozent der Ozeane gelten als erforscht. Experten schätzen, dass wir trotz modernster Hilfsmittel noch nicht einmal zehn Prozent aller Lebewesen entdeckt haben. Weite Teile Afrikas, der Wiege der Menschheit, der Arktis und der Antarktis wurden bisher nur von Satelliten aus fotografiert. In den Urwäldern Südamerikas dringen selbst heute noch Forscher in bisher unbekanntes Gebiet vor und entdecken Völker, die noch nie zuvor Kontakt zu ihrer Außenwelt hatten.



JOSEPH KITTINGER 16.08.1960

Ziel Erprobung eines neuen Rettungssystems aus großen Höhen.

Herausforderung Vordringen in die Stratosphäre, minus 60 Grad, kaum Sauerstoff, der niedrige Druck verwandelt Körperflüssigkeiten in Gase.

Innovationen Ein druckfester Anzug, Kittingers Ballons führen die Druckkammer in die Raumfahrt ein.

Besonderheit Mit seinem dritten Stratosphären-Sprung stellt Kittinger vier Weltrekorde auf: höchste Ballonfahrt

(31.333 Meter), längster freier Fall (16 Kilometer), höchste Geschwindigkeit eines Menschen ohne Schutzhülle (988 km/h) und längster Fallschirmsprung (9:09 Minuten). Drei der Rekorde bricht erst Felix Baumgartner bei seinem Sprung 2012. Berater Baumgartners: Joseph Kittinger.



LEIF ERIKSSON JAHRESWENDE 999/1000

Ziel Neue Inseln westlich von Grönland erkunden.

Herausforderung Vordringen in unbekannte Gebiete, Navigation ohne Sonnenlicht.

Innovationen Spezieller Doppelspat-Kristall zur Navigation bei schlechter Sicht; die bis zu 30 Meter messenden Langboote sind hochseetauglich, aber dank niedrigem Tiefgang auch für Flüsse bestens geeignet.

Besonderheit Zu den Landstrichen und Inseln, die Leif Eriksson entdeckt und erforscht, gehört auch Helluland, die heutige kanadische Baffininsel. Damit gilt der Wikinger Eriksson als der eigentliche Entdecker Nordamerikas.



THOR HEYERDAHL 28.04.–07.08.1947

Ziel Der Norweger Thor Heyerdahl will beweisen, dass die Besiedlung Polynesiens aus Südamerika und nicht aus Asien erfolgte.

Herausforderung Hält ein mit den Mitteln der Inkas gebautes Floß eine 6.980 Kilometer lange Fahrt über den Pazifik aus?

Innovationen Heute archaisch, vor über 3.000 Jahren innovativ: hochseetaugliche Inka-Flöße mit Beseglung, Schwertern zur Stabilisierung und Hüttenbehausung.

Maße der nachgebauten „Kon-Tiki“: 13,7 m lang, 5,5 m breit. Dank 25-m²-Segel, Humboldtstrom und Passatwind erreicht die „Kon-Tiki“ im Schnitt 2,8 km/h.

Besonderheit Klassisch schlägt modern: Heyerdahl verbindet die Balsaholzstämmen mit Hanf, weil die von Experten empfohlenen Stahlseile die weichen Hölzer zerschnitten hätten.



FRIDTJOF NANSEN 15.08.–03.10.1888



Ziel Durchquerung Grönlands.

Herausforderung Temperaturen bis minus 46 Grad, unerforschtes Gebiet mit Anstiegen auf über 2.700 Meter.

Innovationen Nansen erfindet die mehrlagige Funktionskleidung nach dem Zwiebelprinzip und den Nansenschlitten, der auch mit über 100 Kilo Gepäck leicht zu ziehen ist.

Besonderheit Nansen studiert Zoologie, verfasst seine Doktorarbeit über das Zentralnervensystem wirbelloser Meerestiere, die Grundlagen der modernen Neurologie liefert. Er setzt sich für die Unabhängigkeit Norwegens ein, wird Völkerbundkommissar.

GEORGES-MARIE HAARDT 17.12.1922–07.01.1923



Ziel Eine Autoverbindung zwischen Algerien und den Ländern südlich der Sahara.

Herausforderung Technik vs. Natur: Anfang der 1920er-Jahre möchte André Citroën beweisen, dass seine Autos in die entlegensten Winkel der Welt vordringen können.

Innovationen Citroën-Generaldirektor Georges-Marie Haardt rüstet Fahrzeuge mit einem Kettenantrieb an den Hinterachsen aus. Mit 30 PS und 45 km/h Höchstgeschwindigkeit meistert er die unerforschte Wüste. Auf der Straße verschleifen die Ketten aber schnell.

Besonderheit Bereits 1924 durchquert Konkurrent Renault die Sahara kettenlos mit dreiachsigen Lkw.

ROALD AMUNDSEN 14.12.1911

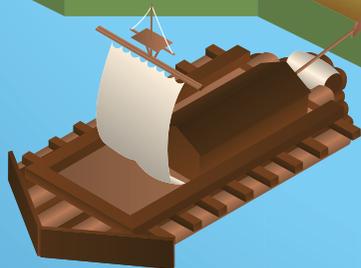


Ziel Erster Mensch am Südpol.

Herausforderung 1.400 Kilometer Eiswüste überwinden, Verfolger Robert Scott im Nacken.

Innovationen Der Wettlauf beweist, dass Technik nur hilft, wenn sie ausgereift ist: Scotts Motorschlitten kollabieren in der Kälte (minus 34 Grad), bevor es losgeht. Amundsen setzt auf Hundeschlitten, ist besser vorbereitet und hat die bessere Route.

Besonderheit Amundsens Schiff „Fram“ ist so konstruiert, dass es vom Packeis hochgedrückt und nicht zermalmt wird. Amundsen navigiert zielgenau mit Sextant. Später stellt sich heraus, dass er den tatsächlichen Südpol nur um 200 Meter verfehlt hat.



JAMES COOK 1768–1771



Ziel Wissenschaftler und ihre wertvollen Instrumente für astronomische Beobachtungen nach Tahiti bringen, Erforschung des Ozeans südlich des 40. Breitengrads, „Terra Australis“ (Australien) finden.

Herausforderung Vorstoß mit einem relativ kleinen Schiff in unbekannte Gebiete und sie kartografieren.

Innovationen Cook identifiziert Vitamin-C-haltige Lebensmittel als bestes Mittel gegen den todbringenden Skorbut. Ab 1795 sind Zitrusfrüchte Pflicht auf allen Schiffen.

Besonderheit Cooks „Endeavour“ ist eine geräumige Bark (39,7 m lang, 70 Mann Besatzung). Der abgeflachte Rumpf ermöglicht es, das Schiff auf Sandbänken trockenfallen zu lassen, um es bei Ebbe reparieren zu können.



ZHENG HE 1404–1407

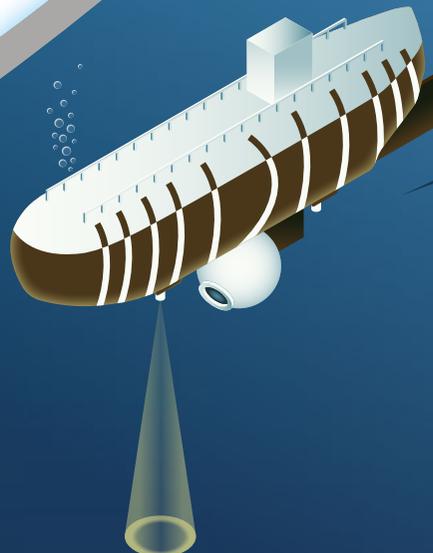
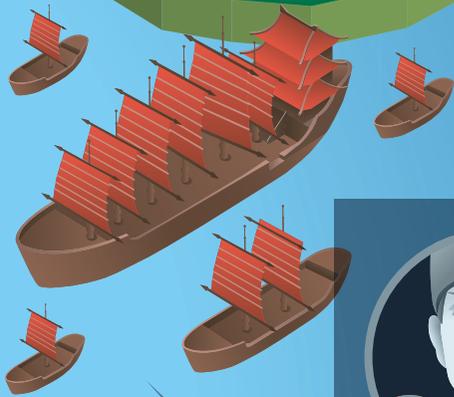


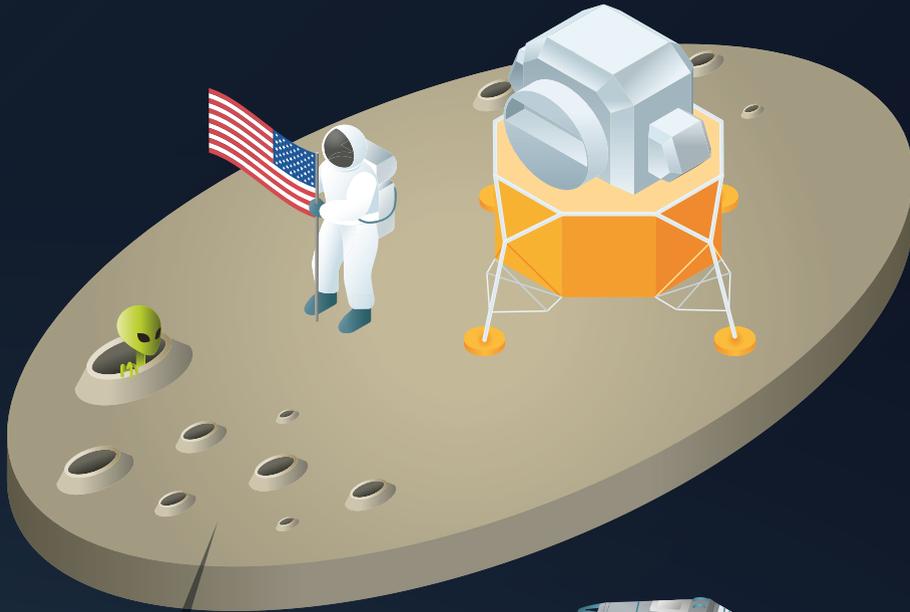
Ziel Indische, persische und arabische Handelshäfen.

Herausforderung Den Einflussbereich Chinas ausdehnen.

Innovationen Bau der damals größten Flotte der Welt. Von 1404 bis 1407 lässt der Eunuchen-Admiral Zheng He in sieben Trockendocks mehr als 500 Schiffe fertigen – 500 Jahre bevor die Europäer das Trockendock „erfinden“. Die größten Schiffe tragen bis zu neun Masten und sind 84 Meter lang.

Besonderheit Zur Kurseinhaltung auf seinen insgesamt sieben Fahrten nutzt Zheng He einen magnetischen Kompass, seine Schiffe verfügen schon über wasserdichte Schotten und bleiben so bei einer Beschädigung des Rumpfes schwimmfähig.





NEIL ARMSTRONG 20.07.1969



Ziel Erster Mensch auf dem Mond.

Herausforderung Komplexe, vorher nicht zu testende Weltraummanöver.

Innovationen Hightech-Dreierpack bringt Astronauten auf den Mond: Saturn-V-Rakete (38.800 km/h), Columbia-Kommandokapsel (hitzebeständig bis 2.726 Grad) und Mondlandefähre LM-5 (Leichtbau, um beim Wiederaufstieg auf 6.480 km/h zu beschleunigen). Der „Apollo Guidance Computer“ (AGC) steuert die Raumfahrzeuge automatisch. AGC gilt als Vorläufer der Fly-by-wire-Systeme moderner Luftfahrzeuge.

Besonderheit Aus heutiger Sicht ist AGC eine lahme Ente: Smartphones haben eine 10.000-mal höhere Rechenleistung.

JACQUES PICCARD 23.01.1960

Ziel Tiefstauchrekord (11.000 Meter) aufstellen.

Herausforderung In dieser Tiefe herrscht ein Druck von 1.100 kg/cm² – ein VW Polo auf einem Daumnagel.

Innovationen Piccards U-Boot „Trieste“ kann ursprünglich nur rund 6.000 Meter tief tauchen. Eine neue Druckkörperkugel (Bathysphäre) mit 13 cm dicken Wänden erlaubt 11.000 Meter. Zum Vergleich: 1934 schaffte die erste Bathysphäre gerade einmal 923 Meter. Piccards Rekordtiefe: 10.916 Meter.

Besonderheit Piccards Vater Auguste ist 1931 als erster Mensch mit dem Ballon in die Stratosphäre aufgestiegen. Piccards Sohn Bertrand hat die Erde jeweils mit einem Ballon und einem Solarflugzeug umrundet. Filmfans munkeln, dass Jean-Luc Picard, Captain des Star-Trek-Raumschiffs USS Enterprise, seinen Namen zu Ehren der Piccards bekommen hat.



GRENZERFAHRUNG

— Steile Abfahrten, schweißtreibende Anstiege, weite Sprünge und enge Steilkurven – die Herausforderungen beim Mountainbiken sind extrem vielfältig. Mensch und Material werden dank Scheibenbremsen, moderner Schutzkleidung und Federgabeln wie Motocross-Maschinen bis an ihre Grenzen belastet. Aber nicht nur die Bikes haben sich seit den Anfangsjahren gewaltig verändert: Während die ersten Mountainbiker in der Bay Area von San Francisco auf öffentlichen Wanderwegen unterwegs waren, suchen die Outdoorsportler von heute ihren Adrenalin-

Kick lieber in Bikeparks mit künstlichen Hindernissen und aufgeschütteten Sprüngen. Einer der spektakulärsten seiner Art ist die Schaeffler MTB-Arena Sasbachwalden im südlichen Schwarzwald. „Die Herausforderung hier ist, die richtige Geschwindigkeit im richtigen Moment genau zu dosieren, um den maximalen Speed aus den Kurven und Anliegern mitzunehmen“, sagt Merlin Bürkle. Der 49-Jährige hält mit 7,59 Minuten den Downhill-Streckenrekord für die schnellste Abfahrt auf dem Alpirsbacher Schwarzwaldtrail, einer der Strecken der MTB-Arena.

STRECKEN IN DER SCHAEFFLER MTB-ARENA

bikesport-sasbachwalden.de



Alpirsbacher Schwarzwaldtrail

Länge 4.000 Meter
Gefälle 330 Höhenmeter
Steilkurven 43 Anlieger
Hindernisse 49 Sprünge



Startpunkt
832 Höhenmeter

Startpunkt
905 Höhenmeter

Pfad zwo

Länge 1.300 Meter
Gefälle 80 Höhenmeter
Steilkurven 12 Anlieger
Hindernisse 16 Sprünge

jetzt-zeit

Leben mit dem Fortschritt

» Beim Radfahren lernt man ein Land
am besten kennen, weil man dessen
Hügel emporschwitzt und sie dann
wieder hinuntersaust Ernest Hemingway



A long train of flatcars carrying large white wind turbine blades through a dry, hilly landscape. The train is moving along a gravel track that curves through the terrain. The landscape is arid with sparse, dry vegetation and rolling hills in the background under a clear blue sky.

DER TRECK DER GIGANTEN

Fast schwerelos drehen sich riesige Windräder auf ihren Türmen – doch bis die Giganten in luftiger Höhe Strom erzeugen können, müssen sie einen schwierigen Weg bewältigen. Beim Transport von Windenergieanlagen gibt es viele Herausforderungen – aber keine Routine.

— von Kay Dohnke



Weite Strecken – wie hier in den USA –
legen die riesigen Rotorblätter auch
mit der Bahn zurück

Der Weg in den Himmel führt durch ein Nadelöhr. Denn bevor die Komponenten einer Windenergieanlage – Turmsegmente, Maschinengondel, Rotorblätter – unter höchsten technischen Anforderungen vor Ort installiert werden können und bis zu 140 Meter hoch aufragen, müssen sie erst einmal dort ankommen. Und das bringt aufgrund ihrer Größe und ihres Gewichts höchste logistische Anforderungen mit sich.

Man kennt die überlangen Trailer mit den Rotorblättern vom Autobahnparkplatz – sie parken dort, mitunter bis zu 60 Meter lang, bis irgendwann nach 22 Uhr der Verkehr nachlässt und sie ihre Touren fortsetzen können. Da haben sie jedoch schon einige Hürden genommen. Autobahn kann jeder – denkt man wenigstens. Aber die vergleichsweise engen Radien der Autobahnauffahrten machen es schon mal nötig, die Ladung über die Leitplanken zu heben. Und irgendwann müssen die Spezialtransporter auch wieder abfahren und auf Landstraßen ihr Ziel erreichen. Klar, dass Windradhersteller über möglichst lange Distanzen die Bahn oder Binnenschiffe nutzen, um die Riesenbauteile zu verfrachten. Doch so oder so kommt die Stunde der Wahrheit, wenn es auf die Straße geht. Und das findet immer öfter statt, seit die Windenergie boomt.

Job ohne Routine

„Wir wissen, wann ein Transport startet“, erklärt Florian Dufresne, „aber sicher sein, wann er ankommt, können wir nie.“ So erstaunlich es klingt: Routine gibt es



Enge Kurven, unbefestigte Straßen und größere Böschungswinkel erschweren den Transport der tonnenschweren Bauteile

bei diesen Aufgaben nicht. Jede Strecke, jeder Transport ist anders. Auch wenn seine Funktionsbezeichnung beim Windenergieanlagenhersteller Senvion „Local Transport Manager“ lautet, dürfte Dufresne europaweit zu den erfahrensten Logistikern für Spezialtransporte von Windenergieanlagen zählen. Eintausend Transporte jährlich wickelt er ab.

Ein Job, bei dem er stets unterwegs ist? Nein, sagt Dufresne, er regelt fast alles vom Schreibtisch aus. Ob er denn im digitalen Zeitalter auf eine Datenbank zurückgreifen könne, in der Kurvenradien, Durchfahrthöhen, Breite von Unterführungen und Tragfähigkeit von Brücken

In Engstellen wie hier in dem französischen Dorf Lussac-les-Églises hebt der Bladelifter das Rotorblatt um bis zu 50 Grad an. Die Fahrzeuglänge auf dem Boden schrumpft dann auf normales Lkw-Maß. Im Kriechgang geht es weiter





Massenproduktion: Hier warten fertige Rotorblätter in Lianyungang (China) auf den Abtransport

12.500

Windenergieanlagen sind 2018 neu gebaut worden. **Die meisten in China**, gefolgt von den USA und Deutschland.

Quellen: BloombergNEF, GWEC

50 GW

beträgt die Leistung aller 2018 neu errichteten Windenergieanlagen. Damit können **30 Millionen Haushalte** mit Strom versorgt werden.

Quelle: BloombergNEF

4–5 Cent

kostet eine durch Windenergie erzeugte **Kilowattstunde Strom** in Deutschland. In den USA sind es aufgrund der besseren Windverhältnisse sogar nur 3 Cent.

Quelle: Övermöhle C&M

verzeichnet sind? Gibt es nicht, ist sein knapper Kommentar. Das Auskundschaften der jeweiligen Strecke ist Aufgabe der ausführenden Spedition – schließlich ist sie für den reibungslosen Transport verantwortlich. „Nur im Team mit deren Fahrern und Routenplanern können wir unsere Windenergieanlagen sicher an ihre jeweiligen Standorte transportieren. Und sie machen genau das, was eigentlich ein Widerspruch sein müsste – Schwertransporte und Improvisation. Aber tatsächlich ergeben sich immer unvorhersehbare Schwierigkeiten, die spontan vor Ort gelöst werden müssen“, sagt Dufresne voller Anerkennung.

Die Problemlösung mit den besonderen Hebefahrzeugen beschwor dafür ganz andere Herausforderungen herauf: Da sie ein stabiles Gegengewicht zu den riesigen Rotorblättern bilden müssen, sind sie extrem schwer – ein Bladelifter samt Rotorblatt bringt es auf 120 Tonnen. Damit werden besonders alte Brücken zu einem Problem. Ihre Tragfähigkeit reicht nicht aus. Hier legt das Team dann eine Schwerlastbehelfsbrücke über der eigentlichen Brücke aus.

60 Meter, 120 Tonnen, 10 Zentimeter

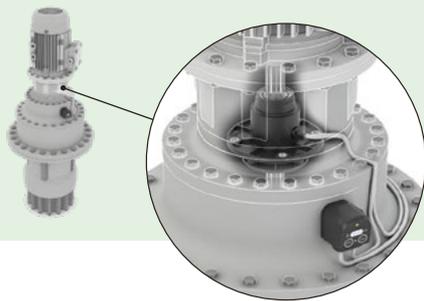
Bladelifter hebt Rotor an

Wie etwa beim Rotortransport nach Lussac-les-Églises auf dem Hochplateau von Zentralfrankreich. Zuerst sah niemand eine Möglichkeit, die über 60 Meter langen Spezialtrucks durch die engen Straßen des jahrhundertalten Landstädtchens zu manövrieren. Aber dank der Technik ging es dann doch. „Wir haben die Rotorblätter einfach mit dem Bladelifter an einer Seite angehoben und so durch die Straßen bugsiiert.“

Fast noch größere Probleme als die 60 Meter oder 120 Tonnen können 10 Zentimeter bereiten: Da die Windräder immer höher werden, wächst auch der Durchmesser der Türme, die in mehreren Segmenten zum Aufbauort gebracht werden. Was jedoch nicht wächst, sind die Durchfahrthöhen von Straßen- oder Bahnunterführungen. Bislang, betont Dufresne, habe es immer eine Lösung gegeben. Im Fall der Turmsegmente hilft die Technik der Trucks – die Spezialtieflader können ihre Ladeflächen hydraulisch bis auf 10 Zentimeter

SCHAEFFLER ERHÖHT WINDEFFIZIENZ

Getriebe, Rotorwelle, Generator, Windnachführung, Blattverstellung – Schaeffler produziert seit über 30 Jahren Lagerlösungen, Analyse- und Monitoring-tools für Windenergieanlagen. Neu im Portfolio ist ein vorausschauendes Monitoring. Zusammen mit Bonfiglioli, Marktführer bei Getrieben für die Windnachführung und Blattverstellung, hat Schaeffler ein kompaktes Industrie-4.0-Paket entwickelt. Es kombiniert die Messsysteme SmartCheck (am Gehäuse) und TorqueSense (auf der Welle) zu einem neuen Zustands- und Drehmoment-Überwachungssystem. Damit werden nicht nur Lastspitzen und deren Häufigkeit detektiert und begrenzt, sondern durch die SmartCheck-Schwingungsdiagnose auch beginnende Schäden frühzeitig erkannt. Großer Vorteil dadurch: Reparaturen können geplant und an windarmen Tagen durchgeführt werden.



Bodenfreiheit absenken und schieben sich dann unter der Brücke durch. Allerdings dürfen die Trailer dann auf keinen Fall auf Bodenwellen aufsetzen. Und nach oben ist auch nur eine Handbreit Platz.

Logistik mit Diplomatie

So oder so: Einfallreich sind die Strecken-Scouts der Expeditionen auf jeden Fall. Die von ihnen ausgetesteten Routen besprechen sie mit dem Transportmanager Dufresne. „Den Kollegen von den Expeditionen braucht man nicht viel zu sagen – das sind absolute Profis: Auf deren Planung kann ich mich 100-prozentig verlassen.“ Der Part des Senvion-Logistikers ist es dafür, mit den anderen Beteiligten zu sprechen, den Ämtern für die Genehmigungen, den privaten Autobahnbetreiber-Gesellschaften und vor allem mit den Leuten vor Ort. Er ist dann vor allem Diplomat, muss die Bürgermeister und Landräte beruhigen, dass die Spezialtransporter keine Schäden verursachen werden. Und erklären, warum der Treck der Giganten gerade durch diese Region fahren muss, auch wenn die Windenergieanlage an einem weit

1,148 Millionen

Menschen sind weltweit in der Windenergiebranche beschäftigt. 2009 waren es noch 500.000. Insgesamt erwirtschaftet der Sektor 94 Milliarden Euro Umsatz jährlich. Aufgrund fallender Preise und wachsenden Konkurrenzdrucks, vor allem aus Asien, kämpfen aber viele Hersteller ums Überleben. Weltweiter Marktführer für On- und Offshore-Anlagen ist die dänische Vestas Wind Systems A/S mit einem Umsatz von zehn Milliarden Euro (2018). Auf Platz 2 rangiert Siemens Gamesa, auf Platz 3 der chinesische Hersteller Goldwind.

Quellen: IRENA, REN21, GWEC

entfernten Ort errichtet werden soll. „Auf der kürzestmöglichen Route können wir nie fahren. Um einen Kilometer Entfernung zurückzulegen, sind die Konvois oft zehn, 15 oder mehr Kilometer auf der Straße unterwegs. Eine tragfähige Brücke liegt vielleicht fünf Kilometer weiter östlich, aber dann muss eine zu niedrige Unterführung weiträumig umfahren werden. So kommt Kilometer zu Kilometer, und immer wieder sind Genehmigungen einzuholen“, weiß Profi Dufresne.

Trotz intensiver Vorbereitungen und viel Erfahrung kann sich immer Unvorhergesehenes ereignen. Einmal, erzählt Dufresne, hatte es eine unangekündigte Baustelle gegeben – die betroffenen Trucks steckten drei Wochen lang fest. Vorwärts zu fahren ist schon extrem anspruchsvoll, aber rückwärts geht es mit einem 60-Meter-Trailer eigentlich nie.

Anlagen werden immer größer

Je weiter die Entwicklung noch leistungsfähigerer Windräder voranschreitet, desto schwieriger

Für die Errichtung der gigantischen Offshore-Windparks setzt die Windanlagenindustrie Spezialschiffe ein, die sich über hydraulische Stempel aus dem Wasser heben



werden die Transporte – denn mehr Leistung bedeutet auch höhere Türme, schwerere Gondeln und längere Rotorblätter. Statt schwieriger würde Dufresne eher anspruchsvoller sagen – oder herausfordernder. „Das schnelle Größenwachstum in der Technik führt dazu“, macht er die Tragweite klar, „dass unsere Erfahrungen mit bestimmten Strecken sehr schnell wertlos werden.“ Was bei 120 Tonnen gerade noch geht, kann bei 140 Tonnen versagen. „Sogar vertraute Routen, die wir bereits mehrfach genutzt haben, müssen wir immer wieder mit neuen Augen sehen.“

Herausforderungen vor der Haustür

Angesichts der vielen Herausforderungen bei Landtransporten muss es doch ein Kinderspiel sein, die Komponenten für Offshore-Anlagen an die Aufbauorte auf See zu bringen. Doch auch der Seetransport kennt Nadelöhre. Beispiel: Die am Labradorhafen in Bremerhaven produzierten Bauteile für Windenergieanlagen sind mittlerweile so groß, dass sie nicht mehr durch die enge Schleuse am Fischereihafen zum

seeseitigen Verladekai geschippert werden können. Statt den einfachen Weg über das Wasser nehmen die Bauteile nun die Straße quer durch den Ort – per Schwertransport. Erst dann heißt es rauf aufs Spezialschiff und Kurs offene See. Dort – irgendwo weit draußen – hebt sich das Schiff dann auf riesigen Stahlstreben hoch aus dem Wasser und mutiert zur Montageplattform der Türme, Gondeln und Rotoren. Nur der Wind kann jetzt noch als Widersacher den Aufbau verzögern. Aber wegen des Windes ist man schließlich hier. —



DER AUTOR

Seit **Kay Dohnke** Anfang der 1980er-Jahre die „Große Windenergieanlage“ Growian in Schleswig-Holstein sah, ist er von Windkraft fasziniert und schreibt gern über dieses und andere Nachhaltigkeitsthemen. Nur hoch oben in einer Maschinengondel ist er noch nicht gewesen.

SCHNAUZE VOLL!

Die massive Verunreinigung der Weltmeere durch Plastikmüll gehört zu den größten Herausforderungen unserer Zeit. Aber es gibt ambitionierte Projekte und Ideen, die Mut machen.

— von Christel Trimborn

— Ein Delfin, dessen Maul randvoll gefüllt ist mit achtlos weggeworfenen Plastikflaschen und -tüten, mit Einmalgeschirr und Folien. Darüber der Satz: „Wir haben die Schnauze voll“. Treffender als dieses Motiv, mit dem der WWF (World Wildlife Fund) derzeit plakativ auf die weltweit zunehmende Vermüllung der Meere aufmerksam macht, kann die Situation der Ozeane und seiner Bewohner kaum beschrieben werden.

Wobei das Problem für Meeresbewohner wie Delfine, Schildkröten oder Seevögel – und am Ende auch für uns Menschen – eigentlich ein viel gefährlicheres ist: Schätzungen zufolge bestehen rund 70 Prozent der gewaltigen Plastikmengen in den Meeren nämlich gar nicht aus großen herumtreibenden Plastikelementen, sondern aus Mikroplastik. Kleinste Partikel gelangen schon als Beigaben von Peeling- und Duschgel sowie Zahnpasta in die Meere. Andere entstehen durch Abrieb, UV-Strahlung und die ständige Meeresströmung, die große Plastikteile in Mikroplastik zersetzen und zermahlen. Ein Teil dieser Kleinstpartikel sinkt auf den Meeresgrund der Tiefsee, von wo es aller Voraussicht nach nie wieder gehoben werden kann. Ein anderer Teil wird von den Meeresbewohnern gefressen und landet so auch irgendwann in unseren Mägen. Früher war die Verpackung um den Fisch, heute essen wir sie mit.

Was man weiß: Aktuell verunreinigen rund 150 Millionen Tonnen Müll die Weltmeere, jährlich landen dort bis zu 13 Millionen weitere Tonnen Plastik. Und: 80 Prozent des Mülls gelangt durch Menschen dorthin, die an den Küsten oder in ihrer Nähe leben – einen Schwerpunkt bilden die Länder Südostasiens. Woran man arbeitet: herauszufinden, über welche Wege genau das Plastik in die Meere gelangt, wie das zu vermeiden ist und ob und wie sich der Müll zumindest teilweise wieder aus den Ozeanen beseitigen und recyceln lässt. In diesem Zusammenhang hat das deutsche Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 2017 den

Forschungsschwerpunkt „Plastik in der Umwelt – Quellen, Senken, Lösungsansätze“ aufgelegt. Bis 2022 werden insgesamt 20 Verbundprojekte und ein wissenschaftliches Begleitvorhaben mit rund 37 Mio. Euro gefördert. Ziel: das Ausmaß des Problems genauer zu erforschen und Lösungsansätze zur Minderung des Plastikmüllaufkommens zu entwickeln.

Vermeiden & aufklären

Jeder kann und sollte mithelfen, nicht noch mehr Plastikmüll zu produzieren. Die internationale Wanderausstellung „Ocean Plastics Lab“ will die Aufmerksamkeit für die Plastikmüll-Problematik in der Gesellschaft schärfen. Projekt-Koordinatorin Dr. Julia Schnetzer zählt einige vermeintlich kleine, aber effiziente Verhaltensweisen auf, wie Verbraucher sich an der Eindämmung von Plastikmüll beteiligen können: „Erstens: Beim Einkaufen darauf achten, Plastikverpackungen zu vermeiden, beziehungsweise generell weniger konsumieren. Zweitens den eigenen Müll so entsorgen, dass er besser recycelt werden kann. Und drittens weniger Kleidung aus synthetischen Materialien wie Fleece tragen. Denn bei jedem Waschgang geraten Mikrofasern ins Abwasser, die von vielen Kläranlagen nicht herausgefiltert werden können oder als Klärschlamm auf den Feldern landen.“

32 %

der jährlich 78 Millionen Tonnen weltweit gebrauchter Plastikverpackungen gelangen laut WWF unkontrolliert in die Umwelt, zum Beispiel in die Meere.



Insgesamt versprechen sich Umweltexperten von einem Umdenken und veränderten Verhaltensweisen der Verbraucher den größten Effekt auf die Eindämmung der Plastikflut. Der generelle Verzicht auf Produkte in Plastikverpackungen gehört laut Greenpeace ebenso dazu wie beispielsweise der Einsatz von Mehrwegverpackungen und wiederverwendbarem Geschirr bei Veranstaltungen. Um dieses Umdenken zu erreichen, ist jedoch noch viel Aufklärung notwendig. Gerade in Ländern wie Indonesien, Vietnam oder China, aus denen besonders viel Müll in die Meere gelangt, mangelt es oftmals an Wissen und entsprechender Technik.

Das zu ändern hat sich beispielsweise die deutsche Meeresbiologin Dr. Mareike Huhn zur Aufgabe gemacht: Seit fünf Jahren setzt sie sich auf den indonesischen Banda-Inseln persönlich für die Aufklärung der Bevölkerung in Sachen Müllentsorgung ein. Mit ihrem Verein „Banda Sea“ hat sie nicht nur eine Art Müllabfuhr

Verhalten im Zeitalter von Plastikverpackungen problematisch ist, liegt auf der Hand.

Säubern & sammeln

Damit die Ozeane nicht am Plastikmüll ersticken, leisten große und kleine Initiativen und Organisationen auf der ganzen Welt Erste Hilfe. Während die einen nach Möglichkeiten suchen, Plastikteile mittels innovativer Technik im großen Stil von der Meeresoberfläche abzufischen, befreien andere die Strände von liegen gelassenen Plastikflaschen und angeschwemmten Plastiksandalen in mühevoller, aber durchaus effizienter Handarbeit.

Zu den bekanntesten und ambitioniertesten Meeresäuberungsprojekten gehören „The Ocean Cleanup“ und „Pacific Garbage Screening (PGS)“. Initiator von „The Ocean Cleanup“ ist der 24-jährige Niederländer Boyan



etabliert, sondern erteilt den Einheimischen auch Unterricht in puncto Umweltbildung. Denn die Bewohner der idyllischen Gewürzinseln müssen dringend umdenken. Seit Jahrhunderten seien sie es gewohnt, ihren – früher noch ökologisch abbaubaren – Müll im Meer zu entsorgen, so die engagierte Deutsche. Dass ein solches

Slat, der bereits als Schüler von den riesigen Müllmengen, auf die er beim Schnorcheln vor der griechischen Küste stieß, geschockt war. Seine Idee: Müll, der in den oberen fünf Metern der Wasseroberfläche schwimmt, soll mithilfe von v-förmig angeordneten, schwimmenden „Armen“ eingesammelt, von einer am Meeresboden fixierten

Plattform angesogen und anschließend recycelt werden. Dabei will sich der maritime Müllschlucker die Strömungen der Ozeanstrudel zunutze machen, die den Müll in die „Fangarme“ treiben. Erste „Feld“-Versuche im Pazifik sind im vergangenen Herbst aus technischen Gründen gescheitert, derzeit wird das System überarbeitet.

600 Jahre

dauert es, bis sich eine Angelschnur **vollständig im Wasser auflöst**, 450 Jahre braucht eine PET-Flasche, 50 Jahre ein Styroporbecher, 20 Jahre eine Plastiktüte.

4,5-mal

so groß wie Deutschland ist der „Große Pazifische Müllstrudel“ nordöstlich von Hawaii: 80.000 Tonnen Plastik ballen sich auf einer Fläche von 1,6 Mio. km².

Noch in der Entwicklungs- beziehungsweise Finanzierungsphase befindet sich das als 400 mal 400 Meter große Müllsammel-Station geplante Projekt „Pacific Garbage Screening“, das die Aachener Studentin Marcella Hansch erdacht hat. „PGS ist als schwimmende Plattform konzipiert, die direkt im Müllstrudel verankert wird. Das Beste an ihr: Sie funktioniert ohne Netze und Filter. Fische und andere Meeresbewohner können also gefahrlos hindurchschwimmen“, erläutert sie ihre Idee. Die Arbeitsweise von PGS: Die Plattform soll die wilden Strömungen im Müllstrudel beruhigen, sodass die leichten Mikropartikel an die Oberfläche aufsteigen und dort abgeschöpft werden können. Auch über die Verwendung des gesammelten Plastikmülls haben sie und ihr Team schon nachgedacht. „Wir wollen das Plastik nicht einfach verbrennen, sondern als Ressource nutzen, um daraus beispielsweise Energie und biologisch abbaubaren Kunststoff zu gewinnen“, so Hansch.

Echte Handarbeit dagegen leistet die Organisation „4Ocean“ von Andrew Cooper und Alex Schulze.

anschlüssen, hat er den Strand im Laufe von drei Jahren komplett gesäubert. Inzwischen kann man sogar den Sand wieder sehen, der zu Beginn der Aktion komplett unter Bergen von angeschwemmtem Plastikmüll verschwunden war.

Recyceln & verarbeiten

Selbstverständlich kann nicht sämtlicher Plastikmüll aus dem Meer zu modischem Armschmuck recycelt werden. Und auch nicht nur zu innovativen Sneakern, funktionalen Trikots oder chlorresistenten Schwimmanzügen, wie der deutsche Sportartikelhersteller Adidas es tut. Erhöhte Aufmerksamkeit für die akute Bedrohung der Weltmeere bewirken derartige Projekte aber allemal. Und: Pro Paar des Ökoschuhs, der zu 85 Prozent aus recyceltem Meeremüll besteht, werden laut Adidas durchschnittlich elf Plastikflaschen wiederverwertet. Das ist natürlich nur ein Tropfen im riesigen Plastikozean.



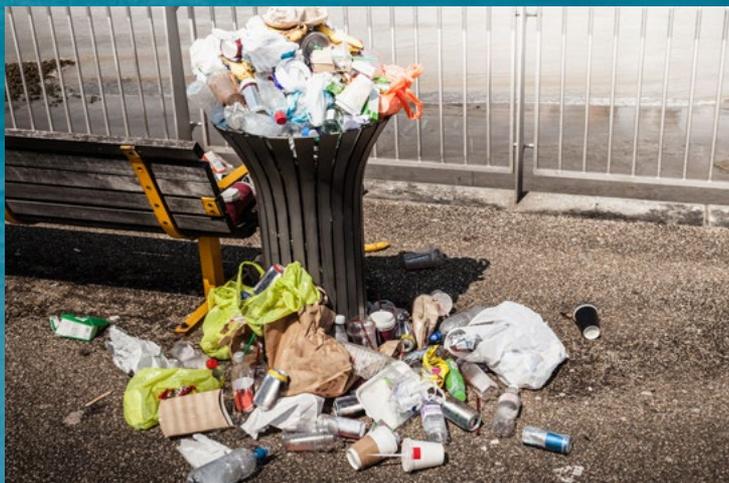
Wie viele andere wurden auch die aus Florida stammenden Surfer durch eigene Erfahrungen mit im Meer treibendem Müll zu Umweltaktivisten. Mit ihrer erst vor zwei Jahren gegründeten Organisation animieren sie inzwischen weltweit rund 150 freiwillige Helfer zu Aufräumaktionen: Sogenannte „Cleanup crews“ sammeln an Küsten und Stränden per Hand Plastikmüll ein. Finanziert wird das Projekt aus dem Verkauf von stylischen Armbändern, die aus recyceltem Plastikmüll gefertigt werden. Laut eigenen Angaben wurden bisher über zwei Millionen Kilo Plastikabfall eingesammelt.

Die sicherlich spektakulärste Müllsammelaktion jedoch begann im Oktober 2015 in Indien. Sie zeigt, welche enormen Auswirkungen die Initiative eines Einzelnen haben kann. Zunächst im Alleingang begann der Anwalt Afroz Shah, am Versova-Strand in Mumbai den herumliegenden Plastikmüll einzusammeln. Gemeinsam mit Tausenden Freiwilligen, die sich ihm

Ca. 10 %

des Plastikmülls in den Meeren **stammt aus der Fischerei**, unter anderem durch unerlaubte Müllentsorgung auf hoher See und verloren gegangene Fischernetze.





Bis zu 120 Mrd.

Dollar an **Ressourcenwert** gehen pro Jahr verloren, weil Verpackungen nur einmal benutzt und dann weggeworfen werden.

Quelle: Heinrich-Böll-Stiftung

Ca. 33 %

des globalen Abfalls wird in **hoch entwickelten Staaten produziert**, dabei wohnen dort nur rund 16 % der Weltbevölkerung.

Quelle: Weltbankbericht „What a Waste 2.0“

Was also tun mit den restlichen Fluten an Plastikabfall? Ein marktgängiges Verfahren zum Recyceln großer Mengen lässt bislang auf sich warten. Nicht zuletzt deshalb, weil bereits die sechs wirtschaftlich bedeutendsten Polymere aus jeweils verschiedenen Grundbausteinen aufgebaut sind, die sich chemisch nicht gut miteinander vertragen. Entsprechend wäre für eine effektive und ökonomische Wiederverwertung eine sortenreine Sammlung zwingend notwendig. Zudem lassen sich viele Kunststoffe nicht einfach einschmelzen und neu verwenden. Durch chemische Reaktionen werden einige unbrauchbar, andere reagieren mit winzigen Restverschmutzungen, die nur schwer zu entfernen sind.

Auch das Bakterium, das zufällig auf einer japanischen Müllhalde entdeckt und von US-Wissenschaftlern untersucht und weiterentwickelt wurde, ist noch nicht großflächig im Einsatz. Angeblich soll das „Super-Enzym“ in der Lage sein, Polyethylenterephthalat – besser bekannt als PET – in seine Bestandteile zu zersetzen. Und zwar in einem Bruchteil der Zeit, die eine PET-Flasche benötigt, um sich auf natürlichem Wege zu zersetzen. Gegenüber „National Geographic“ äußerte sich der für die Untersuchungen verantwortliche Professor John McGeehan im vergangenen Jahr zuversichtlich: „Es ist absolut möglich, dass in den kommenden Jahren ein industriell umsetzbarer Prozess entwickelt wird, bei dem PET und potenziell andere Stoffe wie PEF, PLA und PBS in ihre ursprünglichen Bestandteile zersetzt und so nachhaltig recycelt werden können.“

NACHHALTIGKEIT BEI SCHAEFFLER

„Nachhaltig“ ist einer der vier zentralen Unternehmenswerte der Schaeffler Gruppe. Folgen Sie dem QR-Code und erfahren Sie, wie das Unternehmen seine Geschäftstätigkeit so ökologisch und sozial verantwortungsvoll wie möglich gestaltet.



Die deutsche Firma Ecogy will aus Plastikmüll Treibstoff gewinnen: Aus 140.000 Tonnen Unrat sollen 125 Millionen Liter Treibstoff werden. Richard W. Roberts und Simon White legten 2018 die Idee vom „Ocean Saviour“ auf Kiel, einem Schiff, das autonom cruisend Kunststoffmüll einsammelt und gleich an Bord in Treibstoff für den Antrieb umwandelt. Auch anderswo, zum Beispiel in China und Indien, arbeiten Forscher daran, aus Plastikmüll Treibstoff zu gewinnen. Oft erweisen sich aber die hohen Kosten als Hemmschuh. Besser wäre es aller-

dings, wenn es den Müll gar nicht gäbe, erst recht nicht als Treibgut im Ozean. Eine mahnende Zahl zum Abschluss: Schon 2016 sprach eine Studie im Auftrag des Weltwirtschaftsforums die Befürchtung aus, im Jahr 2050 könnte in den Meeren die Menge an Plastik die Menge an Fischen übersteigen. Eine mehr als beunruhigende Aussicht.



DIE AUTORIN

Ob Mode, Schmuck oder Reisen: Die freie Journalistin **Christel Trimborn** beschäftigt sich schon lange mit „grünen“ Themen rund um Nachhaltigkeit. Nach der schockierenden Recherche zum Thema Plastikmüll wird sie definitiv noch genauer hinsehen, welche Verpackungen künftig in ihrem Einkaufskorb landen.

INTEGRATIVE INNOVATIONEN

Das Leben mit Behinderung bringt große Herausforderungen mit sich – moderne Technik kann bei der Bewältigung helfen. Aber auch Nicht-Behinderte können von den Innovationen profitieren.

— von Christiane Link



— Der Mechaniker Guisepe Pellegrino Turri verliebte sich in die schöne Gräfin Carolina Fantoni da Fivizzano. Sie schrieben sich Liebesbriefe, aber die Frau erblindete nach und nach, ihre Schrift wurde unleserlich. Um nicht auf ihre Briefe verzichten zu müssen, konstruierte Turri Anfang des 19. Jahrhunderts eine Maschine aus Schlüsseln und Metallarmen, die mit Buchstaben bestückt waren. Wenn die Gräfin eine Taste drückte, schlug einer der Arme auf ein Blatt Papier – die erste Schreibmaschine war erfunden. Und aus der Schreibmaschine ging bekanntlich später die Tastatur

hervor, die es uns bis heute ermöglicht, Texte elektronisch und in rasender Geschwindigkeit zu schreiben und einen Computer zu bedienen. Andere Quellen gehen davon aus, dass der Bruder der Gräfin die Maschine erfunden hat, um seiner blinden Schwester zu helfen, Turri hingegen soll die Maschine lediglich verbessert haben. Ganz gleich, welcher Version man glaubt, es gibt in der Geschichte viele technische Errungenschaften, die ursprünglich nur deshalb erdacht wurden, um behinderten Menschen zu helfen. Vom Transistor über Scanner und Touchscreen bis zum Audiobook – sie wurden



» Die Möglichkeit, ein Auto zu fahren, ist immer noch Voraussetzung, um gerade in ländlichen Regionen mobil zu sein

Constantin Grosch

alle für behinderte Menschen erfunden und entwickelten sich später zu Mainstream-Produkten. Und auch heute noch gibt es Entwicklungen für behinderte Menschen, die die Basis für die Zukunftstechnologien von morgen sind.

Ohne Auto kein Beruf, keine Aktivitäten

Constantin Grosch aus Hameln nutzt zum Autofahren eine Technologie namens Drive-by-wire, die es ihm ermöglicht, auch mit eingeschränkter Armfunktion ein Auto zu lenken. „Die Möglichkeit, ein Auto zu fahren, ist immer noch Voraussetzung, um gerade in einer ländlichen Region, wo ich lebe, mobil zu sein“, sagt der Rollstuhlfahrer, der aus seinem E-Rollstuhl heraus sein Auto steuert. Es sei für ihn Grundvoraussetzung, um am gesellschaftlichen Leben teilzunehmen. „Ohne diese Möglichkeit könnte ich in meiner Region keinem Ehrenamt, keinem Beruf und keiner Freizeitaktivität dauerhaft nachgehen.“ Die Technologie, die Constantin Grosch nutzt, kommt von Paravan, einer Firma, die auf den Umbau und Anpassungen für behinderte Menschen spezialisiert ist. Allerdings ist die Technologie nicht mehr nur für Autos von behinderten Kunden interessant, denn der Zukunftsmarkt der selbstfahrenden Autos braucht diese Schlüsseltechnologie für



DOPPELTER NUTZEN

Schaeffler unterstützt mit gebrauchter IT-Hardware Umweltschutz und Inklusion und bekam für sein sozial-ökologisches Wirken eine Urkunde von der AfB (Arbeit für Menschen mit Behinderung) überreicht. Darum geht es: Im vergangenen Jahr hat Schaeffler 8.970 IT-Geräte, vor allem PCs, Notebooks und Flachbildschirme, an die AfB übergeben. Die ausgemusterte Hardware war größtenteils noch voll funktionsfähig: Mehr als 83 Prozent der Geräte konnten direkt weitervermarktet werden. Bei Notebooks entsprach die Quote sogar 96 Prozent. Defekte Geräte wurden zerlegt und an zertifizierte Recy-

clingbetriebe übergeben. Durch die Kooperation von Schaeffler und AfB wurden 611.478 Kilo Eisenäquivalente, 442.108 Kilo CO₂-Äquivalente sowie 1.362.718 kWh Energie eingespart. Letzteres entspricht dem durchschnittlichen Jahresverbrauch an Strom von 648 Zwei-Personen-Haushalten. Bereits seit 2008 kooperiert Schaeffler mit Europas größtem gemeinnützigem IT-Unternehmen, indem sie gebrauchte Hardware für die Datenlöschung, die Aufbereitung und den Wiederverkauf an AfB abgeben. Durch die Rückführung der Geräte in den Wirtschaftskreislauf wird Elektroschrott vermieden und natürliche

Ressourcen werden geschont. Außerdem kommt AfB durch die Partnerschaft mit Schaeffler seinem Ziel näher, langfristig 500 Arbeitsplätze für Menschen mit Behinderung zu schaffen.



Schaeffler-Mitarbeiter Gerd Goesswein (M.) nimmt die Urkunde von AfB entgegen



Über eine Milliarde Kilometer haben Behinderte mit dem Drive-by-wire-System von Paravan zurückgelegt. In einem Joint Venture mit Schaeffler findet die Technologie jetzt Einzug ins autonome Fahren

das autonome Fahren. Diese Autos sind insbesondere auf eine sichere und hochzuverlässige Aktorik wie zum Beispiel Lenkfunktionen angewiesen. Deshalb ist Schaeffler mit Paravan bereits 2018 ein Joint Venture eingegangen, um diese Technologie unter anderem bei seinem kleinen und wendigen Fahrzeugkonzept Schaeffler Mover nutzen zu können.

Auch für Christian Bayerlein aus Koblenz erleichtert Technologie den Alltag. Er hat stark eingeschränkte

Arm- und Handfunktionen und nutzt einen E-Rollstuhl. Der Informatiker hat sich viele seiner technischen Hilfsmittel selbst optimiert oder einfach angepasst. Sein Smartphone bedient er über ein Bluetooth-Maus-Modul, das in seinen Rollstuhl integriert ist. Er nutzt dafür einen Mini-Joystick. Auch einen Kabel-Receiver mit Webinterface hat er in sein System integriert. „Oft ist es so, dass ich etwas lösen möchte und dann schaue, was man mit Technologie tun kann.“ Seine Haustür öffnet ein Smartlock namens Nuki, für das er ein Webinterface geschrieben hat. So kann er vom PC aus mit Spracherkennung die Tür öffnen. „Die ganze Smarthome-Technologie kommt aus dem Behindertenbereich und ist jetzt für den Massenmarkt angepasst worden“, sagt Bayerlein.

Und dennoch sieht Bayerlein nicht die Technologie allein als Allheilmittel an. „Bessere Technik darf die Gesellschaft nicht davon abhalten, Barrierefreiheit herzustellen.“ Auch Pflegeroboter und sogenannte Exoskelette, die gelähmten Menschen das Gehen ermöglichen sollen, sieht er skeptisch. „Meine Assistenten brauchen teilweise Jahre, um mich gut zu unterstützen, ohne mir Schmerzen zu bereiten und mich stabil und bequem hinzusetzen.“ Man müsse genau wissen, wie man ihn anfasst, wenn man ihn zum Beispiel in den Rollstuhl hebt. „Außerdem halte ich den menschlichen Faktor für wichtig, bei einem Pflegeroboter würde mir das fehlen.“ Exoskelette

APPS FÜR BLINDE

Seeing AI – Sehhilfe fürs Smartphone

Seit seiner Erfindung ist das Smartphone zum Hilfsmittel Nummer eins für blinde Menschen geworden. Microsoft hat mit der App „Seeing AI“ eine Art Schweizer Messer für blinde User geschaffen. Die App nutzt künstliche Intelligenz, um Schilder oder Dokumente zu lesen. Sie erkennt Barcodes und Personen, wenn man sie vorher gespeichert hat. Sie kann Geld klassifizieren und Szenen von Fotos beschreiben. Außerdem dient sie als Farberkennungssystem und kann Lichtintensitäten in Töne umwandeln. Je heller die Umgebung, desto höher ist der Ton. All diese Funktionen kann die App in Millisekunden ausgeben und ist so zu einem wichtigen Werkzeug für blinde Menschen im Alltag geworden.

Aira – der Flughafen-Navigator

Wer blind ist und sich auf einem Flughafen zurechtfinden muss, brauchte bislang so gut wie immer eine Assistenz vor Ort, um sein Gate oder die Sicherheitskontrollen zu finden. Die App „Aira“ nutzt künstliche Intelligenz (artificial intelligence, AI) und Remoteunterstützung (remote assistance, RA), um blinde Menschen an Orten wie Flughäfen die Orientierung zu erleichtern oder sie bei anderen Herausforderungen im Alltag zu unterstützen. Nutzer werden mit speziell ausgebildeten Mitarbeitern verbunden, die über die Kamera im Handy oder über eine Kamera-Brille sehen können, was gerade um den Nutzer herum passiert. So können sie ihm den Weg weisen oder bei anderen Problemen behilflich sein.

Künstliches Auge:
Die App „Seeing AI“
übersetzt Bilder
in Sprache



Sieht cool aus und kann sogar Treppen steigen: die Rollstuhl-Konzeptstudie Scewo



» Die ganze Smarthome-Technologie kommt aus dem Behindertenbereich

Christian Bayerlein

empfindet er als „Hype“. „Für manche Leute und Einsatzgebiete mag das toll sein, aber irgendwie hat es auch etwas von einem Fetisch des Normativen“, sagt er.

Treppauf, treppab mit dem Rollstuhl

Viel mehr begeistern kann er sich für eine Entwicklung aus der Schweiz. Der Scewo ist ein völlig neues Konzept eines E-Rollstuhls, der noch in diesem Jahr an die ersten Kunden ausgeliefert werden soll. Zum einen kann der Scewo Treppen fahren, was in einer nicht barrierefreien Umgebung durchaus praktisch ist. Aber das ist gar nicht mal das, was Christian Bayerlein an dem Schweizer Gefährt am meisten begeistert. Es ist vor

allem das Design: „Der Rollstuhl wirkt überhaupt nicht medizinisch. Das finde ich wirklich innovativ.“ Das Aussehen des Rollstuhls habe für ihn wirklich etwas mit Inklusion zu tun, denn auch behinderte Menschen wollten „cool“ sein. Er wolle sich mit seinem Rollstuhl identifizieren können, und das sei beim Scewo einfach der Fall. Deshalb könne er sich auch vorstellen, dass dieser Rollstuhl irgendwann gar nicht mal nur von behinderten Menschen genutzt werden könnte, sondern einfach als Fortbewegungsmittel für alle, die lieber sitzen wollen. Bei einer zunehmend älteren Bevölkerung wäre das durchaus denkbar. Und dann wäre wieder mal eine Erfindung für behinderte Menschen zum Mainstream-Produkt für alle geworden.



DIE AUTORIN

Die Journalistin **Christiane Link** ist in Rheinland-Pfalz und Hessen aufgewachsen, bevor sie an der Universität Hamburg Politikwissenschaft studierte. Heute lebt sie in London und bezeichnet sich selbst als „Geek“. Sie probiert gerne neue Technologien aus und sieht ihren Rollstuhl als Accessoire an. Als Kind hatte sie einen der ersten farbigen Rollstühle ab Werk, die es überhaupt gab.

GANZ SCHÖN AUSGEHACKT

Herausforderung Datenmanagement: wie Unternehmen die IT-Sicherheit ins Zentrum stellen, ohne sich von der Außenwelt abzukapseln.

— von Lorenz Steinke



— Viele Jahre waren Computer-Netzwerke nur etwas für wenige Wissenschaftler und Militärs. Großrechner standen in hermetisch abgeriegelten Forschungszentren – sicher gegen jeglichen Zugriff von außen. So glaubte man jedenfalls. Dann kam ein siebenjähriger Junge und wurde zum weltweit ersten Hacker.

Nur zum Spaß piff 1957 der blinde und mit einem absoluten Gehör gesegnete US-Schüler Josef Carl Engressia einen Ton mit 2.600 Hertz in die Sprechmuschel des elterlichen Telefons und stellte verblüfft fest, dass die Vermittlungsstelle der amerikanischen Telefongesellschaft AT&T auf sein Signal die Verbindung unterbrochen hatte. Zufällig hatte Engressia entdeckt, dass Steuercodes im amerikanischen Telefonnetz über simpelste Tonfolgen ausgetauscht wurden. Anfangs nutzte Engressia diese Entdeckung lediglich, um kostenlose Ferngespräche zu führen, doch bald lernten er und viele von ihm inspirierte Hacker, wie man auch andere Geräte mit Tönen kapert. Als in den 1980er-Jahren Mailbox-Netzwerke, Vorläufer des Internets, aufkamen, wählten sich Hacker mittels Pfeiftönen in Datennetze ein und verwischten ihre Spuren, indem sie über fremde

Leitungen telefonierten. Manche bastelten elektronische Tongeneratoren oder benutzten Spielzeugpfeifen aus Frühstücksflocken-Packungen. Sogar abgerichtete Kanarienvögel sollen zum Einsatz gekommen sein.

4.600 Milliarden Euro Schaden weltweit

Ton-Hacking ist heute nur noch in wenigen Telefonnetzen möglich, aber mit den Sicherheitsstandards der Netze sind auch die technischen Möglichkeiten der Hacker gewachsen. In einer Befragung des Bundesverbandes Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (Bitkom) gaben 70 Prozent der Unternehmen an, in den letzten zwei Jahren Opfer von Datendiebstahl, Industriespionage oder Sabotage gewesen zu sein. Weitere rund 19 Prozent der Firmen waren sich unsicher – nicht immer sind Hacker-Attacken im Nachhinein erkennbar. Besonders Mittelständler sind häufige Opfer. Die Unternehmensberatung Accenture schätzt, dass Cyber-Attacken in den nächsten fünf Jahren weltweit Schäden in der unglaublichen Höhe von 4.600 Milliarden Euro verursachen werden.

» Wir können dafür sorgen, dass wir ein schwieriges Angriffsziel sind und dass Angreifer ihren Eindringversuch schneller wieder aufgeben

Marc Votteler, Vice President Global Technology Services bei Schaeffler

Bekannt wurden in den letzten Jahren immer wieder auch Angriffe auf Industrieunternehmen durch Schadprogramme, hinter denen nicht gewöhnliche Hacker, sondern – so die Vermutung – ausländische Regierungen beziehungsweise deren Geheimdienste steckten. Der Grund für den Verdacht: Die genutzte Software war einfach zu gut und zu komplex, um das Werk eines Einzelnen zu sein. So sind Unternehmen gleich doppelt bedroht – durch private und staatlich organisierte Angriffe.

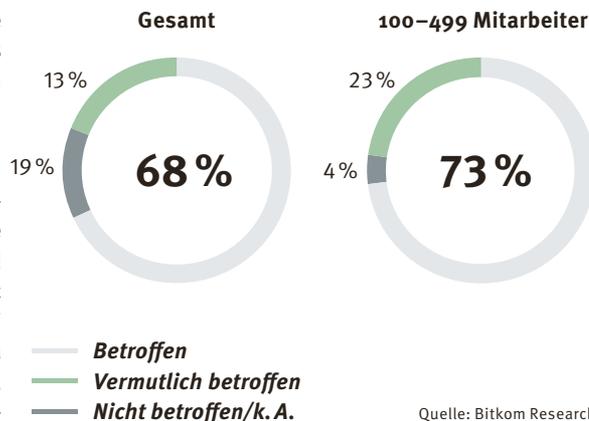
Sich von der Außenwelt abzukoppeln ist im Zeitalter von Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge gleichwohl keine Lösung – eine abwehrstarke IT und gut geschulte Mitarbeiter sind es hingegen schon. Marc Votteler, Vice President Global Technology Services bei Schaeffler, mahnt: „Kein Unternehmen kann sich zu 100 Prozent schützen. Aber wir können dafür sorgen, dass wir ein schwieriges Angriffsziel sind und dass Angreifer ihren Eindringversuch schnell wieder aufgeben.“

Doch noch immer setzen gerade viele mittelständische Unternehmen, aber auch Großkonzerne, beispielsweise in vielen Produktionsumgebungen veraltete Betriebssysteme ein. Eben erst hat Microsoft angekündigt, für Windows 7 keine Updates mehr herauszubringen. Firmenkunden können sich noch eine allerletzte Support-Frist bis 2023 erkaufen, danach wird das weitverbreitete Betriebssystem zum offenen Scheunentor für Hacker.

Allein in Deutschland werden täglich rund 60.000 Computer durch Schadsoftware infiziert, warnt das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik – weltweit sind es mehrere Hunderttausend. Viele werden Teil von Bot-Netzen, die darauf warten, durch ein geheimes Signal ihres Programmiers aktiviert zu werden. Nicht selten stehen befallene Systeme jahrelang unbemerkt herum – etwa in Schulungsräumen oder als Steuerung einer Fertigungsstraße, die aus betrieblichen Gründen nicht

MITTELSTAND BESONDERS IM FOKUS

War Ihr Unternehmen innerhalb der letzten zwei Jahre von Datendiebstahl, Industriespionage oder Sabotage betroffen?

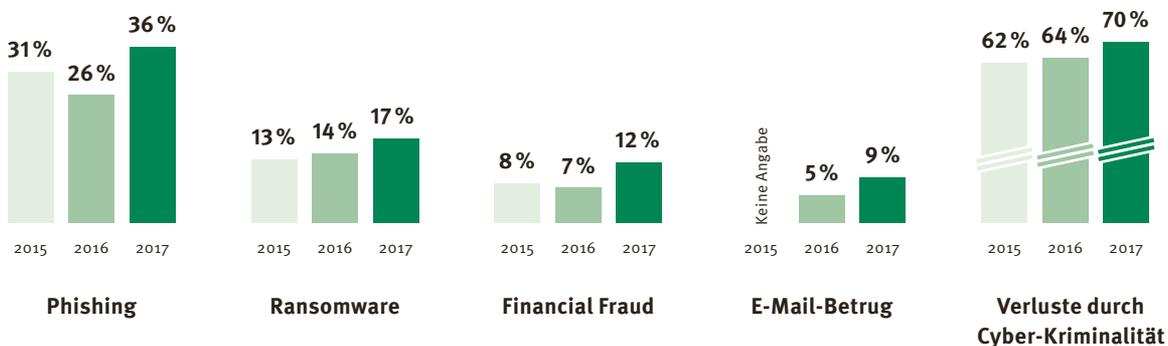


upgedatet und virensicher gemacht wird, weil die Bediensoftware nicht mit neueren Betriebssystemen zusammenarbeitet. Immer häufiger sind auch scheinbar harmlose Geräte wie Kaffeemaschinen in Firmennetzen angemeldet und können so Passwörter an Hacker herausgeben, warnt der Hersteller von Anti-Viren-Software Kaspersky Lab.

Automatisierung öffnet Türen für Hacker

Die zunehmende Automatisierung der Industrie 4.0 öffnet Hackern neue Türen. Was geschieht, wenn ein autonomer Shuttlebus auf dem Firmengelände manipuliert wird, einen Unfall verursacht und Menschen zu Schaden kommen? Risiken wie dieses müssen in regelmäßigen Sicherheitsübungen der Unternehmens-IT

CYBER-ATTACKEN AUF UNTERNEHMEN NEHMEN ZU



Quelle: Umfrage des IT-Dienstleisters IDG unter 510 US-Topmanagern unterschiedlichster Branchen

IT-SICHERHEIT SO MACHT ES SCHAEFFLER



„Es geht dabei nicht nur um Technik und Prozesse, sondern auch um den Menschen. Wir brauchen zur Stär-

kung der Cyber-Sicherheit bei Schaeffler zum einen Mitarbeiter, die das Know-how haben und die Besten auf diesem Gebiet sind – was im aktuellen Wettbewerb nicht einfach ist. Zum anderen brauchen wir aber auch das Bewusstsein und die Akzeptanz aller Mitarbeiter dafür, wie wichtig dieses Thema für Schaeffler ist.“

Georg F. W. Schaeffler, Gesellschafter und Aufsichtsratsvorsitzender

Seit 2014 hat Schaeffler einen Chief Compliance Officer (CCO), der unter anderem für die Unternehmenssicherheit inklusive Cybercrime zuständig ist und direkt an den Finanzvorstand berichtet.

Zum Schutz von eigenen und Kundendaten pflegt Schaeffler ein Informationssicherheitsmanagementsystem (ISMS), das sich am Standard ISO/IEC 27001 orientiert.

Interne und externe Experten sensibilisieren Mitarbeiter regelmäßig in Schulungen anhand von Fallbeispielen zu den neuesten Tricks von Cyber-Kriminellen, etwa beim CEO-Fraud

oder dem Einschmuggeln von Viren, Würmern und Ransomware (Erpresserprogramme, die Firmendaten kapern und nur gegen Lösegeld freigeben).

Bei der Umsetzung seiner Digitalen Agenda sucht Schaeffler gezielt Digital Talents und Digital Natives, die ihr Wissen über Datenmanagement und Datensicherheit auch intern weitergeben.

Schaeffler ist Mitglied in der Gesellschaft für Datenschutz und Datensicherheit e. V. (GDD) und steht in regelmäßigem Austausch mit Behörden und Unternehmen zu aktuellen Risiken und Themen der Cyber-Sicherheit.

simuliert und entdeckte Einfallstore unverzüglich geschlossen werden. Viele Unternehmen haben darauf während ihres Industrie-4.0-Wandels bereits reagiert. „Das Thema Informations- und Cyber-Sicherheit ist für uns wichtig und wird in den kommenden Jahren eine große Rolle spielen“, sagt Klaus Rosenfeld, Vorsitzender des Vorstands bei Schaeffler. „Auch unter dem Aspekt der fortschreitenden Digitalisierung im Rahmen unseres Zukunftsprogramms Agenda 4 plus One, mit dem wir die Transformation von Schaeffler weiter konsequent vorantreiben.“

Millionenzahlungen von Firmenkonten

Neuester Trend bei Hackern: CEO-Fraud – interne Prozesse und Daten ausspähen, sich als CEO des Unternehmens ausgeben und dann Mitarbeiter dazu bringen, Firmengelder auf Konten der Hacker zu überweisen. Die US-Bundespolizei FBI erfasste in den letzten fünf Jahren rund 78.000 Fälle von CEO-Fraud. Der österreichisch-chinesische Luftfahrtzulieferer FACC wurde 2016 Opfer und überwies 50 Millionen Euro an Kriminelle. Schaeffler baut deshalb gegen CEO-Fraud auch auf moderne Informationssicherheitsmanagementsysteme (ISMS), die sensible Unternehmensdaten vor Zugriffen durch Dritte schützen und intelligent festlegen, welche Inhalte auf Firmenhandys und -rechnern vorhanden sein dürfen – und wie sie dort verschlüsselt gespeichert werden.

Auch die Mitarbeiter selbst müssen immer wieder für die IT-Sicherheit sensibilisiert werden. Jedes auf das Firmengelände mitgenommene private Endgerät mit Kamera und Mikrofon ist ein Sicherheitsrisiko. Und obwohl die von herrenlos aufgefundenen USB-Sticks ausgehende Viren-Gefahr Thema jeder Sicherheitsschulung ist, wurden bei einem Versuch an der University of Illinois rund 45 Prozent aller ausgelegten Sticks von ihren Findern arglos in einen Computer gesteckt. So bleibt der Mensch das verwundbarste Glied in der Kette.

Schon als der siebenjährige Engressia einst die Störungsstelle von AT&T zum 2.600-Hertz-Trick befragte, gaben ihm die Mitarbeiter dort bereitwillig weitere Auskünfte – und halfen der Szene so unwissentlich, ihre Telefon-Tricks zu verfeinern und sich Ferngespräche im Gesamtwert von Millionen zu „erpfeifen“.



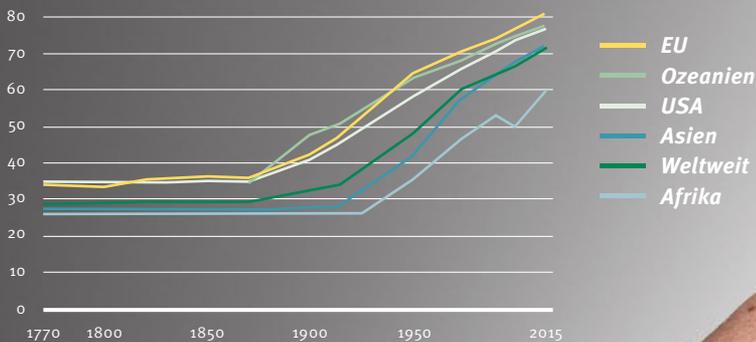
DER AUTOR

Mit 8-Bit-Computern ist der Journalist, Kommunikationsberater und Ex-Telekom-Sprecher Dr. Lorenz Steinke einst aufgewachsen. Das Krächzen der Datasetten und Akustikkoppler war die Musik seiner Jugend. An die Telefonrechnungen jener Zeiten denkt er nicht so gerne zurück.

WHO WANTS TO LIVE FOREVER?

— Das ewige Leben – schon ebenso ewiglich suchen seriöse Wissenschaftler und Scharlatane nach einem Jungbrunnen, um dieses zu erreichen. Von den alten Ägyptern über chinesische Naturheiler bis hin zu Botox spritzenden Schönheitschirurgen. Das Problem: Altern ist ein komplexer Vorgang mit unzähligen Beteiligten in unserem Körper. Immerhin: Dank stetig besser werdender medizinischer Versorgung und einem gesünderen Lebenswandel steigt die Lebenserwartung der Menschen auch ohne Wundermittelchen von Generation zu Generation (siehe Grafik). Dem noch jungen Zweig der Anti-Aging-Medizin ist das nicht genug, er will beim Altern weiter auf die Bremse drücken. Ein wichtiger Helfer dabei: der Fadenwurm *Caenorhabditis elegans*. Das Erbgut (Genom) des kleinen Weichtiers ist dem des Menschen nicht unähnlich, und in seiner nur zwei bis drei Wochen langen Lebensdauer altert er wie im Zeitraffer. Anti-Aging-Mediziner der US-Forschungseinrichtung Scripps Research konnten nun bei *C. elegans* ein Enzym blockieren und so die Lebenserwartung um 45 Prozent steigern: Nach 30 Tagen war noch die Hälfte der Testobjekte am Leben, während in der unbehandelten Kontrollgruppe alle Würmer längst gestorben waren. Von *C. elegans* zu *Homo sapiens* ist zwar noch ein weiter Weg, aber wer weiß, vielleicht wird dieser Dialog zwischen dem unsterblichen Connor MacLeod und der Pathologin Brenda Wyatt im Film „Highlander“ irgendwann gar nicht mehr so fantastisch klingen: „Ich lebe seit viereinhalb Jahrhunderten und ich kann nicht sterben.“ – „Na ja, wir haben alle unsere Probleme.“ —

ANSTIEG DER LEBENSERWARTUNG SEIT 1770



Aktuell ist Island der Staat mit der höchsten Lebenserwartung: Männer leben dort im Schnitt 81,3, Frauen 87,3 Jahre. Schlusslicht: die Zentralafrikanische Republik (50,3/54). Meist liegt der Unterschied zwischen Männern und Frauen bei 4 bis 8 Jahren, in vielen Ländern der ehemaligen UdSSR bei rund 10 Jahren.

Quellen: Zahlen vor 1990 James Riley; ab 1990 WHO und Weltbank





ausblick

Technik für morgen

» *Warum bekommt der Mensch die Jugend in einem Alter, in dem er nichts davon hat?*

George Bernard Shaw



Von der Straße in die Luft und zurück:
Modulare Mobilitätskonzepte verknüpfen
vertikale und horizontale Mobilität. Und das
zu prognostiziert marktfähigen Preisen

AM BESTEN GLEICH IN **DIE LUFT** GEHEN

Die Straßen voll, die Schienen ausgelastet – die Eroberung des Luftraums kann zur Entzerrung des Verkehrs beitragen. Die vertikale Mobilität mit Drohnen ist eine vielversprechende Ergänzung im Portfolio urbaner und interurbaner Fortbewegung – auch für Schaeffler.

— von Carsten Paulun



— Hamburger Hafen, im Wasser dümpeln dicke Pötte, von denen schwere Container entladen werden. Geschäftiges Treiben. Die Geräuschkulisse überlagert das Surren, das von oben kommt. Dort gehen Drohnen ihrer Arbeit nach. Seit zwei Jahren schon setzt der dortige Terminalbetreiber HHLA die kleinen Fluggeräte für Sichtwartungen ein. Auch die benachbarte und 135 Meter hohe Köhlbrandbrücke wird seit Jahren von der Hamburger Port Authority mit Drohnen auf Schäden untersucht. Auch Eisenbahntrossen, Pipelines, Häuserfassaden oder Offshore-Windparks werden von den unbemannten Luftspionen überwacht. Ordnungshüter greifen ebenfalls zunehmend auf diese Art der Luftunterstützung zurück.

Schon heute zwei Tonnen Nutzlast

Der Einsatzbereich von Drohnen wird fast im Tagesrhythmus größer. Unlängst startete Airbus in Singapur den Warentransport mit Drohnen zu Schiffen, die in den Gewässern vor der Stadt auf Reede liegen. Bis zu vier Kilo Nutzlast und drei Kilometer Entfernung sind hier schon heute möglich. Damit kann man Ersatzteile, Medikamente, Geld oder Dokumente auf die Schiffe bringen – Alltag an großen Seeumschlagplätzen wie Singapur. Mit Drohnen lässt sich das sechsmal schneller und 90 Prozent günstiger erledigen als per Boot, sagt Airbus. Im Hamburger Hafen sollen in absehbarer Zeit sogar große Container mit Drohnen hin und her geflogen werden. „Bei uns lernen die Boxen zu fliegen“, verspricht Angela Titzrath, Vorstandschefin der Hamburger Hafen und Logistik AG (HHLA). Bedenkt man, dass die Quadroptopter schon heute in der Lage sind, bis zu zwei Tonnen gen Himmel zu heben, mag man ihrem Versprechen durchaus Glauben schenken.

All die oben genannten Beispiele sind erst der Anfang einer vertikalen Mobilitätsoffensive. Mit der Größe der Drohnen wachsen auch die Einsatzmöglichkeiten. Prof. Dr.-Ing. Tim Hosenfeldt, Leiter Innovation & Zentrale Technologie bei Schaeffler, ist sich sicher: „Die Zukunft der urbanen Mobilität wird vermehrt in der Luft stattfinden.“ Auf einem Kongress über urbane Mobilitätskonzepte der Zukunft legte der Schaeffler-Experte die Bandbreite der Einsatzzwecke dar. Sie reichen von Lieferdiensten über medizinische Versorgung und interurbane Mobilität bis zum Rennsport (siehe auch Grafik auf Seite 84).

Demokratisierung der vertikalen Mobilität

Die vertikale Mobilität ist schon heute in Mega-Metropolen wie São Paulo, Mexiko-Stadt, London oder New York im Einsatz – mit Helikoptern. Allerdings können sich nur Reiche den komfortablen, staufreien und damit pünktlichen Service leisten. Drohnen können

» Die Zukunft der urbanen Mobilität wird vermehrt in der Luft stattfinden

Prof. Dr.-Ing Tim Hosenfeldt,
Leiter Innovation & Zentrale
Technologie bei Schaeffler

helfen, diese Art der Fortbewegung zu demokratisieren. Mobilitätsdienstleister Uber kalkuliert für die Drohnen-Taxis Uber Air in der Anfangsphase mit 5,73 Dollar pro Passagiermeile und peilt mittelfristig 1,86 Dollar an. Ziel sollen 0,44 Dollar sein, was in etwa den Kosten für eine Passagiermeile im eigenen Auto entsprechen würde. Die Firma Porsche Consulting hat für Hamburg einige Strecken kalkuliert, zum Beispiel den Drohnenflug vom Flughafen zum neuen Wahrzeichen der Elbmetropole, der Elbphilharmonie. Das Ergebnis: 30 Euro für 12 Kilometer und 30 Minuten Flugzeit – schneller und billiger als die Taxi-Konkurrenz am Boden.

Politik fliegt auf Drohnen-Technologie

Das hört sich fast schon nach einem Schnäppchen an, bei dem man gleich zugreifen will. Da stellt sich die Frage, wann die Drohne ihren Siegeszug im Personen- und Frachtverkehr starten wird. „Wir gehen davon aus, dass der Durchbruch 2025 erfolgt“, sagt Schaeffler-Experte Hosenfeldt. Sebastian Thrun, der langjährige Google-Berater und aktuelle CEO beim Lufttaxi-Start-up Kitty Hawk, ist überzeugt, „dass die Branche in ein paar Jahren das brandheißeste Thema auf dem ganzen Planeten“ sein wird. Gestützt werden solche Prognosen durch das energische Vorantreiben der Technologie an breiter Front. Anbieter wie die etablierten Luftfahrtunternehmen Airbus, Bell und Boeing oder Start-ups wie Lilium, eHang, Kitty Hawk oder Volocopter stehen in den Startlöchern. Seitens der Politik gibt es Rückenwind. Der deutsche Verkehrsminister Andreas Scheuer sagte bei der Präsentation des Airbus-Lufttaxis geradezu euphorisch: „Wir wollen Drohnen und Lufttaxis aus dem Labor in die Luft bringen – im Sinne eines starken Innovationsstandortes Deutschland.“ Sein österreichischer Amtskollege Norbert Hofer drückt ebenfalls verbal aufs Gaspedal. Er hoffe, dass Österreich zu den ersten Ländern gehört, in denen Drohnen-Taxis durch die Städte fliegen.



Schnell und effizient: Schon jetzt sind Drohnen im Lieferverkehr im Einsatz. Zukünftig sogar mit großen (allerdings leeren) Containern am Haken



Drohnen, die **Cargo- oder Passagier-Boxen des Schaeffler Mover** aufnehmen und noch schneller von A nach B bringen: So kann sich der Zulieferer die Verknüpfung vertikaler und horizontaler Mobilität vorstellen.

SCHWEIZER TASCHENMESSER DER MOBILITÄT

Drohnen sind schnell, wendig, flugsicher in diversen Größen und Preisklassen erhältlich – und daher extrem vielseitig einsetzbar.

INDUSTRIELLE ANWENDUNGEN

Warenlogistik
Inspektionsflüge
Überwachung
Vermessung/
Kartografie



URBANE MOBILITÄT

Highspeed-Pendeln
Tourismus
Verbindung von
horizontalem und
vertikalem Transport
Airport-to-City-
Angebote
Polizei-, Feuerwehr-,
Rettungseinsätze



INTERURBANE MOBILITÄT

Linienflüge
Charterflüge
Luftfracht
Katastrophenhilfe



SPORT

Drohnenrennen
Marketing
Forschung und
Entwicklung





1.000 Flüge

fielen kurz vor Weihnachten 2018 am Londoner Flughafen Gatwick aus, weil Drohnen in den Luftraum eingedrungen waren. Über 140.000 Passagiere waren betroffen.

15 Mio.

Flugstunden sollen 2035 weltweit auf urbane Lufträume entfallen, 2050 bereits 3 Mrd. und 2070 schon 12 Mrd.

Quelle: „Urban Air Mobility Study Report 2019“ von Horváth & Partner

23.000

Drohnen oder ähnliche Fluggeräte könnten 2035 produziert werden. Die Zahlen steigen bis 2050 (3 Mio.) bzw. 2070 (7 Mio.) massiv an.

Quelle: „Urban Air Mobility Study Report 2019“ von Horváth & Partner

Die Konkurrenz ist groß, in nicht weniger als 50 Städten rund um den Globus sind Projekte für vertikale Mobilität am Start.

Der Elan der Legislative befeuert die Fantasien der Drohnen-Unternehmer. Aus gutem Grund: Ohne den nötigen rechtlichen Rahmen wird der Luftraum in den Städten eine Tabuzone bleiben. Lilium-Chef Daniel Wiegand mahnt: „Die Technologie ist nicht unser Problem, es sind eher die Dinge, die wir nicht selbst unter Kontrolle haben, wie beispielsweise Luftfahrtregeln und der Aufbau der für den Luftverkehr neuen Infrastruktur mit Start- und Landemöglichkeiten.“

Ob Kommunalpolitiker, Umweltverbände und Bewohner der „bedrohnten“ Städte die Euphorie teilen, ist zumindest fraglich. Ganz klar: Der Luftraum in dicht

besiedelten Stadtgebieten ist besonders sensibel. Lärm- und Umweltschutz sind ebenso heiße Eisen wie der Aspekt der Sicherheit. Was niemand will: neben verstopften Straßen auch noch einen verstopften Luftraum ein Stockwerk höher. Und erst recht keine abstürzenden Flugkörper über bewohnten Gebieten. In einer Studie der US-Universität Berkeley äußerten die Befragten bei den Stichworten Sicherheit, Lärm und Eindringen in die Privatsphäre die größten Bedenken. Auch löst der Gedanke, sein Schicksal in die Hände einer autonom fliegenden Maschine zu legen, zwiespältige Gefühle aus. Außerdem hielt eine Mehrheit der Befragten Passagierflüge mit Drohnen eher im interurbanen Verkehr für sinnvoll als im urbanen.

Schaeffler spielt Kompetenzen aus

Um Unfälle zu verhindern, sind auch die technischen Anforderungen an die Fluggeräte extrem hoch. Ein Vorteil für Schaeffler. „Wir sind seit vier Jahrzehnten als Zulieferer in der Luft- und Raumfahrt aktiv und entsprechend zertifiziert“, erklärt Hosenfeldt. „Das erleichtert uns den Zugang zum expandierenden Markt mit Drohnen.“ Auch die Erfahrungen in der Elektrosportserie Formel E sind wertvoll. Insbesondere im Bereich Hitzeentwicklung. Immer wieder kämpfen Hersteller bei Testflügen mit diesem Problem, bis hin zu Brandschäden. Hosenfeldt: „In der Formel E haben wir auch im Bereich Thermo-Management wichtige Erfahrungen gesammelt, weil die von uns mitentwickelten Antriebsaggregate im Rennbetrieb über einen längeren Zeitraum Höchstleistungen abrufen und standhalten müssen.“

Aktuell ist Schaeffler mit verschiedenen Herstellern in Gesprächen. Beim Technologiekonzern kann man sich vorstellen, neben Lagern, E-Motoren und Leistungselektronik auch komplette Antriebseinheiten zuzuliefern. Und warum nicht Passagier- oder Cargo-Boxen des urbanen und autonomen Mobilitätskonzepts Schaeffler Mover mit Drohnen in die Luft aufsteigen lassen? Wie heißt es so schön in der Branche: „The sky is the limit.“



DER AUTOR

Wenn der Mobilitäts- und Technikjournalist **Carsten Paulun** mal wieder mit seinem Auto im Stau steht, wünscht er sich des Öfteren, eine Drohne würde ihn samt Fahrzeug aufpicken und ans Ziel fliegen.

Die größte Herausforderung der vertikalen Mobilität sieht er beim Lärm und auch bei den Kosten. Eine abgeschottete Jetset-High-Society will er nicht über sich haben.

SCHÖNE AUSSICHTEN?!

Herausforderung Afrika: Eine junge, technikversierte Generation prescht voran und will das Bild vom rückständigen Kontinent revidieren. Große Hürden aber bleiben.

— von Claudia Bröll

Blick auf die südafrikanische Metropole Kapstadt. Neben Tourismus und Finanzdienstleistungen gehört die Informationstechnologie zu den wichtigen Wirtschaftszweigen der Region



— Peter Kariuki war 11 Jahre alt, als er sich selbst das Programmieren beibrachte. In seinem Dorf in Kenia war das Internet damals unbekannt, die meisten Bewohner hatten noch nicht einmal Strom. Durch Zufall hatte der Sohn von Kleinbauern jedoch in einem Copypshop einen Informatikstudenten getroffen, der ihm erstmals von Computern erzählte. „Die Begeisterung war sofort einfach“, erzählt Kariuki.

Der kleine Junge druckte 400 Seiten eines Leitfadens zum Programmieren von C++ auf dem knarrenden Drucker seines Onkels aus und legte los. Heute ist der Kenianer 25 Jahre alt und Mitgründer von SafeMotos, einer Art Uber für Motorradtaxis in Ruanda. Das Start-up-Unternehmen ist so erfolgreich, dass es auch international für Aufsehen sorgt. Mehr als 600.000 Fahrten hat es bisher koordiniert – und es wächst und wächst.

Kariuki ist ein Musterbeispiel der jungen Unternehmergegeneration, die in Afrika vielerorts gerade voranprescht. Die Nachwuchs-Entrepreneure sind gebildet, voller Tatendrang, wagemutig, mit einem ansteckenden Optimismus. „Unsere Generation will sich nicht mehr mit dem Bild Afrikas als rückständiger Kontinent abfinden. Die Zukunft liegt in Afrika“, sagt er.

Die Kraft der Jugend

Die Prognosen über die globale Bevölkerungsentwicklung geben ihm recht. Nach Schätzungen der Vereinten Nationen werden bis 2100 vier von zehn Menschen auf der Welt in Afrika leben. Schon jetzt hat der Kontinent die jüngste Bevölkerung auf der Welt. 2015 waren 226 Millionen Einwohner zwischen 15 und 24 Jahre alt. Bis 2055 dürfte sich diese Zahl verdoppeln.

Mit der wachsenden Bevölkerung vollzieht sich eine immer stärkere Migration vom Land in die Städte. Neue Megametropolen entstehen. Das bedeutet enorme

54 Länder

gibt es in Afrika. **Deutlich höher ist die Zahl der Sprachen und Volksgruppen**, die jeweils bei über 2.000 liegt – von den Berbern im Norden bis zu den Khoisan im Süden. Während und nach der Kolonialzeit wurde bei Grenzziehungen wenig Rücksicht auf zwischengesellschaftliche Ver- und Unverträglichkeiten genommen – was bis heute zu vielen Konflikten auf dem heterogenen Kontinent führt.



» Die Zukunft liegt in Afrika

Peter Kariuki,
Mobilitätsjungunternehmer

sozioökonomische Herausforderungen auf dem Kontinent, aber auch Geschäftspotenzial. Für die Zukunft Afrikas spielt der technologische Fortschritt eine Schlüsselrolle. Die früheren industriellen Revolutionen sind an den Afrikanern weitgehend vorbeigegangen. Südlich der Sahara hat sich nur in Südafrika eine nennenswerte Industrie entwickelt.

Heute bieten erneuerbare Energien, das Internet und der Mobilfunk auch im restlichen Afrika Möglichkeiten, wie sie noch vor 20 Jahren unvorstellbar gewesen wären. „Vor allem die junge Bevölkerung in Afrika drängt es nach moderner Technik, nach Innovationen“, sagt Dina Games, Direktorin der Beratungsgesellschaft Africa@Work in Johannesburg.

Entwicklungssprünge statt -schritte

„Leapfrogging“ („Bockspringen“) ist das große Schlagwort. Das Überspringen von Entwicklungsstufen: von chaotischen Sammeltaxis zu einem appgesteuerten öffentlichen Nahverkehr, von rußenden Kerosinlampen zu Haushalten, die mit Solarenergie versorgt werden, von traditionellen Wochenmärkten zu Onlinehändlern nach dem Vorbild von Amazon.

Teils preschen die Afrikaner sogar anderen voraus. Bestes Beispiel ist das 2007 in Kenia eingeführte Geldtransfersystem M-Pesa, das Banküberweisungen über das Handy ermöglicht. Millionen Menschen nutzen M-Pesa, nicht nur in Kenia, sondern auch in anderen afrikanischen Ländern. Faktisch wird 49 Prozent der kenianischen Wirtschaftsleistung darüber abgewickelt.

Ein hoher Anteil der Afrikaner hat keinen Zugang zu klassischen Bankdienstleistungen. Ein Handy aber hat so gut wie jeder. „Ironischerweise liefert gerade die Rückständigkeit Afrikas in manchen Bereichen den großen Schub“, so Dianna Games. Nach Angaben der Vereinten Nationen nutzen zwölf Prozent der Erwachsenen in Afrika ein Mobile-Banking-Konto. Auf der ganzen Welt sind es durchschnittlich zwei Prozent.

Ob in Ruanda, Uganda, Kenia oder Nigeria – überall auf dem Kontinent tauchen Tech-Zentren auf. Sie heißen Silicon Savannah oder, im Falle Südafrikas, Silicon Cape. Tausende junge Programmierer tüfteln dort, wie sie auch die entferntesten Ecken des Kontinents in das 21. Jahrhundert befördern. Der Innovationsdrang lockt Venture-Capital-Gesellschaften, internationale Konzerne und Nichtregierungsorganisationen. „Es ist kein einfach zu erschließender Markt, aber für Unternehmen wie unseres bieten sich in Afrika unglaubliche Chancen“, sagt auch der zuständige Regionalvorstand bei Schaeffler, Prof. Rainer Lindner (Interview rechts).

Segen und Fluch: die Industrie 4.0

Ob die Silicon Savannahs und Mobil-App-Entwickler aber den großen Aufschwung herbeiführen? Wie in Europa rollt auch in Afrika die Digitalisierung voran. Die vierte industrielle Revolution ist etwa in Südafrikas Autoindustrie im vollen Gange, aber auch in den klassischen Wirtschaftszweigen wie dem Bergbau und der Landwirtschaft wird damit experimentiert. „Die meisten afrikanischen Länder sind nicht auf Industrie 4.0 vorbereitet“,



sagt Dianna Games. Daher könnten auch die vielen durch chinesische Infrastrukturprojekte versprochenen Arbeitsplätze am Ende der Automatisierung zum Opfer fallen.

Eine der großen Hürden ist das Bildungswesen. „Millionen Kinder in Afrika haben keine richtigen Klassenzimmer, keinen Zugang zu Strom, keine Computer“, sagt Games. Sie bekämen von den Lehrern Faktenwissen verabreicht, aber lernten nicht, selbst Ideen zu entwickeln. Die Regierungen in den meisten Ländern fingen erst jetzt an, sich mit den Herausforderungen einer digitalen Welt zu befassen. „Doch außerhalb von Konferenzräumen passiert viel zu wenig. Es reicht nicht, wenn jeder Mensch in Afrika als potenzieller Start-up-Unternehmer betrachtet wird. Wir brauchen Innovationen und wirtschaftliche Aktivitäten in einem viel größeren Ausmaß, um Arbeitsplätze zu schaffen. Dafür muss der Staat die richtigen Rahmenbedingungen schaffen.“

Vorbild Ruanda

Erste „Champions“ aber gibt es auch auf staatlicher Seite: Ruanda, noch vor 25 Jahren Schauplatz eines grausamen Völkermordes, sorgt heute regelmäßig mit neuen Initiativen für Schlagzeilen, von einem eigenen Telekommunikationssatelliten, dem flächendeckenden Einsatz von Drohnen, dem Ausbau der Internetnetze bis hin zu einem Innovationszentrum in der Hauptstadt Kigali, das zu einem panafrikanischen Technologiehub werden soll. Der ruandische Präsident Paul Kagame ist Chairman der Smart-Africa-Initiative, die Afrikas digitale Wirtschaft vorantreiben will.

Mobilitätsjungunternehmer Peter Kariuki hofft, dass auch andere Länder dem Beispiel folgen. Mitgründer Barrett Nash und er hatten sich 2015 bewusst für Ruanda als Start- und Lernbasis entschieden. Das große Potenzial aber wittern sie woanders. Demnächst sollen die Motorräder von SafeMotos auch in Kinshasa, der Hauptstadt der Demokratischen Republik Kongo, unterwegs sein. „Es ist eine Stadt mit 15 Millionen

4,1 Mrd.

Menschen könnten **2100 in Afrika leben**. Allein Nigeria, das so groß wie Texas ist, soll dann 1 Mrd. Einwohner haben.

Quellen: worldpopulationreview.com

Rang 29

nimmt Ruanda als bestplatziertes Land Kontinentalafrikas in der **Liste der „geschäftsfreundlichsten“ Länder** (Ease of Doing Business Index) ein, die die Weltbank regelmäßig erstellt. Damit liegt Ruanda u. a. vor Spanien, Frankreich, der Schweiz und Japan. Allerdings liegen auch sieben der zehn am schlechtesten bewerteten Länder in Afrika.



Afrikanische Kontraste: ein junger Geschäftsmann in der Township von Kapstadt und das Geschäftszentrum von Ruandas Hauptstadt Kigali, das über einem Armenviertel thront

Einwohnern, der Verkehr ist ein absoluter Albtraum, dort können wir eine Menge erreichen.“ Nur eine Baustelle von vielen auf dem Kontinent. Aber auch wenn es dort eine Unmenge von Problemen gibt, so ließen sich doch viele lösen, ist Kariuki überzeugt. „Man muss nur aus dem Fenster schauen und beschließen, etwas dagegen zu unternehmen.“



DIE AUTORIN

Kurz nach der Wahl Nelson Mandelas zum ersten schwarzen Staatspräsidenten Südafrikas zog es die Autorin **Claudia Bröll** erstmals ans Kap. Der afrikanische Kontinent hat sie seitdem nicht mehr losgelassen. Vor allem die Erfolgsgeschichten junger Unternehmer faszinieren sie immer wieder aufs Neue. Seit elf Jahren lebt sie in Südafrika und berichtet über die Wirtschaft des Kontinents.

3 FRAGEN ...

... an Prof. Rainer Lindner, CEO der Subregion Central & Eastern Europe/Middle East & Africa der Schaeffler Gruppe.



Welche Pläne hat Schaeffler in Afrika?
Wir möchten unser Engagement auf dem Kontinent ausbauen und stärken. Grund dafür: Unsere bisherigen Aktivitäten entsprechen nicht den Chancen, die sich in Afrika bieten. Bis Ende des Jahrhunderts werden etwa 4 Milliarden Menschen auf dem Kontinent leben. Es wird zahlreiche

Megacities geben wie Lagos oder Kairo. Das bedeutet unzählige Herausforderungen mit Blick auf Ernährung, Mobilität, Infrastruktur, Energieversorgung. Da wollen wir dabei sein und unseren Beitrag leisten.

Der einzige Produktionsstandort von Schaeffler für die Autoindustrie ist bisher in Südafrika. Hat Schaeffler auch das übrige Afrika im Blick?

Auf jeden Fall. Bis 2030 dürfte die Zahl der verkauften Neuwagen in Afrika 10 Millionen erreichen, das ist das Doppelte von heute. Langfristig werden zudem mehrere Produktionshubs entstehen: im südlichen Afrika, in Ostafrika und in Nordafrika. Dort, wo unsere Kunden produzieren, müssen wir auch sein. Neben Direktlieferungen an Autoproduzenten ist der Automotive Aftermarket ein wichtiger Geschäftszweig. Wir sehen aber nicht nur Chancen auf dem Automarkt, sondern auch in allen anderen Infrastrukturbereichen: Bahntechnik,

Landwirtschaft, Energieversorgung, Ölförderung bis hin zum Straßen-, Brücken- und Hafenaufbau.

Afrika gilt seit Langem als der letzte große Wachstumsmarkt auf der Welt. Doch viele Volkswirtschaften sind weiterhin krisengebeutelt. Selbst Südafrika kann die eigene Stromversorgung nicht mehr garantieren. Wann kommt der Aufschwung?

Man darf nicht vergessen, dass Afrika aus 54 Ländern besteht. Wenn man als Unternehmen in Afrika erfolgreich sein will, muss man fokussiert vorgehen: Man muss sich auf bestimmte Märkte, Produkte, Kunden konzentrieren. Zu unseren Fokussländern gehören Nigeria, Algerien, Marokko, Kenia, Ghana, Äthiopien. Trotz der aktuellen Stromkrise ist natürlich auch Südafrika als das Schwerkern auf dem Kontinent dabei. Außerdem handelt es sich um einen für die deutsche Autoindustrie wichtigen Standort mit langer Tradition.

AUTONOM! ABER WIE?

Hersteller, Versicherungen und Unfallforscher träumen von autonom agierenden Fahrzeugen. Der Autofahrer auch? Und was bedeutet das für unsere Städte? Wie sieht die Haftungsfrage aus?

— von Rita Cyganski, Kerstin Stark und Lars Kröger



— Das automatisierte Fahren ist ein Zukunftstrend. Wissenschaft und Technik stimmen weitgehend darin überein, dass automatisiertes Fahren den Straßenverkehr sicherer und effizienter machen wird. Große Uneinigkeit herrscht indes darüber, wann hoch- und vollautomatisierte Fahrzeuge flächendeckend eingesetzt werden können – insbesondere im städtischen Raum. Dazu kommen viele Unsicherheiten bezüglich der Auswirkungen auf Verkehr, Verkehrsnachfrage und -infrastruktur sowie auf andere Verkehrsteilnehmer, Anwohner und die Wirtschaft. Die Einführung des automatisierten Fahrens ist mit rechtlichen und technologischen Herausforderungen und besonders mit Fragen gesellschaftlicher Akzeptanz (siehe Seite 93) eng verbunden.

Bisher befindet sich der Großteil der Fahrzeuge auf der Straße in privater Hand. Wesentlich ist daher, inwieweit private Nutzer bereit sind, ihre Vorbehalte gegenüber der neuen Technologie abzubauen und die

zusätzlichen Kosten solcher Fahrzeuge zu übernehmen. Mangelndes Vertrauen in die Technik und in ihre Zuverlässigkeit, Datenschutzbedenken, Angst vor Kontrollverlust sowie die Befürchtung, der Fahrspaß könnte leiden, sind Beispiele für diese Vorbehalte. Studien zeigen, dass Fachkenntnis und vor allem individuelle Erfahrungen mit Assistenzsystemen zu einer höheren Akzeptanz beitragen. Gleichwohl führt die hohe mediale Präsenz in der Öffentlichkeit bisher nicht zu steigender Akzeptanz – vielleicht auch aufgrund einer gewissen Ernüchterung nach ersten Berichten von Unfällen mit automatisierten Fahrzeugen.

Autonom, aber ohne Fahrvergnügen?

Zu den Vorteilen der Automatisierung zählen Befragte vorrangig bereits heute genutzte Assistenzfunktionen für spezifische, als lästig wahrgenommene

DIE 5 STUFEN ZUM SELBSTFAHRENDEN AUTO

1. Assistiertes Fahren

- ▶ Vollumfängliche Fahrzeugkontrolle durch den Fahrer
- ▶ Der Fahrer hat das Verkehrsgeschehen ständig im Blick
- ▶ Der Fahrer haftet für Verkehrsverstöße und Schäden
- ▶ Einzelne Assistenzsysteme wie Tempomat oder Spurhalteassistent unterstützen den Fahrer

2. Teilautomatisiertes Fahren

- ▶ Vollumfängliche Fahrzeugkontrolle durch den Fahrer
- ▶ Der Fahrer hat das Verkehrsgeschehen ständig im Blick
- ▶ Der Fahrer haftet für Verkehrsverstöße und Schäden
- ▶ Unter bestimmten Bedingungen agiert das Fahrzeug selbstständig (z. B. Stauassistent, Notbremsung)

3. Hochautomatisiertes Fahren

- ▶ Bei überschaubaren Verkehrssituationen (z. B. auf der Autobahn) fährt der Pkw selbstständig
- ▶ Der Fahrer darf sich vorübergehend vom Verkehr abwenden, muss aber auf Anforderung durch das System sofort übernehmen können
- ▶ Der Fahrer haftet nur dann, wenn er dieser Aufforderung nicht nachkommt. Ungeklärt ist aber z. B., wer haftet, wenn das System Tempolimits überschreitet

4. Vollautomatisiertes Fahren

- ▶ Der Fahrer kann die Führung komplett abgeben
Als Passagier nicht haftbar, aber Rechtslage noch vage
- ▶ Das Fahrzeug bewältigt Fahrten auf bestimmten Strecken (z. B. Autobahn, Parkhaus) völlig selbstständig, ggf. auch ohne Insassen
- ▶ Das System erkennt seine Grenzen so rechtzeitig, dass es regelkonform einen sicheren Zustand erreichen kann

5. Autonomes Fahren

- ▶ Die Technik im Auto bewältigt selbst komplexeste Verkehrssituationen bei allen Straßentypen, Geschwindigkeitsbereichen und Umfeldbedingungen
- ▶ Es gibt nur noch (nicht haftbare) Passagiere ohne Fahraufgabe oder ggf. Leerfahrten
- ▶ Betreiber oder Hersteller haften



VW hat in Hamburg Anfang 2019 den Testbetrieb mit fünf autonom fahrenden Elektro-Golf gestartet. Um die Fahrzeuge mit den notwendigen Daten leiten zu können, werden auf der neun Kilometer langen Teststrecke 37 Ampeln und eine Brücke aufgerüstet. Kostenpunkt: 21,8 Millionen Euro, also umgerechnet mehr als 2,4 Millionen Euro pro Kilometer

Situationen – allen voran Park- und Stauassistenten. Zukünftig könnte die Möglichkeit, während der Fahrt anderen Tätigkeiten nachzugehen, die Akzeptanz autonomer Fahrzeuge steigern. Das gilt besonders auf langen Strecken. Den prognostizierten Verbesserungen hinsichtlich Sicherheit und Verkehrsablauf stehen jedoch auch vermeintliche Abstriche etwa beim individuellen Vergnügen des Autofahrens gegenüber: auf einer freien Landstraße mal kurz aufs Gas treten, auch ohne die vorgeschriebene Höchstgeschwindigkeit einzuhalten, oder bei flotter Kurvenhatz die Mittellinie überqueren – im autonomen Modus nicht machbar.

Herausforderung Kosten

Die zunächst hohen Kosten für vollautomatisierte Mobilität dürften den Einsatz selbstfahrender Fahrzeuge anfangs auf Sharing-Flotten beschränken. Hierzu gehören sowohl Carsharing als auch Ridesharing-Angebote, das Teilen einer Fahrt mit anderen Fahrgästen. Positiver Nebeneffekt: Verschiedene Studien sehen als Folge einen substantziellen Rückgang des Pkw-Besitzes in Städten zugunsten kleinerer Sharing-Fahrzeuge voraus. Eine Herausforderung für die Kommunen wird sein, die geteilte Mobilität so zu integrieren, dass sie diesem Ziel nachkommt und den klassischen ÖPNV nicht kannibalisiert. In ländlichen Regionen besteht diese Gefahr weniger, denn hier können automatisierte Angebote den ÖPNV noch sinnvoller ergänzen und dessen Attraktivität somit sogar steigern.

Zusätzlich müssen Städte das automatisierte Fahren, ob privat oder geteilt, sicher mit dem vorhandenen Verkehrssystem kombinieren. Also mit dem Mix

aus Radfahrern, Fußgängern und manuell sowie teilautonom gesteuerten Fahrzeugen.

Damit eine Einführung des automatisierten Fahrens schon in einem früheren Entwicklungsstadium der Technologie erfolgen kann, wird seitens der Fahrzeugentwickler die Einrichtung „intelligenter“ Infrastruktur gefordert, die die Sensoren an Bord des Fahrzeugs unterstützt. Allerdings stellen die hohen Kosten sowie der Eingriff in den öffentlichen Raum und ins Stadtbild ein Problem für solche Übergangslösungen dar.

Die vorangegangenen Punkte könnten Städte entschärfen, indem sie automatisierten Fahrzeugen gesonderte Fahrspuren zuweisen. Das wäre allerdings die schlechteste Nachricht für die Stadtgesellschaft. Denn die Trennung würde die Bewegungsfreiheit insbesondere der Fußgänger und Radfahrer erheblich beeinträchtigen und das überwunden geglaubte autogerechte Stadtleitbild wiederbeleben.

DIE AUTOREN



Rita Cyganski, Kerstin Stark und Lars Kröger setzen sich am Institut für Verkehrsforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und

Raumfahrt (DLR) mit dem Thema des automatisierten Fahrens auseinander. Ihr Fokus liegt dabei zumeist auf Fragen der Nutzerakzeptanz und der Nutzung sowie Implikationen für das Mobilitätsverhalten generell, den Pkw-Besitz und das Verkehrssystem insgesamt.

DATEN, ETHIK UND HACKER

Das autonome Fahren wirft viele Fragen auf. Auch wenn weltweit noch zahlreiche Antworten fehlen, gibt es zumindest Empfehlungen.

ETHIK

Wie entscheidet das System bei einem unvermeidbaren Unfall, ob es in einer engen Straße eher auf das Kind zuhalten soll, das unvermittelt auf die Straße läuft, oder auf die beiden Senioren, die sich am Straßenrand unterhalten? Die Ethikkommission der deutschen Bundesregierung sagt, dass „jede Qualifizierung nach persönlichen Merkmalen strikt untersagt“ ist.

HAFTUNG

Wer haftet bei einem Unfall, wenn das Fahrzeug autonom unterwegs war? Verbindliche Regelungen gibt es dazu noch nicht. Aber Versicherer wie die deutsche Allianz sehen die Haftung beim Fahrzeughalter, die Schuldfrage sei dabei unerheblich. Ausnahme: Es liegt ein technischer Fehler vor. Dann solle die Produkthaftung des Herstellers greifen.

DATENSCHUTZ

Wem gehören die während der Fahrt gesammelten Daten? Und was passiert mit ihnen? In Europa gilt die EU-Datenschutzgrundverordnung. Alle Daten dürfen nur zweckgebunden gesammelt und nicht ohne Zustimmung des Fahrers verarbeitet und weitergegeben werden.

HACKER

Autonome Fahrzeuge werden im Ziel von Hackern stehen. „Wir müssen daher akzeptieren“, sagt IT-Sicherheitsexperte Marcus Völp von der Universität Luxemburg, „dass Angreifer Schwachstellen finden und Autos hacken werden. Das bedeutet, dass wir Systeme mit der Fähigkeit benötigen, in Echtzeit zu reagieren und sich wiederherzustellen, während sie angegriffen werden.“

PROBLEMSTELLUNG

HARDWAREENTWICKLUNG



VON EINEM AUTO, DAS KEINES IST

Der Bio-Hybrid ist mehr als nur ein Fahrzeug irgendwo zwischen Fahrrad und kleinem Elektroauto – er ist das „Missing Link“ in der künftigen Mikromobilität. Ab Ende 2020 soll das E-Bike-Mobil auf vier Rädern nicht weniger als den urbanen Verkehr revolutionieren.

— Mit dem Taxi dauert die Fahrt vom Nürnberger Hauptbahnhof zur jungen Schaeffler Bio-Hybrid GmbH zehn Minuten. Die Adresse gehört zu einem ehemaligen Fabrikgebäude. Altehrwürdiger Rotklinker, hinter dem an der Mobilität für morgen konstruiert wird. Das Fahrzeug, um das sich in den modern eingerichteten Räumen alles dreht, ist omnipräsent. Als Modell, als 1:1-Prototyp, als Zeichnung, auf Monitoren: der Bio-Hybrid – ein vierrädriges Pedelec mit Dach. Ein Mobilitätskonzept, bei dem der Fahrer zwar noch in die Pedale treten muss, dabei aber von einem 250-Watt-Elektromotor unterstützt wird und den Luxus eines Wetterschutzes genießt. Ein Fahrzeug, für das man keinen Führerschein benötigt, das schmal genug für Radwege ist. Ein Fahrzeug, das es so noch nicht gibt. Um die Novität ins Rollen zu bringen, stemmt das Start-up mit seinen aktuell gerade einmal 15 Mitarbeitern gleich drei Herausforderungen: ein eigenständiges Unternehmen aufbauen, ein neues Fahrzeugkonzept auf die Räder stellen und ein neues Marktsegment etablieren.

Herausforderung 1: ein eigenständiges Unternehmen aufbauen

Bio-Hybrid? Fahrzeug? Schaeffler? Moment mal. Seit wann baut der Zuliefergigant komplette Fahrzeuge? In der Tat wäre das ein absolutes Novum – mit weitreichenden Konsequenzen. Was ist zum Beispiel mit einem endkundenorientierten Vertriebs- und Servicenetz? Wie begeistert man Menschen für ein Produkt mit Lifestyle-Sexappeal? Passt nicht so wirklich zu dem Konzern mit 92.500 Mitarbeitern, der eher in 100.000er- oder Millionen-Chargen denkt und Firmen bis hin zum Großkonzern als Kunden hat. Vom Bio-Hybrid sollen mittelfristig hingegen „nur“ 10.000 Stück pro Jahr produziert werden.

So zeichnete sich im Reifungsprozess ab, dass das 4-Rad-Pedelec woanders das Laufen lernen muss – auch wenn die Idee unter dem Schaeffler-Dach geboren wurde. Ganz in fremde Hände wollte man den Bio-Hybrid aber nicht geben – zu sehr war er als Leuchtturmprojekt für eine Mobilität für morgen ans Herz gewachsen. Die Lösung: die Gründung eines Start-ups, der Schaeffler Bio-Hybrid GmbH. „Wobei wir eigentlich eher von einem Spin-off als einem Start-up sprechen,



Mit Herzblut arbeiten die Bio-Hybrid-Mitarbeiter Patrick Seidel, Josef Hackner und Dr. Simon Opel daran, ihr innovatives Pedelec zur Marktreife zu bringen

da wir uns ja aus dem Schaeffler-Konzern herausentwickelt haben“, erklärt der für PR- und Marketing verantwortliche Jakob Fukacz. Schon bei der Begrüßung merkt man: Der Kommunikationsprofi ist begeistert von dem Projekt. Wort- und gestenreich führt Fukacz durch die frisch bezogenen Büroräume. Eine Bürofläche auf dem Gelände der Firmenzentrale in Herzogenaurach war keine Option. Fukacz erklärt: „Wir wollen ein Fahrzeug für urbane Mobilität auf die Räder stellen und das geht am besten in einem urbanen Umfeld.“ Das Mutterhaus unterstützt den Abnabelungsprozess, damit sich die Idee des Bio-Hybrid voll entfalten kann. „Wir müssen eigene Botschaften und Ideen vermitteln, wollen andere Zielgruppen ansprechen“, erläutert Fukacz. Einfach ganz anders kommunizieren. Emotionaler. Dass potenzielle Kunden auf der Website und in Social-Media-Kanälen geduzt werden: bei Schaeffler schwer vorstellbar, bei der Bio-Hybrid GmbH eine bewusste Entscheidung.

Neben dem Bio-Hybrid muss auch das Start-up selbst zum Laufen gebracht werden. Strukturen und Prozesse aufbauen, Arbeitsabläufe definieren, Arbeitszeiten festlegen. „Es ist etwas ganz anderes, als Arbeitnehmer in einem bestehenden Umfeld seine Aufgaben wahrzunehmen, als dieses Umfeld von null an aufzubauen“, gibt Gerald Vollnhals, Geschäftsführer der jungen GmbH, zu bedenken. „Das allein wäre eine tagesfüllende Herausforderung, die wir aber quasi nebenbei erleben.“ Start-up-Spirit eben. Machen, machen, machen.

Vollnhals ist ein Start-up-Profi. Schon während des Studiums baut er das erste Start-up auf. Neben Glasfasernetzen und der Online-Plattform „Immobilien-scout“ gründete er 2009 einen Elektrorollerhersteller, der für die Elektrifizierung des deutschen Kult-Mopeds Schwalbe verantwortlich zeichnet. Meisterwerk Ventures, die sich in Berlin im Bereich Medizintechnik engagieren, runden das Portfolio seiner Vita ab. Nun also Bio-Hybrid. Vollnhals ist E-Mobilitätsfan und schon 14.000 Kilometer durch

400 Euro

kostet ein Kleinwagen im Lieferbetrieb pro Monat im Durchschnitt – bis zu **zehnmal mehr als ein Lastenfahrrad.**

6 km/h

beträgt die **durchschnittliche Geschwindigkeit** des Autoverkehrs in Mexiko-Stadt.

seine Heimatstadt München gestromert. Er ist überzeugt: „Schneller und besser als mit einem wendigen E-Mobil kommt man nicht durch die Stadt.“

Herausforderung 2: ein neues Fahrzeugkonzept auf die Räder stellen

Die Geschichte des Bio-Hybrid beginnt 2014 im Mutterkonzern. Die Problemstellung damals wie heute: urbane Mobilität weiterdenken. Wie verhindert man den Verkehrsinfarkt in wachsenden Städten? Wie sieht die individuelle Fortbewegung der Zukunft aus? Die Innovationstreiber bei Schaeffler kommen zu dieser Antwort: ein E-Fahrrad mit Witterungsschutz und Stauraum wie ein Renault Twizy, aber unabhängig von einer Ladesäuleninfrastruktur und mit mehr Bewegungsfreiheit in verkehrsberuhigten Zonen. Voilà: der Bio-Hybrid. Nach unzähligen Gesprächen mit Behörden, Ingenieuren und potenziellen Endkunden war klar: Wir ziehen das durch. Das Wichtigste dabei: einen Kardinalfehler artverwandter Fahrzeuge vermeiden – die arg pragmatische Optik. „Wir haben damals festgestellt, dass den Leuten das Thema Lifestyle und Design im Zusammenhang mit innovativen Mobilitätskonzepten wichtig ist. Für Schaeffler ein komplett neues Feld“, gibt der Bio-Hybrid-Chefstrategie Patrick Seidel zu. Entsprechend holt man sich gleich in der Anfangsphase für erste Entwürfe Verstärkung bei einer Designhochschule in Graz. Auf einem Kongress im April 2016 erblickt schließlich ein erstes Konzeptfahrzeug das Licht der Mobilitätswelt. „Ein emotionales Erlebnis“, schwärmt Seidel noch heute, auch wenn damals noch nicht alles perfekt gewesen ist. Das Megaprojekt nimmt seitdem weiter Fahrt

» **Ziel sind mindestens 10.000 Stück jährlich. Wir sind uns sicher: Das Potenzial ist da**

Gerald Vollnhals,
Geschäftsführer

auf und ist mittlerweile in den Büros im Nürnberger Stadtzentrum angekommen – aber noch lange nicht am Ziel. Immerhin: Neben dem ursprünglichen Modell für den Personentransport gibt es mittlerweile eine sehr universell einsetzbare Cargo-Variante. Als Weltpremiere wurden die zweieiigen Zwillinge als seriennahe Prototypen Anfang 2019 auf der global wichtigsten Innovationsschau gezeigt, der CES in Las Vegas.

Weil der Bio-Hybrid so einzigartig ist, wird fast jedes Bauteil maßgeschneidert. Ein Mix aus Pkw- und Fahrradtechnologien – auch hier das Beste aus beiden Welten. Einige der benötigten Komponenten finden sich im breitgefächerten Schaeffler-Regal. Das hilft. Anderes muss von externen Spezialisten kommen. „Wir eruiieren noch die Optionen“, verrät Produktionsleiter Josef Hackner. Hackner tauscht sich bei seinen Überlegungen ständig mit den Kollegen aus. Auch mit Dr. Simon Opel, der das Thema Entwicklung verantwortet. Opel hat ein Wort in seinem Lastenheft ganz dick unterstrichen: Sicherheit. Voll beladen wiegt ein Bio-Hybrid 300 Kilogramm. Entsprechend stabil muss er sein. Zwar sind offiziell keine



START-UP MIT EIGENEM AUFTRITT

Ende 2017 erblickte die Schaeffler Bio-Hybrid GmbH das Licht der Start-up-Welt. Die „Mutter“ steckt zwar noch im Namen, das junge Unternehmen agiert aber eigenständig und flexibel. Mit eigenem Look-&-feel. Das große Plus: Auf die technische Kompetenz der Schaeffler Gruppe kann das Team jederzeit zurückgreifen.



Länge/Breite/Höhe:
2.180 (2.595^{*Cargo})/855/1.530 mm.

Muskelkraft gepaart mit elektrischer Unterstützung:
Zwei E-Motoren an den Hinterrädern sorgen für eine Leistung von 250 Watt. Höchstgeschwindigkeit (elektrisch unterstützt): 25 km/h.



Display oder eingeklinktes Smartphone:
Wi-Fi, GPS, Bluetooth und 4G machen den Bio-Hybrid zu einer digitalen Plattform.



Die Reifen sind eine Spezialanfertigung. Felgenreöße: 24 Zoll.

Der eigens entwickelte Akku erlaubt eine Reichweite von 50 km (mit zweitem Akku 100 km).

Auf das Design wird beim Bio-Hybrid viel Wert gelegt.

Crashtests für Pedelecs vorgeschrieben, und zu dieser Kategorie zählt der Bio-Hybrid, aber das hindert Simon Opel nicht, umfangreiche Simulationstests am Computer durchzuführen. Schräger Aufprall, Rütteltests, Fahrdynamik, Kantsteinquerungen, Stresstests einzelner Bauteile – alles wird x-mal geprüft. Diesbezüglich ist der Bio-Hybrid mehr Auto als Pedelec. „Als Schaeffler-Tochter hat man eine Verantwortung. Wir müssen sichere Fahrzeuge auf die Straße bringen“, sagt Opel. Der Bio-Hybrid soll sich sowohl aus technischer als auch aus qualitativer Sicht als Benchmark klar vom Wettbewerb abheben. Dass der Hoffnungsträger dadurch vielleicht etwas später als die Konkurrenz auf den Markt kommt, nimmt das Team dafür gern in Kauf. „Qualität geht vor Tempo“, verspricht Opel.

Herausforderung 3: ein neues Marktsegment etablieren

Das dritte Spielfeld, auf dem sich die Bio-Hybrid-Mannschaft beweisen muss, ist, die neue Fahrzeugkategorie in die Märkte einzuführen. Ingeheim hoffen die Macher, dass „Bio-Hybrid“ nicht weniger als zum Synonym für diese Fahrzeugklasse wird – so wie „Tempo“ für Papiertaschentücher oder „UHU“ für Klebstoffe. Aber wo sind die Märkte? Welche Kundenkreise will/kann

man erreichen? Strategie Seidel: „Um auf die anvisierten Stückzahlen zu kommen, soll der Bio-Hybrid keine Nischengruppe ansprechen, sondern eine breite Käuferschicht. Hotels ebenso wie Lieferdienste, Sharing-unternehmen, Handwerker oder Pendler. Daher auch eine Personen- und eine Cargo-Variante.“ Starten soll der Bio-Hybrid seinen Siegeszug in Europa, logischerweise bevorzugt in staugeplagten Metropolen. Vorrangig soll das Business-to-Business-Geschäft bedient werden. Vorteil dabei: Vertrieb und Service sind einfacher, weil zentraler zu handhaben. Für das Privatkundengeschäft muss erst ein engmaschigeres Netzwerk aufgebaut werden. Aber auch hier gibt es schon Ideen: Bei einer Umfrage gab die Hälfte aller konsultierten Autohäuser an, dass man sich vorstellen könne, den Bio-Hybrid zu vertreiben. Für Vertriebs- und Servicepartner aus anderen Bereichen ist man aber ebenfalls offen, sucht sogar aktiv.

Nicht ganz unwichtig ist die Frage nach dem Preis. Der orientiere sich an den Wettbewerbern, sagt Geschäftsführer Vollnhals. „Elektrifizierte Lastenfahräder kosten heute zwischen 8.000 und – mit Containeraufbau – 15.000 Euro. Der Bio-Hybrid soll dazwischen liegen.“ Dafür erhält der Kunde einen technisch und gestalterisch aufwendigen Innovationsträger, der sich problemlos mit digitalen Welten vernetzt. Und auf Wunsch bekommt das Auto, das keines ist, sogar Türen.

IMPRESSUM

Herausgeber

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

Kommunikation Schaeffler

Thorsten Möllmann (Leiter Globale Kommunikation & Branding)
Martin Mai (Leiter Newsroom, Chefredaktion Schaeffler Gruppe)

Redaktionsleitung

Volker Paulun, Stefan Pajung (Stv.)

Koordination

Carina Chowanek, Jana Herbst,
Julia Schneider

Druckvorstufe

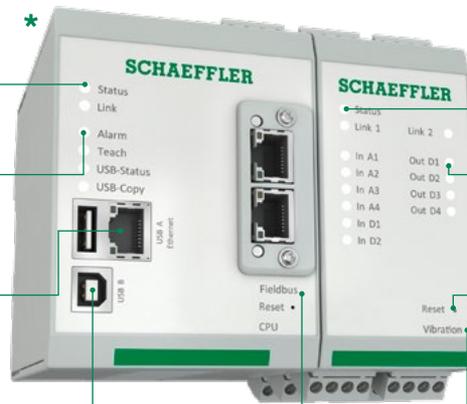
Julien Gradtke, Mathias Mayer,
Diana Schröder

Druck

Hofmann Druck Nürnberg GmbH & Co. KG

Autoren

Wiebke Brauer, Christoph Brix, Claudia Bröll, Björn Carstens,
Rita Cyganski, Denis Dilba, Kay Dohnke, Lars Kröger, Christane Link,
Roland Löwisch, Carsten Paulun, Kerstin Stark, Lorenz Steinke,
Christel Trimborn, Alexander von Wegner, Leopold Wieland



Chefredaktion

Martin Mai (v. i. S. d. P.)

Redaktion und Produktion

Speedpool GmbH

Schlussredaktion

David Feist, Volker Hummel,
Christoph Kirchner, Martin Knopp

Grafik

Manuela Mrohs (Ltg.),
Gökhan Agkurt,
Ivo Christov, Janina Roll,
Mariessa Rose,
Julian Schmaljohann,
Thomas Wildelau

Fotos/Illustrationen

Titel: Ezra Bailey/Getty; S. 3: Andreas Pohlmann; S. 4/5: Franco Banfi, Schaeffler, Andreas Meyer, Liam Norris/Getty;
S. 6/7: Franco Banfi; S. 8/9: Getty (3); S. 10: Intel, Schaeffler; S. 11: Chin Leong Teoh/Getty, ESA, Toyota; S. 12–17: Thomas
Fasting (3), Betreiber/Hersteller (7), privat; S. 18/19: Getty (3); S. 20/21: Getty (2), Imago, JSteffen/GEOMAR; S. 22/23: Getty
(2), privat, Thomas Welker; S. 24/25: Getty (2), KIT, privat; S. 26/27: Porsche, Getty (2); S. 28: Porsche (2); Camden Trasher,
Audi; S. 29: Robert Laberge/Getty; S. 30: Porsche (2), Nürburgring GmbH (4); S. 31: Kähling-Bildagentur, Sami Sarkis/Getty,
Armin Schwarz; S. 32/33: Schaeffler; S. 34/35: Wikipedia, Wellcome Library London, Science Museum; S. 36/37: adoc-
photos/Getty, Les Prix Nobel, Wikipedia (3), realfictionfilm.com; S. 38/39: MGM, Science History Institute, Savyasachi/
Wikipedia; S. 40/41: Ricardo Lima/Getty; S. 42/43: Schaeffler (2), Getty (4), privat; S. 44–51: Emilija Manevska/Getty,
Schaeffler, BalTec, privat; S. 52–57: Manuela Mrohs, Ivo Christov, Mariessa Rose; S. 58/59: Andreas Meyer; S. 60/61: Tom
Danneman/Getty; S. 62/63: Senvion, Getty (2); S. 64/65: Schaeffler, Ashley Cooper/Getty, privat; S. 66–69: Getty (5), privat;
S. 70/71: smartboy10/Getty, Peter Wehowsky, Schaeffler; S. 72/73: Paravan, Microsoft, Scewo (2), Björn Lubetzki, privat;
S. 74–77: Andriy Onufriyenko/Getty, Schaeffler, privat; S. 78/79: Liam Norris/Getty; S. 80/81: Howard Kingsnorth/Getty;
S. 82/83: Fabian Wentzel/Getty; S. 84/85: Mathias Mayer, privat; S. 86/87: Petri Oeschger/Getty, SafeMotos;
S. 88/89: Getty (2), privat, Schaeffler; S. 90/91: darekm101/Getty; S. 92/93: Volkswagen, DLR, Wenjie Dong/Getty;
S. 94–97: Schaeffler Bio-Hybrid GmbH; S. 98: Schaeffler

tomorrow Alle bisher erschienenen Ausgaben



01/2015
Mobilität
für morgen



02/2015
Produktivität



03/2015
Unterwegs



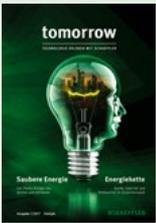
01/2016
Innovationen



02/2016
Nachhaltigkeit



03/2016
Digitalisierung



01/2017
Energie



02/2017
Bewegung



03/2017
Maschinen



01/2018
Transformation



02/2018
Urbanisierung



03/2018
Beschleunigung



01/2019
Herausforderungen

tomorrow wurde ausgezeichnet



Special Mention
„Communications
Design Editorial“



Silber
Sonderpreis
„Internationale
Kommunikation“



Special Mention
„Herausragende
Markenführung“



Award of Excellence
Titel (2/2017) und Titelstory
„Stromführend“



Gold Winner
„Websites: Customer
Magazine“



Award of Distinction
„Cover Design, Overall
Design, Corporate
Communications,
Copy/Writing“



Shortlist
„External
Publications“



Gold Winner
„Websites,
Feature Categories,
Best Copy/Writing“



Gold Winner
„General Website,
Categories-Magazine“



Silber
Writing: Magazines
Overall



WEB-WELTEN

*Mehr zu den Megatrends,
die die Welt verändern,
finden Sie auf
schaeffler.com*



FSC
www.fsc.org

MIX

Papier aus verantwortungsvollen
Quellen

FSC® C022647