tomorrow

TECHNOLOGIE ERLEBEN MIT SCHAEFFLER

Visionäre Ideen

So verändern Digitalisierung
und Hightech unser Leben

Im Wandel der Zeit

Menschen, Maschinen, Materialien –
gestern, heute und morgen

Ausgabe 1/2018 · Transformation

SCHAEFFLER

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

herzlich willkommen in der aktuellen Ausgabe unseres Technologiemagazins „tomorrow“. Wenn Sie sich – was uns natürlich besonders freuen würde – alle bisher erschienenen Hefte ins Regal gestellt haben und durchzählen, stellen Sie fest, dass wir ein kleines Jubiläum zu feiern haben: Das neueste „tomorrow“ ist bereits die zehnte Ausgabe unserer Magazinreihe. Das ist auch ein passender Anlass, um uns bei Ihnen, liebe Leserin und lieber Leser, zu bedanken, dass Sie sich immer wieder die Zeit nehmen, mit „tomorrow“ in die facettenreiche Welt der Technologie einzutauchen. Wir danken Ihnen aber auch dafür, dass Sie weder mit Lob noch mit konstruktiven Ideen und Verbesserungsvorschlägen sparen. Denn eines ist klar: Nichts ist so gut, dass man es nicht zum Besseren verändern könnte. Und damit sind wir auch schon beim Schwerpunktthema dieser Ausgabe: Transformation.

Vom ersten Tag an, also nun schon seit 4,6 Milliarden Jahren, durchlebt unser Planet einen ständigen Wandel. Leben ist entstanden, Kontinente und Kulturen. Transformation ist also bei Weitem kein Gegenwartsphänomen – die extreme Geschwindigkeit des technischen Wandels hingegen schon. Die heutige Evolution gleicht in vielen Bereichen ohne Frage einer Revolution. Der Fortschritt ist längst kein steter Fluss mehr, sondern ein gewaltiger Strom. Diesen optimal zu kanalisieren, sich im positiven Sinne mitreißen zu lassen, die durch ihn entstehenden Energien bestmöglich zu nutzen, um neue Ufer zu erreichen – das sind die großen Herausforderungen der Gegenwart, denen wir uns kollektiv stellen müssen. Für mich die vielleicht wichtigste Aussage in dem Interview, das der populäre Wissenschaftsjournalist Ranga Yogeshwar unserem Magazin gegeben hat, ist diese: „Wer denkt, dass irgendein Unternehmen oder ein Land die Zukunft aller gestalten kann, der irrt; ich glaube, das ist inzwischen eine Aufgabe, die wir alle übernehmen müssen.“

Fortschritt bedeutet aber nicht zwangsläufig nur: Vollgas voraus. Manchmal ist es auch ein Fortschritt, die Schraube etwas zurückzudrehen. Beispiele gefällig? Dann blättern Sie bitte auf Seite 20. Dort finden Sie alte Verkehrswege, die renaturiert wurden, oder trostlose Hafengebiete, die der Mensch als urbane Lebensräume kreativ zurückerobert.

Die Transformation der Mobilität hat mein Vorstandskollege Peter Gutzmer beim Besuch des Ford-Museums in Detroit quasi im Schnelldurchgang Revue passieren lassen. Seine Lieblingsexponate stellt er Ihnen ab Seite 42 vor. Wie moderne Technologien das Design zukünftiger Fahrzeuge verändern werden, darüber gibt Paolo Tumminelli, Professor für Designkonzepte, ab Seite 66 Auskunft. Auch sogenannte „Smart Materials“ spielen bei der Entwicklung neuer Fahrzeuggenerationen eine immer wichtigere Rolle – mehr dazu ab Seite 102. Aber nicht nur im Fahrzeugbau beflügeln neue, bessere Materialien den Wandel seit Generationen. Die Evolutionsstory von Holz zu Graphenen und anderen Hightech-Stoffen ist ebenso ein Thema dieses Magazins wie die Rolle, die der Zufall beim technischen Fortschritt spielt.

Schließen möchte ich meine einleitenden Worte mit einem überaus passenden Satz von Evolutionsforscher Charles Darwin. „Es ist nicht die stärkste Spezies, die überlebt, auch nicht die intelligenteste, es ist diejenige, die sich am ehesten dem Wandel anpassen kann.“

Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Lesen der zehnten Ausgabe unseres Technologiemagazins.

Klaus Rosenfeld
Vorsitzender des Vorstandes

Trans|for|ma|ti|on, die; - [tʀansfɔʁma´tsi̯on]

Unter Transformation versteht man den Prozess der Veränderung, vom aktuellen Zustand (IST) hin zu einem angestrebten Ziel-Zustand in der nahen Zukunft. Eine Transformation repräsentiert einen fundamentalen und dauerhaften Wandel.

Quelle: Wikipedia

FSC
www.fsc.org
RECYCLED
Papier aus Recyclingmaterial
FSC® C022647

global
Blick in die Welt

8 **GUT ZU WISSEN**
Daten, Fakten, Kurioses – ein **360-Grad-Rundumblick** über das weite Feld der „Transformation“

14 **SPANNENDE ZEITEN**
Vorstandschef **Klaus Rosenfeld** verrät, wie Schaeffler den Wandel aktiv mitgestalten will

20 **WIR KÖNNEN AUCH ANDERS**
Urbane Transformation: Ausrangierte **Häfen, Bahnhöfe und Straßen** erwachen zu neuem Leben

in bewegung
Innovationen im Laufe der Zeit

30 **VÖLLIG UNERWARTET**
Wer hätte das gedacht: **Der Zufall spielt eine wichtige Rolle** bei Technik und Wissenschaft

34 **ALLESKÖNNER**
Sieben von unzähligen Beispielen, wie das **Smartphone** unser Leben in nur zehn Jahren verändert hat

42 **MOBILITÄTS-ZEITREISE**
Schaeffler-Technikvorstand Prof. Peter Gutzmer zeigt seine **Lieblingsexponate im Ford-Museum**

48 **STÄDTE IM WANDEL**
Dubai, New York, Tokio, Paris, Berlin – **Hotspots in fünf Metropolen** im bildlichen Gestern-heute-Vergleich

58 **VON HOLZ BIS GRAPHENE**
Immer **bessere Materialien** beschleunigen den technischen Fortschritt

jetzt-zeit
Leben mit dem Fortschritt

64 **DER MIX MACHT’S**
Diesotto: Die **Stärken von Otto- und Dieselmotor** vereint in einem Aggregat

66 **UMGEDACHT**
Design-Professor **Paolo Tumminelli** erklärt, warum neue Technologien Autoarchitekturen revolutionieren

70 **GEBEN UND NEHMEN**
Das Wirgefühl entscheidet über die Schlagkraft bei der Zusammenarbeit von **Start-ups und Konzernen**

74 **VON NICHTS KOMMT NICHTS**
Drei **Schaeffler-Ingenieure** erklären, warum die Idee nur der erste Schritt auf dem langen Weg zum Erfolg ist

ausblick
Technik für morgen

82 **NÄCHSTE AUSFAHRT ZUKUNFT**
Offene Worte von TV-Welterklärer **Ranga Yogeshwar**

86 **DER STROM DER ZEIT**
Neue Technologien, neue Mitspieler, neue Quellen – der **Energiemarkt** ist im Umbruch

90 **NEXT LEVEL**
Die **Elektrisierung** bringt neue Spannung auf immer mehr Renn- und Rallyepisten rund um den Globus

96 **TECHNOLOGIE-TURBO**
Was passiert, wenn sich **50 Milliarden Geräte** miteinander vernetzen

102 **HEUTE SO, MORGEN SO**
Smart Materials könnten aus Autos höchst wandlungsfähige Transformer machen

106 **IMPRESSUM**

global

Blick in die Welt

» ***Ein Flugzeug zu erfinden ist nichts. Es zu bauen ein Anfang. Es zu fliegen, das ist alles***

Ferdinand Ferber (1862–1909), französischer Flugpionier

NAH AM **WASSER** GEBAUT

Drei Landebahnen hat der Flughafen von Barra, einer kleinen Insel der Äußeren Hebriden vor der schottischen Küste – mehr als London-Heathrow. Aber das ist bei Weitem nicht das Bemerkenswerteste, was man über den Landeplatz berichten kann. Die Bucht von Barra verwandelt sich bei Ebbe zum einzigen Strandflughafen der Welt – bis die Flut den Flugbetrieb wieder unterbricht. Das Wasserwechselspiel führte schon dazu, dass – neben dem fast schon alltäglichen Treibgut – ein gestrandeter Hai von der Startbahn gesammelt werden musste. Auch Touristen müssen regelmäßig verscheucht werden. Trotz der ungewöhnlichen Umstände ist Barra ein regulärer Linienflughafen mit zwei Flugverbindungen nach Glasgow pro Tag. Wann die Propellermaschine von Typ DHC-6 Twin Otter allerdings starten und landen kann, das entscheiden die Gezeiten.

WEITERE UNGEWÖHNLICHE FLUGHÄFEN

St. Maarten – *Um auf dem Karibik-Eiland zu landen, fliegen die Jets so dicht über den Maho Beach, dass sie zum Greifen nah erscheinen.*

Jumbolair Airport – *Hollywood-Star und Hobbypilot John Travolta hat wie auch ein paar andere Multimillionäre seine Villa direkt an einer der beiden Landebahnen des Privat-Flughafens errichtet. Während Normalbürger mit dem Auto vor die Haustür rollen, nimmt Travolta dafür eine Boeing 707.*

Gibraltar – *Wenn dort ein Passagierjet einschwebt oder abhebt, ist die britische Kolonie vom spanischen Festland abgeschnitten, denn Autos und Fußgänger müssen die Piste des Flughafens queren, um in die Enklave zu kommen.*

Will Rogers Airport – *Wer hier landet, hat unter Umständen reichlich was auf dem Kerbholz: Ein Gate des Flughafens von Oklahoma City führt direkt in den Zellentrakt des örtlichen Gefängnisses.*

360° TRANSFORMATION

Zahlen, Fakten, Kurioses – ein Rundumblick auf eine Welt im Wandel.

von Carsten Paulun

FLEXIBLE **FASSADE**

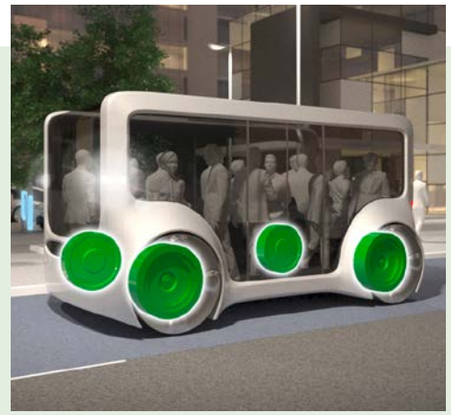
Wie ein Chamäleon passt sich dieses Bürohaus dank einer plastischen kristallinen Fassade seiner Umgebung an und verschmilzt scheinbar mit ihr. Ab 2020 soll „The Milestone“ vom niederländischen Architekten-Team MVRDV an einem ehemaligen Güterbahnhof im schwäbischen Esslingen realisiert werden. Weitere transformierende Bauprojekte können Sie ab Seite 20 entdecken.

HOCH GESTECKTE ZIELE

Gestern Ritterburg, heute Bauernhof, morgen Rakete. Ein Meister der Transformation feierte im Januar 60. Geburtstag: 1958 wurde das auch heute noch bestehende Röhren-und-Noppen-System der Lego-Steine patentiert. Heute soll jeder Mensch im Schnitt 100 Lego-Steine besitzen. Allein die Zahl der bisher produzierten Legomännchen geht in die Milliarden – 2019 sollen sogar mehr davon auf unserem Planeten leben als Menschen.

KLEINER GEHT NICHT

MIT EINEM HANDGRIFF VERWANDELT SICH DAS 26 ZOLL GROSSE REVOLVE-WHEEL IN EIN TRAGBARES KNÄUEL, NICHT GRÖSSER ALS EIN IPAD. DIE ITALIENISCHE ERFINDUNG KÖNNTE DEN TRANSPORT VON FAHRRÄDERN, ABER AUCH ROLLSTÜHLEN DEUTLICH VEREINFACHEN. ODER DEN DIEBSTAHL TEMPORÄR RADLOSER FAHRZEUGE ERSCHWEREN. ÜBER PREIS UND VERKAUFSBEGINN SEINER IDEE HÜLLT SICH ERFINDER ANDREA MOCELLIN ALLERDINGS NOCH IN SCHWEIGEN.



AUTONOME AUTOS MACHEN SENIOREN MOBIL

Selbstfahrende Autos werden sich auch deshalb etablieren, weil ältere Menschen im ländlichen Raum dieses Verkehrsmittel nutzen werden. Das prognostiziert das Beratungsunternehmen Roland Berger. „Bisher wird vor allem über autonome Fahrzeuge in Städten und auf Autobahnen diskutiert“, sagt Wolfgang Bernhart, Partner bei Roland Berger. „Dabei bietet sich der ländliche Raum mit seinen einfacheren Verkehrssituationen viel eher als Testfeld und erstes Einsatzgebiet für fahrerlose Mobilitätsangebote an.“ Die Mobilitätsexperten bei Roland Berger erwarten, dass beispielsweise fahrerlose Busse entsprechenden Zuspruch bei älteren Menschen finden werden. Autonom fahrende Fahrzeuge für die sogenannte „letzte Meile“ könnten Senioren helfen, weiter am sozialen Leben teilzunehmen.

» Wir überschätzen immer die mögliche Veränderung der nächsten zwei Jahre und unterschätzen die mögliche Veränderung der nächsten zehn Jahre

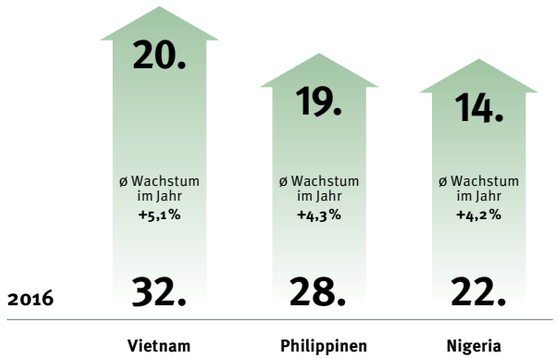
Bill Gates, Microsoft-Gründer

WELTWIRTSCHAFT IM WANDEL

DIE ZEHN GRÖSSTEN VOLKSWIRTSCHAFTEN

2016		2050	
China	1.	China	▶
USA	2.	Indien	▲ +1
Indien	3.	USA	▼ – 1
Japan	4.	Indonesien	▲ +4
Deutschland	5.	Brasilien	▲ +2
Russland	6.	Russland	▶
Brasilien	7.	Mexiko	▲ +4
Indonesien	8.	Japan	▼ – 4
Großbritannien	9.	Deutschland	▼ – 4
Frankreich	10.	Großbritannien	▼ – 1

DIE DREI AM SCHNELLSTEN WACHSENDEN VOLKSWIRTSCHAFTEN



Quelle: PWC „The World in 2050“ (2017)

50 %

der Führungskräfte aus den Bereichen Automobil, Hightech, Lebensmittel, Tabakwaren und Pharmazie sehen **Flexibilität als die wichtigste Geschäftsstrategie an.**

Quelle: Repräsentative Umfrage des IT-Technikherstellers Zebra (2017)

91 %

der Bevölkerung in Australien, Frankreich, Deutschland, Großbritannien und den USA sagen, dass **Technologie einen positiven Einfluss auf ihr Leben hat.** 70 Prozent der Befragten nehmen diesen Einfluss eher in ihrem Privatleben wahr als in ihrem Beruf.

Quelle: Axway-Studie (2017)

1.000-mal

weniger Energie pro Bit verbraucht das 5G-Mobilfunknetz (startet 2020) gegenüber dem aktuellen LTE-Netz. Zudem ermöglicht es eine zehnmal schnellere Datenübertragung und damit extrem geringe Wartezeiten aufs Netz. **Deshalb mutmaßen Experten auch schon, dass 5G das häusliche WLAN ersetzt.**

Quelle: Kathrein KG

LICHT IN NEUER FORM

In den ersten Autos leuchteten Kerzen den Fahrern ihren Weg. Es folgten Karbitlampen, die ersten elektrischen Funzeln, später Halogen-, Xenon- und LED-Scheinwerfer und sogar Laser. Nun beginnen Scheinwerfer zu kommunizieren: Noch in diesem Jahr soll das Licht in der Mercedes-Maybach-S-Klasse auch Warnhinweise und andere Informationen auf die Straße projizieren – in HD-Auflösung. „Mit einer Auflösung von über einer Million Pixel pro Scheinwerfer erzeugt ‚Digital Light‘ nicht nur für jede Fahrsituation ideale Lichtverhältnisse, sondern erweitert auch die visuelle Unterstützung unserer Fahrassistenzsysteme“, sagt Daimler-Vorstandsmitglied Ola Källenius.

SEGWAY WIRD AUTONOM

Segway stellt seinem elektrischen Einachs-Transporter PT ab Mai 2018 einen kleinen Bruder zur Seite. Das Besondere am „Loomo“: Er fährt autonom, weicht Hindernissen aus und folgt seinem Besitzer auf Schritt und Tritt, wenn dieser nicht selbst auf ihm fährt. Im Gegensatz zum Segway PT hat der Loomo keine Lenkstange mehr, dafür einen integrierten Bildschirm, Kameras, Mikrofon und Lautsprecher. Er erkennt visuelle Kommandos, reagiert auf Gesten und kann per Smartphone ferngesteuert werden. Die Reichweite beträgt 35 Kilometer.

VOR 135 JAHREN ENTWICKELTE EIN SCHWEIZER SCHMIED DAS WOHL WANDLUNGSFÄHIGSTE WERKZEUG DER WELT: DAS TASCHENMESSER. ES WAR BEREITS AUF DEM MOUNT EVEREST UND IM WELTALL. DAS VIELSEITIGSTE MODELL VEREINT 141 FUNKTIONEN, WIEGT 1,3 KILO UND KOSTET FAST 1.000 EURO. LÄNGST GIBT ES AUCH VARIANTEN MIT USB-SPEICHER UND BLUETOOTH-MAUS.

DESIGN NEU GEDACHT Ein Telefon ohne Tasten. Ein Staubsauger, bei dem man nicht mehr den Beutel wechseln muss. Hinter solchen scheinbar unmöglichen Ideen, die wie das iPhone oder der Dyson-Staubsauger ganze Märkte verändern können, stehen meist Designer. Sie denken nicht von den technischen Möglichkeiten, sondern aus der Sicht des Nutzers und dessen Bedürfnissen. Genau diesen Ansatz verfolgt die Methode des „Design Thinking“, die zunehmend auch für die reguläre Projektentwicklung verwendet wird – auch bei Schaeffler. Entscheidend für den Erfolg ist dabei, dass Menschen aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen zusammenkommen und ohne Denkverbote über neue Lösungsmöglichkeiten nachdenken. Kleine, bunte Zettel oder auch Knete und Legosteine sorgen dafür, dass Ideen nicht verloren gehen. Und dann gilt: schnell ausprobieren, schnell Feedback potenzieller Nutzer einholen, schnell überarbeiten.

Neue Lösungsansätze erfordern Kreativität: Schaeffler-Experten wie Olaf Mackert unterstützen Fachabteilungen bei der Durchführung von hausinternen Design-Thinking-Workshops

MODERNE TECHNIK HÄLT DIE VERGANGENHEIT AM LEBEN

70 Prozent aller jemals gebauten Porsche fahren noch. Ersatzteile für die teilweise raren Klassiker will Porsche vermehrt mithilfe von 3-D-Druckern produzieren. Stahl- und Leichtmetallteile entstehen durch selektives Laserschmelzen, Komponenten aus Kunststoff durch selektives Lasersintern. Neun verschiedene Klassiker-Ersatzteile stellt Porsche so bereits her – ohne Qualitätsverlust im Vergleich zum Original, wie der Sportwagenbauer versichert. 20 weitere sollen folgen. Die Komponenten sind bei Bedarf auf Abruf herstellbar, damit entfallen Werkzeug- und Lagerkosten.

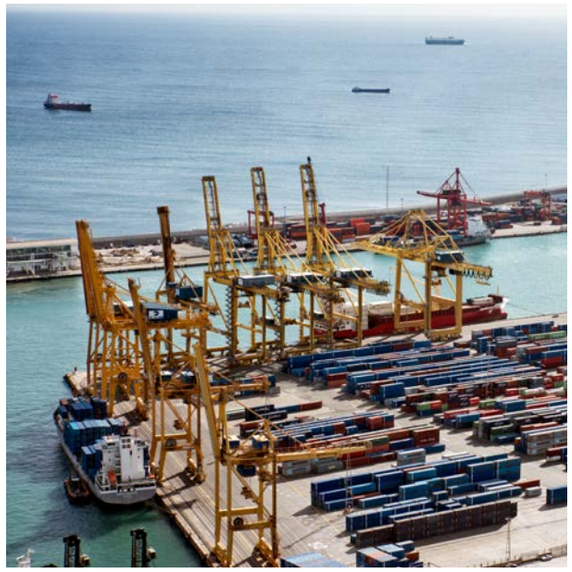
VÖLKERWANDERUNG 2.0

DIE VERSTÄDTERUNG DER WELT IST EINE DER GRÖSSTEN HERAUSFORDERUNGEN DER GEGENWART. 66 PROZENT DER WELTBEVÖLKERUNG WERDEN 2050 IN STÄDTEN LEBEN. IN METROPOLEN WIE JAKARTA ODER KARACHI HABEN SICH DIE EINWOHNERZAHLEN IN DEN LETZTEN FÜNF JAHRZEHNTEN VERZEHNFACHT. EIN WACHSTUMSVERGLEICH DER ZEHN GRÖSSTEN STÄDTE DER WELT.

Stadt/Land	Bevölkerung 1965	Bevölkerung heute	Wachstum in Prozent
Tokio-Yokohama/Japan	21.017.000	37.900.000	80,33
Jakarta/Indonesien	3.150.000	31.760.000	908,25
Delhi/Indien	2.900.000	26.495.000	813,62
Manila/Philippinen	2.900.000	24.245.000	736,03
Seoul-Incheon/Südkorea	3.700.000	24.105.000	551,49
Karachi/Pakistan	2.100.000	23.545.000	1.021,19
Shanghai/China	10.872.000	23.390.000	115,14
Mumbai/Indien	4.700.000	22.885.000	386,91
New York City/USA	16.325.000	21.445.000	31,36
São Paulo/Brasilien	5.450.000	20.850.000	282,57

DER INTELLIGENTESTE HAFEN DER WELT

Vom größten Hafen Europas zum intelligentesten der Welt: Rotterdam will das komplette Hafengelände mit Sensoren vernetzen, die Datenströme zu Wasserstand, Wetter, Wind, Liegeplatzverfügbarkeit, Sichtverhältnissen sowie Gezeiten und Strömungen erfassen. Diese Daten sollen zukünftig von cloudbasierten Internet-der-Dinge-Technologien von IBM analysiert und in Informationen umgewandelt werden. Die Ziele: Wartezeiten verkürzen und das Be- und Entladen von Schiffen optimieren. Einsparpotenzial: pro Schiff bis zu 80.000 US-Dollar.



STARKE WORTE

» Die Branche wird sich vermutlich in den nächsten 10 bis 15 Jahren grundlegender ändern als in den 100 Jahren zuvor

Ford-Deutschlandchef Gunnar Herrmann über das Mobilitätsgeschäft in der „auto motor und sport“

» Wenn du morgens aufwachst und denkst, dass die Zukunft besser sein wird, ist das ein schöner Tag. Ansonsten ist er es nicht

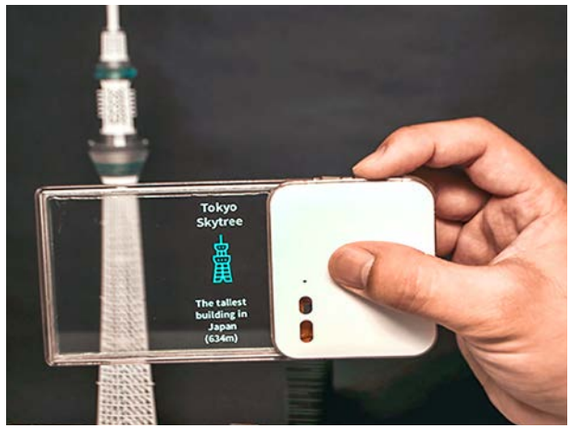
Elon Musk, CEO von Tesla und SpaceX

» Wichtige Schlüssel zum Erfolg liegen in der Fähigkeit, systemisch zu denken, sowie in der Ambidextrie, der Gabe, ‚beidhändig‘ zu agieren. Das bedeutet, sowohl Bewährtes weiterzuentwickeln als auch zugleich Neues zu erschließen

Prof. Peter Gutzmer, Technikvorstand der Schaeffler AG

SMARTPHONE-NACHFOLGER?

Das 2007 eingeführte iPhone hat die Welt gewandelt wie kaum ein anderes technisches Gerät zuvor (siehe auch ab Seite 34). Und viele fragen sich bereits, was das „next big thing“ nach dem Smartphone sein wird? Vielleicht das „Omotenashi“ des japanischen Telekommunikationsunternehmens NTT. Es besteht zu zwei Dritteln aus einem volltransparenten LC-Display und verbindet Smartphone-Fähigkeiten mit den virtuellen Welten der Augmented-Reality-Technologie. Erkennt Omotenashi bekannte Formen, erscheinen Informationen rund um das Objekt auf dem Display. Außerdem soll es Simultanübersetzungen zunächst in Japanisch und Englisch liefern. Vielleicht heißt das Gerät ja deshalb Omotenashi, was so viel wie „Gastfreundschaft“ bedeutet.



ANDERS NAVIGIEREN

Das Global Positioning System (GPS) hat die Art, wie wir Ziele finden, grundlegend verändert. Der erste GPS-Satellit flog 1978 ins All, 2018 feiert der digitale Wegweiser also 40. Geburtstag. Das erste, auf den Namen Transit getaufte Satellitennavigationssystem ist sogar noch 20 Jahre älter. Sowohl Transit als auch GPS waren zunächst nur fürs Militär gedacht. 1983 haben die USA das GPS-Signal für zivile Zwecke freigegeben, allerdings noch mit einer absichtlichen Ungenauigkeit von mehreren 100 Metern. Erst im Jahr 2000 wurde die Missweisung abgeschaltet. Heutige Systeme arbeiten mit einer Positionierungsgenauigkeit von 30 Zentimetern. Alternativ zu GPS gibt es heute das russische GLONASS und ab 2020 das chinesische Beidou sowie das europäische Galileo.

VORWÄRTS IM RETRO-LOOK

Jede Bewegung erzeugt eine Gegenbewegung. Im Falle des immer schneller werdenden technischen Fortschritts ist es die Retrowelle, die viele Branchen erreicht hat. Schallplatten erleben ebenso eine Renaissance wie Nokia-Handys und mechanische Uhren. Musiker Lenny Kravitz stöpselte das Spiralkabel eines Telefonhörer-Nachbaus an sein iPhone und löste einen Run auf das 30-Dollar-Teil aus. Automodelle wie VW Beetle und Buzz, Ford Mustang oder Chevrolet Camaro, Mini, Fiat 500 oder der jüngst wiederauferstandene James-Bond-Aston-Martin schwimmen ebenfalls voll auf der Retrowelle. „Noch nie war Nostalgie so zeitgemäß“, meint Buchautor Daniel Rettig („Die guten alten Zeiten – Warum Nostalgie uns glücklich macht“). Für ihn ist Nostalgie ein Gefühl, das buchstäblich riecht, schmeckt und klingt. Eine gelegentliche Dosis sei durchaus sinnstiftend. „Nostalgie schafft Vertrautheit, und gemeinsame Erinnerungen bilden deren Fundament“, so Rettig.

„WIR LEBEN IN SEHR SPANNENDEN ZEITEN“

Schaeffler-Vorstandschef Klaus Rosenfeld über die Chancen und Herausforderungen des technologischen Wandels der Gegenwart.

Interview Volker Paulun

Transformation ist nicht nur das Schwerpunktthema dieser „tomorrow“-Ausgabe. Die ganze Welt scheint sich in fast allen Lebensbereichen in einer nie da gewesenen Geschwindigkeit zu wandeln. Segen oder Fluch?
Ich bin grundsätzlich ein optimistischer Mensch und sage daher ganz klar: Wandel ist gut. Dort, wo sich Dinge ändern, entsteht etwas Neues. Das ist positiv – wenn wir Wandel als Chance begreifen. Die Welt wandelt sich seit Millionen von Jahren. Transformation ist also kein Gegenwartsphänomen. Heute leben wir in weiten Teilen der Welt länger und besser als je zuvor. Allerdings ist auch die Geschwindigkeit des Wandels höher als jemals vorher. Ich kann verstehen, dass das Tempo Menschen verunsichert. Darauf müssen wir Rücksicht nehmen. Ich finde, dass wir in sehr spannenden Zeiten leben. Wer hätte vor 20 Jahren gedacht, was wir alles mit einem Telefon anstellen können? Und Hand aufs Herz: Wollen Sie auf digitale Errungenschaften wie Internet und Smartphone verzichten?

Sicherlich nicht. Aber die disruptive Kraft gerade dieser beiden Technologien hat fast alle Branchen durcheinandergewirbelt. Das hat zur Verunsicherung der Menschen beigetragen. Mit welchen Argumenten entkräften Sie solche Vorbehalte bei Ihren Mitarbeitern?
In China sagt man: „Wenn der Wind der Veränderung weht, bauen die einen Mauern und die anderen Windmühlen.“ Wir wollen – natürlich im übertragenen Sinne – Windmühlen bauen. Also den Wandel zu unserem Vorteil nutzen. Fakt ist: Innovationen und technologische Revolutionen bergen neben zahlreichen Chancen immer auch Risiken. Dessen bin ich mir bewusst, dessen sind wir uns bei Schaeffler bewusst. Arbeitswelten werden sich durch die immer weiter fortschreitende Technisierung und Digitalisierung verändern: Neue Produkte werden entstehen, die Art und Weise, wie Wert geschaffen wird, wird sich ändern, wir werden Anforderungen neu definieren. Natürlich werden auch Aufgaben wegfallen.

Die Gefahr massiv steigender Arbeitslosigkeit sehen Sie also nicht?
Nein. Das sehe ich nicht. Aber natürlich werden sich Berufsbilder und Tätigkeiten verändern. Wir tragen als Unternehmen und als Vorstand Verantwortung dafür, den notwendigen Transformationsprozess im Interesse unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aktiv mitzugestalten. Das ist aber keine Einbahnstraße. Jeder Mitarbeiter sollte die Chance haben, den Wandel aktiv und eigenverantwortlich mitzugehen und sich fachlich weiterzubilden. Wir versuchen das mit entsprechenden Qualifizierungsmaßnahmen zu unterstützen. Nicht umsonst umfasst unser Zukunftsprogramm „Agenda 4 plus One“ eine Initiative „Qualifizierung für morgen“. Außerdem wollen wir die Innovationskultur im Unternehmen insgesamt fördern.

» Schaeffler hat sich kontinuierlich weiterentwickelt – und das sehr erfolgreich

Wie genau will Schaeffler den Wandel mitgehen oder, wie von Ihnen gewünscht, aktiv mitgestalten?
Wer in unsere Firmengeschichte eintaucht, wird feststellen, dass sich Schaeffler seit Jahrzehnten kontinuierlich weiterentwickelt und Transformationsprozesse durchlaufen hat – und das sehr erfolgreich. Das ist Teil unserer DNA. Denken Sie etwa an das Bonmot unseres Firmengründers Georg Schaeffler: Er übersetzte den Markennamen INA mit „Immer neue Aufgaben“. Mit genau diesem positiven Spirit wollen wir den Wandel angehen. Wir haben dazu in den letzten beiden Jahren sehr systematisch ein breit angelegtes Zukunftsprogramm aufgelegt, das wir „Agenda 4 plus One“ nennen.

Was genau verbirgt sich hinter dem Programm?
Die „Agenda 4 plus One“ ist unser Zukunftsprogramm, mit dem wir die Schaeffler Gruppe auf die Herausforderungen der Zukunft vorbereiten. Es ist breit aufgestellt und knüpft an die positiven Erfahrungen an, die wir mit unserem ersten Transformationsprogramm „One Schaeffler“ gemacht haben. Sozusagen als nächste Stufe haben wir ein maßgeschneidertes Exzellenzprogramm entwickelt, das unsere 20 global wichtigsten strategischen Initiativen in fünf Kategorien zusammenfasst. Daher der Name „Agenda 4 plus One“. Diese fünf Kategorien sind: „Kundenfokus“, „Operative Exzellenz“, „Finanzielle Flexibilität“, „Führung und Talente“ sowie – als „plus One“ – die Sicherung langfristiger Wettbewerbsfähigkeit und Wertsteigerung. Die dahinterstehenden 20 Initiativen sind von sehr unterschiedlicher Prägung: von konkreten geschäftlichen Initiativen wie „E-Mobilität“ oder „Industrie 4.0“ bis hin zu Initiativen zur Steigerung unserer internen operativen Exzellenz. Diese betrifft beispielsweise die Optimierung und Harmonisierung unserer gruppenweiten Prozesse. Ein Vorhaben, das nur Hand in Hand mit der Weiterentwicklung und Modernisierung unserer IT-Infrastruktur zu schaffen ist. Natürlich gehört auch unsere Initiative „Digitale Agenda“ dazu, mit der wir Schaeffler für das digitale Zeitalter fit machen wollen.

Das hört sich in der Tat nach einem breiten und komplexen Transformationsprozess an. Wie will Schaeffler all das stemmen?
Jede Strategie ist immer nur so gut wie ihre Umsetzung. Bei der Ausarbeitung der Agenda haben wir uns daher besonders intensiv mit der Frage befasst, wie wir das Vorgenommene möglichst effizient und konsequent implementieren können. Die Umsetzung der „Agenda 4 plus One“ erfolgt dabei nach dem für das Programm „One Schaeffler“ entwickelten und erfolgreich etablierten Projektmanagementansatz. Dieser Ansatz sieht vor, dass Konzeption, Umsetzung und Steuerung der 20 Initiativen nach einheitlichen Regeln und Kriterien erfolgen. Jede Initiative wird dabei von einem Mitglied des Vorstands als Sponsor verantwortet und von einem Projektleiter geführt.

Von heute auf morgen lässt sich all das sicherlich nicht umsetzen. Von welchem Zeitraum sprechen wir?
Das Programm „Agenda 4 plus One“ hat seinen Namen auch, weil es auf 4+1 Jahre ausgelegt ist. 2016 wurde es ins Leben gerufen und bis zum Ende des Jahres 2020 werden wir es erfolgreich abschließen. Dazu haben wir eine Programmorganisation etabliert, die die Umsetzung der fünf Kategorien und ihrer Initiativen zielgerichtet überwacht und unterstützt. Dazu gehört auch die regelmäßige Ermittlung des Umsetzungsstandes, das sogenannte „Completion Ratio“. Das liegt aktuell bei 35 Prozent. Derzeit arbeiten weltweit rund 1.000 Mitarbeiter an der Umsetzung mit. Insgesamt werden wir rund eine Milliarde Euro im Zusammenhang mit unserem Zukunftsprogramm investieren.

Welche Rolle spielt der Kunde als von außen wirkende Kraft beim begonnenen Transformationsprozess?
Eine ganz entscheidende. Schon unser Firmengründer suchte stets die Nähe zum Kunden und hatte ein gutes Gespür für dessen Bedürfnisse. Und wie einst Georg Schaeffler treibt unsere Forschungs- und Entwicklungsabteilungen heute stets die Frage: Wie können wir unseren Kunden helfen, ihr Produkt besser zu machen? Auf diesem Wege sind wir beispielsweise im Auto in immer neue Bereiche vorgedrungen. Zunächst haben wir Lager angeboten, später Komponenten für den Antriebsstrang wie das Zweimassenschwungrad oder die variable Ventilsteuerung …

… und heute sind Sie bei E-Achsen und Hybridmodulen angelangt.
Richtig. Wir sind gerade in den letzten Jahren erfolgreich gewachsen, weil wir die Chancen genutzt haben, die sich in einem sehr dynamischen Markt- und Wettbewerbsumfeld durch neue Technologien ergeben. Das Thema E-Mobilität ist nicht neu für uns. Seit Jahren investiert Schaeffler in diesem Bereich. Heute treiben wir das Thema als eine der wesentlichen Initiativen unseres Zukunftsprogramms voran – mit immer mehr Erfolg! Aktuell sind wir von verschiedenen Automobilherstellern weltweit mit insgesamt acht Serienproduktionen von E-Achsen und Hybridmodulen beauftragt. Auch bei den übrigen Megatrends, die die Automobilindustrie betreffen, geht es voran. Denken Sie auch an unseren Bio-Hybrid oder an unseren neuartigen Peoplemover mit Radnabenantrieb, den wir beim Schaeffler-Symposium in Baden-Baden gezeigt haben.

Ist die Industriesparte als zweites Standbein und Teil des Kerngeschäfts ebenso innovativ aufgestellt?
Hier bieten uns die Digitalisierung und das „Internet der Dinge“ Wachstumschancen, die wir noch stärker nutzen wollen. Dabei geht es vor allem um den Auf- und Ausbau mechatronischer Kompetenz. Denken Sie etwa an mechatronische Sensorlager. Wenn es uns gelingt, unsere Lager zu intelligenten Datenlieferanten zu machen, dann eröffnen wir unseren Kunden ganz neue Möglichkeiten. Dafür haben wir als Teil unseres Zukunftsprogramms die Initiative „Industrie 4.0“ implementiert. Sie ist das Pendant zur Initiative „E-Mobilität“. Letztlich geht es in beiden Initiativen um mechatronische Kompetenz. Das ist einer der Gründe, warum wir ein Automobil- und Industriezulieferer sind.

Und Daten sind ja bekanntermaßen das neue Gold …
So kann man das ausdrücken. Daten werden Kernbestandteil der Wertschöpfung. Auch für Schaeffler ist das ein interessantes Feld: Unsere mechatronischen Komponenten und Systeme befinden sich in Maschinen und Autos genau dort, wo die wichtigsten Primärdaten entstehen. Daraus ergeben sich für Schaeffler neue Möglichkeiten, datenbasierte Geschäftsfelder und Serviceangebote aufzubauen. Nicht zu vernachlässigen ist die interne Nutzung dieser „goldenen Daten“ zur Effizienzsteigerung unserer eigenen Abläufe und zur Entwicklung innovativer Produkte und Lösungen.

Viele halten das „Internet der Dinge“ für das „next big thing“ der Digitalisierung. Teilen Sie diese Einschätzung?
Ja. Schon in wenigen Jahren werden Maschinen, die uns zu Hause oder am Arbeitsplatz umgeben, flächendeckend miteinander vernetzt sein und dank der enormen Fortschritte im Bereich der künstlichen Intelligenz zunehmend ganz ohne Zutun des Menschen miteinander kommunizieren. Die rasante Entwicklung beim „Internet der Dinge“ betrifft Schaeffler in den Bereichen Automotive und Industrie gleichermaßen. Wir müssen uns dort so aufstellen, dass wir Sachkapital und datenbasierte Wertschöpfung verbinden. Sprich: mechatronische Komponenten, Systeme und Lösungen von Schaeffler in die rasant wachsende Welt des „Internets der Dinge“ integrieren und – wie bereits gesagt – neue Geschäftsmodelle auf Basis von digitalen Services zur Marktreife entwickeln. An dieser Stelle verbinden sich die Initiativen „Industrie 4.0“ und „Digitale Agenda“ unseres Zukunftsprogramms. Da gibt es noch jede Menge „neue Aufgaben“.

Der Spruch „Schuster, bleib bei deinem Leisten“ hat also endgültig ausgedient?
Es hat noch nie geschadet, über den unternehmerischen Tellerrand zu schauen. Aber selbst in Zeiten rasanten Wandels ändert sich nicht alles von heute auf morgen grundlegend. Solange sich Bauteile auf der Welt drehen oder aneinanderreiben, wird es einen Bedarf nach leistungsfähigen Wälz- und Gleitlagern geben. Auch der klassische Verbrennungsmotor wird nicht so schnell vom Markt verschwinden. Wir rechnen damit, dass 2030 etwa 30 Prozent der neuen Fahrzeuge rein batteriegetrieben sein werden. In den übrigen Fahrzeugen, also auch denen mit Hybridantrieb, wird ein Verbrennungsmotor verbaut sein. Sowohl bei konventionellen Lager- als auch Antriebstechnologien

» Daten werden Kernbestandteil der Wertschöpfung – auch bei Schaeffler

TRANSFORMATION

VOM FINANZFACHMANN ZUM INDUSTRIEKAPITÄN

Klaus Rosenfeld (geb. 1966) startet seine Karriere als Auszubildender bei der Dresdner Bank. *Nach dem Volks- und Betriebswirtschaftsstudium kehrt er 1993 dorthin zurück und arbeitet sich stetig die Karriereleiter hinauf – bis er 2002 im Alter von nur 36 Jahren als damals jüngster Großbankenvorstand Deutschlands die Leitung des Finanzressorts übernimmt. 2009 wechselt Rosenfeld in gleicher Position zu Schaeffler. Dort richtet er mit einer Reihe komplexer Transaktionen die Unternehmens- und Kapitalstruktur neu aus und wird dafür vom Fachmagazin „Finance“ zum CFO des Jahres gekürt. Im Juni 2014 wird er zum Vorstandsvorsitzenden der Schaeffler AG bestellt. Unter Führung des vierfachen Familienvaters erfolgt im Oktober 2015 der Börsengang. Dass sich Rosenfeld als Finanzfachmann beim Automobil- und Industriezulieferer wohlfühlt, hat handfeste Gründe: Die Industrie sei direkter, pragmatischer und schneller als der Bankensektor. Das, so Rosenfeld, vergrößere einerseits den Gestaltungsspielraum, andererseits aber auch die Verantwortung. In einem Interview mit der Zeitung „Die Welt“ umschrieb er seine Führungsaufgaben mit diesen Worten: „Wenn Sie heute an der Spitze eines globalen Technologiekonzerns mit mehr als 80.000 Mitarbeitern stehen, dann geht es doch vor allem darum, eine vernünftige Strategie zu entwickeln, die richtigen Trends zu erkennen und auf die richtigen Leute zu setzen. Man muss Strukturen optimieren, Leitplanken setzen und Vorbild sein.“ Neben seiner Tätigkeit als Vorstandschef ist Rosenfeld unter anderem Mitglied des Aufsichtsrats der Continental AG und des Windkraftunternehmens Siemens Gamesa sowie Präsidiumsmitglied des Bundesverbands der Deutschen Industrie (BDI). In seiner raren Freizeit mag es Rosenfeld sportlich. Er spielt Golf, geht Skifahren oder stellt sich den Herausforderungen des Triathlons. Außerdem hört der passionierte Geigenspieler gern klassische Musik.*

IAA 2017: Georg Schaeffler, Klaus Rosenfeld und Peter Gutzmer begrüßten Bundeskanzlerin Dr. Angela Merkel auf dem Schaeffler-Messestand

haben wir uns in den vergangenen Jahrzehnten ein umfangreiches Produkt- und Produktions-Know-how erarbeitet. Es wäre leichtfertig, diese starke Marktposition zu riskieren. Wir werden daher auch in diesen Bereichen weiter investieren.

Inwieweit erfordert eine Transformation auf Produkt- und Nachfrageseite ein Umdenken im Unternehmen?
Beides muss Hand in Hand gehen. Auch was die Geschwindigkeit angeht. In einem immer schneller werdenden Transformationsprozess müssen wir beweglicher, schneller und mutiger werden. Dafür haben wir unser Zukunftsprogramm gestartet. Die Fähigkeit, mit Tempo zu gestalten, ist aus meiner Sicht eine der wesentlichen Managementkompetenzen. Da spielt die Musik!

Hört sich nach einer Mischung aus Weltkonzern und Start-up an.
So kann man es ausdrücken. Wenn wir die Chancen in den Bereichen Digitalisierung, E-Mobilität und Industrie 4.0 nutzen wollen, dann müssen wir unsere Strukturen, unser Denken und die Art, wie wir unser Geschäft betreiben, weiterentwickeln. Die Schaffung des eigenständigen Unternehmensbereichs „E-Mobilität“ ist so ein Beispiel. Bereits 2020 soll dieser Bereich rund 15 Prozent zum Gesamtumsatz des Automotive-OEM-Geschäfts beitragen. In der Sparte Industrie haben wir alle Aktivitäten aus dem Mechatronikgeschäft und dem digitalen Servicegeschäft in der Organisationseinheit „Industrie 4.0“ gebündelt. Durch kompakte, spezialisierte und schlagkräftigere Einheiten erschließen wir zusätzliches Wachstumspotenzial.

Wie sieht es mit dem Zugriff auf externe Expertise aus?
Was meinen Sie damit genau?

Wie steht Schaeffler beispielsweise zu Übernahmen von Start-ups, die in der Automotive- und Zulieferbranche fast schon zur Tagesordnung gehören?
Auch wir wollen uns im Bedarfsfall durch solche Übernahmen verstärken. Compact Dynamics, ein Entwickler für elektronische Antriebe, und autinity systems, ein Unternehmen, das sich auf die Datenerfassung und -auswertung spezialisiert hat, sind zwei aktuelle Beispiele. Solche Zukäufe bleiben aber in einer Größenordnung von 100 bis 500 Millionen Euro. Parallel setzen wir auch auf Kooperationen. Um den Austausch mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen zu gewährleisten, haben wir die Veranstaltung „Open Inspiration“ ins Leben gerufen. Wir investieren zudem in neue Innovationsräume außerhalb des Unternehmens. Grundgedanke des neuen Konzepts ist es, die Menschen außerhalb ihres täglichen Arbeitsumfeldes für einen gewissen Zeitraum zusammenzubringen, um neue Ideen zu entwickeln. Außerdem sind Kooperationen mit Hochschulen ein effektives Instrument, um zukünftige Fachkräfte an unser Unternehmen zu binden.

Sie haben die wichtige Rolle, die der Kunde beim stetigen Transformationsprozess bei Schaeffler spielt, bereits angesprochen. Wie verändert sich diese durch die Digitalisierung?
Durch die Digitalisierung werden wir uns noch enger miteinander verzahnen und unsere Geschäftsmodelle noch stärker und präziser auf die zukünftigen Bedürfnisse unserer Kunden ausrichten. Dabei dürfen wir eines nicht vergessen: die räumliche Nähe zu unseren Kunden, die wir durch unsere Produktions- und Entwicklungsstandorte rund um den Globus über Jahrzehnte aufgebaut haben. In China werden wir kurzfristig ein zweites Kompetenzzentrum für E-Mobilität aufbauen. Damit tragen wir der wachsenden Bedeutung dieses Marktes im Bereich der E-Mobilität Rechnung.

In China entsteht auch die erste „Fabrik der Zukunft“ von Schaeffler. Wie spiegelt sich der Transformationsprozess dort wider?
Die Geschwindigkeit der technischen Entwicklung hat zur Folge, dass Produktionszyklen immer kürzer werden. Maschinenanlagen, die jahre- oder gar jahrzehntelang die immer gleichen Dinge produzieren, werden möglicherweise an Bedeutung verlieren. Daher werden unsere Fabriken zukünftig mit modularen Fertigungsanlagen ausgerüstet werden, die nach dem Prinzip „Plug and Produce“ quasi über Nacht angepasst werden können.

» *Wir müssen unsere Strukturen, unser Denken und die Art, wie wir unser Geschäft betreiben, weiterentwickeln*

Wer sind eigentlich die treibenden Kräfte des aktuellen Highspeed-Transformationsprozesses?
Sich verändernde Nachfrage und den Druck durch die Wettbewerber gab es schon immer. Der entscheidende Transformationstreiber ist aktuell der technologische Fortschritt, insbesondere durch die Digitalisierung. Die Rechenleistung, die wir heute mit dem Smartphone in der Hosentasche mit uns herumtragen, entspricht der eines tonnenschweren und mehrere Millionen teuren Supercomputers von vor 30 Jahren. Ich staune immer wieder, was durch die Digitalisierung alles möglich ist und wird. Ein nicht zu unterschätzender Faktor ist dabei auch die Politik. Schauen Sie, was durch staatliche Förderung der Elektromobilität in Norwegen erreicht wurde. Im Juni 2017 hatten E-Autos dort mit einem Marktanteil von 53 Prozent erstmals die Verbrenner überflügelt. Auch in China entwickelt sich die E-Mobilität dank staatlicher Steuerung schneller als bei uns. Die Politik kann also durch Gesetze, Verordnungen und andere Regulierungsmaßnahmen Transformationsprozesse positiv beeinflussen.

Keine leichte Aufgabe, bei den geforderten Geschwindigkeiten und den vielen Unbekannten valide Entwicklungsziele zu definieren. Können Sie Zeiträume nennen?
In unserem jährlich durchgeführten „Technologie-Dialog“ legen wir die grundsätzliche Ausrichtung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten für die kommenden fünf bis zehn Jahre fest. Wir denken langfristig, weil wir ein Familienunternehmen sind. Das wird sich bei allem Wandel auch in Zukunft auszahlen.

Wir danken für dieses Gespräch.

GEKONNT **GEWANDELT**

Wandel ist allgegenwärtig. Auch in der Mobilität. Schiffe, Flugzeuge oder Autos wandern in die Schrottpresse, wenn der Fortschritt sie überholt. Aber was passiert mit den dazugehörigen Infrastrukturbauwerken? „tomorrow“ zeigt Beispiele gelungener Transformationen.

von Volker Paulun und Frederick Unflath

STRASSE WIRD ZUM **LEBENSRAUM**

Schon jetzt rollen mehr als eine Milliarde motorisierte Fahrzeuge auf den Straßen der Welt. 2035 sollen es doppelt so viele sein. Zahlreiche Trassen sind dieser Steigerung nicht gewachsen. Weil sie unter den Lasten des Alltags mürbe werden. Oder weil sie selbst nicht wachsen können. Die Verödung einer solchen Beton-Krampfader kann im wahrsten Wortsinne eine belebende Wirkung haben.

EMBARCADERO, SAN FRANCISCO

Das war
Der in den 1960er-Jahren errichtete Embarcadero Freeway galt als „das mit Abstand hässlichste Bauwerk der Stadt“. 30 Jahre lang teilte der zweigeschossige Freeway die Küstenregion und das Ferry Building (Foto) von der Innenstadt. 1989 machte ein Erdbeben dem Spuk ein Ende. Der eingestürzte Schandfleck wurde 1991 abgerissen.

Das wurde draus
Ein von Palmen gesäumter Boulevard ersetzte den Freeway. Öffentliche Plätze und Parkanlagen wurden angelegt, ebenso Linien der berühmten Cable Cars. Heute ist der Embarcadero eine beliebte Ausgehmeile und Pier 39 etwas westlich des Ferry Building eines der zentralen Tourismusziele der Stadt.

CHEONGGYECHEON, SEOUL

Das war
Risse im Asphalt, Brüche im Beton. Seouls Stadtautobahn musste weg. Ein Abriss ohne Neubau. Dafür gab es viel Zuspruch, aber auch Protest bis hin zu Selbstmorddrohungen. Viele beschworen ein Verkehrschaos herauf, schließlich rollten jeden Tag 168.000 Autos über das vierspurige, 5,7 Kilometer lange und 35 Jahre alte Autobahnteilstück. Ab 2002 wurde das Projekt dennoch realisiert.

Das wurde draus
Der Abriss legte den unter der Autobahn verschwundenen Fluss Cheonggyecheon wieder frei. Das Gewässer wurde renaturiert. Fauna und Flora gedeihen seit Projektfertigstellung 2005 bestens – die Lebensqualität im Umfeld gleich mit. Das plötzlich hippe Viertel lockt Firmen an, die wiederum Arbeitsplätze schaffen und die Wirtschaft stärken. Außerdem sank die Durchschnittstemperatur entlang des Flusses um beachtliche 3,6 Grad. Ebenfalls bemerkenswert: Das befürchtete Verkehrschaos blieb aus. Auch weil Autofahrer – mehr oder weniger freiwillig – auf öffentliche Verkehrsmittel umstiegen. Und so wurde Cheonggyecheon zu einem Beispiel, das Schule macht: in Seoul, wo weitere Straßen zurückgebaut wurden. Aber auch Planer anderer Städte schauen sich die Umwandlung genau an.

MEHR FLIEGER, MEHR PLATZ

Immer mehr Starts, immer mehr Landungen, immer mehr Passagiere, immer mehr Fracht, immer größere Flughäfen. Die Flugbranche boomt weltweit. Die Zahl der pro Jahr beförderten Passagiere soll sich von vier Milliarden 2017 auf 7,8 Milliarden im Jahr 2036 nahezu verdoppeln. 2050 werden sogar bis zu 16 Milliarden Passagiere erwartet. Allein in Europa sollen dann Tag für Tag 70.000 Linienflieger abheben. Viele innerstädtische oder stadtnahe Flughäfen können dieses Wachstum auch wegen immer strengerer Auflagen nicht mitgehen, sie müssen aufs Umland ausweichen – oder sind es bereits, siehe Berlin, Denver, Liverpool, München, Oslo oder auch Hongkong. Rollfelder wurden dort wieder zu Lebensräumen.

TEMPELHOF, BERLIN

Das war
1909 startete der erste Motorflug auf dem ehemaligen Militär-Exerzierplatz. 1923 wurde der Linienflugverkehr aufgenommen, 85 Jahre später wieder eingestellt. Das ab 1936 entstandene Flughafenterminal war bis 1943 das flächengrößte Gebäude der Welt. Während der Berlin-Blockade landeten die Versorgungsflieger zeitweise im 90-Sekunden-Takt in Tempelhof.

Das wurde draus
Nach Einstellung des Flugbetriebs im Jahr 2008 ist das Tempelhofer Flugfeld zum innerstädtischen Naherholungsgebiet geworden. Das imposante Flughafengebäude samt Vorfeld wird von Mietern unterschiedlichster Branchen und als Eventfläche genutzt. Zum Beispiel als Austragungsort des Formel-E-Heimspiels vom Team Audi Sport ABT Schaeffler am 19. Mai 2018.

KAI TAK, HONGKONG

Das war
Der Anflug über die Häuserschluchten Hongkongs auf den 1954 erbauten und 1998 geschlossenen Flughafen Kai Tak zählte zu den gefährlichsten der Welt. Auch der tückischen Winde wegen. „Kai Tak Heart Attack“ wurde das Luftdrehkreuz, in den 1990er-Jahren immerhin der am viertmeisten frequentierte Airport auf dem Globus, daher gern tituliert. Der Nachfolger, 39 Kilometer vor den Toren der Stadt gelegen, ist der zweitgrößte Passagierflughafen Chinas und der weltgrößte Frachtflughafen.

Das wurde draus
Statt Flugzeuge steuern heute Ozeanriesen Kai Tak an. 2013 wurde das Medienberichten zufolge eine Milliarde Dollar teure Kreuzfahrtterminal in Betrieb genommen. Auf der ehemaligen Runway 13 kann heute Golf gespielt werden. Für den Runway Park wurden 158.000 Bäume und Sträucher gepflanzt. Für ehrgeizige Bauprojekte wurden Straßen asphaltiert, Versorgungsleitungen verlegt, doch die geplanten Häuser wurden nicht errichtet – bislang. Nun sollen sie Realität werden und der ehemalige Flughafen mit 50.000 Wohnungen, Büros, Geschäften, Sport- und Freizeitstätten zu neuem urbanem Leben erwachen.

MESSE RIEM, MÜNCHEN

Das war
Als der Münchner Stadtflughafen Oberwiesenfeld 1919 eingeweiht wurde, war er eigentlich schon zu klein. Eine Alternative „weit außerhalb der Stadt“ musste her: 1939 landete die erste Linienmaschine in München-Riem. Doch auch dieser Flughafen wurde von der expandierenden Stadt verschluckt. Bereits ab den 1960er-Jahren schauten sich die Verantwortlichen nach einem alternativen Standort noch weiter draußen um. Im Erdinger Moos wurden sie fündig.

Das wurde draus
Auf dem Gelände Oberwiesenfeld wurde der Olympiapark für die Spiele 1972 gebaut. In Riem entstand eine Messestadt – das Wohn- und Ausstellungsgebäude, einen Park sowie ein Einkaufszentrum umfassende Bauprojekt ist das zweitgrößte der Stadtgeschichte nach dem Olympiapark. Riem ist Veranstaltungsort der größten Messe der Welt: der Baumaterial- und Baumaschinen-Schau „Bauma“. Der 1992 eröffnete Riem-Ersatz, der Großflughafen Franz Josef Strauß, liegt 30 Kilometer respektive 45 S-Bahn-Minuten stadtauswärts.

HIGH LINE, NEW YORK

Das war
1847 wurde der prosperierende Meatpacking District, ein Gewerbegebiet im Westen Manhattans, mit der West Side Freight Line ans Schienennetz angebunden. Als der Autoverkehr Anfang des 20. Jahrhunderts immer mehr zunahm, störten die Gleise auf der Straße – 1932 wurde aus der Freight Line eine High Line. Doch schon in den 1950er-Jahren verlagerte sich der Güterverkehr von den hochgelegten Gleisen zurück auf die Straße – hinein in Lkw. 1960 wurde ein erster Teilabschnitt der High Line abgerissen, der letzte Zug fuhr 1980.

Das wurde draus
Die „Friends of the High Line" retteten die letzten 2,3 Kilometer Eisenbahngeschichte und bauten sie zu einem Park auf Stelzen um. Seit der Fertigstellung besuchen jährlich rund fünf Millionen Besucher die begrünten Gleisbetten inmitten der kreativen Nachbarschaft.

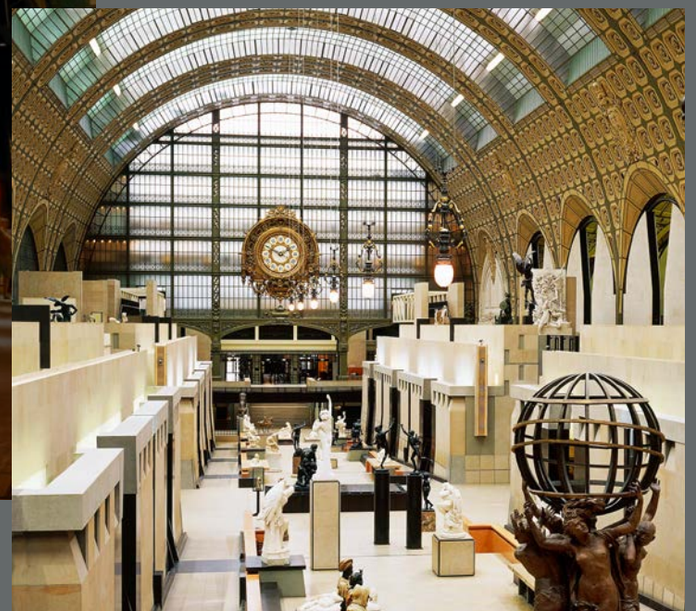
WATERLOO-STATION-KATAKOMBEN, LONDON

Das war
Parallel zum Siegeszug der Eisenbahn wuchs auch der 1848 eingeweihte Londoner Hauptbahnhof Waterloo Station. Bereits 1854 dockte ein kurioses Gebäude westlich an die Haupthalle an: der Necropolis-Bahnhof. Von dort starteten Züge mit Verstorbenen zu einem Friedhof am Stadtrand. 1902 zog der Bahnhof der Toten an die Waterloo-Südseite um. Der Aufbewahrungsort der sterblichen Überreste vor ihrer letzten Reise blieb bis zur Einstellung des Betriebs 1941 derselbe: das stetig mitgewachsene Katakomben-Labyrinth unterhalb der Waterloo Station.

Das wurde draus
Nach der letzten Fahrt der Necropolis Railway gerieten die Katakomben in Vergessenheit – bis sich nach der Jahrtausendwende die Londoner Kunstszene ihrer annahm. Kulturzentren zogen in die Unterwelt von Englands größtem Bahnhof (rd. 100 Mio. Passagiere/Jahr) ein: Auf der Ostseite das „Vaults Theatre", in die Old Vic Tunnels im Westen das „House of Vans" (Foto) samt Londons erstem Indoor-Skatepark. Jetzt gedeiht die Idee, das Konzept auf die seit 1932 brachliegende U-Bahn-Station Mayfair am Hyde Park zu übertragen.

DER ZUG IST ABGEFAHREN

Während der Industrialisierung im 19. und Anfang des 20. Jahrhunderts schossen Fabriken nur so aus dem Boden. Und das nicht auf der grünen Wiese wie in heutigen Industriegebieten, sondern in den Städten. Um die Produktion am Laufen zu halten, musste kontinuierlich Material fließen. Güterzüge erwiesen sich dabei als sehr effizient. Entsprechend wuchs auch das Gleisnetz. Im Zuge der Entwicklung grub der flexiblere Lkw der Eisenbahn immer mehr Fracht ab. Zusätzlich verdrängte der wachsende Bedarf an Büro- und Wohnflächen viele große Produktionsbetriebe aus den Citylagen. Noch heute sieht man in vielen Metropolen bauliche Zeitzeugen des einstigen innerstädtischen Güterverkehrs. Die meisten sind dem Verfall preisgegeben, aber es gibt Ausnahmen. Siehe links. Im Gegensatz zum Güterverkehr erlebt die innerstädtische Personenbeförderung auf der Schiene eine Hochphase – auch das nicht ohne Folgen. Vielerorts werden effizientere Trassen, modernere Stationen gebaut. Aber auch hier muss Altes nicht zwangsläufig aufs Abstellgleis geschoben werden. Mit viel Kreativität kann in frei werdenden Anlagen neues Leben erblühen.



MUSÉE D'ORSAY, PARIS

Das war
Der 1900 eröffnete Bahnhof d'Orsay in Paris war mit seinen üppigen Ornamenten zu schön, um schmutzigen Dampfloks Einlass zu gewähren. So ging d'Orsay als erstes Stadtbahnterminal für E-Züge in die Pariser Stadtgeschichte ein. Schon 1939 wurde der Bahnhof aber zu klein für den Fernverkehr. Nach Ende des Zweiten Weltkriegs rollten auch keine Nahverkehrszüge mehr ein – dem Prunkbau drohte der Abriss.

Das wurde draus
Der damalige Präsident Valéry Giscard d'Estaing höchstpersönlich setzte sich Ende der 1970er-Jahre dafür ein, dass der Bahnhof zum Museum für Kunst aus den Jahren 1848 bis 1914 wurde. Jährlich besuchen 3,8 Millionen Menschen die Ausstellung – reger Verkehr also im Ex-Bahnhof.

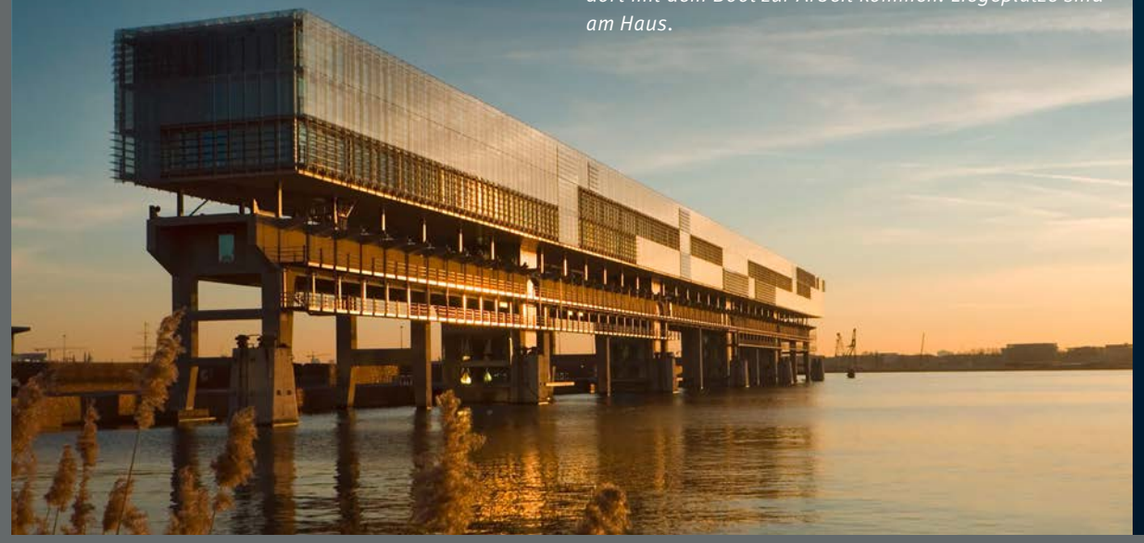
NEUE HAFENWELTEN

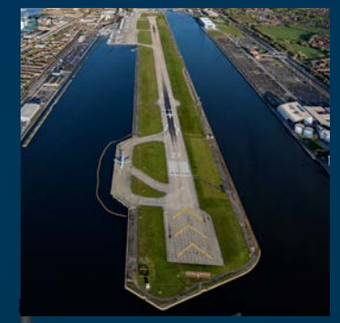
Durch die Globalisierung hat sich der Welthandel seit 1960 um den Faktor 19 erhöht – dreimal so stark wie die Weltwirtschaft. Auch diese Zahl verblüfft: 90 Prozent des Exporthandels werden auf dem Seeweg abgewickelt. Parallel zum Seehandel sind auch die Schiffe gewachsen. Wer im Hamburger Hafen von Bord des Museumsfrachters „Cap San Diego“ rüber zum Containerterminal schaut, wo die ganz großen Pötte festmachen, wird sich der Unterschiede bewusst. 160 Meter misst der Stückgutfrachter Baujahr 1960, 10.000 Tonnen konnte er laden. Die 400-Meter-Ozeanriesen aktueller Bauart fassen 18-mal so viel – und kommen mit der Hälfte der Besatzung aus. Einer der wichtigsten „Game Changer“ des Welthandels wurde 1956 erstmals auf Reisen geschickt: der Standard-Seecontainer. Heute schippern rund 30 Millionen der 20 oder 40 Fuß langen Einheitsblechboxen auf den Weltmeeren umher. Die größten Containerfrachter der Welt – die G-Klasse der Reederei OOCL – können jeweils 21.413 Standardcontainer transportieren. Entladen werden die Seegiganten in zwei bis drei Tagen an hoch automatisierten Hightech-Terminals. Viele alte Hafengebiete rund um die Welt konnten mit dem rasanten Wandel nicht mithalten. Die direkte Wasserlage machte die Areale aber hochinteressant für die Ansiedlung von Wohn- und Geschäftsvierteln.

KRAANSPOOR, AMSTERDAM

Das war
Die niederländische Metropole Amsterdam ist seit dem 13. Jahrhundert Hafenstadt. Aufwendige Kanalarbeiten öffneten immer neue Wege zur Nordsee. In den 1950er-Jahren wurde das westliche Hafengebiet ausgebaut, das nördliche und östliche verloren dadurch an Bedeutung.

Das wurde draus
Auf den Brachen wurden ab 1990 Wohn-, Arbeits- und Lebensräume geschaffen. Ein besonders interessantes Beispiel für die dort entstandene Bebauung ist „Kraanspoor“, ein 13 Meter über dem Wasser auf eine alte Krananlage aufgeständerter Büroriegel (270 Meter lang und nur 13,5 Meter breit). Der Clou: Angestellte können dort mit dem Boot zur Arbeit kommen. Liegeplätze sind am Haus.





AUS WASSER **WIRD LUFT**

London schlug einen anderen Weg ein. Auf dem Gebiet des ehemaligen Hafenbeckens „King George V Dock“ wurde der London City Airport errichtet. Während andere City-Flughäfen schließen, wächst der an der Themse: Umbaumaßnahmen sollen die Kapazität auf acht Millionen Passagiere pro Jahr erhöhen.

HAFENCITY, HAMBURG

Das war
Der Hamburger Hafen, im 9. Jahrhundert erstmals erwähnt und am 7. Mai 1189 offiziell gegründet, hat sich im Laufe seines Bestehens von einem Anlandeplatz in der Altstadt am nördlichen Elbufer immer weiter nach Südwesten ausgebreitet. Seit den 1970er-Jahren bestimmen Containerschiffe das Bild. Der nördliche Bereich mit der Speicherstadt verlor immer weiter an Bedeutung, große Bereiche lagen brach.

Das wurde draus
2001 erfolgte der erste Spatenstich für die neue HafenCity, mit insgesamt 157 Hektar aktuell das größte innerstädtische Stadtentwicklungsprojekt Europas. Wenn das Areal mit Universität, Shoppingcenter, Schulen, Kindergärten, Büros, Wohnhäusern, U-Bahn-Stationen, der erhaltenen Speicherstadt, einem Wolkenkratzer, zwei Museen und natürlich der weltberühmten Elbphilharmonie (Foto) bis 2030 fertiggestellt ist, sollen sich dort jeden Tag 120.000 Menschen tummeln.

DIE AUTOREN

*Die Autoren **Volker Paulun** (l., gebürtiger Hamburger) und **Frederick Unflath** (Wahl-Münchner) hätten das halbe Magazin mit urbanen Transformationsprojekten füllen können – auf so viele spannende Umwandlungen sind die beiden bei ihrer Recherche gestoßen. Darunter einige, wie der Detroiter Bahnhofsmonumentalbau Michigan Central Station, die sich im Dornröschenschlaf befinden und nur darauf warten, dass mutige „Transformer“ sich ihrer annehmen.*

in bewegung

Innovationen im Laufe der Zeit

» Aus einem Postunternehmen mit einem bisschen Logistik machen wir ein Logistikunternehmen mit einem bisschen Post Peter Kjær Jensen, Chef der dänischen Post

WENN DER **POSTMANN** NICHT MEHR KLINGELT

Schon die alten Ägypter, Griechen und Perser verschicken Postsendungen. Römerkaiser Julius Caesar führt einen staatlichen Postdienst ein, allerdings ist der „cursus publicus“ nicht für private Sendungen gedacht. Als Begründer des neuzeitlichen Postwesens gilt Franz von Taxis. Er und seine Nachfolger aus dem Hause Taxis richten im Auftrag der weitverzweigten habsburgischen Familiendynastie ab 1490 ein Kuriernetz ein, das bis Mitte des 16. Jahrhunderts so ausgebaut wird, dass es den gesamten Westen Europas überzieht. Die von Reitern und Kutschen angesteuerten Poststationen werden zu wichtigen Zentralpunkten bei der Entwicklung von Dörfern und Städten. Die Post etabliert sich immer mehr als Kommunikationsmittel. Und selbst disruptive Attacken von Telegrafie und -fonie, Fax und E-Mail wehren Briefe und Karten ab. Noch heute werden sie, wenn auch mit deutlich rückläufigen Zahlen, milliardenfach verschickt. Ob Postsendungen aber zukünftig noch durch menschliche Boten zugestellt werden, das ist fraglich. Autonom agierende Maschinen wie der hier gezeigte Schaeffler Cargo Mover in Form einer selbstfahrenden Packstation laufen Zustellern aus Fleisch und Blut mehr und mehr den Rang ab.

425 Mrd.

Euro Umsatz hat die **Post-Branche** 2016 weltweit erzielt. 2 % mehr als im Vorjahr.

Quelle: International Post Cooperation (IPC)

300 Mrd.

Briefe wurden 2016 weltweit versendet. Zur Jahrtausendwende waren es noch 130 Mrd. mehr.

Quelle: Universal Postal Union (2018)

70 Mrd.

Pakete wurden 2016 verschickt. In westlichen Ländern hat sich die Zahl seit der Jahrtausendwende verdoppelt. Geradezu explodiert ist sie in China. Mit 31,3 Mrd. Paketen in oder aus China heraus hatte das Land der Mitte im Jahr 2016 einen Weltmarktanteil von fast 50 %.

Quelle: China State Post Bureau (2016)

DER ZUFALL, DER DIE WELT VERÄNDERT

Gerne reden wir uns ein, wir könnten technologische Revolutionen vorhersehen oder gar vollkommen bewusst kontrollieren. Das ist eine Illusion – der Zufall hat in unserer Welt ein gewichtiges Wort mitzureden.

von Florian Aigner

Wie wird das Wetter heute in drei Jahren in New York? Niemand weiß das. Das liegt nicht daran, dass unsere Meteorologen nicht schlau genug sind, dass sie zu wenige Messgeräte aufgestellt haben oder dass ihre Computer nicht präzise genug rechnen – es liegt an den Grundgesetzen der Physik.

Diese Erkenntnis ist recht jung, erst in den 1960er-Jahren entdeckte man das, was Physiker heute „Chaos" nennen: Selbst kleine, scheinbar bedeutungslose Details können gewaltige Auswirkungen haben. Angenommen, wir hätten den besten vorstellbaren Meteorologie-Simulationscomputer, der jede Aktion eines Atoms in der Atmosphäre mit perfekter Genauigkeit vorherberechnen könnte – und dann schlägt unerwartet irgendwo im brasilianischen Urwald ein Schmetterling sanft mit den Flügeln. Eine winzige Nebensächlichkeit, die als Auslöser einer Kettenreaktion alle Vorhersagen völlig wertlos werden lässt – der sogenannte „Butterfly Effect" (siehe Infokasten). Möglicherweise herrschen dann Wirbelstürme, wo der Computer Schönwetter vorhergesagt hatte – oder umgekehrt. Und da es völlig undenkbar ist, jede Nebensächlichkeit im ganzen Universum in unsere Berechnungen einzubeziehen, kann auch der beste Computer die Zukunft des Wetters nie langfristig berechnen. Physikalisch gesehen reichen manchmal Winzigkeiten, um den Lauf der Dinge völlig aus den Angeln zu heben.

Das erscheint uns merkwürdig. Wir reden uns gerne ein, dass die Zukunft im Großen und Ganzen vorhersagbar ist. Kenner der Szene erklären mit Überzeugung, welches Technologie-Start-up groß durchstarten wird. Der Bitcoin-Kurs wird sicher wieder steigen. Unsere Kühlschränke werden bald automatisch Milch nachbestellen. In den 2040er-Jahren werden NASA-Astronauten den Mars betreten. Das ist möglich. Aber allzu sehr sollten wir uns auf Prognosen über die großen Veränderungsprozesse dieses Jahrhunderts nicht verlassen. Der Zufall hat in unserer Welt ein gewichtiges Wort mitzureden, und die Zukunft ist daher weder steuerbar noch prognostizierbar. Das lehrt uns die Physik – und die historische Erfahrung.

Der Zufall als Erfinder

1945 arbeitete der US-amerikanische Ingenieur Percy Spencer an Mikrowellen-Radaranlagen. Zufällig hatte er einen Erdnussbutter-Schokoriegel eingesteckt, und überrascht stellte er fest, dass der Schokoriegel zu schmelzen begann. Damit war die Idee für den Mikrowellenofen geboren.

Charles Goodyear wollte den Naturkautschuk verbessern, der bei Hitze klebrig und bei Kälte spröde wurde. Lange blieben Goodyears Experimente ohne Erfolg, auch der Versuch, den Kautschuk mit Schwefel zu

DER **BUTTERFLY EFFECT**

Die Bedeutung des Zufalls für die Wettervorhersage *entdeckte der US-Meteorologe Edward Lorenz in den 1960er-Jahren – wie könnte es anders sein – durch bloßen Zufall. Er startete eine seiner meteorologischen Computerberechnungen ein zweites Mal und stellte erstaunt fest, dass sie diesmal ein völlig anderes Ergebnis lieferte. Wie sich zeigte, hatte er beim Eingeben der Anfangsdaten einen winzigen Fehler gemacht. Die Ausgangsbedingungen bei der zweiten Wetterberechnung waren daher geringfügig anders als beim ersten Mal. Nun könnte man meinen, dass eine winzige Abweichung in den Anfangsdaten auch nur eine kleine Änderung im Endergebnis hervorruft, aber das stimmt nicht: Der Unterschied zwischen den beiden Wetter-Entwicklungen, die zu Beginn praktisch identisch sind, wächst immer schneller, bis sie schließlich überhaupt nichts mehr miteinander zu tun haben. Fehler wachsen exponentiell an – das ist der Kern der Chaostheorie. Theoretisch kann daher ein winziges Ereignis, etwa ein Schmetterlingsflügelschlag, den Unterschied zwischen einem Tornado und friedlichem Sommerwetter ausmachen. Nachträglich beweisen, vorhersagen oder gar planen lässt sich das aber freilich nicht.*

» *Stets findet Überraschung statt, da, wo man's nicht erwartet hat*

Wilhelm Busch, deutscher Schriftsteller

erwärmen. Angeblich soll er dann eines Tages im Jahr 1839 aber vergessen haben, die Mischung vom Herd zu nehmen – und plötzlich verwandelte sich die Masse in etwas Elastisches, Stabiles. Zufällig hatte Goodyear das Kautschuk-Vulkanisieren entdeckt.

Alexander Fleming ließ zufällig eine Nährbodenplatte im Labor liegen, bevor er 1928 in den Sommerurlaub fuhr. Als er zurückkam, hatte sich dort ein Pilz breitgemacht, der zu Flemings Erstaunen die Bakterien rund um ihn abtötete. Das Penicillin war entdeckt.

An solchen Ereignissen wird offensichtlich, welche große Rolle der Zufall spielt. Allerdings: Hätten Spencer, Goodyear, Fleming & Co. das Potenzial ihrer unerwarteten Ergebnisse nicht richtig zu deuten gewusst, wäre die zufällig aufgestoßene Tür sang- und klanglos wieder zugefallen. Neben einer gehörigen Portion Abstraktionsfähigkeit ist also durchaus auch ein hohes Maß an Sachverstand und Beharrlichkeit ein entscheidender Faktor bei Zufallserfindungen.

Neben dem Zufall kommen noch unzählige Angelpunkte der Geschichte dazu, die gar nicht als solche erkennbar waren und völlig unbedeutend schienen, wie der Flügelschlag eines Schmetterlings. Wer weiß, vielleicht wäre Isaac Newton, der Vater der Mechanik, als Kind beinahe von einer Brücke gefallen, konnte aber gerade noch rechtzeitig von einem Passanten festgehalten werden? Wäre James Clerk Maxwells Mutter nicht zufällig so früh verstorben, vielleicht hätte er sich ganz anders entwickelt, sich nicht für Physik interessiert und niemals die Grundgleichungen der Elektrizität entdeckt, die unsere Technik vollkommen revolutionieren sollte?

Der Zufall regiert auch im Unabänderlichen mit

Das bedeutet freilich nicht, dass man überhaupt nichts über die Zukunft aussagen kann. Der Flügelschlag eines Schmetterlings mag beeinflussen, ob es nächstes Jahr am 7. August in Hamburg regnen wird, aber dass es dort grundsätzlich im Sommer wärmer sein wird als im Winter, steht fest. Und Ähnliches gilt auch für den technologischen Wandel: Dass sich die Elektronik weiterentwickeln wird, wenn auch vielleicht nicht so rasch wie bisher, scheint ziemlich sicher. Und dass aufgrund unserer Klimaprobleme verschiedene umweltverträglichere Technologien eine wachsende Rolle spielen werden, ist auch nicht zu bestreiten. Aber solche Entwicklungen laufen nicht auf vorhersagbare Weise ab, sondern in zufälligen Sprüngen, die sich kaum kontrollieren lassen.

So ist es kein Wunder, dass sich auch Prognosen kluger, gebildeter Leute immer wieder als bemerkenswert falsch entpuppen: Der Staubsaugerproduzent Alex Lewyt kündigte 1955 an, es werde in den nächsten zehn Jahren Staubsauger mit Kernenergie-Antrieb geben. Zukunftsforscher Matthias Horx verkündete noch 2001: Das Internet werde nicht zum Massenmedium werden. Zumindest die Fachzeitschrift „Popular Mechanics" lag richtig, als sie 1949 vermutete, eines Tages werde es einen Computer geben, der weniger wiege als 1,5 Tonnen.

Das einzig Sichere ist die Unsicherheit

Wie sich unsere Welt wandeln wird, ist nicht vorherzusagen. Damit müssen wir uns abfinden – und das ist auch gut so. Denn nur ziemlich langweilige, einfache Systeme lassen sich langfristig prognostizieren. Dass unsere Gesellschaft ein komplexes System ist, in dem letzten Endes auch das Chaos regiert, macht unsere Welt erst richtig interessant. Fest steht jedenfalls: Die Welt wird sich verändern – das hat sie schon immer getan.

Wir sollten uns nach Kräften bemühen, diesen Wandel mitzugestalten und in die richtige Richtung zu lenken, soweit das eben möglich ist. Doch wohin wird uns das führen? Auf fremde Planeten? In virtuelle Welten? In ein bionisches Zeitalter der lebenden Maschinen? Das können wir nicht wissen. Wir können nur gespannt sein und mutig nach vorne blicken.

OPABINIA, DER ZUFALL UND WIR

Opabinia ist eine vor rund 500 Millionen Jahren ausgestorbene Tiergattung. Opabinia hatte einen skelettlosen Körper, fünf voll funktionstüchtige Augen und einen Rüssel mit Greifarm unterm Kopf. Auf der ganzen Erde lebt heute kein Tier, das Opabinia auch nur entfernt ähnelt. Warum hat sich eine so große Vielfalt moderner Wirbeltiere entwickelt, während Opabinias Verwandtschaft völlig ausgestorben ist? „Es ist möglicherweise reiner Zufall, dass der ‚tomorrow'-Leser nicht ein grünbeschupptes Lebewesen mit Rüssel ist, sondern dass die Spezies Mensch durch unzählige Zufallsereignisse überlebt hat", so Wissenschaftserklärer Florian Aigner.

DER AUTOR

Florian Aigner *ist Physiker und Wissenschaftserklärer. Er promovierte über theoretische Quantenphysik und schreibt heute über Wissenschaft und Technik – unter anderem in seiner Kolumne „Wissenschaft und Blödsinn" auf futurezone.at. In seinem aktuellen Buch „Der Zufall, das Universum und du", das nun als „Wissenschaftsbuch des Jahres" ausgezeichnet wurde, begibt sich Aigner auf die Suche nach der tiefen Bedeutung des Zufalls für das Universum, für das Leben und für uns alle.*

EINS FÜR ALLES

1996 präsentierte Nokia mit dem Communicator das erste „Büro in der Westentasche“. Spätestens als Apple 2007 das erste iPhone präsentierte, begann der unvergleichliche Siegeszug des Smartphones. Heute hat der digitale Alleskönner unserer Leben in nahezu allen Bereichen des Alltags komplett umgekrempelt. Schon heute entfällt die Hälfte des weltweiten Web-Traffics auf das Smartphone. 66 % der Weltbevölkerung besitzen einen solchen Taschencomputer. Und die Revolution ist noch längst nicht abgeschlossen. Beispiele aus der Welt des Wischens und Klickens.

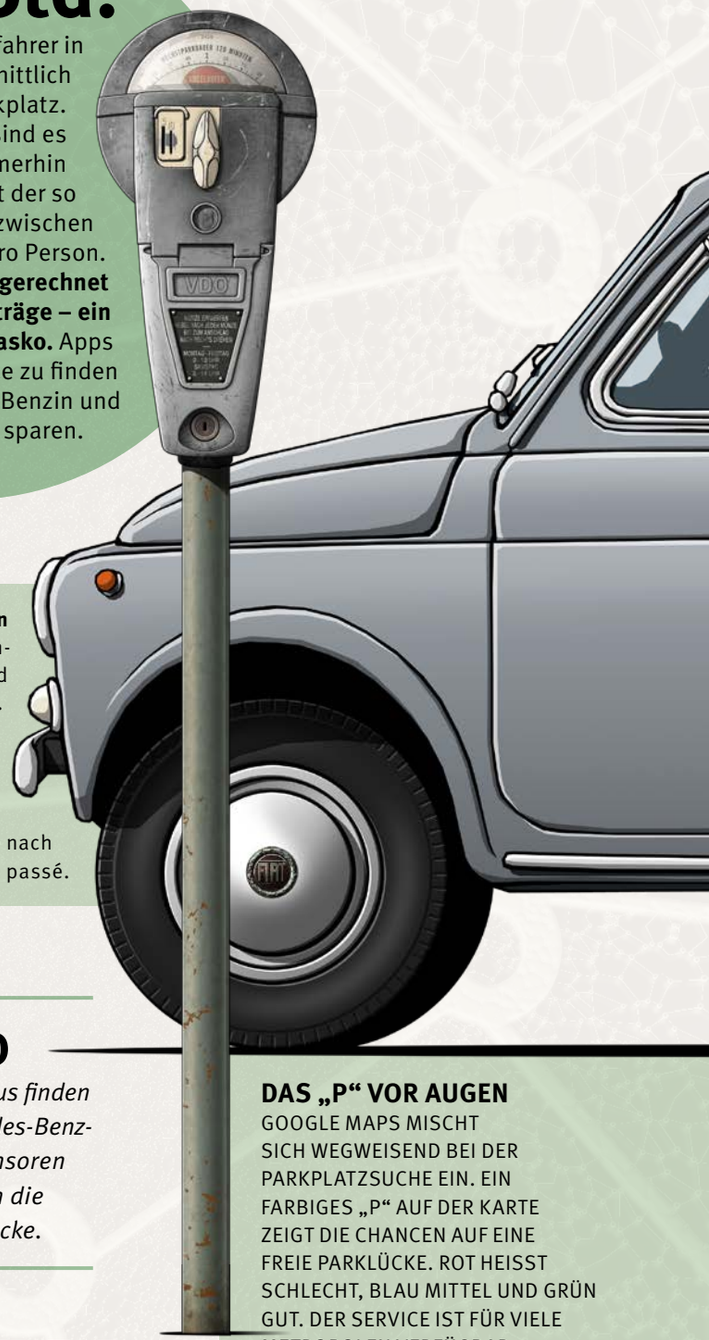
— *von Denis Dilba*

41 Std.

pro Jahr suchen Autofahrer in Deutschland durchschnittlich nach einem Parkplatz. In Großbritannien sind es 44 Stunden, in den USA immerhin noch 17 Stunden. Der Wert der so verschwendeten Zeit liegt zwischen 300 und 900 Euro pro Person. **Auf die Länder hochgerechnet sind es Milliardenbeträge – ein volkswirtschaftliches Fiasko.** Apps helfen leere Parkplätze zu finden und damit Zeit, Benzin und Emissionen zu sparen.

Quelle: INRIX Global Traffic Score Card (2017)

Das Parkticket per Smartphone zu kaufen wird in immer mehr Städten möglich. Autofahrer laden die Programme auf ihr Handy und müssen sich und ihr Fahrzeug registrieren. Der Vorteil beim Parken per App liegt in der genaueren Abrechnung – wenn Einkauf oder Arzttermin länger dauern, lässt sich das Ticket auch aus Umkleidekabine oder Wartezimmer heraus verlängern. Und die Suche nach passendem Kleingeld ist auch passé.



VON GEISTERHAND

Ganz von allein, nur per Befehl vom Handy aus finden zwei E-Klasse-Autos im Parkhaus des Mercedes-Benz-Museums in Stuttgart einen Parkplatz. Sensoren in der Parkhausinfrastruktur dirigieren die Versuchsfahrzeuge in eine freie Parklücke.

DAS „P“ VOR AUGEN

GOOGLE MAPS MISCHT SICH WEGWEISEND BEI DER PARKPLATZSUCHE EIN. EIN FARBIGES „P“ AUF DER KARTE ZEIGT DIE CHANCEN AUF EINE FREIE PARKLÜCKE. ROT HEISST SCHLECHT, BLAU MITTEL UND GRÜN GUT. DER SERVICE IST FÜR VIELE METROPOLEN VERFÜGBAR.

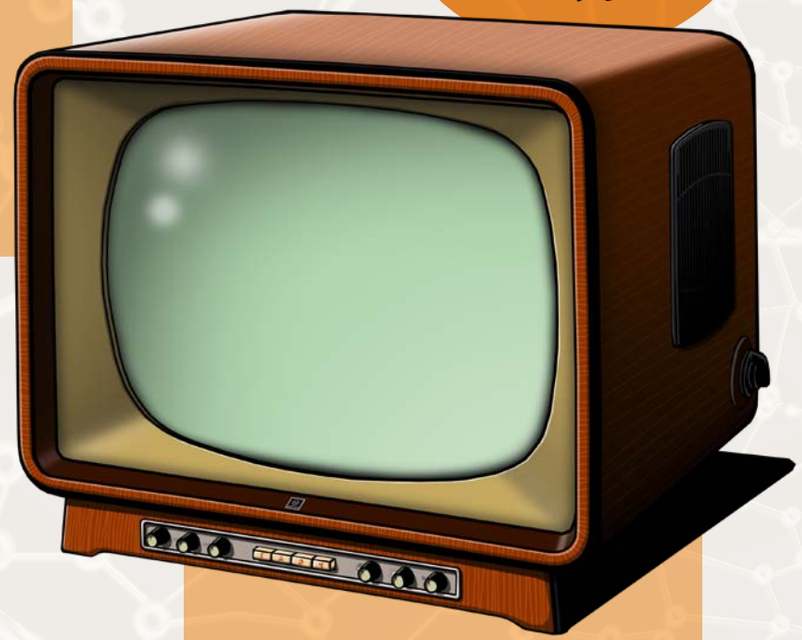
BEQUEM IN DIE LÜCKE

Autofahrers bester Freund: das Smartphone als multifunktionaler Parkassistent.

GIGABYTE-FRESSER
DER DATENVERBRAUCH BEIM STREAMEN BETRÄGT SCHNELL MEHRERE GIGABYTE. DIE ANBIETER SKY GO UND DAZN KOMMEN AUF 1,5 GB PRO STUNDE, NETFLIX UND AMAZON VIDEO AUF 1 GB BZW. 0,5 GB. ALLE WERTE GELTEN FÜR OPTIMALE QUALITÄT. IM SPARMODUS SAUGEN DIE APPS WENIGER DATEN – LIEFERN ABER AUCH ENTSPRECHEND SCHLECHTERE AUFLÖSUNGEN.

Quelle: Kaspersky Lab (2017)

51 %
aller Smartphone-Besitzer **nutzen das Gerät zum TV-/Video-Schauen** – Platz drei aller Online-Nutzungen hinter E-Mail (59 %) und Social Media (55 %). Musikhören folgt auf Platz 9 (36 %).



GUTE UNTERHALTUNG

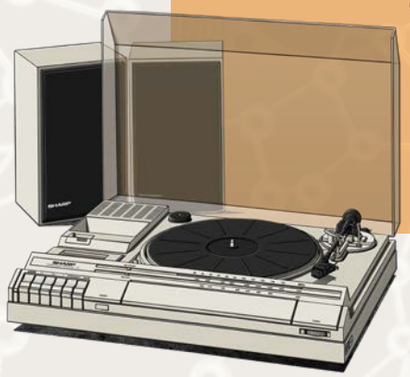
Ob Film oder Musik: das Smartphone als ultimative audio-visuelle Jukebox.

80 PROZENT

des globalen Internet-Datenvolumens sollen laut IT-Konzern Cisco 2019 aus Video-Streaming bestehen. Zwei Drittel der Videos sollen auf drahtlosen Geräten geguckt werden. Auch diese Zahl verblüfft: 2019 sollen jeden Monat Videos mit einer Gesamtlänge von 5 Millionen Jahren gestreamt werden.

Wer heute Musik über das Handy hört, spielt kaum noch eigene Audiodateien ab. *Insbesondere jüngere Menschen setzen auf Musik-Streamingdienste wie Spotify, Apple Music, Deezer und Co. So hören 61 % der 14- bis 29-Jährigen ihre Musik per Stream auf Smartphone, Tablet oder Laptop. Unter den 30- bis 64-Jährigen sind es 40 %. Selbst bei den über 65-Jährigen streamt rund jeder Vierte Audio-Dateien im Internet.*

Quelle: Bitkom

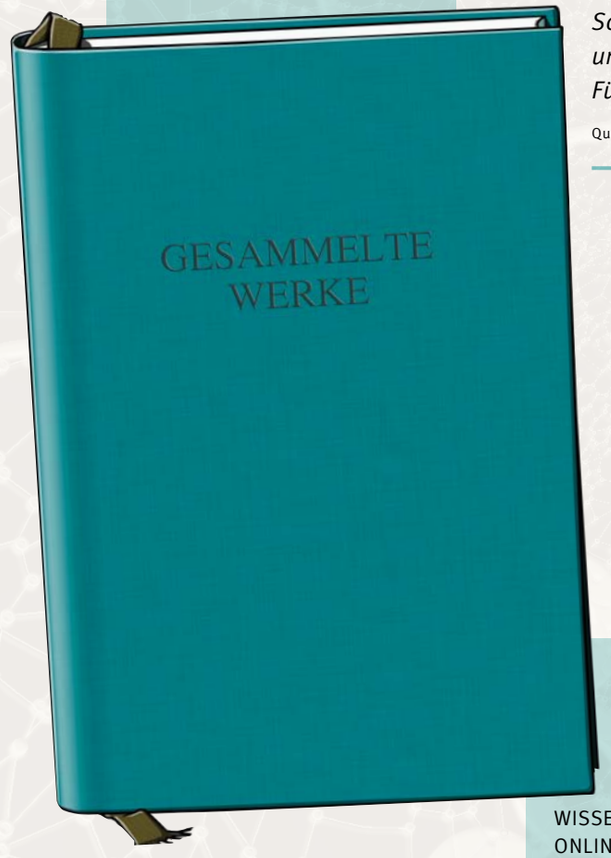


GEBALLTE INFORMATION

Mehr Wissen und Lesestoff als jede Bibliothek: Mit dem Smartphone hat man Zugriff auf die 16 Zettabyte Daten (eine Zahl mit 21 Nullen) des Internets – Weltwissen to go.

39 PROZENT

der E-Book-Leser **schmökern auf dem Handy.** Dank immer größer werdender Displays hat das Smartphone das Tablet (29 %) als bevorzugte E-Book-Reader-Alternative überholt.



INFOQUELLE NR. 1

Papier ist geduldig, das Smartphone schnell – auch deswegen nutzen 50 Prozent aller Besitzer von iPhone & Co. den digitalen Allrounder als „überwiegende" Nachrichtenquelle. TV, Print und Radio folgen mit großem Abstand. Allerdings wird auch online bevorzugt auf die digitalen Angebote klassischer Medien zurückgegriffen. Soziale Medien spielen hier (noch) eine untergeordnete Rolle. Nicht einmal jeder Fünfte schaut dort nach Nachrichten.

Quelle: Reuters Institute Digital News report (2017)

Über 300 Mio.

Mal wurde die Bibel-App YouVersion auf mobile Endgeräte heruntergeladen. **Damit ist das meistgedruckte Buch der Welt auch digital ein Bestseller.** Auch Koran-Apps wurden millionenfach heruntergeladen.

244 JAHRE LANG
WURDE DAS BERÜHMTE NACHSCHLAGEWERK „ENCYCLOPAEDIA BRITANNICA" GEDRUCKT. 2012 WAR SCHLUSS. ZUMINDEST MIT DER GEDRUCKTEN VERSION. DAS GEBALLTE WISSEN GIBT ES JETZT SMARTPHONE-KOMPATIBEL ONLINE UNTER BRITANNICA.COM

25.700

Selfies wird ein durchschnittlicher „Millenial“ voraussichtlich **bis zu seinem Lebensende** mit seinem Smartphone schießen.

Quelle: Elsa Godard im Buch „I Selfie Therefore I Am“

1,2 BILLIONEN FOTOS

hat die Weltbevölkerung im vergangenen Jahr gemacht. Vor allem die zunehmende Verbreitung von Smartphones lässt die Zahl der weltweit geknipsten Bilder seit Jahren kontinuierlich wachsen. Rund 85 % aller Fotos – und damit mehr als eine Billion – wurden demnach mit den mobilen Alleskönnern gemacht. Herkömmliche Digitalkameras kommen dagegen nur noch auf einen Marktanteil von 10,3 %.

Quelle: Bitkom-Studie „Zukunft der Consumer Technology“ (2017)

NEUE BILDERWELTEN

Fotoapparat, Bildbearbeitung, Videokamera, Schnittplatz: braucht man nicht, wenn man ein Smartphone hat.

SOCIAL-MEDIA-TURBO

Beiträge in sozialen Medien mit Fotos **bekommen 53 % mehr „Likes“, 104 % mehr Kommentare und werden 84 % öfter geteilt** als bildlose Beiträge. Der allergrößte Teil dieser Fotos wird mit Smartphones geschossen.

Quelle: „Photo sharing: trillions and rising“ (2016), Deloitte

2 Megapixel

Auflösung hatte die Kamera im ersten iPhone anno 2007. Das aktuelle Modell kommt auf 12,2 MP. Konkurrenzmodelle wie das Huawei Mate 9 sogar auf **bis zu 20 MP.** Außerdem sind Smartphone-Objektive heute doppelt so lichtempfindlich wie einst.

BARGELDLOS ZUR KASSE

Münzen, Scheine, Karten – das war gestern. Das Smartphone ist die Geldbörse der Zukunft.

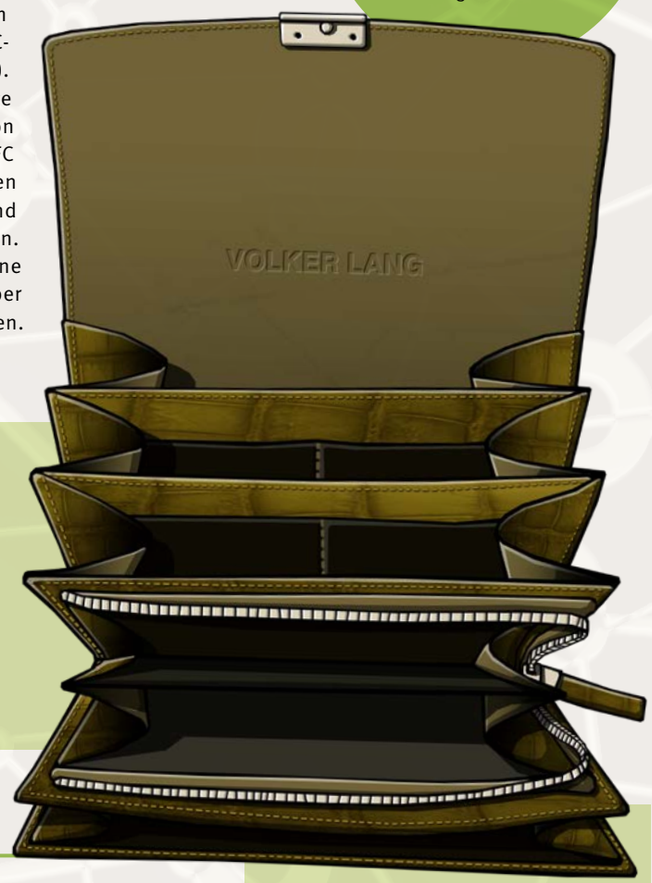
Bezahlen per Handy

funktioniert bei den meisten sogenannten Mobile-Wallet-Apps mit der NFC-Technologie (Near Field Communication). Die Funktechnik überträgt nur geringe Datenmengen über eine Reichweite von wenigen Zentimetern. Deshalb ist NFC perfekt dazu geeignet, die Zahlungsdaten zwischen einem Smartphone und einem Kassenterminal auszutauschen. Bis 20 oder 25 Euro kann man so ohne Sicherheitsabfrage einkaufen – darüber muss ein Code eingetippt werden.

Bis 2020

soll **an allen Kassenterminals** mit EC- oder Kreditkarten-Lesegeräten in Europa das Bezahlen mit dem Smartphone per NFC-Technologie möglich sein.

Quelle: Visa, MasterCard, Maestro



BIS 2021 SOLL DAS JÄHRLICHE WELTWEITE TRANSAKTIONSVOLUMEN PER SMARTPHONE AUF 870 MRD. US$ ANWACHSEN.

690 MIO. MENSCHEN HABEN AKTUELL EIN DIGITALES PORTEMONNAIE AUF DEM SMARTPHONE – STEIGERUNGSRATE 25 % PER ANNUM.

Quelle: mobilepaymentsworld.com

CASH & CARRY

Die britische Handelskette Co-op testet seit März 2018 in einer Filiale in Manchester ein bargeldloses Bezahlverfahren: Kunden scannen die Produkte beim Hineinlegen in den Einkaufswagen selbst mit dem Smartphone und bezahlen am Ende des Einkaufs mit einem Click aufs Display.

TESTMARKT INDIEN

WhatsApp hat seine Smartphone-App in Indien um eine Bezahlfunktion erweitert. Die Facebook-Tochter hat sich das Land nicht nur wegen der über 200 Millionen WhatsApp-Nutzer als Testmarkt ausgesucht, sondern auch, weil 70 % der indischen Internet-Nutzer keinen PC fürs Surfen nutzen, sondern nur mobil ins Netz gehen.

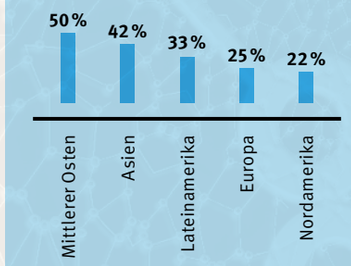
SMART UNTERWEGS

Taxi rufen, Mietrad ausleihen, in den Flieger einchecken oder gleich eine ganze Reise buchen – das Smartphone kann's und wird immer mehr zum Mobilitäts-Tool.

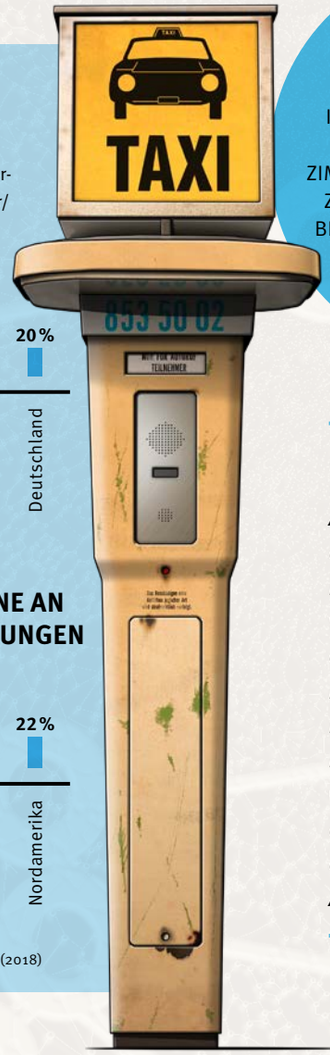
NUTZUNG MOBILITÄTS-APPS
bei Smartphone-Besitzern (14–65 Jahre) für Taxi, Mitfahrgelegenheiten, Leihfahrräder/ Scooter und Carsharing.

Quelle: Dalia Research (2017)

ANTEIL SMARTPHONE AN ONLINE-REISEBUCHUNGEN



Quelle: criteo „Travel Flash Report" (2018)



MEHRERE 100 MIO. DOLLAR
HAT DIE HILTON-GRUPPE INVESTIERT, UM IHREN GÄSTEN EINEN SCHLÜSSELLOSEN ZIMMERZUGANG PER SMARTPHONE ZU ERMÖGLICHEN. AUSSERDEM BIETEN IMMER MEHR HOTELS DAS EIN- UND AUSCHECKEN PER TELEFON AN.

26 PROZENT

Anstieg bei ihrer Nutzung des öffentlichen Personen-Nahverkehrs (ÖPNV) verzeichneten die Probanden eines österreichischen Forschungsprojektes zur intermodalen Mobilität in Wien. Hauptgrund für den Zuwachs war die einfache Tatsache, dass die Test-App ihnen klar zeigte, dass der ÖPNV die schnellere Alternative war.

BESSER VERBUNDEN

Ach ja, telefonieren kann ein Smartphone natürlich auch …

20 %
aller Menschen weltweit hatten 2005 einen **Festnetzanschluss –** historischer Höchstwert. 2016 waren es nur noch 13,5 %. Im gleichen Zeitraum nahm die Zahl der Handyverträge von 34 auf 101,5 pro 100 Personen zu.

794 Gramm
wog das **weltweit erste Mobiltelefon.** Das DynaTAC 8000X von Motorola, zugelassen 1983, war 33 cm lang, erlaubte eine Gesprächszeit zwischen 30 Minuten und einer Stunde, konnte 30 Nummern speichern – und kostete 3.995 US-Dollar. Dennoch verkaufte sich der Smartphone-Urahn innerhalb eines Jahres 300.000-mal.

TIPPEN STATT SPRECHEN

In den USA nutzen 70 % aller Smartphone-Besitzer Textnachrichten zur Kontaktaufnahme. Telefonie (62 %) und E-Mail (54 %) folgen. In Großbritannien telefoniert jeder Fünfte überhaupt nicht mehr mit seinem Smartphone. Der deutsche Digital-Experte Gerald Lembke diagnostiziert: „Alle Studien zeigen, dass das Telefon kaum noch genutzt wird. Über alle Altersgruppen hinweg wird im Schnitt gerade mal acht Minuten täglich telefoniert. Bei der Gruppe der bis zu 17 Jahre alten Nutzer ist die Zeit aber kaum noch erfassbar."

DER ILLUSTRATOR

Helge Jepsens *Zeichenkarriere begann als Abo-Sieger bei Kinder-Malwettbewerben. Später engagierten große Werbeagenturen und Magazine von „Playboy" bis „Stern" den Kommunikationsdesigner. Jepsen-Werke satt gibt's in Büchern wie „Männer-„ und „Frauenspielzeug" oder „99 automobile Klassiker und ihre Spitznamen".*

LERNEN AUS DER HISTORIE

Die Begegnung von Vergangenheit und Gegenwart kann den Blick in die Zukunft schärfen – so die Meinung von Schaeffler-Technologievorstand Prof. Peter Gutzmer. Ortstermin im legendären Henry-Ford-Museum in Detroit.

von Jörg Walz

Traditionell feiert die Autowelt Anfang Januar in Downtown Detroit mit der North American International Auto Show (NAIAS) ihren Jahresauftakt. In dem Messekomplex zeigen die „Big Three“ aus Motown ihre jüngsten Modelle und freuen sich über Nachbarschaft aus Asien und Europa. Ebenfalls traditionell dominieren – passend zur Verkehrsinfrastruktur des weitläufigen Mittleren Westens – großvolumige Limousinen und Light-Trucks sowie SUV das Bild im ehemals größten Fahrzeugmarkt der Welt. Denn auch wenn mittlerweile in China deutlich mehr Pkw verkauft werden (in Zulassungszahlen steht das Duell 24,17 Millionen zu 17,13 Millionen für die Volksrepublik), so finden in den USA jährlich immer noch fast fünfmal mehr Autos neue Besitzer als in Deutschland (3,44 Millionen Neuzulassungen 2017).

Ex-US-Präsident Barack Obama erklärte einst die Autonation bei einer Rede vor dem Kongress kurzerhand zur Wiege des Automobils. Das wissen die Europäer, und allen voran die Deutschen, besser. Aber was die Geburtsstätte der Fließbandfertigung und — wie es heute so schön heißt — Marktdurchdringung anbelangt, so gebührt zweifelsfrei den Amerikanern die Ehre.

Rund eine halbe Stunde entfernt vom Messegelände, auf dem Campus der Ford Motor Company in Dearborn, haben Henry Ford und seine Nachfahren in einem Museum ein beachtliches Sammelsurium zusammengetragen, das die Geschichte der Industrialisierung und Mobilisierung Amerikas eindrucksvoll nachzeichnet. Die Bandbreite reicht vom Detroit Electric, Model T (natürlich!) und VW Käfer bis hin zu Tucker Torpedo, Bugatti Royale, Präsidentenlimousinen, Le-Mans-Siegwagen (Ford GT_{40} und GT), Lokomotiven und Flugzeugen. Weit spannender als die Exponate an sich sind die Geschichten und Botschaften dahinter. Wer genau hinschaut, kann sogar das Geheimnis erfolgreicher – und weniger erfolgreicher – Unternehmungen ergründen. „Die von Henry Ford analysierten Faktoren haben bis heute ihre Gültigkeit, gleich wie die Aufgaben aussehen, denen sich Unternehmer und Unternehmen stellen“, erklärt Schaeffler-Technologievorstand Prof. Peter Gutzmer beim Gang durch die Ausstellung. „Stets sind es Neugier, Führung, Experimentieren und Kooperation, Risikobereitschaft sowie die wichtige Fähigkeit, aus Fehlern zu lernen.“

Angetrieben von der Neugier, einen Antrieb zu erfinden, tauscht sich Henry Ford mit Freunden und Wegbegleitern aus und experimentiert um die Wende des vorvergangenen Jahrhunderts am heimischen Küchentisch mithilfe eines modellhaften Aufbaus an einer Verbrennungsmaschine. Gemeinsam bringen sie das

1941

ALLEGHENY DAMPFLOKOMOTIVE

Länge/Breite/Höhe *38,1 m/3,40 m/5,02 m*
Gewicht/Leistung *353 Tonnen/7.500 PS*
Mit der Allegheny baute Lima Locomotive Works eine der größten Dampflokomotiven der Welt. Etwa ein Jahrzehnt später wurden diese Kolosse durch Dieselloks abgelöst.

1924

FORD MODEL T

Bis 1972 – abgelöst durch den VW Käfer – war das Ford Model T das meistverkaufte Auto der Welt. Das abgebildete Modell zeigt die auf dem Fließband zu montierenden und dafür optimierten Einzelteile.

1922

DETROIT ELECTRIC MODEL 90 COUPÉ

Aufbau *Stahl-Leiterrahmen*
Antrieb *Gleichstrom-Elektromotor (200 Ampere, 96 Volt, ca. 19 kW), Reichweite ca. 110–160 km*
Höchstgeschwindigkeit *ca. 48 km/h*
Von 1907 bis 1942 baute Detroit Electric Elektrofahrzeuge, nach 1930 nur auf Bestellung.

Aggregat zum Laufen. „Auch Ford startete als ein ‚Start-up' – wie wir es heute nennen", so Gutzmer. Ford bringt die Maschine zur Produktionsreife und dann den Mut auf, alles in die Waagschale zu werfen: 1896 gründet er die Detroit Automobile Company … und er scheitert. Auch sein zweites Unternehmen – die Henry Ford Company – ist keine Erfolgsgeschichte. Die gelingt erst im dritten Anlauf, mit der bis heute existenten Ford Motor Company.

Infrastruktur als Erfolgsfaktor

„Der Durchbruch gelingt, als er Innovationen aus anderen Bereichen der Wirtschaft auf sein Unternehmen überträgt. Ford nimmt sich ein Beispiel an der Fließbandfertigung, wie sie in jener Zeit in Schlachthöfen zum Einsatz kommt, und konstruiert sein Fahrzeug dementsprechend," erklärt Gutzmer. Tatsächlich wird das Model T so konstruiert, dass es sich einfach und schnell zusammensetzen lässt. Schritt für Schritt wird aus Einzelteilen ein komplettes Ganzes. Ein explosionsartig an filigranen Drahtseilen aufgehängtes Model T veranschaulicht das eindrucksvoll. Und es zeigt auch, aus wie wenigen – vormontierten – Teilen sich seinerzeit ein Auto herstellen lässt. „Das Model T ist das erste auf eine möglichst einfache Fertigung hin optimierte Fahrzeug, heute nennt man das Industrialisierung", erklärt Gutzmer. „Ein entscheidender Punkt ist, dass Ford nicht nur auf die Eigenschaften des Fahrzeugs schaut, sondern auch die Produktion und die dahinterstehende Logistik im Blick hat", analysiert der Schaeffler-Technologievorstand. „Die Zulieferer werden verpflichtet, vorgefertigte Teile wie beispielsweise die hölzerne Bodenplatte anzuliefern. Und schwarzer Lack ist damals günstiger als jede andere Farbe. Auch trocknet er schneller. Somit lassen sich die Taktzeiten verkürzen." Das erklärt, warum Henry Ford seinen Wagen damals in jeder Farbe anbietet … Hauptsache, sie ist schwarz. Heute ist dieser ganzheitliche Konstruktionsansatz längst Standard und macht den Unterschied zwischen Klein- und Großserien-Produkten aus.

„Zu jener Zeit ist noch nicht klar, welche Technologie das Rennen machen wird", erklärt der Stellvertretende Schaeffler-Vorstandsvorsitzende und zeigt auf den zwischen 1907 und 1942 produzierten Detroit Electric, ein kutschenähnliches Fahrzeug, in dem sich die Insassen vis-à-vis gegenübersitzen — so wie im aktuellen Schaeffler Mover. „Auf den Straßen von Detroit fahren um die Jahrhundertwende mehr Elektroautos als Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor. Aber auch Dampfmobile mischen im Verkehr mit. „Die Probleme sind damals ähnlich", sagt Gutzmer und meint damit die Themen Reichweite und Batterietechnologie. Aber der Verbrenner lässt sich damals lange noch nicht so einfach betreiben wie heute. Und auch die Infrastruktur ist nicht entwickelt – und damit sind nicht Elektro-Lademöglichkeiten, sondern Tankstellen gemeint. Erst weitere Erfindungen wie der elektrische Anlasser und die durch die entstehende Mineralölindustrie aufgebaute Versorgung mit Kraftstoff beschleunigen den Siegeszug des Verbrenners. „Parallel entstehende Systeme sowie die Überzeugungskraft gegenüber den Kunden sind Schlüssel für den Durchbruch. Schließlich soll Henry Ford gesagt haben, dass – hätte er die Kunden gefragt – diese nur einen Wunsch gehabt hätten: schnellere Pferde", so Peter Gutzmer. „Wenn es aber gelingt, den Kunden die Angst vor dem Neuen zu nehmen und die Vorteile neuer Errungenschaften offensichtlich sind, ist eine Erfindung in der Lage, sich zu etablieren."

Erfolg als Innovationsverhinderer

Ford hat mit dem Model T einen lang anhaltenden Erfolg. Dem Unternehmen gelingt es immer wieder, die Preise zu senken, gleichzeitig die Löhne für ihre Belegschaft zu erhöhen, und trägt so zu einem stetig wachsenden Kundenkreis bei. „Aber Ford erlebt auch die Gefahr, der alle erfolgreichen Innovatoren ausgeliefert sind", bemerkt Gutzmer. „Wer Erfolg hat, der versäumt möglicherweise, sich rechtzeitig zu hinterfragen, neue

1928

FORD 4-AT-B TRIMOTOR FLUGZEUG

Länge/Breite/Höhe *15,24 m/23,16 m/3,89 m*
Leistung *3 x 220 PS*
Motoren *3 x Neunzylinder-Sternmotor Wright J-5*
Mit dem nach seinem kurz zuvor tödlich verunglückten Expeditionskollegen Floyd Bennett benannten Flugzeug gelang Richard Evelyn Byrd der erste Südpol-Überflug.

Innovationen anzustreben.“ Henry Ford verweigert sich beispielsweise bis in die 30er-Jahre der Einführung hydraulischer Bremsen. Und während die Konkurrenz bereits modische Fahrzeuge anbietet, beharrt er auf Althergebrachtem. „Für erfolgreiche Unternehmen ist es daher wichtig, zugleich auf verschiedenen Pfaden unterwegs zu sein. Der Begriff Ambidextrie steht für die Fähigkeit, eigentlich widersprüchliche Eigenschaften gleichermaßen zu beherrschen. Und dies ist eine der Voraussetzungen für nachhaltigen Erfolg, der nur dann entsteht, wenn neben Althergebrachtem auch Neues erschlossen, beziehungsweise zugelassen wird.“ Dabei geht der Blick auf die Allegheny-Lokomotive, eine der größten jemals gebauten Dampfloks, mit Tender über 540 Tonnen schwer und in der Lage, 160 jeweils bis zu 60 Tonnen beladene Kohlenwagen zu ziehen. „Eindrucksvoller Maschinenbau“, so das Zeugnis aus dem Mund des Ingenieurs, „doch in den 40er-Jahren ist die Zeit der Dampflokomotiven dann auch bald vorbei. Überall, wo die Energiezuführung direkt erfolgen kann, ist der Elektroantrieb die bessere Wahl und hat sich daher auch durchgesetzt. Ob im Haushalt oder im Verkehr.“ Die Elektrifizierung von Bahnstrecken – aber auch Wirkungsgrad und Leistungsvermögen von Dieselantrieben – verdrängen die funkenstiebenden Dampfrösser von der Schiene.

Die Sammlung im Ford-Museum vergegenwärtigt auch, dass es lohnend ist, den Betrachtungswinkel von Zeit zu Zeit weit zu fassen. Beispiele für den steten Wandel finden sich in zahlreichen Bereichen – gleich, ob beim Automobil, der Eisenbahn, in der Luftfahrt, Landwirtschaft, Energieerzeugung oder Produktionstechnologie. Henry Ford realisiert nach dem Vorbild des Model T auch Traktoren und Flugzeuge, um diese Technik kostengünstig in großer Stückzahl zu produzieren und einer möglichst großen Kundschaft anzubieten. Schnell entstehen immer größere Passagiermaschinen mit eindrucksvollen Sternmotoren, aufwendige Konstruktionen mit bis zu zwölf Zylindern, die allesamt kreisförmig um die Drehachse angeordnet sind. Damit bauen die kraftvollen, luftgekühlten Triebwerke kompakt. Auch wissen die Flugzeugingenieure das gegenüber Reihenmotoren geringere Gewicht zu schätzen. Doch schon schnell ersetzen Düsentriebwerke (siehe „tomorrow“ 03/2017) die Hubkolbenaggregate im Passagierverkehr.

1949

VOLKSWAGEN KÄFER

Länge/Breite/Höhe *4,06 m/1,54 m/1,55 m*
Gewicht/Leistung *726 kg/30 PS*
Motor *Luftgekühlter Vierzylinder-Boxer*
Auch wenn sich der Käfer radikal von typischen US-Autos unterscheidet, so teilt er doch den Spirit des Ford Model T als ein einfaches, zuverlässiges und sparsames Automobil.

Blick auf das große Ganze

Noch eindrucksvoller gestaltet sich der Wandel im Kraftwerkssektor. Hier stillten einst riesige Dampfkraftwerke mit turmhohen Boilern den mit der Industrialisierung einhergehenden Energiehunger in Form großer Dampfmengen, die zu elektrischer Energie gewandelt werden und die Pressen im Takt stampfen sowie die Transmissionsriemen für die Drehbänke, Fräs- und Bohrmaschinen rotieren lassen. Die „Segnung“ der Kernenergie macht es auf einmal vermeintlich einfach, „aber heute wissen wir längst um ihre Nachteile“, so Gutzmer. „Deshalb sind wir folgerichtig auf dem Weg, die Energieerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen massiv zu forcieren. Es lohnt sich stets der Blick auf das große Ganze und die Zusammenhänge einzelner Details. Aber es sind immer wieder Ereignisse, sich wandelnde Vorgaben und Rahmenbedingungen, die Veränderungsprozesse initiieren und forcieren. In puncto Kernenergie hat Fukushima für diesen Bruch gesorgt.“ Das Auto erlebt einen dieser Brüche beispielsweise Anfang der 70er-Jahre durch die Ölkrise, die die Abhängigkeit vom Mittleren Osten vor Augen führt. Sie führt zu einem abrupten Umdenken und schlagartig kleineren, effizienteren Autos. Kurz darauf werden Schadstoffemissionen zum Thema. Die zunehmende Verkehrsdichte und der immer häufiger auftretende Smog lassen 1967 erste Emissionsrichtlinien entstehen. Erst in Kalifornien, ab 1976 auch in Europa. „Die menschliche Innovationskraft findet immer wieder Lösungen“, resümiert Gutzmer, „aber dafür ist es von entscheidender Bedeutung, dass Ziele definiert werden und nicht technische Lösungen. Nur so lassen sich neue Wege finden und Dinge erfinden. Das Festhalten an vermeintlichen Lösungen verhindert den Blick in ganz neue Richtungen und schränkt unwillkürlich ein.“

So lassen sich die von Henry Ford analysierten Erfolgsfaktoren einfach auf unsere Zeit übertragen. „Nur wer neugierig, offen für Neues bleibt, ist in der Lage, neue Geschäftsfelder für das Unternehmen zu erschließen. Ansonsten bringen Disruptoren große Unternehmen immer wieder in Zugzwang, sich mit neuen Technologien und Produkten zu beschäftigen. Und es braucht großen Mut und die richtige Organisation, Neues auch auszuprobieren. Bei aller fortwährenden Veränderung, die Logik der aufeinander bauenden Schritte behält Gültigkeit. Auch wenn mittlerweile immer öfter Start-ups die Rolle der Risikoträger spielen“, so Gutzmer. Und so bietet der Blick in die Vergangenheit auch die Chance, Wege in die Zukunft zu entdecken.

„THE HENRY FORD“

Mit über 40 Hektar *Innen- und Außenfläche ist es das größte Museum der USA. Die Automobil- und Technikausstellung ist nur ein kleiner Teil der Sammlung, die Ford seit 1920 zusammengestellt hat.*

Geöffnet *Täglich 9.30–17.00 Uhr*
Tickets *Kinder (5–11 Jahre) 17,25 $*
Senior(inn)en (>62 Jahre) 21,00 $
Erwachsene 23,00 $
Adresse *20900 Oakwood Blvd.*
Dearborn, MI 48124, USA

www.thehenryford.org

DER AUTOR

*Dass es im Ford-Museum automobile Raritäten zu bewundern gibt, war für Auto-Experte und -Fan **Jörg Walz** vorhersehbar. Die Begegnung mit Eisenbahnen, Flugzeugen, Landmaschinen, Produktions- und Kraftwerkstechnologie steigerte aber noch einmal Vergnügen und Respekt vor den technischen Errungenschaften der mobilen Menschheit.*

STADT**GESCHICHTEN**

Wandel bedeutet Fortschritt. Nirgends ist er spürbarer als in unseren Städten. Pulsierende Metropolen, die wachsen und gedeihen, die sich verändern. Schauen Sie sich die Fotos auf den folgenden Seiten an und staunen Sie mit uns.

von Carsten Paulun

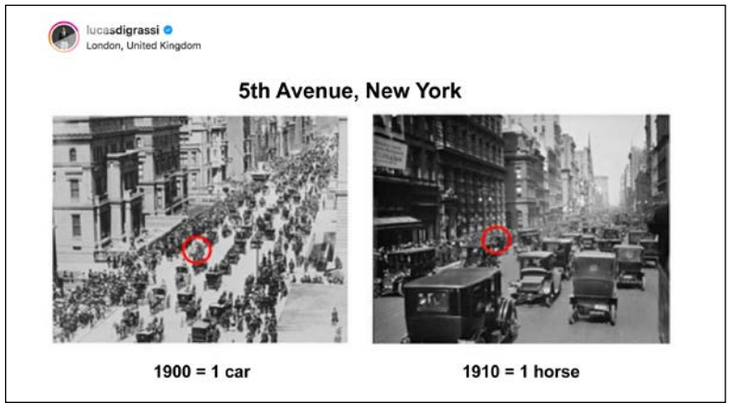
SHEIKH ZAYED ROAD

Dubai, Vereinigte Arabische Emirate

Der Ursprung der Sheikh Zayed Road geht weit in die Beduinenzeit zurück. *Als alter Handelsweg genutzt und im Laufe der Jahrhunderte befestigt, wird hier 1979 mit dem 149 Meter hohen Turm des Dubai World Trade Centers das höchste Gebäude des Nahen Ostens eröffnet. Die wirtschaftlichen Erfolge Dubais spiegeln sich im einsetzenden Bauboom wider. Die regierenden Scheichs investieren ihre Petrodollars und stellen die Wirtschaft um: vom Öl zu Immobilien, Bau, Handel, Transport und Tourismus. Wolkenkratzer an Wolkenkratzer schießen an der inzwischen Sheikh Zayed Road genannten Hauptstraße aus dem Wüstenboden. Darunter der Burj Khalifa, mit 828 Metern derzeit das höchste Gebäude der Welt. Ein fahrerloses Metrosystem verbindet die Innenstadt mit Touristenmagneten und Flughafen. Die Wartehäuser der Buslinien sind vollklimatisiert. Übrigens: Keine fünf Prozent vom gesamten Bruttoinlandsprodukt des Emirates stammen heute vom Erdöl. Der Ursprung für diesen Reichtum ist eine einfache Handelsstraße im Sand …*

TIMES SQUARE New York, USA

Um 1900 – New York hat schon 3,4 Millionen Einwohner – heißt die Kreuzung von Broadway und 7th Avenue noch Longacre und ist die Heimat von Kutschenmonteuren und Pferdestallungen. *Erst mit dem Bau des Verlagsgebäudes der berühmten „New York Times“ 1904 wird der frequentierte Platz zum Times Square und bekommt eine Haltestelle der im selben Jahr eingeweihten Metro. Oberirdisch tummeln sich Autos, Laster, Straßenbahnen – und bis nach dem Ende des Ersten Weltkriegs auch noch Kutschen, wie im Hintergrund des Fotos rechts oben zu sehen ist. Früh siedeln sich am Times Square Theater, Bars und elegante Hotels an. Dazu passend beginnt die Tradition der großen, bunten Reklametafeln. Mit dem Siegeszug des Fernsehers bleiben die Zuschauer in den Theatern und Musicals aber zwischenzeitlich aus. Pornokinos und Strip-Schuppen breiten sich aus. 1976 erklärt die New Yorker Polizei den Times Square zur gefährlichsten Gegend der Stadt. Ab Mitte der 1980er-Jahre wird die Gegend „entmüllt“, Investoren werden angelockt. Unternehmen wie MTV, Sony und der Condé Nast Verlag ziehen ein, traditionsreiche Hotels eröffnen wieder und locken Einheimische wie Touristen aus aller Welt an. Auf dem großen Foto deutlich zu sehen: Fußgängern wird heute deutlich mehr Raum zugestanden als Autofahrern.*



Wie schnell Wandel mitunter sein kann, zeigt auch Formel-E-Champion Lucas di Grassi in einem Instagram-Post: Im Jahr 1900 befindet sich auf der 5th Avenue, nur zwei Blocks vom Times Square entfernt, gerade mal ein Auto unter unzähligen Kutschen. Nur zehn Jahre später ist es genau andersherum

TOKYO-EKI Tokio, Japan

1868 wird die damalige 600.000-Einwohner-Stadt Tokio Sitz des Kaisers und Hauptstadt Japans – Startschuss für eine Bevölkerungsexplosion. *Bis zum Ersten Weltkrieg wohnen zwei Millionen Menschen in Tokio, drei weitere Jahrzehnte später sind es bereits 6,5 Millionen. Die Infrastruktur muss mitwachsen. Ein Schwerpunkt: der Bahnverkehr. Heute besitzt die Metropolregion Tokio-Yokohama das dichteste und meistgenutzte urbane Eisenbahnnetz der Welt. Die imposanteste Station: der Hauptbahnhof, auf Japanisch Tokyo-eki. Anfang des 20. Jahrhunderts wird Franz Blatzer mit dessen Planung beauftragt. Doch die Ideen des deutschen Ingenieurs, der bereits am Bau des Berliner Eisenbahnnetzes mitgewirkt und japanische Architektur studiert hat, sind den Verantwortlichen zu – japanisch. Stattdessen wird ein dem Amsterdamer Bahnhof ähnelnder Neobarockbau des japanischen Architekten Tatsuno Kingo realisiert. 1914 wird Japans damals modernster Bahnhof eingeweiht. Neben den beiden Kuppelgebäuden fällt vor allem der große Platz vor dem Bahnhof auf. Im Krieg fast vollständig zerstört, wird der Bahnhof nach Kriegsende Stück für Stück wiederaufgebaut. Seit 2012 ist er wieder ganz der Alte – allerdings in einem komplett gewandelten Umfeld, wie Sie beim Aufklappen dieser Doppelseite sehen können …*

BITTE AUFKLAPPEN ►

1936

HEUTE

TOKYO-EKI Tokio, Japan

Der Bahnhof Tokio liegt zwischen Kaiserpalast und dem Geschäfts- und Vergnügungsviertel Ginza. *Bis 2012 in den Originalzustand von 1914 versetzt und nachträglich erdbebensicher gemacht, erinnert der Bahnhof heute zwischen Wolkenkratzern an weniger hektische Zeiten. Dabei ist er nach wie vor einer der Verkehrsknotenpunkte von Tokio-Yokohama, der mit 38 Millionen Einwohnern am stärksten besiedelten Metropolregion der Welt. Zehn Bahnsteige des Schnellzugs Shinkansen treffen auf ebenfalls zehn Gleise der japanischen Regionalbahn JR-East sowie auf zwei Linien der Tokyo Metro.*

CHAMPS-ÉLYSÉES Paris, Frankreich

Die weltberühmte Allee in der französischen Hauptstadt geht auf Ludwig XIV. zurück, der 1667 den ersten Abschnitt der damals „Grand-Cours“ genannten Champs-Élysées anlegt. *Auf dem Bild von 1900 gut zu erkennen: Die Prachtmeile ist ein Laufsteg von echtem und Geldadel. Die feinen Herrschaften lassen sich mit ihren Pferdegespannen über die 1.910 Meter langen, 70 Meter breiten und ansonsten sehr „verkehrsberuhigten“ Champs-Élysées kutschieren. In den folgenden Jahrzehnten demokratisiert sich die Mobilität immer mehr – zwischen Place de la Concorde und Arc de Triomphe ebenso wie überall in der westlichen Welt. Das Auto wird nach dem Zweiten Weltkrieg zum Verkehrsmittel der Massen und flutet die Städte – auch die Champs-Élysées. Wie in vielen anderen Metropolen der Welt wandelt sich das Bild aber wieder: Die astronomisch hohen Mieten in Citylagen können sich nur noch Reiche leisten. Durchschnittsverdiener müssen immer weiter rausziehen. In Städten wie Paris und London pendeln Durchschnittsverdiener bereits täglich zwei Stunden zum Arbeitsplatz. Natürlich nicht mit dem eigenen Auto. City-Mauts, Parkplatzverknappungen und Durchfahrtsverbote (die Champs-Élysées sind seit Mai 2016 jeden ersten Sonntag im Monat für motorisierte Fahrzeuge gesperrt) vertreiben Otto Normalfahrer wieder aus den Innenstädten.*

POTSDAMER PLATZ Berlin, Deutschland

Im 17. Jahrhundert noch ein Handelsposten außerhalb der Berliner Zollmauer, steigt die Relevanz des Potsdamer Platzes ab 1838 mit dem ersten Bahnhof. *Im späten 19. Jahrhundert ist der Potsdamer Platz ein Zentrum des Handels und der Kultur. Von 1920 bis 1930 ist er der geschäftigste Platz in Europa, das größte Kaufhaus und das größte Restaurant der Welt befinden sich hier. Ab 1924 versucht man mit der ersten Ampel Deutschlands das Chaos aus Straßenbahnen, Autos, Kutschen, Radlern und Fußgängern zu regeln – mehr oder weniger erfolglos. Deshalb soll der Platz umgebaut, die Fußgänger sollen durch Unterführungen geschleust werden. Wirtschaftskrise und Krieg verhindern das. Von 1945 bis 1989 verläuft die innerdeutsche Grenze mitten durch Berlin und den vollständig abgerissenen Potsdamer Platz. In den 1990er-Jahren ist das Areal eine der größten Baustellen Europas. Zum Millenniumswechsel pulsiert das Leben wieder im alten und neuen Herzen Berlins. Urbaner Wandel im Zeitraffer.*

DAS ULTIMATIVE **PUZZLE**SPIEL

Stein, Holz, Metall, Kunststoff – die Menschen haben immer mehr, immer bessere Materialien zu immer neuen technischen Höchstleistungen zusammengefügt. Was kommt als Nächstes?

von Dr. Christian Heinrich

Die Welt ist ein Baukasten. Fügt man mehrere Dinge zusammen, entsteht etwas Neues. Das kann ganz einfach sein: Die Packung mit Lego öffnen, die Steine richtig zusammenstecken – fertig ist die Feuerwache. Es geht aber auch erheblich aufwendiger. Ein Beispiel aus der Antike: 2,6 Millionen Steine, jeder wiegt so viel wie ein Mittelklassewagen, sorgfältig und systematisch aufeinanderstapeln, jahrelang, mit Unmengen Muskelkraft der Arbeiter. Und fertig ist die Cheops-Pyramide. Dieses Bauwerk ist derart gigantisch, dass es sogar aus dem Weltall sichtbar ist. Bei näherer Betrachtung aber ist es, ebenso wie das Lego-Haus und alles andere, vor allem die Summe seiner Teile.

Baustoffe. Sie haben unser Leben grundlegend verändert. Ganze Epochen der Menschheitsgeschichte sind nach den Baustoffen benannt, die sie geprägt haben. Die Steinzeit, an deren Ende auch Gips und Mauerziegel aus tonhaltigem Lehm als Baustoff verbreitet sind, beginnt mit den ältesten gefundenen Werkzeugen vor mehr als drei Millionen Jahren und währt bis etwa 2200 vor Christus – ein paar Hundert Jahre zuvor wird die Cheops-Pyramide gebaut.

Materielle Fortschritte

Steine und Holz sind die Ur-Baustoffe, die den Menschen die ersten zivilisatorischen Errungenschaften ermöglichen: Angefangen von Werkzeugen über Hütten bis hin zu größeren Bauwerken. Ihre Vorteile bis heute: Sie sind in der Natur recht gut verfügbar und sie können ohne weitere aufwendige Verarbeitungsschritte direkt eingesetzt werden.

Nach der Steinzeit folgt bald die Bronzezeit, ab etwa 800 vor Christus schließlich die Eisenzeit. Man hat gelernt, dass nach langem Erhitzen von Erzgestein in Schmelzöfen irgendwann neben Asche auch Eisenklumpen zurückbleiben. Werden diese im Holzkohlefeuer zur Hochglut gebracht, kann man sie mit einem schweren Hammer auf einem Amboss in jede beliebige Form schlagen. So entstehen damals nicht nur Waffen und Rüstungen, sondern vor allem auch landwirtschaftliche und handwerkliche Geräte wie Hämmer, Sägen, Sicheln, Äxte, Sensen und Pflugscharen. Ein Sprung vorwärts!

Im Laufe der Jahrhunderte kommen immer mehr Baustoffe dazu, bestehende werden weiterentwickelt. Die ersten Glasgegenstände stammen noch aus der Bronzezeit, von da an breitet sich Glas rasch aus. Zementartige Baustoffe sind bei den Römern bereits bekannt, doch seinen Siegeszug tritt der Zement erst bei seiner Wiederentdeckung und Weiterentwicklung Anfang des 19. Jahrhunderts an. Die Liste einsetzbarer Materialien wird länger und länger. Bauten aus Beton und Asphalt prägen das Gesicht des Planeten. Kunststoff lässt sich aus dem Alltag nicht mehr wegdenken – und verschmutzt leider auch zunehmend die Ozeane. Leichtmetalle beflügeln in besonderem Maße den Fahrzeugbau zu Wasser, zu Lande und in der Luft. Aber auch Verpackungs- und Bauwirtschaft sind große Leichtmetall-Abnehmer.

Welcher der vielen Baustoffe wofür verwendet wird, richtet sich vor allem nach dem Preis und der Verfügbarkeit sowie nach den Anforderungen. Niemand würde ein Wohnhaus aus Glas bauen, zumindest nicht ausschließlich, schon allein wegen der schlechten Wärmedämmung. Auch würde niemand ein Auto aus Zement

» Durch Nanotechnologie erreichen Bauteiloberflächen bisher unerreichte Funktionen. Sie werden immer mehr an Bedeutung gewinnen

Dr. Yashar Musayev, Leiter des Kompetenzzentrums Oberflächentechnologien bei Schaeffler

bauen. Zugegeben: Es wäre ziemlich sicher, aber auch unfahrbar schwer und klobig.

Geänderte Vorzeichen

Vor allem in den letzten Jahren ist aber neben der Funktionalität noch etwas anderes wichtig geworden: Nachhaltigkeit. „Immer mehr denkt man heute beim Produzieren und Bauen schon daran, was einmal sein wird, wenn alles wieder abgerissen oder entsorgt wird“, sagt Eddie Koenders, Professor am Institut für Werkstoffe im Bauwesen an der TU Darmstadt. Der Grund dafür ist nicht nur ein erhöhtes Umweltbewusstsein. Viele Baustoffe werden generell teurer, Recycling lohnt sich deshalb immer häufiger. Auch die Gesetzgebung verschärft sich. Deshalb hat auch das „Mining“ an Bedeutung gewonnen: So werden Abbruchhäuser zu „Minen“ für recyclingfähige Rohstoffe, darunter Glas, Metalle, Beton.

Nicht nur der Nachhaltigkeit wegen steht die Menschheit womöglich wieder vor dem Eintritt in eine neue Epoche. Materialien werden zu Hightech – und der technologische Wandel galoppiert auch hier in Höchstgeschwindigkeit. Höchstfeste Stähle und Carbon waren der Anfang. Materialien mithilfe der Nanotechnologie zu veredeln, bei der es um die Größenordnung einzelner Atome geht, ist ein nächster Schritt. Im Bereich Oberflächenbeschichtungen spielt die Nanotechnologie schon heute eine immer tragendere Rolle. So hat Schaeffler eine Oberflächenbeschichtung namens Triondur entwickelt, die überwiegend aus Kohlenstoff besteht und Reibung und Verschleiß auf ein Minimum reduziert. Ein (Material-)Aufwand, der sich lohnt. „Wenn in einer einzelnen Maschine zu viel Reibung entsteht, dann ist das ein kleines Problem. Wenn das aber millionenfach geschieht, dann ist es eine globale Herausforderung“, unterstreicht Dr. Yashar Musayev, Leiter des Kompetenzzentrums Oberflächentechnologien bei Schaeffler. Reibung, Verschleiß und Korrosion in den Industrieländern verschlingen etwa 4,5 Prozent des Bruttosozialprodukts, allein in Deutschland sind dies rund 144 Milliarden Euro. „Durch Nanotechnologie erreichen Bauteiloberflächen bisher unerreichte Funktionen und werden immer mehr an Bedeutung gewinnen, zum Beispiel bei Energiesystemen wie Batterien und Brennstoffzellen, aber auch bei Bauteilen mit sensorischen Eigenschaften“, ergänzt Dr. Musayev.

Neue Wundermaterialien

Modifizierte Kohlenstoffe, die sich wie Bienenwaben im 120-Grad-Winkel anordnen, bilden die Basis für das 2004 erstmals hergestellte Graphen. Das „Wundermaterial“ weist gleich eine Reihe interessanter Eigenschaften auf: Es ist rund 125-mal zugfester als Stahl und – weil nur eine Atomschicht dick – extrem leicht. Zudem ist es besonders leitfähig. „Das kann man sonst nicht in einem Material vereint finden“, schwärmt Material-Experte Prof. Max Lemme von der Technischen Hochschule Aachen.

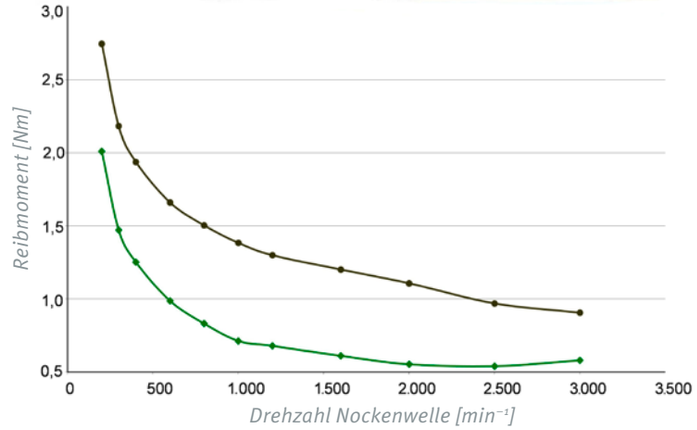
6-mal

leichter als Stahl, aber ebenso belastbar ist ein **„Superholz“,** das die beiden Holzspezialisten Liangbing Hu und Teng Li von der Universität Maryland entwickelt haben. Obendrein ist es biegsam und formbar. Das Superholz könnte sogar Carbon Konkurrenz machen. Um solche „Superkräfte“ zu entwickeln, wird chemisch vorbehandeltes Holz unter hohem Druck und Hitze verdichtet. Dabei entstehen spezielle Nanofasern. **„Diese Art von Holz könnte in Autos, Flugzeugen und Gebäuden verwendet werden“,** sagt Erfinder Hu.

150 Mio.

Bauteile mit mikrometerdünnen Triondur-Oberflächen liefert Schaeffler pro Jahr aus. Triondur ist ein von Schaeffler entwickeltes **nanostrukturiertes Schichtsystem auf Kohlenstoffbasis,** das sich für verschiedenste Bereiche durch wählbare, anwendungsspezifisch hohe Härtewerte maßschneidern lässt. So **halbiert Triondur bei Ventiltriebskomponenten die Reibung um 50 Prozent** (siehe Grafik).

DANK SCHAEFFLER TRIONDUR: HALBIERTE REIBUNG BEI VENTILTRIEBSKOMPONENTEN



Die vielseitigen Talente von Graphen eröffnen eine Reihe von Anwendungsmöglichkeiten. So kann es etwa Displays kratzfest oder sogar flexibel machen, manche Ingenieure träumen wegen der enormen Leichtigkeit und gleichzeitigen Reißfestigkeit sogar von einem Aufzug in den Weltraum. Wegen der Leitfähigkeit könnte Graphen auch einmal Silicium in Computerprozessoren ablösen. Oder die Batterietechnologie revolutionieren. Aktueller Hemmschuh einer breiten Nutzung von Graphen ist der Preis. Trotz deutlicher Korrekturen nach unten liegt dieser immer noch bei 75 Dollar für ein hauchdünnes, fingernagelgroßes Stück.

Durch die Kombination von mehreren Werkstoffen gewinnen sogenannte Smart Materials und auch Biomaterialien (siehe Info „Superholz“ links) immer mehr an Bedeutung. Unter Smart Materials versteht man Werkstoffe, die neben ihrer Eigenschaft als formgebendes Element auch noch andere Funktionen erfüllen. „Eine Hauswand zum Beispiel wird in Zukunft nicht mehr einfach eine Hauswand sein. Im Idealfall kann sie auch Energie speichern wie ein Akku und als Elektrizität bei Bedarf wieder abgeben. Bereits heute gibt es Materialien, die tagsüber Wärme speichern und nachts wieder abgeben“, sagt Prof. Eddie Koenders von der TU Darmstadt.

Auch die Entwicklung von Biomaterialien lässt von neuen Möglichkeiten träumen. So will etwa ein US-Start-up Kunststoff durch Pilze ersetzen. Und Bakterien könnten künftig Oberflächen sauber halten. Auch hier dürften sich bei vielen neuen Methoden die Möglichkeiten vervielfachen, wenn sie mit anderen Baustoffen und Anwendungen kombiniert werden. Die Welt ist ein Baukasten.

DER AUTOR

***Dr. Christian Heinrich**, freier Autor unter anderem für die „Süddeutsche Zeitung“, glaubt, dass Baustoffe dank der 3-D-Drucker bald für jedermann interessant werden. Bei einem Bekannten hat er einen solchen Drucker auch schon ausprobiert und sich etwas aus Kunststoff ausgedruckt: einen roten Legostein, der allerdings noch etwas zu groß ist. Aller Anfang ist schwer.*

GESTALT**WANDLER**

Der Mensch sei ein Gewohnheitstier, heißt es. Umso fasziniert sind wir deswegen von den Anpassungsfähigkeiten so manch anderer Lebewesen. Ein Meister der Tarnung zum Beispiel ist der Mimik-Octopus. Er verändert nicht nur die Farbe, sondern auch die Beschaffenheit seiner Haut und kann damit andere Tiere und Pflanzen nachahmen, um seinen Feinden zu entkommen. Sonderbar ist auch ein Phänomen der Clownfische: Sie leben in einem Schwarm, bestehend aus einem Weibchen und mehreren Männchen. Stirbt das Weibchen, passt eines der Männchen sein Geschlecht an und wird zum neuen femininen Oberhaupt. Die wohl bekannteste Transformation – und einer der ungewöhnlichsten Lebenszyklen im Tierreich – ist jedoch jene von einer unscheinbaren Raupe zum majestätischen Schmetterling (siehe unten).

» Was für die Raupe das Ende der Welt, ist für den Rest der Welt ein Schmetterling
Laotse

4–5 Wochen
Das Anfüttern

Die Raupe ist die Larve des Schmetterlings und eine wahre Fressmaschine. Sie vertilgt täglich **das Mehrfache ihres Körpergewichtes** an Blättern. Durch das rasante Wachstum muss sie sich mehrfach häuten.

1–2 Wochen
Die Verpuppung

Für ihre wundersame Verwandlung hängt sich die Raupe kopfüber an einen Ast und spinnt sich in einen **Kokon aus Seide** ein. Die Organe der Raupe gestalten sich um, andere werden komplett abgebaut.

1 Stunde
Das Schlüpfen

Nach völliger Regungslosigkeit erwacht das Insekt in einem neuen Körper. **Blut wird in die anfangs noch weichen Flügel gepumpt.** An der Luft verfestigen sie sich.

Bis zu 12 Monate
Das Leben

Das Ergebnis der Metamorphose: veränderter Verdauungstrakt, mehrere Augenpaare sind zu einem verschmolzen, neuer Saugrüssel, neue Fühler, neue Flügel. Das Tier ist nun geschlechtsreif.

DER MIX MACHT'S

Grenzwerte, Abgasaffäre, Fahrverbote – der Verbrennungsmotor muss sauberer werden. Zu den Lösungen gehört auch der Diesotto, der dem Ottomotor Diesel-Tugenden beibringt. „tomorrow" erklärt, welche Technik dahintersteckt.

von Carsten Paulun

Trotz der aktuellen Entwicklung hin zu einer umfassenden Elektromobilität hat der Verbrennungsmotor noch lange nicht ausgedient. Auch Schaeffler-Experten gehen davon aus, dass mittelfristig in zwei von drei Neufahrzeugen ein Verbrenner arbeitet. Er wird aber noch effizienter und sauberer werden müssen. Ob das von der Kostenseite her für den Diesel lohnt, ist wegen der teureren Abgasreinigung aus heutiger Sicht vor allem bei Klein- und Mittelklassewagen eher unwahrscheinlich. Auf die Vorzüge des Diesels – niedriger Verbrauch und damit verbunden niedrige CO_2-Emissionen – werden wir aber nicht verzichten müssen. Denn die Ingenieure mischen die Vorteile des Diesels mit denen eines Ottomotors. Heraus kommt: der Diesotto – durchzugsstark, sparsam und sauber. Die Idee dazu gärt schon seit Längerem bei mehreren Autoherstellern. So hat Mercedes mit dem F700 bereits 2007 eine erste fahrbereite Studie mit Diesotto vorgestellt und auch den Namen für diesen Zwittermotor kreiert.

> ***» Der homogene Magerbetrieb des Benzinmotors ermöglicht Wirkungsgrade auf Diesel-Niveau bei geringen Stickoxid-Emissionen, stellt jedoch hohe Anforderungen an Gemischbildung und Zündsystem***
>
> Dr. Martin Scheidt,
> Leiter Entwicklung UB Motorsysteme
> der Schaeffler AG

Gezündet wird mit Zündkerze und Kompression

Die Ingenieure kombinieren die Verbrennung von Benzin, bei der das Kraftstoff-Luft-Gemisch durch einen externen Zündfunken entzündet wird, mit der des selbstzündenden Diesels. Zur Selbstzündung kommt es, wenn die Luft im Verbrennungsraum durch den Kolben extrem verdichtet wird. Dabei erhitzt sich die Luft so stark, dass sich der dann eingespritzte Kraftstoff sofort explosionsartig entzündet. Entscheidend für die Erhitzung ist das Verdichtungsverhältnis. Bei einem modernen Dieselmotor liegt es bei 15:1 bis 16:1. Beim Benziner kann nicht so hoch verdichtet werden, da sich das Kraftstoff-Luft-Gemisch ansonsten unkontrolliert entzündet. Deshalb ist der Wirkungsgrad bei einem Benziner auch nicht so hoch wie bei einem Diesel. Problem beim Diesel: Die Zeit, in der der Kraftstoff in die Brennkammer eingespritzt wird und sich gleichmäßig mit der komprimierten Luft vermischen muss, ist extrem kurz. Die Verbrennung ist daher nicht so sauber, es entstehen Rußpartikel. Eine Kombination dieser beiden Verbrennungsarten schien lange Zeit nicht möglich, denn dafür bedarf es einer sehr präzisen Sensorik und Steuerung.

Nun hat Mazda das Diesotto-Prinzip weiterentwickelt, das von Technikern Homogeneous Charge Compression Ignition (HCCI) – auf Deutsch „homogene Kompressionszündung" – genannt wird. In den Skyactiv-X-Motoren kommt auch Technologie von Schaeffler wie der Stößel der Hochdruckpumpe zum Einsatz. Letztere spielt bei der eigentlichen Kompressionszündung eine entscheidende Rolle. Damit sich das Kraftstoff-Luft-Gemisch nicht unkontrolliert selbst entzündet, spritzt Mazda beim Ansaugen ein sehr mageres, nicht zündfähiges Gemisch ein. Zum Start des Arbeitstaktes erfolgt die Einspritzung einer winzigen Kraftstoffmenge in die Nähe der Zündkerze. Der bei der folgenden Entzündung entstehende Druck- und Temperaturanstieg reicht aus, damit sich das umliegende Magergemisch selbst entzündet.

Vorteil dieses Systems gegenüber einer reinen Selbstzündung: Es sorgt dafür, dass die Selbstzündung in deutlich breiteren Last- und Drehzahlbereichen funktioniert. Durch das magere Gemisch sinken der Verbrauch und die CO_2-Emissionen um durchschnittlich 20 Prozent, gleichzeitig steigt der Wirkungsgrad nahezu auf Diesel-Niveau. Und die niedrigere Verbrennungstemperatur sorgt für deutlich weniger Stickoxide im Abgas. Eine Nachbehandlung ist somit weniger aufwendig. Mit einer Kompressoraufladung gleicht Mazda nicht nur die durch den Magermix bedingte Drehmomentschwäche aus, sondern steigert den Durchzug sogar um bis zu 30 Prozent gegenüber einem aktuellen Mazda-Benziner. Die Markteinführung der neuen Motortechnologie ist für Ende 2018 geplant.

Noch effizienter durch 48-Volt-Technologie

Um die Effizienz des Diesotto noch weiter zu steigern, kann er mit Elementen des 48-Volt-Bordnetzes von Schaeffler kombiniert werden. Denn das 48-Volt-Netz überträgt bei einem geringeren Leitungsquerschnitt mehr Strom. Mit der höheren Spannung lassen sich effizienzsteigernde Komponenten von Aktoren über Kompressoren bis hin zu Hybridmodulen und elektrischen Achsen betreiben.

„NEUE TECHNOLOGIEN FÜHREN ZU EINEM **RADIKAL NEUEN AUTODESIGN**“

Welchen Einfluss Trends wie Elektromobilität, autonomes Fahren und Carsharing auf das Autodesign nehmen werden – der anerkannte Designkritiker Prof. Paolo Tumminelli hat die passenden Antworten. Eines ist sicher: Die Veränderungen werden nicht jedem gefallen.

Interview: Carsten Paulun

Herr Prof. Tumminelli, die Digitalisierung hat auch die Automobilbranche voll erwischt. Fluch oder Segen?
Weder noch, sondern die natürliche Entwicklung eines Produktes, das nach wie vor Rückgrat unserer Gesellschaft ist – eine digital vernetzte Gesellschaft braucht ein digital vernetztes Automobil – und zeitgemäße Mobilitätsformen dazu. Damit geht ein philosophischer Paradigmenwechsel einher: Das Automobil hat im 20. Jahrhundert physische Geschwindigkeit möglich und erlebbar gemacht, die digitale Welt des 21. Jahrhunderts annulliert dieses Gefühl – Geschwindigkeit verdünnisiert sich in der Millisekunde zwischen Klick und Download. Digitalisierung wird, zum Beispiel über smarte Verkehrssteuerung, so in ein Paradoxon münden: Das Auto der Zukunft wird langsamer fahren, und doch wird man damit schneller unterwegs sein. Nach einer notwendigen Transformationsphase kann die Konsequenz nur ein radikal neues Automobil-Designkonzept sein.

Wie sehr wird sich autonomes Fahren auf das Fahrzeugdesign auswirken?
Das kann man nicht pauschal sagen, denn uns fehlt völlig die Erfahrung damit, wie sich autonomes Fahren überhaupt erleben lässt. Im Grunde genommen war das Lastenheft der Konstrukteure bisher relativ eindeutig: Autos wurden aus der Fahrerperspektive gestaltet. Wenn wir aber künftig im Auto nicht mehr fahren, sondern schlafen oder arbeiten oder auch nur kommunizieren dürfen, ergeben sich hier vielfältige Möglichkeiten, die es zunächst auszuloten gilt. Wer autonomes Fahren bereits erlebt hat, der weiß: Bloß vorne sitzen und nach außen schauen kann einfach nicht die Lösung sein. Wir benötigen einen Ersatz für das Lenkrad. Ohne Lenkrad ergeben sich neue Hierarchien und neue Lebensformen im Auto. Momentan beschäftigt sich die Forschung lediglich mit dem technisch Möglichen. Man sollte aber auch untersuchen, wie sich die Zeit im Auto aus der menschlichen Perspektive gestalten lässt, zum Beispiel im Sinne von Intimität und Sozialität der Insassen. Stellt man sich ein Sleeping-Car vor, das einen nachts langsam und entspannt von Köln nach Berlin fährt, könnte das autonom fahrende Auto ein fensterloser Kokon sein. Oder es könnte völlig offene, durchsichtige Architekturen geben, die Autos samt Insassen als soziale Wesen requalifizieren – wie Kommunen auf Rädern. Beides impliziert völlig neue Horizonte für unser Leben.

Wird die Elektromobilität das Design unserer Fahrzeuge mehr bestimmen als andere Technologien? Wenn ja, in welchen Bereichen und mit welchen Auswirkungen?
Wir sollten nicht vergessen, dass Elektromobilität so alt ist wie das Automobil selbst. Doch die Entwicklung wurde maßgeblich vom Verbrennungsmotor geprägt. Im Rückblick muss man dem großen Fritz B. Busch recht geben, als er ein wenig ironisch postulierte, seit dem Ford A von 1931 habe sich nicht viel getan im Automobilbau. Tatsächlich muss die konsequente Fokussierung auf den E-Antrieb zu einem radikal neuen Designkonzept des Automobils führen. Betrachtet man die Tesla & Co. von heute, befinden wir uns noch ganz am Anfang der Entwicklung – so in etwa wie beim Automobil im Jahr 1899.

Werden wir E-Fahrzeuge in Zukunft allein schon am Design erkennen?
Nichts spricht dagegen, einen 1965er Rolls Royce mit E-Antrieb nachzurüsten und in ein herrliches Vehikel umzuwandeln. Doch alles spricht dafür, dass das Elektroauto eine multiple Identität annehmen wird – was auch sehr zeitgenössisch wäre. Gerade weil der E-Antrieb völlig neue Möglichkeiten entfaltet, wird man anfänglich beliebige Richtungen anstreben. Andererseits ist es auch denkbar, dass ein einziger Player mit einem einzigartigen Designkonzept eine bahnbrechende Disruption bewirkt. Wie einst Ford mit dem Ford T, der seinerzeit 50 Prozent des globalen Markts belegte, oder später das iPhone, das eine global geltende Produkt-Typologie prägte. Vom iPhone auf Rädern träumen viele.

Wird es ein Zweiklassendesign geben: Edel und futuristisch für E-Autos, konservativ und wertig bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren?
Ein Zweiklassendesign wird es nicht geben. Tritt kein besonderes Gesetz in Kraft, bräuchte es in Deutschland gut 30 Jahre, um den privaten Fuhrpark gänzlich zu erneuern. So werden Verbrenner und E-Autos lange zusammenleben müssen. Man kann sich ein duales Modell vorstellen: E-Autos werden erst das Stadtbild prägen. Und wenn die Regierungen ihren Job richtig tun, werden dies eher kompakte Fahrzeuge wie die japanischen Kei-Cars. Verbrenner werden aber in Grenzgebieten weit länger dominieren. Schließlich bietet der Verbrennungsmotor auch Vorteile – denken Sie nur an Kosten, Reichweite, Tankdauer und Verfügbarkeit von Ladesäulen. Nicht nur aus kulturhistorischer, sondern auch aus ökonomischer Sicht ist es daher wichtig, keine Hexenjagd auf Verbrenner zuzulassen. Wir dürfen nicht vergessen: Je mehr E-Autos

> ***» Ohne Lenkrad ergeben sich neue Hierarchien und neue Lebensformen im Auto***

auf die Straße kommen, desto niedriger fällt auch die Gesamtbelastung durch die mittlerweile ohnehin sehr sauber fahrenden Verbrenner aus.

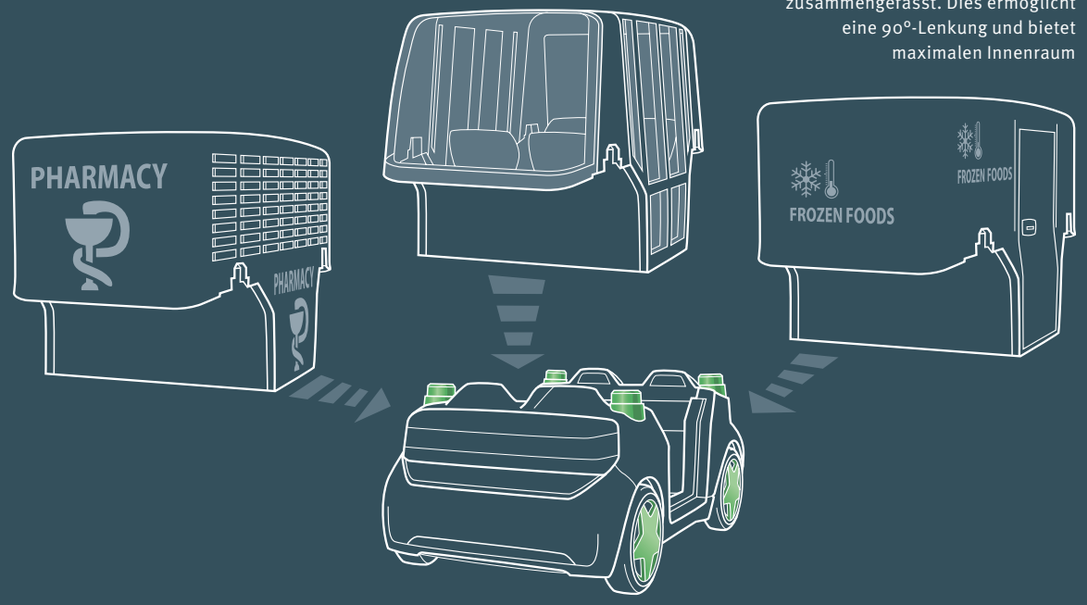
Schon jetzt weiß und sieht man, dass ein die Identität prägendes Element wie der Kühlergrill bei E-Autos überflüssig ist. Was werden Techniker und Designer stattdessen zur Differenzierung nutzen?
Nicht nur der Kühlergrill, sondern streng genommen auch ein Motorraum würde überflüssig – außer in dem Fall, dass dieser als Kofferraum umfunktioniert wird, wie bei Tesla oder auch dem alten 911er. Die Frage der Identität ist allerdings entscheidend. Menschen betrachten die Front eines Autos als Gesicht. Daher spricht man auch von Charakter als Designwert. Natürlich kann man Persönlichkeit auch ohne Kühlergrill erzeugen – wie damals im Käfer. Doch Freiraum erfordert Gestaltung. Das Auto wird möglicherweise keine „Augen“ und keinen „Mund“ mehr haben. Dafür werden Designer einen Ersatz suchen müssen – denn Autos sind nun mal keine Kühlschränke. Ganz sicher werden einerseits OLED-Beleuchtung, andererseits die fürs autonome Fahren notwendige Technik neue Akzente setzen.

Werden elektrische Komponenten wie der Radnabenmotor das Design komplett verändern?
Vom E-Golf lernen wir, dass die Kombination aus E-Antrieb und Batterie nicht automatisch das Design komplett verändern muss. Es wäre allerdings beschämend für die Techniker, die Möglichkeiten der neuen Technologien nicht zu nutzen, um eine neue Automobilarchitektur zu definieren. Es wäre so, als ob man das Handy in Form eines normalen Telefongeräts gestaltet hätte – nur ohne Kabel. Durch Radnabenmotoren ergeben sich zusätzliche Freiheitsgrade fürs Design. Denn „fehlt“ der Motor gänzlich, gewinnt der Gestalter noch mehr Freiraum. Wo es keinen Motor gibt, braucht man keinen Motorraum, keine Motorhaube und erst recht keinen Kühlergrill, dazu ergeben sich auch noch bessere Möglichkeiten beispielweise für den Fußgängerschutz. Schließlich wird aber die Entscheidung über künftig herrschende Antriebsformen ökonomischer Natur sein. Ehe sich ein Standard durchsetzt, werden wir eine Vielfalt möglicher Konfigurationen erleben. Ich bin mir sicher, dass das sehr spannend wird.

» *Auch die Millennials wünschen ein eigenes Auto, doch entscheidend für sie sind andere Parameter als zum Beispiel Größe und Motorleistung*

Immer mehr Menschen nutzen Carsharing. Das eigene Auto hat vor allem in vielen Großstädten schon ausgedient, auch als Statussymbol. Inwiefern wird so ein Trend das Design beeinflussen?
Diese Entwicklung ist das Resultat einer seit Jahrzehnten falsch angelegten Mobilitätspolitik, die das Autofahren vor allem im urbanen Raum seiner Qualität beraubt hat. Gerade Deutschland ist dabei ein schlechtes Vorbild: Es wurde der Absatz verschwenderischer Automobilkonzepte favorisiert, statt den Einsatz stadtfreundlicher Modelle zu fördern – das machen Japan und Norwegen besser. Zusätzlich wurde und wird in vielen Ländern kaum in eine bessere, zukunftsfähige Infrastruktur investiert. Carsharing ist ein interessantes Konzept, das in der Stadt sehr sichtbar wird, da diese Autos demonstrativ öffentlichen Raum in Anspruch nehmen. Trotz des geringen Anteils von Carsharing an der gesamten individuellen Mobilität bringt dessen günstiger Zugang junge Menschen dazu, das Automobil zu nutzen und zu lieben – und das wissen die Hersteller, die dieses Angebot privatwirtschaftlich betreiben. Die gewohnte Nutzung verstärkt den Drang der Millennials nach einem eigenen Auto. Doch entscheidend für diese sind andere Parameter als zum Beispiel Größe und Motorleistung. Dazu gehören Umweltfreundlichkeit, Parkraum, individuelle Gestaltungsmöglichkeiten und natürlich die Einbindung digitaler Entertainment- und Kommunikationstechnologien. Die Markenpolitik vieler Autohersteller hat diese Trends bisher zu wenig berücksichtigt. Neue Technologien wie Elektromobilität und autonomes Fahren bieten nun die Chance, das in Teilen zu korrigieren. Aber ich warne davor, sich das Auto der Zukunft in Form von einheitlichen Sparbüchsen vorzustellen. Ich glaube eher, dass durch die westliche Konsumkultur eine Vielfalt von Lebens- und Mobilitätsformen auf uns zukommen wird.

Persönliche Frage zum Abschluss: Nennen Sie zwei bis drei Ihrer persönlichen Ikonen des Autodesigns und welches aktuelle Auto Ihr Favorit in Sachen Design ist?
Jede Epoche hat ihre Ikonen, und gleichzeitig muss man feststellen, dass die Zeit der Ikonen vorbei ist. Botox und Silikon halten vergangene Mythen am Leben, etwa den Porsche 911. Mich persönlich begeistert die Intelligenz des Automobils der 80er-Jahre. Abgesehen von der passiven Sicherheit und der Abgastechnik – und fern von digitalen Gimmicks – erreichte Design in jenen Jahren eine konzeptionelle Perfektion. Moderne Ikonen sind ganz klar Giorgetto Giugiaros Fiat Panda, der Toyota Land Cruiser J7, der bis heute produziert wird und seine Dienste in den härtesten Einsatzgebieten dieser Welt tut, und der Mercedes-Benz 190 – Bruno Saccos Meisterstück, verkannt, weil es einfach „klein“ war. Aktuellem Automobildesign stehe ich bekanntlich kritisch gegenüber. Geht es um Stil, so finde ich die Linie von Volvo und Jaguar Land Rover ästhetisch ansprechend. Auf der Suche nach einem Euro-6-Neuwagen, der vor allem nachhaltig, sparsam und sympathisch sein sollte, würde ich einen Morgan 4/4 wählen. Das ist auch ein Tribut an das Auto von gestern, während man sich auf das von morgen freut.

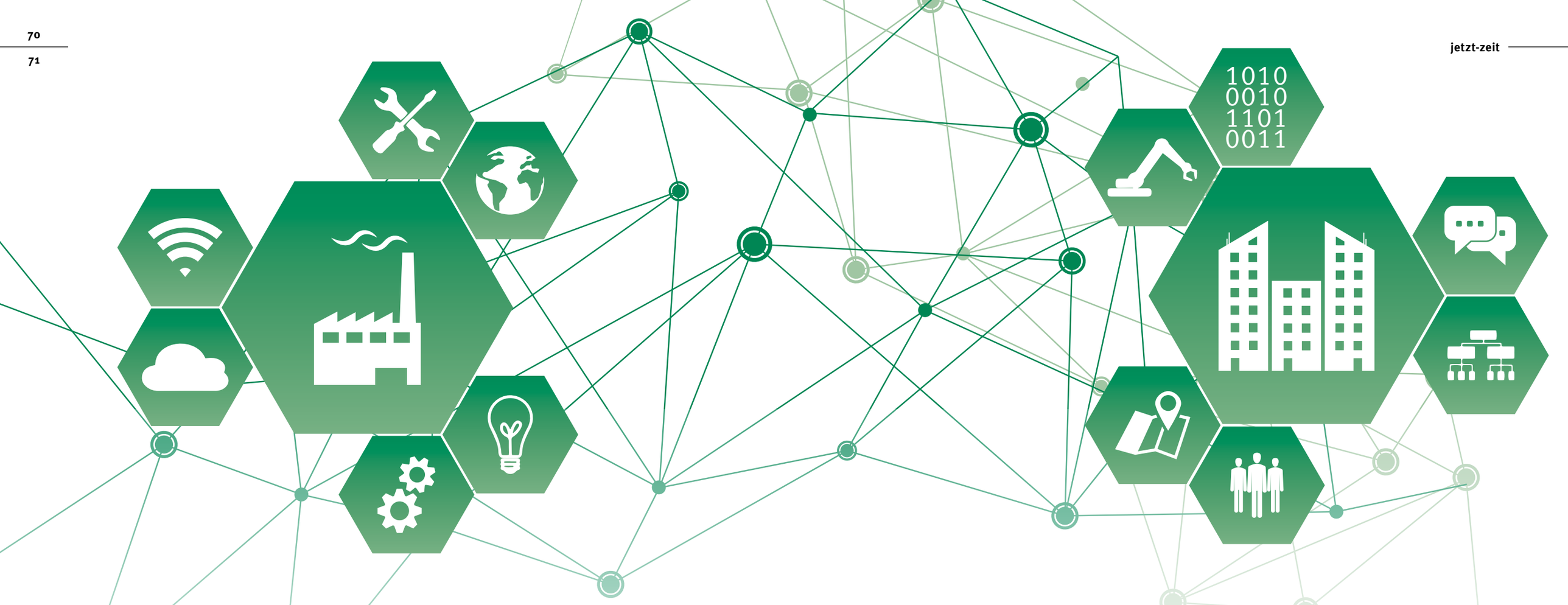


Der Schaeffler Mover mit Radnabenantrieb bietet eine Plattform für autonome und elektrifizierte Mobilitätslösungen wie Robo-Taxis oder Transportfahrzeuge. Die Antriebs- und Fahrwerkskomponenten sind platzsparend in einer Einheit zusammengefasst. Dies ermöglicht eine 90°-Lenkung und bietet maximalen Innenraum

» *Durch Radnabenmotoren ergeben sich zusätzliche Freiheitsgrade fürs Design. Denn „fehlt“ der Motor gänzlich, gewinnt der Gestalter noch mehr Freiraum*

DER BEFRAGTE

Paolo Tumminelli *wärmte sich mit dem Architekturstudium in Mailand auf, sprintete ins Design, rutschte ins Marketing, raste durch die strategische Markenberatung und landete 2000 als Professor für Designkonzepte an der Fakultät für Kulturwissenschaften der Technischen Hochschule Köln. Ein überzeugter Generalist – er betrachtet Design aus der Perspektive einer globalen Konsumkultur. Sein Forschungsschwerpunkt liegt auf Automobilität. Zu diesen Themen berät Prof. Tumminelli Unternehmer und Unternehmenslenker. Parallel ist er Publizist, Autor, Redner, Kurator und Moderator.*



WENN **DAVID UND GOLIATH** GEMEINSAME SACHE MACHEN

Keine Woche vergeht, in der sich nicht irgendwo auf der Welt ein Großkonzern mit einem Start-up zu einem „Innovation Lab“ oder einem „Digital Hub“ verbündet – und so eine vermeintliche Eintrittskarte in die Welt der Disruptionen löst.

von Oliver Jesgulke

Wird die Autoindustrie am Ende der Wertschöpfungskette künftig nicht mehr an dem klassischen Verkaufs- oder Leasinggeschäft verdienen? Man stelle sich vor: ein brandneuer SUV, fahrbereit – jedoch völlig kostenfrei. Der Haken: Der Kunde bekommt dafür lediglich eine sehr nackte Basisversion auf die Einfahrt gestellt. Alle fahr- und sicherheitsrelevanten Systeme stehen selbstverständlich zur Verfügung, aber das holografische Navi, das WLAN-fähige High-End-Surroundsystem und die Multimedia-Lounge mit dem aktuellen Kinofilmprogramm im Fond bleiben ausgeschaltet. Und bereits bei 130 km/h ist die Höchstgeschwindigkeit erreicht. Um weitere Funktionen und Services nutzen zu können, kann der Fahrer einfach die Ausstattung vor oder während der Fahrt gegen einen Aufpreis per Sprachbefehl buchen. Natürlich lassen sich alle Features einschließlich der maximalen Höchstgeschwindigkeit ohne weitere Einschränkungen auch per All-inclusive-Paket freischalten. Fiktion oder bald Realität? Weit weg vom Tagesgeschäft stellen manche Unternehmen der Automobilindustrie ihr aktuelles Geschäftsmodell und die Mobilität von heute radikal infrage. Willkommen in der schönen neuen Ideenwelt der „Innovation Labs“, „Acceleratoren“ und „Digital Hubs“.

Es gibt verschiedene Bezeichnungen für ein neuartiges Kooperations- und Arbeitsmodell, das quer durch alle Branchen Einzug hält. Etablierte Unternehmen kommen mit Start-ups zusammen, um außerhalb eingefahrener Strukturen die digitale Transformation und völlig neue Geschäftsmodelle voranzutreiben. Eine Zeit lang waren es vorrangig Venture-Capital-Geber und Gründerfonds, seit einigen Jahren treten jedoch immer mehr etablierte Konzerne und Mittelständler als Finanziers und Partner für Start-ups auf. Gerade im Mobilitätssektor gehören solche Beteiligungen und Partnerschaften zur Tagesordnung. Ein internationales Ranking der Strategieberatung Oliver Wyman zeigt 2017 einen sprunghaften Anstieg von Corporate Venture Capital, also Kapitalspritzen aus dem Bereich etablierter Hersteller. Von dort wurde in mehr als 50 junge Tech-Firmen investiert, vor allem im Bereich Mobilitätsdienste, aber auch für frische Ideen für umweltfreundliche Antriebe sowie vernetztes und autonomes Fahren.

Das Beste aus zwei Welten

Es gibt eine ganze Reihe von guten Argumenten für Kooperationen oder Übernahmen: Auf der einen Seite bringen die jungen Unternehmen innovative Ideen für digitale Geschäftsmodelle oder neue Technologieansätze sowie einen klaren Kundenfokus mit. Zudem

» *Nachhaltige Erfolgsgeschichten von Corporates und Start-ups basieren auf gegenseitigem Vertrauen und benötigen einen langen Atem auf beiden Seiten*

Prof. Tim Hosenfeldt, Leiter „Technologie, Strategie und Innovation“ bei Schaeffler

entwickeln sie sich rasend schnell. Wer ein paar Tage nicht im Büro war, wird verwirrt sein über die Anzahl der Änderungen. Darüber hinaus zeichnet sie eine hohe Risiko- und Lernbereitschaft aus, verbunden mit einer Kultur des Ausprobierens, Scheiterns und Wiederaufrichtens. Im Gegensatz dazu verfügen die großen „Corporates“ nicht nur über ausreichend Kapital, sondern sie bringen ihr teils jahrzehntelang gereiftes Know-how nebst einem großen Netzwerk ein. Zudem wissen die Firmen, wie man sich in einem harten, globalen Marktumfeld nachhaltig durchsetzt und gegen starke Konkurrenz besteht. Außerdem gibt es zusätzliche Aspekte, die arrivierte Unternehmen auszeichnen: Prozesse, Disziplin, Budgettreue und Verbindlichkeit. Gerade das ist für Jungunternehmer eine echte Herausforderung. Es gilt, die Vorteile beider Seiten möglichst systematisch zu verknüpfen.

Wettbewerb für Ideen

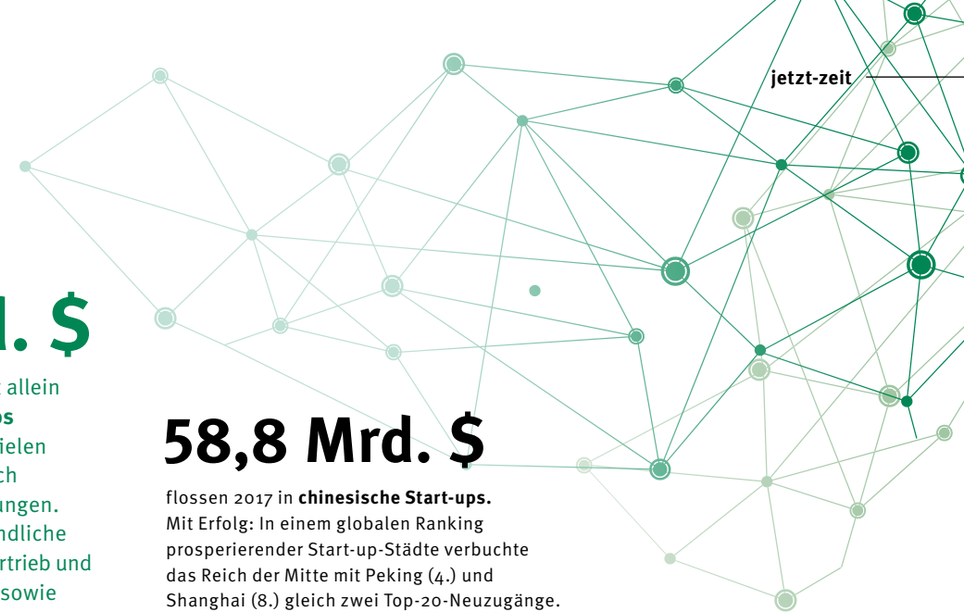
Der Daimler-Konzern beispielsweise verfolgt mit „Startup Autobahn“ und „Lab1886“ eine erfolgreiche Doppelstrategie: „Startup Autobahn“ nimmt wie eine Art Headhunter Start-ups außerhalb des Konzernkosmos unter die Lupe und investiert bei Bedarf. „Lab1886“ dagegen fungiert als unternehmensweites Netzwerk der besten Ideen und Talente aus den eigenen Reihen. Dabei ergänzen sich beide Konzepte: So werden Ideen von „Startup Autobahn“ zu „Lab1886“ getragen, um daraus nachhaltige Geschäftsmodelle zu entwickeln. Der Prozess dazu ist in mehrere Stufen unterteilt: Visionen – egal ob aus einem Fachbereich, von einem interdisziplinären Team oder von extern – treten nach eingehender Prüfung in einem mehrstufigen Pitch gegeneinander an. Am Ende wird entschieden, ob eine Idee zündet oder nicht. In der Inkubationsphase gehören neben der finanziellen Förderung und kostenlosen Co-Working-Spaces ein professionelles Mentoring sowie die Unterstützung durch unterschiedliche Experten zum Rundum-sorglos-Paket dazu. Innerhalb kürzester Zeit entstehen technische Prototypen, Serviceangebote oder Pilotprojekte für ganze Geschäftsmodelle. Bleibt das Konzept weiterhin tragfähig, folgt die Kommerzialisierung. In dieser finalen Phase werden die noch jungen Ansätze marktfähig gemacht, dazu entweder in eine Daimler-Einheit eingegliedert oder es folgt die Ausgründung mit dem Team.

Der Meistbietende wird scheitern

„Nachhaltige Erfolgsgeschichten von Corporates und Start-ups basieren auf gegenseitigem Vertrauen und benötigen einen langen Atem auf beiden Seiten“, so Prof. Tim Hosenfeldt. Der Leiter „Technologie, Strategie und Innovation“ bei Schaeffler kennt die Herausforderungen an der Schnittstelle zur Start-up-Welt. Als Teil seiner Strategie „Mobilität für morgen“ treibt Schaeffler die Digitalisierung mit der Unterstützung durch junge Unternehmen aktiv voran. Dabei werden auch strategische Zukäufe getätigt. „Reine M&A-Aktivitäten sind aber kein Heilsbringer. Der Meistbietende wird auf Dauer nicht erfolgreich sein. Denn das Gros der jungen Unternehmer möchte nicht aufgekauft oder entmündigt werden. Sie wollen weiterhin frei agieren können und die Sache auf Augenhöhe voranbringen“, so Hosenfeldt, der auch als Honorarprofessor an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg lehrt. Bei der Wahl geeigneter Partner müsse man schnell reagieren. Sein Bereich hat dafür ein Innovationsradar implementiert, das zu ganz bestimmten Nischen, Themen und Technologien nach passenden Start-ups Ausschau hält. Zum ersten Schaeffler Venture Forum zum Themenfeld Sensortechnologie, Data Value Creation und Autonome Systeme sind über 100 Bewerbungen eingegangen, von denen 15 ausgewählt wurden. Hosenfeldt und seine Kollegen sind in der Welt der Start-ups gut vernetzt. „Wir scouten weltweit, unter anderem im Silicon Valley und in Israel. Bei der Auswahl gehen wir aber nicht nach dem Gießkannenprinzip vor. Wir schauen schon genau hin: Ist das Geschäftsmodell skalierbar? Und wie ticken die Menschen hinter der Idee?“, erklärt Hosenfeldt.

DEUTSCHLANDS INNOVATIONSLABORE

***In den vergangenen fünf Jahren** hat sich die Anzahl von Innovation Labs in Deutschland verdreifacht. Mehr als die Hälfte der DAX-Konzerne haben eins in Betrieb oder in Planung. Mit 32 der 98 in Deutschland tätigen Innovation Labs führt Berlin vor München (16), Stuttgart (11) und dem Rhein-Ruhr-Gebiet (11).*



20 Mrd. $

wurden 2016 weltweit allein in **Mobilitäts-Start-ups** investiert. Davon entfielen 16 Mrd. auf den Bereich Mobilitätsdienstleistungen. Es folgen umweltfreundliche Antriebe (1,9 Mrd.), Vertrieb und Aftermarket (1,5 Mrd.) sowie Konnektivität und automomes Fahren (0,8 Mrd.).

Quelle: Studie Oliver Wyman (2017)

58,8 Mrd. $

flossen 2017 in **chinesische Start-ups.** Mit Erfolg: In einem globalen Ranking prosperierender Start-up-Städte verbuchte das Reich der Mitte mit Peking (4.) und Shanghai (8.) gleich zwei Top-20-Neuzugänge. Noch unangefochtene Start-up-Hochburg: das Silicon Valley, vor New York und London.

Quellen: techinasia.com, The Global Startup Ecosystem Report (2017)

Unterschiedliche Mentalitäten und Geschwindigkeiten

Anfang 2017 hat Schaeffler eine Kooperation mit dem Berliner Gründer-Campus „Factory“ geschmiedet, der wichtigsten Denkfabrik für Entwicklungen rund um das Internet der Dinge in Deutschland. Konzerne und mittelständische Unternehmen können sich hier für die Transformation und Digitalisierung ihrer Geschäftsmodelle Unterstützung holen. „Die Hauptstadt ist für uns ein idealer Ort, um sich mit Gründern und digitalen Talenten über Industriegrenzen hinweg auszutauschen und gemeinsam die Zukunft zu gestalten“, so Tim Hosenfeldt. Schaeffler-Mitarbeiter entwickeln dort weit weg von Herzogenaurach gemeinsam mit Start-ups Prototypen.

Neben seinem Berliner Engagement gehört Schaeffler zu den Gründungspartnern des „Zollhof Tech Incubator“ in Nürnberg. Auch dort profitieren beide Seiten durch den aktiven und offenen Austausch in verschiedenen Veranstaltungsformaten wie sogenannten Corporate Pitches, Hackathons oder TechSpace Hackdays. Während Start-ups Annehmlichkeiten wie Bürofläche, Coaching, Zugang zu Investoren und Unternehmen zu schätzen wissen, kann Schaeffler Kompetenzen sowie Ressourcen nutzen und sich zudem als attraktiver Arbeitgeber präsentieren.

Die bislang gesammelten Erfahrungen in Berlin und Nürnberg sind interessant und positiv. Hosenfeldt: „Schon nach wenigen Wochen dämmerte beiden Seiten, wie unterschiedlich sie ticken. Unterschiedliche Mentalitäten und Geschwindigkeiten prallen da aufeinander. Aber es funktioniert bislang. Zentral ist es deshalb, ständig im Austausch zu stehen und offen für das Gegenüber zu sein, sonst wird es an den kleinen Dingen scheitern.“ Womit wir wieder bei der Kultur des Ausprobierens, Scheiterns und Wiederaufrichtens wären.

DER AUTOR

***Oliver Jesgulke** arbeitet als Kommunikationsberater und Redakteur. Zahlreiche Auftraggeber des Berliners stehen vor der Herausforderung, ihr Kerngeschäft zukunftsfit zu machen. Da ist die Hauptstadt als Zentrum der deutschen Open-Innovation- und Start-up-Szene ideal, um über die Entwicklungen zu berichten.*

MIT KOPF, HAND & HERZ

Wie kommt das Neue in die Welt? Und wie wird aus einer guten Idee ein erfolgreiches Produkt? Die Schaeffler-Ingenieure Thorsten Biermann, Patrick Lindemann und Tomas Smetana sind nicht nur an mehreren Hundert Patenten beteiligt, sondern tragen auch Verantwortung für die Entwicklung von Serienprodukten.

von Johannes Winterhagen

Carl Benz oder Rudolf Diesel haben durch ihre im stillen Kämmerlein erarbeiteten Innovationen die Autowelt geprägt. An der Mobilität von morgen arbeiten die Ingenieure von Schaeffler in der Regel im Team. Doch die Ideen des Einzelnen zählen nach wie vor. Innovative Antriebssysteme wie das Leichtbaudifferenzial, der integrierte Drehmomentwandler oder die elektrische Achse beruhen auf der Arbeit herausragender Köpfe: Thorsten Biermann, Patrick Lindemann und Tomas Smetana. Auch wenn sie heute auf drei Kontinenten arbeiten, so haben sich ihre Lebenswege immer wieder gekreuzt. Alle drei haben direkt nach dem Studium bei Schaeffler begonnen und wurden durch den damaligen LuK-Entwicklungsleiter Wolfgang Reik darin bestärkt, das Bestehende infrage zu stellen und Neues auszuprobieren. Und alle drei kennen den mühevollen Weg von der Idee in die Großserienproduktion. Innovation ist eben mehr, als nur eine gute Idee zu haben.

„**GUTE IDEEN** ENTSTEHEN FAST IMMER IM DIALOG“

THORSTEN BIERMANN, HERZOGENAURACH (D)

Als Thorsten Biermann (42) eine neue Generation der elektrischen Achse von Schaeffler einem deutschen Premiumhersteller präsentieren soll, ist er zunächst skeptisch: das von einem Wettbewerber stammende Antriebskonzept für die kommende elektrifizierte Fahrzeuggeneration steht eigentlich schon, er hat lediglich 15 Minuten Redezeit. Nach zehn Minuten verlässt der ranghöchste Vertreter des Kunden den Besprechungsraum. Biermann denkt: „Das war’s wohl.“ Als der Kunde wenig später zurückkehrt, sagt er jedoch: „Ich habe alle Besprechungen für die nächsten drei Stunden abgesagt. Bitte erläutern Sie mir Ihre Idee doch noch einmal ganz genau.“ ***Eine solche Sternstunde ist kein Produkt des Zufalls, sondern der intensiven Arbeit an neuen Ideen.*** *Dazu gehört das von Biermann wesentlich entwickelte Leichtbaudifferenzial, das eine sehr hohe Leistungsdichte des Achsantriebs ermöglicht.*

Biermann gibt sich allerdings bescheiden: „Eigentlich hat die Idee für das Leichtbaudifferenzial viele Väter.“ Dabei verweist er unter anderem auf den US-amerikanischen Ingenieur und Erfinder Alexander Timothy Brown, der sich 1902 das erste Stirnraddifferenzial patentieren ließ. Um allerdings aus der ersten Idee ein zu vernünftigen Kosten herstellbares Produkt zu machen, bedarf es weiterer guter Einfälle, gerade auch der Kollegen, die das Konzept zur Serienreife bringen müssen. ***„Problemlösungskompetenz“ nennt Biermann genauso als Schlüsselqualifikation für Ingenieure wie ein gehöriges Maß an Hartnäckigkeit.*** *Denn bis zum fertig industrialisierten Produkt gilt es viele technische Herausforderungen zu meistern: Gerade die hinsichtlich*

des Bauraums sehr vorteilhafte schmale Bauweise des Differenzials führte schnell zu neuen Problemen, die zunächst gelöst werden mussten, um die hohen Drehmomente und Drehzahlen sicher über das Antriebsrad übertragen und abstützen zu können. „Ich habe immer an das Produkt geglaubt“, sagt Biermann heute. ***„Aber anfangs mussten wir sicher an der einen oder anderen Stelle Lehrgeld bezahlen.“ Dennoch hielt Biermann an dem Ziel fest, das Produkt bis zur Serienreife zu bringen.***

Als Thomas Smetana und Biermann im Jahr 2008 mit der Arbeit an elektrischen Achsantrieben beginnen, zeigt sich, wie vorteilhaft die extrem kompakte Bauweise des Leichtbaudifferenzials ist. „Wir hatten gemeinsam den Ehrgeiz, etwas ganz Neues zu machen“, berichtet Biermann, der mittlerweile selbst die Serienentwicklung elektrischer Achsen verantwortet. Eine anspruchsvolle Aufgabe, gerade weil nahezu zeitgleich drei Getriebebaureihen in Herzogenaurach anlaufen. Damit verbleibt neben der Serienbetreuung kaum noch Zeit für neue Produktideen. So ganz davon ablassen kann Biermann dann jedoch nicht: ***Eine Anleitung zur „Theorie des erfinderischen Problemlösens“ liegt immer noch bei ihm auf dem Schreibtisch.*** *Biermann nutzt die einst von zwei russischen Wissenschaftlern erfundene Methode, die mehr als 40 einzelne Lösungsprinzipien umfasst, wenn es darum geht, über grundsätzliche, neue Lösungswege nachzudenken. Doch Methodik ist nicht alles. Manchmal gibt es dann auch immer noch die „zündende Idee“, die dem Erfinder vermeintlich zufliegt. Doch Biermann ist überzeugt, dass einen erst die technische Diskussion mit den Kollegen zur finalen, zielführenden Lösung bringt, denn „gute Ideen entstehen fast immer im Dialog“.*

„EINFACH MAL **AUSPROBIEREN**“

PATRICK LINDEMANN, WOOSTER/OHIO (USA)

Muss das so gemacht werden, oder geht es nicht auch anders? Schon als Jungingenieur lernt Patrick Lindemann (49), ***immer wieder nach neuen Wegen zu suchen.*** *1995, er hat gerade bei Schaeffler begonnen, geht es darum, das Zweimassenschwungrad für den Volumenmarkt fit zu machen. Sprich: Ein bereits vorhandenes innovatives Produkt soll deutlich kostengünstiger hergestellt werden, um den damals stark wachsenden Pkw-Dieselmarkt zu bedienen. Als er zwei Jahre später die Betreuung von Ford übernimmt, stellt er bald fest, dass sein Englisch deutlich verbesserungswürdig ist. Lindemann will keinen Sprachkurs machen, sondern bittet seinen Vorgesetzten, ihn für zwei Jahre in die USA zu senden – wo er noch immer lebt.* ***Dort verantwortet er nicht nur den Standort Wooster in Ohio, Lindemann ist auch für alle Getriebe- und E-Mobility-Systeme in Amerika zuständig.***

2007 übernimmt Lindemann die Entwicklungsverantwortung für Wandler, die in Automatikgetrieben für den Kraftschluss zwischen Motor und Getriebe sorgen. „Unsere Wandler sahen damals genauso aus wie alle anderen“, berichtet er. ***Wieder besteht Lindemanns erster Ansatz darin, das Produkt einfacher und kostengünstiger zu machen – bei gleichzeitig erhöhter Leistungsfähigkeit.*** *„Doch schon bald waren wir an einem Punkt, an dem alle gesagt haben: Da ist nicht mehr viel zu verbessern.“ Lindemann denkt grundsätzlicher über die Funktion und die Physik eines Wandlers nach. Auf einer langen Autofahrt zwischen Detroit und Wooster hat er die Lösung: Statt die Überbrückungskupplung mit einem separaten Kolben zu betätigen, kann man auch den Ölstrom aus der Turbine nutzen. Der Entfall des Kolbens ermöglicht eine deutlich kompaktere Bauweise.* ***Dass der integrierte Drehmomentwandler, auf Englisch iTC („integrated Torque Converter“), heute mehr als eine Million Mal pro Jahr produziert wird, verdankt Schaeffler dem beherzten Handeln Lindemanns.*** *Er stellt die Idee dem Leiter der Getriebeentwicklung von Ford vor, der an einem neuen Zehnganggetriebe arbeitet. Das mit einem konventionellen Wandler ausgerüstete Getriebe ist fast fertig, in wenigen Wochen sollen die Lieferanten beauftragt werden. Kurz entschlossen kauft Lindemann ein Auto und baut es innerhalb von drei Wochen um. Das Ergebnis überzeugt:* ***Ford ändert die Konstruktionsvorgabe und Schaeffler hat einen ersten Kunden für das neue Produkt.***

Als Führungskraft ermutigt Lindemann seine Jungingenieure, immer wieder querzudenken. „Auch wenn mal etwas schiefgeht, brauchen Ingenieure die Freiheit, Neues auszuprobieren.“ Gemeinsames Nachdenken und Hardware sind ihm dabei wichtiger, als möglichst viel Papier zu produzieren. „Einfach mal ein Teil aufzubauen bringt oft den höheren Erkenntnisgewinn.“ Bei der Auswahl des eigenen Führungsnachwuchses ist für Lindemann die Haltung zum Thema Innovation wichtig. ***„Das geht nicht“, hört er nicht gerne.*** *Die Wahlheimat USA ist dafür ein gutes Umfeld. „Hier ist die Bereitschaft hoch, positiv zu denken und Neues auszuprobieren.“ Denn anders geht es ja meistens doch.*

„PLÖTZLICH WAR ALLES DA“

DR. TOMAS SMETANA, YOKOHAMA (J)

Aufbrechen und etwas ganz Neues machen, auch wenn es eigentlich gerade ganz gut läuft. Im Leben von Tomas Smetana (43) gab es diese Situation nicht nur einmal, sondern immer wieder. Zuletzt vor knapp zwei Jahren, als der Ingenieur sich dafür entschied, nach Japan zu ziehen, um von dort aus die Technikaktivitäten von Schaeffler in der Region Asien-Pazifik zu verantworten. Zuvor hatte er die Serieneinführung des ersten elektromechanischen Wankstabilisators betreut. ***Eng verbunden ist sein Name aber vor allem mit der elektrischen Achse, einem der Produkte, mit denen Schaeffler den Einstieg in das Zeitalter der Elektromobilität beschleunigen will.*** *Deren Entwicklung beginnt im Jahr 2005 mit einer Frage, die auf den ersten Blick gar nichts mit E-Antrieben zu tun hat: Wäre es möglich, Planetenträger für Automatikgetriebe in Umformtechnologie herzustellen und somit leichter und kompakter zu gestalten? Die grundsätzliche technische Machbarkeit ist schnell geprüft – doch es gibt damals nur einen eingeschränkten Markt für das Produkt. Stattdessen testet Smetana den Einsatz der Planetentechnik in einem Leichtbau-Differenzial, das zusätzlich eine aktive Verteilung des Drehmoments zwischen den Rädern einer angetriebenen Achse ermöglichen soll. Die Verstellung erfolgt dabei zunächst hydraulisch, bis Smetana mit seinem Vorentwicklungsteam das Prinzip infrage stellt: Geht es nicht auch elektrisch?* ***„Und plötzlich hatten wir alle Komponenten für einen elektrischen Achsantrieb“,*** *berichtet der Maschinenbauer, der davon überzeugt ist, dass Innovationen oft daraus entstehen, die richtigen Ideen miteinander zu kombinieren. „Welche kundenrelevanten Funktionen kann man damit noch realisieren?“, ist für Smetana eine der wichtigsten Fragen des Ingenieurs. 2010 ist der erste Prototyp einer elektrischen Achse mit integrierter, aktiver Drehmomentverteilung auf Basis eines Škoda Octavia realisiert.* ***Das Demofahrzeug fährt mit zwei elektrischen Achsen, noch bevor sich in Deutschland die „Nationale Plattform Elektromobilität“ konstatierte*** *oder in China über Quoten für Fahrzeuge mit alternativen Antrieben diskutiert wurde. Ende 2017 startete die Serienproduktion des ersten elektrischen Achsantriebs von Schaeffler.*

Auch wenn Smetana sich freut, dass seine Ideen Früchte tragen – ***er selbst lebt in der Zukunft.*** *Japan als Heimatland der Robotik – 65 Prozent aller weltweit verkauften Roboter stammen von japanischen Herstellern – ist für den neugierigen Ingenieur eine faszinierende Spielwiese. Derzeit entsteht dort eine Generation kollaborativer Roboter, die Hand in Hand mit dem Menschen arbeiten soll, frei, außerhalb der Sicherheitszäune. „Diese leichten, wendigen, beinahe menschenähnlichen Cobots benötigen eine völlig neue Kinematik mit entsprechenden Sensoren und Regelsystemen“, erläutert Smetana.* ***„Wir erleben gerade einen ähnlichen Systemwechsel in der Robotik, wie es die Elektromobilität für den Fahrzeugbau darstellt.“*** *Man spürt seine Begeisterung. Es ist die Freude des in Tschechien aufgewachsenen Jungen, der vor dem Fall des Eisernen Vorhangs an Modellflugzeugen bastelte. Es mangelte an Bauteilen, so musste er die Fernsteuerung mit einer gehörigen Portion Fantasie aus dem zusammenbauen, was vorhanden war. Auch das ist Innovation: die richtigen Dinge zu kombinieren, um etwas ganz Neues zu schaffen.*

DER AUTOR

Der Fachjournalist ***Johannes Winterhagen*** *(47) schreibt seit mehr als 25 Jahren über technische Innovationen. Dabei hat er gelernt: Hinter jeder großen Idee steckt mindestens ein Mensch, der das Neue vorantreibt.*

ausblick

Technik für morgen

» In Zukunft müssen sich die Utopien beeilen, wenn sie nicht von der Realität eingeholt werden wollen

Wernher von Braun (1912–1977)

UPGRADE FÜR DAS **AUTOKENNZEICHEN**

Klare Schrift auf simplem Alublech – irgendwo auf Höhe der Stoßstangen prangt das Kfz-Kennzeichen. Seit über 100 Jahren. In Zeiten des Connected Car ist es höchste Zeit, dass sich das ändert. Das Start-up „Reviver Auto“ aus San Francisco hat dem Stillstand den Kampf angesagt und gemeinsam mit den kalifornischen Verkehrsbehörden ein digitales Kfz-Kennzeichen entwickelt. Der 12 x 6 Zoll große Bildschirm lässt sich dazu nachträglich anbringen oder in das Heckdesign des Autos einbetten. So wenig das analoge Schild kann, so viele Möglichkeiten bietet sein volldigitales Pendant: Ist die Zulassung abgelaufen, prangt ein großes „X“ auf dem Kennzeichen. Die Neuzulassung wird einfach per Mausklick erteilt und das neue Datum direkt eingeblendet. Beim Parken mutiert das Schild zum digitalen Schaufenster und Touchpoint per Geofencing-Technologie. Dynamische Werbung der umliegenden Geschäfte wird gezeigt. Vor dem Baumarkt oder Möbelhaus könnten beispielsweise Infos zum Warensortiment oder Sonderaktionen der Filiale erscheinen. Der Fahrer erhält im Gegenzug für jede Einblendung Geld oder Rabatte auf die Dienstleistungen und Produkte des Anbieters. An der „sozialen Schnittstelle“ Zebrastreifen oder Ampel blendet der Fahrer bei Bedarf einfach seine Kontaktdaten ein. Mit der Verbindung zu Online-Diensten werden staatliche Warnmeldungen oder verkehrsrelevante Informationen in Echtzeit ausgestrahlt. Und im Falle eines Diebstahls machen wild blinkende Großbuchstaben („STOLEN“) in Rot darauf aufmerksam. Schwere Zeiten also für Langfinger.

TEURE KENNZEICHEN

***10 MIO. EURO** zahlte Saed al-Khouri aus dem Emirat Abu Dhabi für eine einzelne „1“ auf seinem Kennzeichen.*

***8 MIO. EURO** war Milliardär Balwinder Sahni das Dubaier Kennzeichen „D5“ wert. D ist der vierte Buchstabe im Alphabet, plus 5 macht 9 – Sahnis Lieblingszahl.*

***600.000 EURO** ließ sich der Brite Afzal Khan das Kürzel „F-1“ auf seinem Kennzeichen kosten. Angeblich lehnte er in den Folgejahren millionenschwere Kaufofferten ab.*

***208.000 EURO** investierte ein Chinese, um ein Kennzeichen mit der vierfachen Glückszahl 8 zu ersteigern.*

***159.000 EURO** überwies ein Schweizer für sein Wunschkennzeichen „VS-1“.*

„WIR MÜSSEN UMDENKEN, NEUE WEGE GEHEN“

„Nächste Ausfahrt Zukunft“ hat der renommierte Wissenschaftsjournalist Ranga Yogeshwar sein neues Buch genannt, in dem er die Transformation verschiedenster Lebensbereiche analysiert. Mit allem untrennbar verbunden: die Technologie. Im Gespräch beantwortet Ranga Yogeshwar die drängendsten Fragen.

Interview Kay Dohnke

Veränderungen setzen Entscheidungen voraus. Doch was wir heute entscheiden, wirkt oft mehrere Jahre, wenn nicht Jahrzehnte. Wie sollen wir da die Weichen für eine Zukunft stellen, die wir noch gar nicht kennen?
Unsere Zukunft kennen wir natürlich nicht, aber Ziele können wir definieren. In erster Linie müssen wir entscheiden, was wir wirklich wollen. Für viele ist es der durchaus erstrebenswerte Wunsch, seinen Kindern und Enkeln die Erde in einem besseren Zustand zu überlassen, als sie sie selbst vorgefunden haben. Dazu gehört der Planet selbst, aber auch unser gesellschaftliches Miteinander. Schauen Sie: Wenn man sich etwa den ökologischen Fußabdruck der Menschheit anschaut, die Veränderungen durch die Agrikultur, durch Urbanisierung, durch große Bauten wie Staudämme, die die Topologie der Natur verändern, dann sind wir schon in einigen Punkten zu Gestaltern dieses Planeten geworden …

… was man sogar auf nächtlichen Satellitenaufnahmen der Erde sehen kann, die immer größere Lichtermeere zeigen.
Unser Planet leuchtet in der Tat immer heller. Ich selber denke da an meine Kindheit, die ich in Indien verbrachte – Indien war damals dunkel und galt als rückständig. Heute leuchtet es flächendeckend. Man sieht am elektrischen Licht, das sich in kürzester Zeit über diesen Planeten ausgebreitet hat, zwei Sachen: Das eine ist die Diffusion des Fortschritts. Früher waren die hoch technisierten Nationen Inseln, inzwischen ist der gesamte Planet illuminert. Das andere ist natürlich der wachsende Ressourcen- und Energiekonsum, der indirekt über das Licht abgebildet wird. Das eine, das Ausbreiten des technischen Fortschritts, ist eine gute Sache und das andere eine Herausforderung, die wir in den nächsten Jahren meistern müssen. Unsere begrenzten Ressourcen reichen nicht aus, wenn wir weiterhin business as usual betreiben. Wir müssen umdenken, neue Wege gehen, damit alle Menschen nachhaltig vom Fortschritt profitieren können!

Die Geschwindigkeit des technischen Fortschritts ist gegenwärtig geradezu atemberaubend. Für viele zu schnell. Schlüsseltechnologien wie künstliche Intelligenz und die dahintersteckenden Algorithmen sind für Normalbürger kryptisch wie Quantenphysik. Macht uns diese Unwissenheit vielleicht zu leichtsinnig, geben wir zu viel digitale Macht aus den Händen?
Die Gefahr besteht. Viele von uns umgeben sich mit Apparaten wie Amazon Echo oder Google Home und wissen nicht wirklich, wie diese Techniken arbeiten. Wir nutzen soziale Netzwerke, doch die Algorithmen, die diese Netze strukturieren und ausmachen, durchschaut kaum jemand. Es gibt digitale neuronale Netze, die bereits angewendet werden, obwohl selbst Fachleute nicht verstehen, wie diese komplexen Systeme wirklich funktionieren. Momentan sind wir bei neuen Technologien wie Kinder, die ein Geschenk auspacken und sofort loslegen. Uns fehlt eine Art Betriebsanleitung des Fortschritts.

> ***» Uns fehlt eine Art Betriebsanleitung des Fortschritts***

2010 sagte Google-Chef Eric Schmidt einen denkwürdigen Satz: „Wir wissen, wo du bist, wo du warst, und wir wissen mehr oder weniger, was du denkst.“ Klingt beunruhigend.
Daten sammelnde Plattformen wie Google oder Facebook sind inzwischen so groß, dass sie systemrelevant werden. Ein Netzwerk mit einem derartig großen Einfluss auf das Miteinander in einer Gesellschaft sollte seine Algorithmen offenlegen. Die digitale Kultur bietet uns eine neue Art des Miteinanders, die wir vor Jahren noch nicht kannten, deren Regeln wir erst lernen und deren Chancen wir aktiv angehen müssen. Es wäre sehr bedauerlich, wenn uns die Digitalisierung um die Ohren fliegt, weil wir unsere Hausaufgaben nicht gemacht haben.

Wie gut wurden denn die Hausaufgaben im Bereich Automobil gemacht?
Die Hersteller und Zulieferer haben die Fahrzeuge in den vergangenen Dekaden Stück für Stück optimiert, sie sicherer, effizienter gemacht. Aber die große Chance, die wir haben, liegt darin, breiter zu denken. Also nicht im Sinne der Optimierung eines individuellen Autos, sondern im Sinne einer Optimierung neuer Mobilitätskonzepte. Den Bedarf dazu sieht man in fast jeder Stadt ganz klar, wo in den vorbeifahrenden Autos meistens nur eine einzige Person sitzt. Wenn ein Marsmensch sich das anschauen würde, würde er denken: Homo sapiens muss schon irgendwie sonderbar sein – der bewegt anderthalb Tonnen Stahl, um 60 oder 70 Kilo Mensch hin und her zu befördern …

… und sie dann die meiste Zeit des Tages unbenutzt abzustellen.
Genau. Unmengen an Autos parken am Straßenrand und kosten Raum – das ist nicht unbedingt etwas, das uns Menschen nützt. Im Vergleich dazu: Wenn Sie heute Carsharing-Konzepte betrachten, ersetzt ein einziges Carsharing-Auto etwa 20 individuelle Fahrzeuge, was eine Fläche von etwa 200 Quadratmetern ausmacht. Platz, der auch genutzt werden könnte, um den Verkehrsfluss zu erhöhen. Der technische Fortschritt setzt viel neues Potenzial frei – aber wir schöpfen es nicht vollkommen aus, wenn wir in den alten Kategorien weiterdenken. Manchmal muss man springen, hinein in eine neue Sicht.

Können Erlasse, Verordnungen und Gesetze eine Absprunghilfe sein?
Bedingt. Ein positives Beispiel ist der Katalysator für Autoabgase, der 1968 aufgrund einer staatlichen Verordnung in Kalifornien eingeführt wurde und heute weltweiter Standard ist. Aber wie gesagt: Das hat das einzelne Auto besser gemacht, aber nicht die Verkehrssituation, die Mobilität insgesamt.

» Ein Paradigmenwechsel ist nicht nur nötig – er ist auch möglich

Wenn Gesetze nicht reichen, Potenziale auszuschöpfen und uns auf die Sprünge zu helfen, was oder wer dann?
Wenn man sich etwa die Haltung junger Menschen in Städten anschaut, die inzwischen vielfach auf den Besitz eines eigenen Autos verzichten und eher auf alternative Mobilitätskonzepte wie Carsharing vertrauen, merkt man, dass es weniger die Gesetze waren, sondern die neuen Potenziale, im konkreten Fall etwa die Digitalisierung und damit verbunden die Möglichkeit, diese Art von neuer Mobilität zu etablieren. Verordnungen sind auch wichtig, aber Kreativität entspringt eher aus der Erkenntnis, bestimmte Probleme erneut zu reflektieren. Wenn man sich das bei der Mobilität genauer anschaut, zeigt sich ein erster Umdenkprozess: Es geht nicht mehr unbedingt darum, ein Auto zu besitzen – wofür es im Übrigen auch keinen natürlichen Trieb gibt. Es geht um die effiziente Autonutzung. Besonders junge Menschen erkennen das. In den letzten Jahren ist die Zahl junger Autokäufer gerade in urbanen Ballungsräumen rückläufig. Und es gibt Anzeichen, dass auch die Autoindustrie das erkennt und neue Konzepte forciert.

Wir stehen also vor einem generellen Paradigmenwechsel?
Dieser Paradigmenwechsel ist nicht nur nötig – er ist auch möglich. Letzteres ist besonders wichtig, denn manchmal wünschen wir uns eine andere Zukunft, aber wir sehen nicht, wie wir das umsetzen können. Und da zeigen die Innovationen der letzten Jahre und auch Jahrzehnte neue Wege auf.

Auch außerhalb der Mobilität?
Es gibt in jedem Bereich, zumindest soweit ich es übersehe, vielversprechende Ansätze. Nehmen wir mal die Energieerzeugung: Wir haben de facto kein Energieproblem, die Sonne strahlt – wenn sie scheint – mit einer Intensität von etwa einem Kilowatt pro Quadratmeter. 1.000 Watt, das ist eine Menge. Wenn man sich heute in der Photovoltaik den Wirkungsgrad von Solarkollektoren anschaut, dann ist er – nach den sehr wenigen Prozenten noch vor einigen Jahren – inzwischen zweistellig geworden, sodass beträchtliche Teile der Sonnenenergie genutzt werden können. Der nächste Schritt wird sein, diese Energie effizient zu speichern für jene Momente, in denen die Sonne nicht scheint beziehungsweise um die Volatilität des Stromverbrauchs auszugleichen. Power-to-Gas oder auch mit Strom produzierte Synfuels sind da hochinteressante Technologien.

Ein weiteres Beispiel bitte.
Wir diskutieren das Insektensterben und daran gekoppelt den Einsatz der Herbizide und Insektizide in der Landwirtschaft. Wir alle merken, dass wir zunehmend ein Problem haben, weil wir Unmengen an Giften ausbringen, doch viele sehen keine wirkliche Alternative. Jedem, der sich ein wenig mit Landwirtschaft auseinandersetzt, ist klar, dass wir momentan ganz ohne solche Mittel kaum auskommen können. Aber jetzt kommt plötzlich künstliche Intelligenz, jetzt kommt plötzlich Robotik, es kommen autonome Fahrzeuge, und ich kann mir gut vorstellen, dass wir in zehn Jahren auf den Feldern autonom agierende Roboter sehen, die Unkraut jäten. Diese neue Technologie könnte die Chemie in der Landwirtschaft ersetzen, ähnlich wie Photovoltaik einmal die Kohle ersetzen wird.

Sind solche um die Ecke gedachten Ideen der Schlüssel zum Erfolg?
Auf jeden Fall! Aber genau dieses Denken über erlernte Muster hinaus ist so schwierig. Das zeigt auch ein Blick in die Geschichte, denn wir sind nicht die erste Generation, die sich eine Zukunft erträumt. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts träumte man von Eisenbahnen, Dampfschiffen und von Zeppelinen, die durch die Städte fliegen. Was in gewisser Weise zeigt, dass jede Generation, wenn sie Zukunftsträume hat, in ihren eigenen Kategorien verhaftet ist. Das heißt, wir denken unsere Welt und extrapolieren – wir sind kaum in der Lage, Sprünge nachzuvollziehen oder gar vorher zu antizipieren. Noch vor zehn Jahren hat sich niemand die umwälzenden Veränderungen vorstellen können, die das Smartphone mit sich gebracht hat. Das Spannende ist, das wir bei diesen technischen Optionen immer auch gesellschaftliche, vielleicht ethische Grundsätze überprüfen müssen. Wir sollten aufpassen, dass wir nicht Visionen verwirklichen, die rein technologiegetrieben sind. Ich glaube eher an das, was ich reflektierten Fortschritt nenne, das heißt, sich mal wirklich Gedanken zu machen über die Ziele und dann im nächsten Schritt zu überlegen, welche Technologie können wir dafür nutzen.

Wie nachhaltig kann oder muss ein solch reflektierter Fortschritt sein?
Wer Nachhaltigkeit propagiert im Sinne eines Verzichts im Vergleich zum heutigen Status quo, wird scheitern. Das haben wir in den letzten Jahren erlebt; es gab immer wieder viele Aktivisten, engagierte Menschen, die gesagt haben, wir brauchen weniger – und nicht begriffen haben, dass das kein Weg ist, der zum Erfolg führt.

Und was wäre ein Weg?
Wir merken schon in einigen Bereichen ein gewisses Umdenken. Es ist heute ja kein Problem, synthetisch-industriell Essen in großem Maßstab zu produzieren, doch interessanterweise entscheiden sich immer mehr Menschen dafür, mal wieder selber zu kochen und regional einzukaufen. Das sind im Grunde genommen erste Zeichen einer mündigen Entscheidung pro Nachhaltigkeit. Aber was wir alle gemeinsam tun müssen, ist, uns in den nächsten Jahren vor dem Hintergrund des enormen Wandels gemeinsam als Gesellschaft über die Ziele klar zu werden. Wo wollen wir wirklich hin?

In solchen Debatten über die Zukunft ist immer wieder die Rede von der nötigen „großen Transformation“. Was braucht es für eine zukunftsfähige Transformation seitens Industrie und Wirtschaft – bei uns und in der Welt?
Es braucht möglicherweise diese Vision, sich eine Welt in 10 oder 15 Jahren vorzustellen, um zu merken, dass sich viel mehr ändert als nur ein Detail in einem Fertigungsprozess oder in einer Industrie. Wir sind vielleicht in einigen Bereichen erstmals in der Lage, einen Großteil der Arbeit an Maschinen zu delegieren. Das verschafft uns einerseits mehr Zeit, um uns um andere Dinge des Lebens zu kümmern, die für unsere Gesellschaft wichtig sind, wie beispielweise Bildung und Kultur. Andererseits müssen wir über die Verteilung von Einkommen und damit von Nahrungsmitteln und Konsumgütern nachdenken, denn eine Gesellschaft, die irgendwann eine Minderheit zu Gewinnern und den Rest zu Verlierern macht, ist nicht stabil. Das wird nicht funktionieren. Da gibt es ja auch schon erste Diskussionsansätze wie das bedingungslose Grundeinkommen …

… das von vielen abgelehnt wird. Schließlich definiert sich ein Großteil der Menschheit über die Arbeit.
Richtig. Und genau dieses Selbstverständnis zu revidieren, die alten Kategorien unserer Väter zu verlassen, wirklich aufzubrechen und neue Kategorien zu setzen, das ist leichter gesagt als getan. Zumal dieses Umdenken über Grenzen hinweg erfolgen muss. Denn in unserem globalen Weltwirtschaftssystem braucht es eine gewisse Synchronizität der Erkenntnis. Eine Trägheit in Bezug auf Veränderungen offenbart sich aber gerade auch in Nationen, die sehr erfolgreich sind – wie zum Beispiel auch bei uns in Deutschland. Uns geht es momentan wirtschaftlich gut, und das führt dazu, dass viele blockiert sind und sagen, wir machen weiter wie bisher, denn alles ist gut. Viele begreifen nicht, dass wir wirklich mitten in einem tiefer gehenden Wandel stecken, den wir mitgehen müssen, um nicht abgehängt zu werden.

Deutschland und die Welt müssen also eingefahrene Wege verlassen, die „Nächste Ausfahrt Zukunft“ nehmen – um Ihren Buchtitel aufzugreifen. Was passiert, wenn wir die Ausfahrt verpassen?
Die historisch belegbare Tatsache, dass große epochale Veränderungen oft einhergingen mit Krisen, mit Kriegen, mit sehr viel Leid, sollte uns allen ein Alarmzeichen sein. Meine Hoffnung ist, dass wir diese Klippe diesmal umschiffen können. Doch dafür müssen wir alle aktiv zusammenarbeiten und diese Zukunft gestalten. Wer denkt, dass irgendein Unternehmen oder ein Land die Zukunft aller gestalten kann, der irrt. Ich glaube, das ist eine Aufgabe, die wir alle übernehmen müssen. Was mich optimistisch stimmt, sind die Chancen, Freiheiten und Möglichkeiten, die der technische Fortschritt unterm Strich mit sich bringt – so verunsichernd er an der einen oder anderen Stelle auch erscheinen mag. Allerdings ist in einem Fortschritt, der so immens schnell ist und dessen Konsequenzen in so vielen Lebensbereichen sichtbar werden, die Notwendigkeit der philosophischen, der gesellschaftlichen, der ethischen Reflexion unabdingbar. —

DER BEFRAGTE

*Der Begriff Muttersprache ist für **Ranga Yogeshwar** eher ungeeignet. Seine Mutter sprach zu Kinderzeiten Luxemburgisch mit ihm, der Vater Englisch und Tamil, die Lehrerin Hindi, die Haushälterin Kannada und der Gärtner Malayalam. Später kamen noch Französisch und Deutsch dazu. Ebenso kniffelig ist für den Endfünfziger die Frage nach seiner Nationalität zu beantworten. Fühlt er sich eher als Inder, Luxemburger oder doch als Deutscher? Er sei vor allem er selbst, lautet seine Antwort. Viel wichtiger ist dem studierten Physiker ohnehin die Frage, auf welchem „Betriebssystem“ er läuft: die Aufklärung und das deutsche Grundgesetz. Yogeshwar stellte sich 1986 nach der Atomkatastrophe von Tschernobyl erstmals als Technik-Erklärer vor eine Kamera – damals war er mit seinem dunklen Teint ein echter Exot im deutschen Fernsehen. Auch das hat sich gewandelt.*

O'ZAPFT IS!

Kaum eine Branche verändert sich so schnell wie die Energieversorgung. Dank Sonne und Wind, intelligenter Netze und neuer Speicher kann jeder Verbraucher selbst Stromerzeuger werden. Oder den Energieüberschuss beim Ökobauern um die Ecke anzapfen. Schon in zwei bis drei Jahren könnte der Energiemarkt völlig anders aussehen.

von Claus Gorgs

Auf den ersten Blick wirkt Wildpoldsried wie ein ganz normales Dorf im Allgäu. Kühe grasen auf sattgrünen Weiden, weiß getünchte Fassaden, eine kleine Kirche – alles vor malerischer Alpenkulisse. Auch die Windräder am Horizont und die Solarzellen auf den Dächern sind nach knapp 20 Jahren Energiewende keine wirkliche Besonderheit mehr. Und doch ist die 2.600 Einwohner zählende Gemeinde so etwas wie ein energetisches Musterdorf – und ein Albtraum für die großen Stromkonzerne. Hier, unweit der österreichischen Grenze, lässt sich heute schon besichtigen, was in wenigen Jahren vielerorts Standard sein könnte: Die Einwohner decken ihren gesamten Energiebedarf selbst. Strom aus lokalen Windkraft-, Solar- und Biogasanlagen hat die konventionelle Kohle- und Kernkraft komplett verdrängt, sogar mehr als das. Das Dorf produziert mehr Elektrizität, als es selbst verbraucht. Der Überschuss wird gewinnbringend verkauft.

Die Energiebranche ist im Umbruch. Im „Energiewende"-Staat Deutschland trennen sich große Versorgungskonzerne wie Eon oder EnBW von ihren alten Meilern und setzen ganz auf regenerative Quellen. Der französische Energieriese Engie verfolgt dieselbe Strategie – und das in einem Land, das bis vor Kurzem noch bedingungslos der Atomkraft huldigte. Gleichzeitig entstehen neue, innovative Anbieter, die sich anschicken, mit lokaler Stromerzeugung und digitalen Technologien den Markt aufzurollen. „Da passiert gerade etwas ganz Substanzielles", sagt Dr. Patrick Graichen, Direktor des Berliner Thinktanks Agora Energiewende. „Bei den erneuerbaren Energien dreht sich gerade der gesamte Markt."

Der Wettlauf um die Zukunft des Stromgeschäfts hat begonnen. Auf der einen Seite stehen die großen Energiekonzerne, auf der anderen junge Angreifer – so wie der deutsche Ökostrompionier Sonnen, der den Aufstieg von Wildpoldsried zum autarken Energiedorf möglich machte. Die Neuen versprechen günstigen Grünstrom aus der direkten Nachbarschaft und wollen die klassischen Versorger überflüssig machen. „In Deutschland existieren gerade zwei Energiemarktsysteme parallel", sagt Thomas Fritz, Partner beim Beratungshaus Oliver Wyman. „In den nächsten zwei bis drei Jahren werden wir eine Vielzahl neuer Geschäftsmodelle erleben, in fünf bis zehn Jahren werden sie international skalierbar sein, und danach werden wir den Markt nicht wiedererkennen." Rund um den Globus entstehen autarke Energieprojekte im Großstadtformat (siehe Infokasten auf der nächsten Seite).

Ökostrom trifft Digitalisierung

Der umfassende Wandel verändert auch die Stromverteilung, sprich die Struktur der Leitungsnetze, von Grund auf. Waren es früher wenige zentrale

Großkraftwerke, die die Versorgung sicherstellten, sind es heute Millionen von Solarpanelen auf unzähligen Hausdächern, Tausende kleiner Biogasanlagen und Windräder überall im Land. „Es entsteht ein dezentrales System mit einer Vielzahl von Playern“, sagt Marktexperte Fritz. „Jeder Haushalt, jedes Unternehmen kann Erzeuger und Verbraucher zugleich sein. Produziert man mehr Strom, als man verbraucht, gibt man ihn ab. Erzeugt man weniger als den eigenen Bedarf, kauft man zu. Es wird neue Geschäftsmodelle geben, die diese moderne Energiewelt steuern.“

SELBST IST DER VERBRAUCHER

Überall auf der Welt wird an neuen Konzepten für eine lokale und autarke Energieversorgung gearbeitet.

— ***Die Kanareninsel El Hierro hat ihre gesamte Stromversorgung von fossilen Brennstoffen auf Windkraft umgestellt,*** *ein Pumpspeicherkraftwerk im Krater eines erloschenen Vulkans dient als Stromspeicher, sodass die Insulaner energetisch vollkommen autark sind.*

— *Ein höchst ehrgeiziges Projekt treibt der frühere Siemens-Chef Klaus Kleinfeld* ***in Saudi-Arabien*** *voran: Für mehr als 400 Milliarden Euro soll am Roten Meer eine voll vernetzte* ***Mega-City entstehen, die von mehreren gigantischen Solarkraftwerken mit sauberem Strom versorgt wird.*** *2025 soll die erste Bauphase abgeschlossen sein.*

— *Noch weiter lehnt sich* ***Kopenhagen*** *aus dem Fenster. Die dänische Hauptstadt hat sich als eine Art Wildpoldsried-XXL vorgenommen, bis 2025* ***die weltweit erste Großstadt zu werden, die ihren gesamten Stromverbrauch aus erneuerbaren Quellen direkt vor Ort erzeugt*** *– angesichts der unsteten Witterung in dem nordischen Land eine echte Herausforderung, nicht nur bei der Stromgewinnung, sondern auch bei der Speicherung.*

Ermöglicht wird dieses neue Zeitalter durch die Digitalisierung. Smarte Zählerkästen, die den Verbrauch jedes einzelnen Geräts genau erfassen und vorausberechnen, können Energieströme viel exakter steuern als bisher. Mithilfe der Blockchain-Technologie könnte schon bald jeder Stromkunde direkt mit dem Erzeuger abrechnen – und heute das Sonderangebot eines Großkonzerns nutzen, um morgen Ökostrom beim Biobauern nebenan zu zapfen. „Haushalte werden künftig den für sie günstigsten Strom per App einkaufen“, sagt Stephan Kohler, langjähriger Chef der Deutschen Energie-Agentur (Dena). „Die Energieversorger werden sich zu Dienstleistern wandeln, die individuelle Angebote für jeden Kunden machen. Die Unternehmen, die das beste Komplettpaket anbieten, werden das Spiel gewinnen.“

Kohler ist heute selbst Energie-Unternehmer und versorgt unter anderem das Berliner Stadtquartier Euref rund um den alten Gasometer in Berlin-Schöneberg mit Ökostrom. Besonders stolz ist er auf den Stromspeicher mit einer Kapazität von 1,5 Megawatt, der dafür sorgt, dass auf dem Campus das Licht selbst dann nicht ausgeht, wenn der Verbrauch mal höher ist als die lokale Produktion. „So wird die Zukunft der Energieversorgung aussehen“, ist er sich sicher. In Privathaushalten könnten langfristig Stromspeicher im Keller oder auch gerade nicht genutzte Elektroautos die Rolle eines solchen Puffers übernehmen. Wer braucht da noch landesweite Energieversorger?

Strom von Apple oder Google?

Dass klassische Energiekonzerne die großen Verlierer des neuen Stromzeitalters sind, ist allerdings längst nicht ausgemacht. Die grün gewendeten Versorger aus der Kohle- und Atomzeit verfügen noch immer über Millionen von Kunden und Stromanschlüssen – und über viel Geld. Allein durch den Verkauf seiner konventionellen Kraftwerkssparte Uniper kassierte der deutsche Stromanbieter Eon zu Jahresbeginn rund 3,8 Milliarden Euro. Zudem dürfte es Jahre dauern, die vielen analogen Zählerkästen zu intelligenten Energiemanagementsystemen aufzurüsten – eine Voraussetzung für den Erfolg neuer, smarter Stromanbieter. „Alle großen Versorger haben erkannt, dass sie neue Geschäftsmodelle brauchen. Aber das reicht noch nicht, sie müssen schneller und dynamischer werden“, sagt Energieexperte Fritz von der Unternehmensberatung Oliver Wyman. Da die Kosten durch die Digitalisierung tendenziell sinken, hätten auch clevere Start-ups reelle Erfolgschancen.

Zusätzliche Konkurrenz droht noch aus einer anderen Richtung: Google, Apple und Amazon haben sich in den USA bereits Stromhandelslizenzen gesichert. Die Internetkonzerne verfügen über alles, was man für einen erfolgreichen Markteintritt braucht: Millionen von Kundendaten, digitales Know-how und unermesslich viel Geld. „Wenn einer dieser IT-Konzerne in den Markt einsteigt“, so Fritz, „kann alles sehr schnell gehen.“

Agora-Chef Graichen hält es deshalb für naiv, von einer Welt zu träumen, in der sich schon morgen jeder beim Ökostromer nebenan mit den benötigten Kilowattstunden eindeckt. „Größe ist auch in der neuen Energiewelt relevant, weil das Geschäft umso rentabler wird, je mehr Datenpunkte man einsammeln kann.“ Auch sei das Stromgeschäft ein extrem regulierter Markt, in dem Angebot und Nachfrage stets genau austariert werden müssen, damit die Netze stabil bleiben und es nicht zu einem Blackout kommt. In Wildpoldsried hat der örtliche Versorger gemeinsam mit Siemens ein autarkes Stromnetz geschaffen, das ohne Eingriffe von außen stabil ist – in einer Metropole wäre das ein weit schwierigeres Unterfangen. „Die meisten App-Entwickler unterschätzen diesen Punkt gewaltig“, so Graichen. „Zudem ist kein Speicher derzeit in der Lage, eine Woche Windstille im Winter abzupuffern.“ Ob es dennoch gelingen kann? Vielleicht gibt der Vorstoß von Kopenhagen, den gesamten Stromverbrauch bis 2025 aus erneuerbaren Quellen vor Ort zu erzeugen, Aufschluss.

Dennoch ist unstrittig, dass auch die neue Energiewelt noch eine ganze Weile auf konventionelle Kraftwerke zurückgreifen muss. „Bis 2040 oder 2050 werden wir noch Reservekraftwerke brauchen“, sagt Ökostrompionier Kohler. Aber auch dort kann man umweltfreundliche Brennstoffe verfeuern. Beispielsweise Wasserstoff, den man zuvor in Power-to-Gas-Anlagen mit überschüssigem Wind- und Sonnenstrom aus Wasser abgespalten und fossilem Erdgas beigemischt hat. Oder der in einem weiteren Schritt, der Methanisierung, in regeneratives Gas umgewandelt wurde. Das – nebenbei erwähnt – auch als Treibstoff für Verbrennungsmotoren geeignet ist. Besonders sinnvoll stehen solche Power-to-Gas-Anlagen dort, wo Ökostrom im Überfluss erzeugt wird. Zum Beispiel in Wildpoldsried.

Die Digitalisierung verstärkt die Dezentralisierung des Energiemarkts: Stromkunden sollen zukünftig auf maßgeschneiderte Angebote verschiedenster Anbieter zurückgreifen können

SMART GRID FÜR DIE MOBILITÄT VON MORGEN

Schaeffler verfolgt die Digitalisierung des Energiemarktes – wie alle Bereiche entlang der Energiekette von der Quelle bis zum Verbraucher – *mit großem Interesse, da sich dadurch auch neue Möglichkeiten für die Mobilität von morgen ergeben. Technikvorstand Peter Gutzmer: „Von entscheidender Bedeutung ist nicht nur das Antriebskonzept eines Fahrzeugs. Genauso wichtig ist, wie die Energie für den Antrieb erzeugt und gespeichert wird. Sonst besteht die Gefahr, dass CO_2-Emissionen lediglich an eine andere Stelle verlagert werden. Intelligente Stromnetze, das sogenannte Smart Grid, sind ein wichtiger Baustein, um Energie effizient zu nutzen.“ Nachhaltige Mobilität kann nur dann gelingen, wenn auch die Primärenergie zur Fortbewegung regenerativ erzeugt – durch Windkraft, Sonnenenergie, Wasserkraft oder Geothermie – und mithilfe intelligenter Stromnetze effizient genutzt wird. Schaeffler leistet Beiträge zum konsequenten Ausbau dieser Energiequellen und unterstützt die regenerative Energieerzeugung mit Technologie und Know-how.*

DER AUTOR

Claus Gorgs *lebt südlich von Hamburg und ist geradezu umzingelt von Windkraftanlagen. Nur dass er den Strom dort leider nicht direkt kaufen kann. Bis die dezentrale Energieversorgung sich durchgesetzt hat, beruhigt er sein ökologisches Gewissen mit Eiern und Kartoffeln aus der Region und Ökostrom von den örtlichen Stadtwerken.*

ACHTUNG! HOCHSPANNUNG!

Die Elektromobilität gibt Vollgas. Sie wird immer präsenter im Straßenverkehr. Aber auch auf der Rennstrecke. Der Erfolg der boomenden Formel E hat die Motorsportszene elektrisiert. Immer mehr Hersteller und immer mehr Rennserien springen auf den E-Zug auf, für den Schaeffler schon vor Jahren ein Ticket gelöst hat. Eine Bestandsaufnahme.

von Lukas Stelmaszyk

Events in Metropolen: Die Formel E bietet ein emotionales Umfeld

Ein Roboterarm zieht das verhüllende, leuchtend gelbe Satin-Tuch beiseite, Blitzlichtgewitter, Techno-Beats. Auf dem Genfer Autosalon 2018 gab es zahlreiche beeindruckende Präsentationen und Neuerungen zu bewundern, für Motorsportfans stach diese besonders heraus: der Automobilverband FIA enthüllte das „Gen-2-Auto“ für die Formel-E-Saison 2018/2019. Der neue Rennwagen für die erste vollelektrische Rennserie der Welt sieht nicht nur von außen futuristisch aus, auch die inneren Werte zeugen davon, in welche Richtung sich der elektrische Motorsport entwickelt. Die Leistung steigt von 200 auf 250 kW im Qualifying und von 180 auf 200 kW im Rennen. Damit sind Höchstgeschwindigkeiten von 280 km/h möglich. Dank einer leistungsfähigeren Batterie und verbesserter Effizienz verdoppelt sich die Reichweite.

Durch die Veranstaltungen mitten in Metropolen rund um den Globus bietet die Formel E noch einen ganz wesentlichen Mehrwert: ein emotionales Umfeld. Warum das so wichtig ist? „Weil wir für dieses neue und große Thema Elektromobilität alle abholen müssen“, erklärt Prof. Peter Gutzmer, Technikvorstand der Schaeffler AG. „Die technischen Produkte werden konstruiert, entstehen also über die Ratio. Das allein reicht aber nicht, um die Vorteile nach außen verständlich zu machen. Man braucht Marketing und Emotionalisierung. Letztendlich ist das ja auch ein ursprüngliches Prinzip im Fahrzeugbau, wo man sich seit Anbeginn in Wettbewerben verglichen und gemessen hat.“ Win on Sunday, sell on Monday – die altbekannte Motorsport-Marketing-Weisheit hat auch im Elektro-Zeitalter Bestand. Nicht zuletzt deswegen zieht es immer mehr Hersteller in die Formel E.

Adaptierte Formel-E-Technik: 1.200-Elektro-PS im Stufenheck-Kleid

Laut Gutzmer hat der Motorsport aber noch einen sehr wichtigen anderen Effekt: Der harte Wettbewerb gegen Konkurrenten erfordert Kompetenz dabei, Technologie in den Grenzbereich zu bringen. Auf allen Ebenen: bei der Funktion, bei Gewicht und Lebensdauer sowie bei der Thermodynamik. Genau deswegen hat sich Schaeffler frühzeitig in der Formel E engagiert: um das Know-how von der Rennstrecke für die Entwicklung elektrischer Antriebssysteme in der Serienfertigung zu nutzen.

Was technisch bereits heute möglich ist, zeigt der Automobilzulieferer mit dem Konzeptfahrzeug Schaeffler 4ePerformance. Das rein elektrisch angetriebene Fahrzeug transformiert und multipliziert Technologie aus dem Formel-E-Auto ABT Schaeffler FE01 in eine Stufenheck-Limousine. Der Schaeffler 4ePerformance wird von vier Formel-E-Motoren angetrieben. Sie stammen aus dem Rennboliden und sind die komplette zweite Formel-E-Saison im Einsatz gewesen. Im Schaeffler 4ePerformance ist jeder Motor über ein Stirnradgetriebe direkt an ein Rad angebunden. Dabei teilen sich pro Achse zwei Getriebe ein Gehäuse. Die Twin-Achse ermöglicht eine radselektive Verteilung des Drehmoments. Angetrieben von zwei Batterien mit einer Gesamtkapazität von 64 kWh entwickelt das Fahrzeug eine Antriebsleistung von 880 kW oder umgerechnet rund 1.200 PS.

Formel 1 liebäugelt mit Strom

Aber zurück auf die Rennstrecke: Während viele etablierte Rennserien mit einer schwindenden Popularität kämpfen, boomt die Formel E. Die Elektrifizierung des Antriebs legitimiert wieder Motorsport auf höchstem Niveau. Grund genug für Traditionalisten, sich ebenfalls intensiv mit der Elektrifizierung zu beschäftigen – sogar in der Formel 1. 2009 hielt in der Königsklasse erstmals die Hybrid-Technologie KERS Einzug. Die Resonanz war wenig erfreulich: zu wenig Einfluss auf Rundenzeiten und grundsätzlich viel zu schwer. Viele Teams verzichteten auf die Verwendung. 2014 kam die Revolution: die neue Power-Unit, ein Verbrennungsmotor mit zwei Energierückgewinnungssystemen, einem Turbolader und einer gewaltigen Batterie. Das KERS der neuen V8-Motoren hatte nun die doppelte Leistung: 120 Kilowatt, rund 160 PS. Damit lässt sich schon etwas anfangen.

Bis zum Jahr 2020 wird sich an diesem Antrieb vermutlich nichts ändern, aber dann? Eine Rückkehr zu herkömmlichen Saugmotoren schließt Mercedes-Motorsportchef Toto Wolff aus: „Die Formel 1 ist das schnellste Labor der Welt – das dürfen wir nicht aufgeben.“ Ziel müsse es sein, noch mehr Leistung aus den Hybrid-Motoren zu ziehen. Um dieses Ziel zu erreichen, kann sich Wolff auch drastische Maßnahmen vorstellen: „Wenn

In der Formel E bringen Schaeffler und Audi Sport Technologie in den Grenzbereich

Das rein elektrisch angetriebene Konzeptfahrzeug Schaeffler 4ePerformance basiert auf Technologie aus dem Formel-E-Auto

das in zehn oder fünfzehn Jahren bedeutet, dass wir hundertprozentig elektrisch fahren, weil das die leistungsstärksten Motoren sind, dann kann ich mir schon vorstellen, dass das in diese Richtung geht."

Driften mit Hochspannung

10 oder 15 Jahre ... Da sind andere Rennserien bereits deutlich weiter in ihrer Planung als die Formel 1. Ein Beispiel: Rallycross. Eine von nur vier offiziellen FIA-Weltmeisterschaften. Mit der Einführung von Elektro-Rallycross möchte die Serie endlich aus ihrem Nischendasein heraustreten. Aufgrund fehlender Medienpräsenz interessieren sich bisher nur Hardcore-Fans für die Sportart. Dabei sind die actiongeladenen Rennen mit bis zu sechs 600 PS starken Autos auf kurzen Asphalt-Schotter-Rundkursen höchst spektakulär – und mit einer Renndauer von nur wenigen Minuten prädestiniert für den Einsatz von Elektroantrieben.

2020 soll Elektro-Rallycross Realität werden. Schon jetzt arbeiten acht Hersteller in der E-Rallycross-Projektgruppe der FIA am Reglement. Noch in diesem Jahr sollen die technischen und organisatorischen Rahmenbedingungen stehen. „Ich denke, mit einer eigenen Elektroserie kann Rallycross was richtig Großes werden", sagt Mattias Ekström. Der zweimalige DTM-Champion und Rallycross-Weltmeister von 2016, der mit seinem eigenen Team EKS Audi Sport an den Start geht, ergänzt: „Als Komplementär zur Formel E könnte Rallycross eine Vorreiterrolle im Elektrorennsport spielen."

Die Pläne der FIA sehen Elektroautos mit je einer E-Maschine und 250 kW Leistung pro Achse vor. Das Gewicht der Rennwagen soll wie bei den aktuellen Boliden mit Turbo-Verbrennern 1.300 Kilogramm betragen. Die Systemleistung von 500 kW und das unmittelbar anstehende Drehmoment dürften rasante Beschleunigungen und spektakuläre Fahrmanöver bringen. Batterie-Lieferanten für die Jahre 2020 bis 2023 werden bereits per Ausschreibung gesucht. Einer der acht an Elektro-Rallycross interessierten Hersteller ist Volkswagen. Derzeit unterstützt der deutsche Autobauer in der Rallycross-WM den amtierenden Doppelweltmeister, das Team PSRX Volkswagen Schweden. Wenn die geplante Elektroserie Realität werden sollte, werde über einen Werkseinsatz nachgedacht, heißt es bei den Niedersachsen.

Bereits ganz konkret ist im Hause Volkswagen ein anderes Projekt: Pikes Peak. Bei dem traditionsreichen US-Bergrennen in Colorado möchte VW in diesem Jahr mit einem Allrad-Rennwagen den Berg erstürmen und einen neuen Streckenrekord in der Kategorie der Elektroprototypen aufstellen. „Für uns stellt das Pikes-Peak-Projekt einen Neuanfang dar", unterstreicht Volkswagen-Motorsportchef Sven Smeets die Bedeutung des Unterfangens. Erstmals hat Volkswagen ein komplett elektrisches Rennauto entwickelt. „Pikes Peak ist der perfekte Test für neue Technologien", bestätigt Volkswagen-Entwicklungsvorstand Frank Welsch. „Unser elektrisches Rennauto wird mit innovativen Batterie- und Antriebstechniken ausgerüstet sein. Die extremen Anforderungen am Pikes Peak werden uns wichtige Erkenntnisse für künftige Entwicklungen bescheren."

Auch auf zwei Rädern elektrisch: 2019 startet die MotoE im Rahmen der MotoGP

250 km/h auf dem E-Motorrad

Ähnliches versprechen sich die Organisatoren der MotoGP mit der MotoE auch im Zweiradbereich. Ab 2019 wird es auch in der Motorrad-WM elektrisch. Insgesamt 18 Motorräder des italienischen Herstellers Energica sollen bei ausgewählten WM-Läufen im Rahmenprogramm 20-minütige Rennen austragen. „Ich habe dieses Motorrad zum ersten Mal 2016 getestet und mir sofort gesagt: Das ist großartig zu fahren", lobt der dreimalige Motorrad-Weltmeister Loris Capirossi. Für die Beschleunigung von 0 auf 100 km/h soll die Energica Ego Corsa drei Sekunden benötigen und einen Topspeed von rund 250 km/h haben. „Seit fünf oder sechs Jahren unterhalten wir uns bereits über die Möglichkeit einer derartigen Serie", erläutert Carmelo Ezpeleta, Chef des MotoGP-Promoters Dorna. Der Spanier ist sicher, dass die Serie nach der Vorbereitung im Jahr 2018 „ein großer Erfolg" wird.

An Erfolge glauben auch die Verantwortlichen anderer E-Rennserien. Im Tourenwagensport gibt es Pläne für die E-TCR als Ergänzung zum neu geschaffenen FIA-Tourenwagen-Weltcup (WTCR). Als Einsatzfahrzeug soll der Cupra E-Racer von Seat dienen. Angetrieben von vier Elektromotoren, die paarweise an den Hinterrädern montiert sind, bringt es der Hecktriebler auf eine Dauerleistung von 300 kW und eine Spitzenleistung von bis zu 500 kW. Doch nicht nur im Tourenwagensport tut sich etwas. Auch eine Elektro-GT-Serie basierend auf dem Model S P100D von Tesla soll noch in diesem Jahr starten. Den entsprechenden Crashtest hat die rund 550 kW starke Limousine bereits erfolgreich absolviert.

Sogar 24-Stunden-Rennen sollen elektrisiert werden

Noch nicht aufgegeben hat Nicolas Perrin einen lang gehegten Traum: Der Franzose möchte mit einem rein elektrischen Fahrzeug aus der berühmten „Garage 56" für innovative Fahrzeuge beim 24-Stunden-Rennen von Le Mans an den Start gehen. Elektrofahrzeuge beim Traditionsrennen an der Sarthe könnten sogar Rekordsieger Porsche dazu bewegen, nach dem Ausstieg 2017 in die FIA-Langstrecken-Weltmeisterschaft WEC zurückzukehren und in Le Mans um den 20. Gesamtsieg zu kämpfen. Wenn in Le Mans mit Elektrofahrzeugen gefahren werde, könne das eine Option für Porsche sein, betonte Oliver Blume Ende vergangenen Jahres. Der Porsche-Chef favorisiert dabei einen batterieelektrischen Antrieb wie in der Formel E.

FIA-Präsident Jean Todt setzt bei Langstreckenrennen eher auf die Brennstoffzelle. Das Prinzip ist einfach und im Grunde nicht neu: Statt aus dem Akku kommt die Energie aus der Verbindung aus Sauerstoff und Wasserstoff, die Stromerzeugung erfolgt an Bord. „Die Brennstoffzelle ist wahrscheinlich die entscheidende Technologie", sagt Todt. „Die Fahrzeuge schaffen 600 bis 1.000 Kilometer und sind in drei Minuten wieder voll aufgetankt." Bis 2021 will der Franzose Brennstoffzellen in der WEC etablieren. Ob das zu realisieren ist, wird auch von einem kostengünstigen Reglement und den involvierten Herstellern abhängen. Todt jedenfalls hat klare Vorstellungen: die Brennstoffzelle in der Langstrecke, moderne Hybrid-Antriebe in der Formel 1 und batterieelektrische Systeme in der Formel E.

Todts Aussagen und umfangreiche Planungen in den diversen anderen Rennserien unterstreichen, dass die Macher der Formel E die Zeichen der Zeit früh erkannt haben – genau wie der Pionier Schaeffler. „Wir waren mutig, als wir beschlossen, von der ersten Stunde an dabei zu sein", bestätigt Prof. Peter Gutzmer. „Ich hatte auch fest damit gerechnet, dass diese innovative Serie erfolgreich werden und einen prominenten Platz in der Motorsport-Szene finden wird. Aber so prominent und so schnell ... das ist schon wirklich bemerkenswert."

SO ALT WIE DAS AUTO SELBST

Auch wenn sich der Eindruck aufdrängt: *Erfunden hat die Formel E den elektrischen Motorsport nicht. Bereits in den Kindertagen des Automobils gab es Elektrorennwagen. Das erste Auto, das die 100-km/h-Marke knackte, fuhr mit Strom. Das war 1899. Aber so wie die E-Autos zwischenzeitlich in der Versenkung verschwanden, so verschwanden auch die E-Rennwagen. Die Formel E hat zumindest einen sehr großen Anteil daran, dass der Stromschalter auf den Rennstrecken wieder umgelegt wurde.*

METAMORPHOSE AUF DER RENNSTRECKE

Formel-E-Champion Lucas di Grassi über den Wandel und die Zukunft des Motorsports.

von Lucas di Grassi

Rennautos bilden nun schon seit mehr als 100 Jahren die technologische Spitze der Automobilindustrie. Ingenieure im Motorsport treiben die Entwicklung immer weiter voran. Sie entwerfen und bauen die schnellsten Fahrzeuge auf Rädern, die von Menschenhand bewegt werden können. Das macht diesen Sport so unglaublich faszinierend. Wir Piloten müssen in jedem Qualifying, in jedem Rennen immer wieder ein unkontrollierbares Biest bändigen, gleichzeitig am Limit fahren. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Rennauto mit Verbrennungs-, Hybrid- oder Elektrotechnologie angetrieben wird. Man versucht einfach, das Maximum aus allen Teilen, aus den Reifen, aus dem Motor herauszukitzeln. Wenn das gelingt, hat man eine perfekte Runde auf den Asphalt gelegt. Der zweite Aspekt der Faszination eines Rennautos ist der sportliche Wettbewerb mit den Rennfahrerkollegen. Wir kämpfen alle unter sehr ähnlichen Voraussetzungen in identischer Umgebung und auf absolut hohem Level darum, wer der Beste ist.

Die Basis ist in jeder Rennserie die gleiche: das Auto im Wettbewerb am Limit zu bewegen. Aber die Voraussetzungen sind natürlich unterschiedlich. In der Formel 1 spielt die Qualität des Rennautos, gerade in puncto Aerodynamik, eine sehr große Rolle. Wenn man nicht in einem der schnellsten Fahrzeuge sitzt, wird man nicht um die Siege kämpfen können, egal wie gut man als Fahrer ist. Bei den Langstreckenrennen in der WEC geht es um eine komplett andere Philosophie: Die Rennautos müssen zwar auch schnell sein, aber genauso zuverlässig. Eine Rennstrategie muss nicht nur Einfluss auf wenige Runden haben, sondern wie im Fall der 24 Stunden von Le Mans auf einen ganzen Tag. Die Fahrer sitzen teilweise drei oder vier Stunden am Stück im Fahrzeug, auch in der Nacht. Das ist eine enorme Herausforderung für den Körper, für die Fitness jedes Einzelnen. Und letztendlich auch für die Motivation und Konzentration. Die Formel E hat einen ganz neuen Aspekt im Motorsport hervorgebracht: Wie bin ich schnell, achte aber gleichzeitig auch auf den Energieverbrauch meines Elektro-Rennautos? Für jeden Fahrer geht es darum, möglichst effizient zu fahren. Eine sehr komplexe Thematik, die zusätzlich zu den sonst im Motorsport üblichen Faktoren noch hinzukommt. Außerdem bestreitet die Formel E ihre Rennen ausschließlich auf Stadtkursen. Es gibt also praktisch keinen Raum für Fehler, sonst landet man schnell in der Mauer, und das Rennwochenende ist beendet.

> **»** ***Das autonome Fahren könnte unseren Sport komplett verändern***
>
> Lucas di Grassi, Formel-E-Champion vom Team Audi Sport ABT Schaeffler

Der Motorsport darf sein Wesen nicht verlieren

Die Idee des Motorsports hat sich in ihren Grundzügen seit jeher nicht verändert: Man steigt in ein Auto, fährt auf die Rennstrecke und versucht, so schnell wie möglich zu sein. Heutzutage spielt neben der Geschwindigkeit aber auch die Effizienz eine große Rolle. Wir befinden uns mitten in einem Umbruch, was die Energie betrifft, mit der die Fahrzeuge betrieben werden – und zwar vom Verbrennungs- zum Elektromotor. Dieser Weg muss beschritten werden und wird auch weiter beschritten. In der Automobilindustrie wird momentan noch an einer weiteren Technologie geforscht, die auch Einzug in den Motorsport halten könnte: das autonome Fahren. Das könnte unseren Sport komplett verändern. Fahrer müssen nicht mehr wissen, wie sie ihr Fahrzeug beherrschen, oder noch drastischer: Rennfahrer werden überhaupt nicht mehr benötigt. Wir werden den Bezug dazu verlieren, was es bedeutet, ein Auto am Limit zu bewegen, denn wir verstehen das Limit nicht. Das macht mir ein bisschen Angst. Der Motorsport darf sein Wesen nicht verlieren. Ich sehne mich nach einem Wettbewerb, in dem der Fahrer wieder eine größere Rolle spielt als die Technologie. Die MotoGP ist ein gutes Beispiel. Natürlich ist das Motorrad auch wichtig, aber der Rennfahrer macht dort einen so großen Unterschied. Das autonome Fahren kann allerdings auch eine Chance sein. Vielleicht wird ja ein Weg gefunden, wie traditionelles Rennfahren und autonomes Fahren miteinander kombiniert werden können. Wir müssen dann erst einmal verstehen, wie diese neue Technologie den Motorsport tatsächlich verbessern könnte. Es ist wichtig, dass der Entertainment-Faktor für den Fan mindestens gleich hoch bleibt. Ich kann mir zum Beispiel vorstellen, dass autonomes Fahren bei den 24 Stunden von Le Mans eine Rolle spielen könnte. Zum Beispiel steuert der Fahrer die eine Hälfte der Rennzeit das Fahrzeug, und die andere Hälfte steuert sich das Fahrzeug selbst. Immer im Wechsel. So bräuchte man eventuell nicht einmal mehr viele Fahrer, sondern nur noch einen. Das ist nur eine Idee, ein Beispiel, in welche Richtung sich der Motorsport entwickeln könnte. Ich glaube, es gibt noch viel mehr Wege, an die wir momentan noch gar nicht denken. Wovon ich aber komplett überzeugt bin: Motorsport als solcher wird bestehen bleiben. Zum Beispiel benötigt niemand mehr heutzutage ein Pferd, um von A nach B zu kommen, wie vielleicht noch vor 100 Jahren. Aber es gibt immer noch Pferdesport, zum Beispiel Springreiten oder Dressur. Motorsport in 50 Jahren wird sich eine ähnliche Frage gefallen lassen müssen: Ist er noch notwendig? Brauchen wir die Fahrer noch? Und die Antwort wird sein: Ja, aber eben in einer angepassten Art und Weise.

Schaeffler begleitet den Wandel im Motorsport mit innovativen Produkten seit über 100 Jahren: Von den Anfängen wie den 500 Meilen von Indianapolis anno 1911 bis hin zur rein elektrischen Formel E

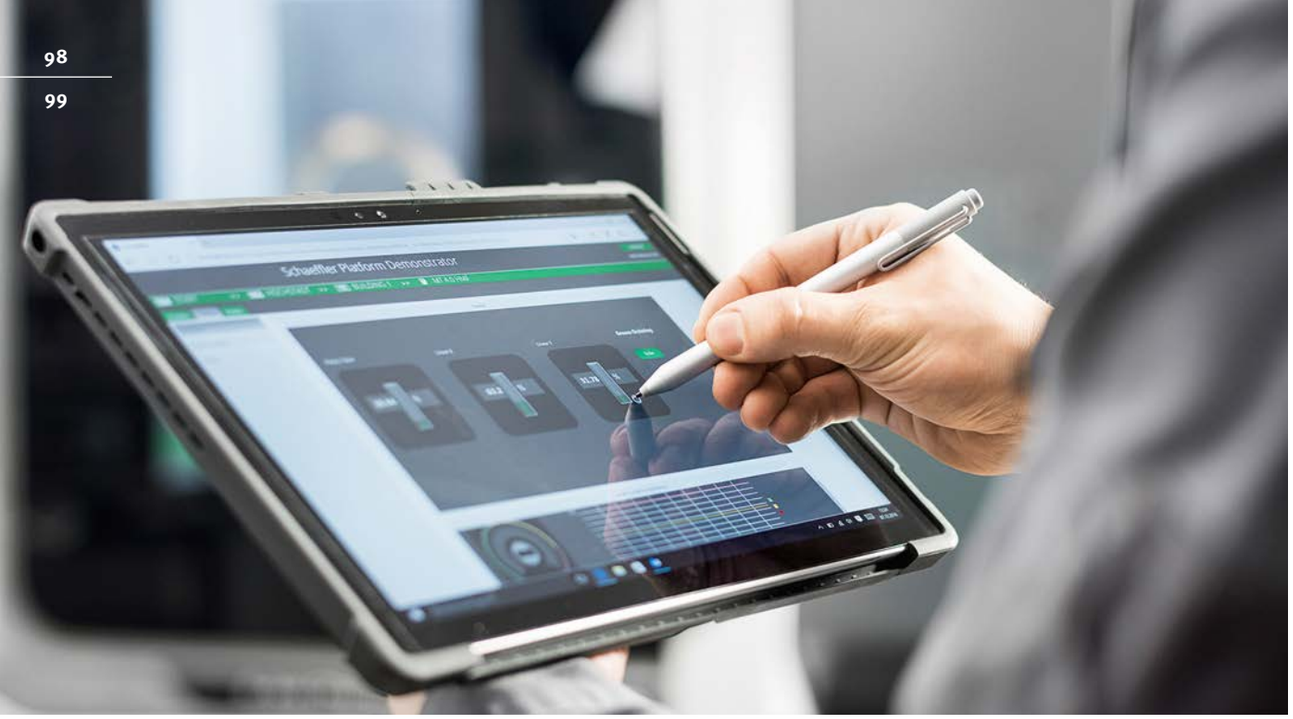
DER AUTOR

*Formel-E-Champion und Schaeffler-Markenbotschafter **Lucas di Grassi** ist einer der Mitbegründer und ersten Botschafter der rein elektrischen Rennserie. Der ehemalige F1-Pilot begeistert sich für technische Gadgets, entwickelt mit einem Start-up-Unternehmen Elektrofahrräder und ist Geschäftsführer von Roborace – einem Unternehmen, das mit einem spektakulären unbemannten Auto die Entwicklung des autonomen Fahrens vorantreiben möchte.*

VOLL **DIGITAL,** ODER WAS?

Mit unvergleichlicher Wucht beschleunigt die Digitalisierung die Transformation fast aller Lebensbereiche wie keine Technologie zuvor. Daraus ergeben sich Chancen für Unternehmen wie Schaeffler und für jeden Einzelnen.

von Carsten Paulun



Neue Fertigungslinien und Produktionswelten entstehen bei Schaeffler zunächst in der digitalen Welt

Spitzbübisch grinst Holger Meyer: „Digitalisierung hat nicht nur etwas mit Daten zu tun.“ Das sagt ausgerechnet der, der 2001 als dritter Google-Mitarbeiter überhaupt in Europa die Deutschland-Zentrale von Google in Hamburg aufbaute. Google, die Datenkrake. „Gerade heute steht Digitalisierung auch für den Wandel, einen Prozess, der niemals endet. Momentan sind es digitale Erlebnisse, die uns prägen. Die unser Leben verändern. Je nachdem, wie wir diesen Wandel aufnehmen, die Veränderung zulassen, ja, beschleunigen, desto mehr können wir ihn beeinflussen und sogar für uns nutzen“, erklärt Meyer, der heute als CDO, Chief Digital Officer, bei der Volksbank in Itzehoe tätig ist und deren Schwester-Banken in ganz Deutschland berät. „Facebook und Onlinebanking sind ein erster Schritt – der Weg der Digitalisierung erfordert aber eine völlig neue Unternehmenskultur. Nicht nur bei uns in den Banken. Nur so kann eine Transformation erfolgreich funktionieren“, ist sich Meyer sicher.

Technisierung, Internationalisierung und Digitalisierung – nur wer dem stetigen Wandel, dem kontinuierlichen Anpassen folgt, wird erfolgreich sein. Dabei sind Industrieunternehmen heute teilweise weiter als Banken und andere Dienstleister. Sie erfassen Milliarden von Daten. Doch reicht das Sammeln von Betriebsdaten aus? Wo ist der Mehrwert? Das Geschäft? Das entsteht erst durch die intelligente Auswertung, durch sinnvolle Verknüpfungen und daraus resultierende Handlungsempfehlungen.

2020 sollen 50 Milliarden Gegenstände miteinander vernetzt sein

So wird alles mit jedem vernetzt. Größere Anlagen wie Windräder und Werkzeugmaschinen, aber auch ganz alltägliche Dinge wie Autos, Heizungen oder Paketsendungen. Dieses gigantische Netzwerk wird auch als „Internet der Dinge“ bezeichnet. Das US-Unternehmen Cisco schätzt, dass bis 2020 mehr als 50 Milliarden Gegenstände miteinander verbunden sein werden. Das Ziel: Reale Dinge stellen ihre eigenen Zustandsinformationen ins Internet, um damit einen Mehrwert zu erzeugen. So können Autos einander vor Gefahren warnen oder Windkraftanlagen in besonders windarmen Wochen gewartet werden. Im Automotive- und Industriebereich entstehen auf diese Weise ganz neue, datenbasierte Geschäftsmodelle.

Wenn Daten aus Forschung, Entwicklung, Produktion und Betrieb diverser Produkte zu einer Wertschöpfung führen, ergibt sich ein Nutzen, und Kunden weltweit sind bereit, dafür Geld auszugeben. Das sieht auch Gerhard Baum so, Chief Digital Officer der Schaeffler AG: „Wir sind durch die zunehmende Digitalisierung in der Lage, Daten zum Vorteil des Kunden zu nutzen. Ihm allein die Daten zur Verfügung zu stellen bringt nichts. Es geht darum, aus den ausgewerteten Daten Handlungsempfehlungen abzuleiten und den Kunden dadurch bei seiner Wertschöpfung zu unterstützen.“

Dass das Datensammeln kein reiner Selbstzweck ist, weiß auch Schaeffler-Datenanalyst Dr. Pankaj Joshi. Ist beispielsweise bekannt, welcher Zusammenhang zwischen der Konstruktion einer Maschine, den äußeren Bedingungen und den im Betrieb auftretenden Lasten herrscht, so können mithilfe der lernenden Algorithmen immer genauere Prognosen über die Ausfallwahrscheinlichkeit gegeben werden.

Soweit die Theorie. In der Praxis stehen Experten wie Dr. Joshi aber vor vielen Hürden. Denn nicht immer liegen Daten aus der Vergangenheit so strukturiert vor, dass sie maschinell verarbeitet werden können. „Es zählt nicht nur die Quantität, sondern auch die Qualität der Daten“, erläutert Dr. Joshi. Auch der kurze Draht zu den Kollegen in den Anwendungsbereichen ist wichtig, um eine hohe Qualität und Nutzbarkeit der Daten zu gewährleisten.

Dr. Pankaj Joshi ist einer von insgesamt 15 hoch spezialisierten Experten in der Abteilung Advanced Analytics. Die entwickelt verschiedene Prognosemodelle, die genutzt werden, um kaufmännische und technische Prozesse zu optimieren und um das Verhalten von Maschinen, Anlagen und Produkten vorherzusagen. Wie in vielen Unternehmen rund um den Globus wird die intelligente Datenanalyse auch bei Schaeffler auf immer mehr Bereiche ausgeweitet. So sind mittlerweile 150 Produktionsmaschinen des Konzerns mit Sensoren zur Datenerfassung ausgestattet, sodass eine vorausschauende Instandhaltung möglich wird. Was heute schon bei Fertigungsmaschinen, Windrädern und Eisenbahnen funktioniert, wird schnellstmöglich auch im Automobilbereich zum Einsatz kommen.

Arbeitswelt ändert sich

Am Ende des Transformationsprozesses haben sich nicht nur die Arbeitsinhalte, sondern die komplette

2008
gab es erstmals mehr Geräte, die **digital über das Internet miteinander kommunizierten,** als Menschen auf der Erde lebten.
Quelle: Cisco Systems

50 %
der Weltbevölkerung war **2017 online.** 37 % nutzten Social Media zur Kommunikation, 22 % das Internet zum Einkaufen.
Quelle: Studie „Digital in 2017“

2026
könnte der erste Computer mit **künstlicher Intelligenz** Mitglied im Aufsichtsrat eines Unternehmens sein.
Quelle: World Economic Forum

43 %
der Beschäftigten in Deutschland sagen, dass sich ihr Beruf durch die **Digitalisierung** stark oder sehr stark verändert hat.
Quelle: IfD Allensbach

» Es zählt nicht nur die Quantität, sondern auch die Qualität der Daten

Dr. Pankai Joshi,
Datenanalyst bei Schaeffler

Arbeitswelt geändert. Ganz schnell mal einen Prototyp herzustellen, um etwas auszuprobieren, das geht beispielsweise im klassischen Maschinenbau nicht. Dafür ist der Kosten- und Arbeitsaufwand auf der einen und das Risiko eines Scheiterns auf der anderen Seite zu groß. In der digitalen Welt nutzen die Ingenieure reale Betriebsdaten, um Innovationen bereits vor dem Bau des ersten Prototyps in Simulationen zu testen. Im Anschluss werden die neuen Produkte effizient und bedarfsgerecht konstruiert.

Ein Beispiel für solch eine sogenannte „agile“ Entwicklungsmethode aus der Schaeffler-Welt: Wenn es darum geht, die Reibung von Wälzlagern, Gleitlagern und anderen mechanischen Bauteilen zu reduzieren oder beispielsweise Korrosion zu vermeiden, dann sind digitale Methoden das entscheidende Werkzeug für die weitere Optimierung. „Wir haben dafür ein elektrisch leitfähiges Schichtsystem entwickelt, mit dem sich Informationen zu Lasten und Drehmomenten eines Wälzlagers erfassen lassen“, erklärt Dr. Joanna Procelewska vom Oberflächen-Kompetenzzentrum bei Schaeffler und ergänzt: „Durch diese Daten und deren Auswertung und intelligente

Informatiker Dennis Arnhold: „Wir probieren digital, wie viel Platz eine Maschine in der realen Welt benötigt.“

Interpretation der Ergebnisse steigern wir die Energieeffizienz unserer Bauteile weiter.“ Dabei unerlässlich: das virtuelle Tribolabor, in dem Dr. Procelewska mithilfe diverser Computerprogramme die Reibung verschiedener Oberflächenmaterialien erfasst, auswertet und Prognosen erstellt. „Digitale Methoden und autonome Prozesse können dabei helfen, Lösungsansätze für einfachere Problemstellungen zu finden – etwa, um die Qualität von Herstellungsprozessen zu steigern“, erklärt sie. „Entwickler und Konstrukteure bekommen dadurch den Freiraum, um ihre Ressourcen auf komplexere Fragestellungen zu richten.“ Der Mensch wird dabei ihrer Überzeugung nach keineswegs überflüssig, sondern vielmehr entlastet.

Gerade bei sehr individuellen Anforderungen von Kunden sind weiterhin Kreativität und Ideen von Experten gefragt. „Wir werden zukünftig unsere Anforderungen verbal nennen und über Chats die über komplizierte Algorithmen berechneten Handlungsvorschläge bekommen“, prognostiziert Dr. Procelewska. Die Arbeit der Ingenieure wird darin

> ***Digitale Methoden schaffen Freiraum zur Lösung komplexer Aufgaben***
>
> Dr. Joanna Procelewska, Tribologie-Spezialistin, Schaeffler

liegen, diesen Prozess zu steuern und aus den Antworten etwas zu machen – so einfach wie möglich, aber nicht einfacher.

In der digitalen Welt kann man ausprobieren

Daten spielen aber nicht nur in der Forschung und Entwicklung eine immens wichtige Rolle. Sie sind auch in der Fabrik 4.0 unerlässlich. „Doch es ist ein Irrtum zu glauben, man müsse nur ein paar intelligente Maschinen in eine Halle stellen und dann organisiere sich alles andere von selbst“, sagt Dr.-Ing. Dennis Arnhold, Informatiker bei Schaeffler. Damit die Flexibilität in der Produktion steigt, muss die industrielle Revolution gut geplant werden. In einer nach Industrie-4.0-Standards arbeitenden Fabrik müssen alle Gegenstände und alle Prozesse möglichst vollständig digital abgebildet werden. Fachleute reden daher auch vom „digitalen Zwilling“ der Fabrik. Wird die Fabrik oder ein neuer Fertigungsabschnitt bereits digital geplant, dann fällt es wesentlich leichter, den Datenstrom im späteren Betrieb sinnvoll einzusetzen.

„Der Tag ist nicht mehr weit, an dem wir jede neue Fabrik mit einer VR-Brille schon vor der Grundsteinlegung besichtigen können und damit eine virtuelle Vorabnahme ermöglichen“, prognostiziert Arnhold. Bereits heute fördern 3-D-Modelle die Diskussion zwischen Planern, Produktentwicklern und Management. „In der digitalen Welt können wir vorab ausprobieren, wie viel Platz wir benötigen, um zum Beispiel eine bestimmte Maschine zu bestücken“, erklärt Arnhold. In der früheren, analogen Welt ließ man sicherheitshalber ein wenig mehr Platz. Tatsächlich ist der durch digitale Planung gewonnene Raum erstaunlich hoch: Im Vergleich zu einer älteren Linie im Schaeffler-Verbund sank der Platzbedarf für eine neue Radlager-Linie in Kysucké Nové Mesto bei vergleichbarer Ausbringung um 40 Prozent.

Auch hier in der Slowakei ist die Transformation schon voll angekommen.

DIGITALE TRANSFORMATION – SCHAEFFLER DENKT VORAUS

Während andere Unternehmen lediglich auf die digitale Transformation reagieren, denkt Schaeffler mit der „Digitalen Agenda“ voraus und gestaltet die Zukunft im Automobil- und Anlagenbau aktiv mit. Das dabei entstandene Vier-Säulen-Modell ist integraler Bestandteil der Schaeffler-Strategie „Mobilität für morgen“.

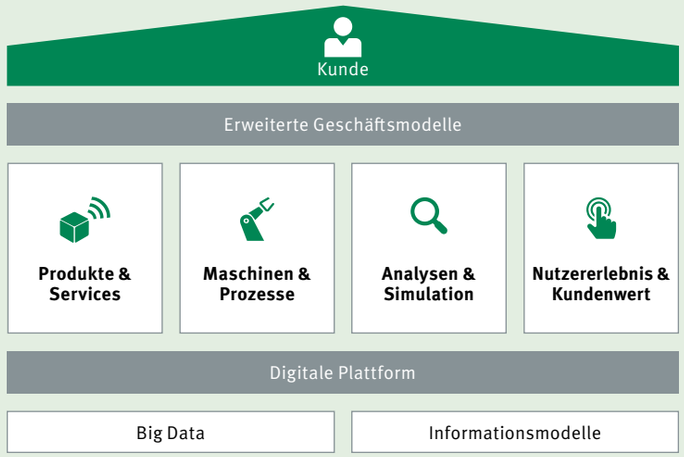
Bei der ersten Säule „Produkte & Services“ geht es darum, die Daten zu erfassen. Mit Sensorik, Elektronik und Aktuatoren ausgestattet, liefern Lager und andere Antriebskomponenten von Schaeffler die Daten, die für Big-Data-Analysen benötigt werden.

Die zweite Säule „Maschinen & Prozesse“ betrifft die Digitalisierung der Produktionsanlagen für die Industrie 4.0. Dabei rüstet Schaeffler intelligente Fabriken aus und stellt darüber hinaus auch die eigene Serienproduktion in den Fokus.

Einen besonderen Mehrwert für die Entwicklung von Produkten bietet die dritte Säule „Analysen & Simulation“. Indem Schaeffler reale Betriebsdaten nutzt, um Innovationen bereits vor dem Bau des ersten Prototyps genauestens zu testen, können die Ingenieure neue Produkte effizient und bedarfsgerecht konstruieren.

Die vierte Säule „Nutzererlebnis & Kundenwert“ widmet sich unter anderem der Frage, wie Daten bestmöglich konsumierbar für den Nutzer aufbereitet werden können – intuitiv zu bedienende Benutzeroberflächen bilden hierbei den Startpunkt. Das führt zu einem gesteigerten Nutzererlebnis und erhöht auch den Kundenwert: Mit einem mobilen Endgerät hat der Nutzer immer und überall volle Entscheidungsgewalt über seine Prozesse.

DIGITALE AGENDA DER SCHAEFFLER GRUPPE



EINE FRAGE DER HARDWARE

Werden sich Fahrzeuge in Zukunft selbst reparieren können, den Windverhältnissen aerodynamisch anpassen und gar bei Bedarf vom sportlichen Zwei- zum familienfreundlichen Sechssitzer mutieren? Wie smarte Materialien das Automobil von morgen formen werden.

von Oliver Jesgulke

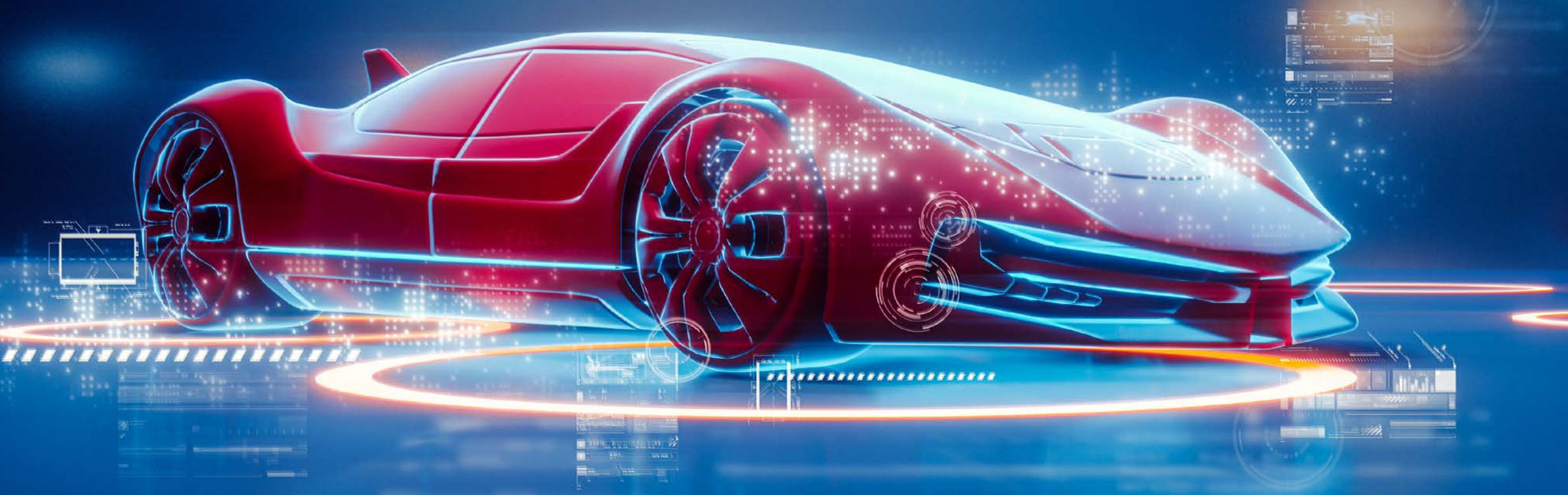
Heute Geländewagen, morgen Kombi und übermorgen Cabrio – ein Fahrzeug, das auf Knopfdruck seine Form ändert und sich jederzeit den Bedürfnissen seines Besitzers anpasst. Wird die automobile Zukunft in wenigen Jahren so aussehen, dass wir uns beim Händler nicht mehr für ein Modell entscheiden müssen, sondern einfach die gesamte Modellreihe mit nach Hause nehmen? Im Schatten aktueller Diskussionen um Vernetzung, künstliche Intelligenz und autonomes Navigieren für Fahrzeuge arbeiten Designer, Universitäten und Forschungseinrichtungen längst an kühnen Visionen, die das Automobil durch den Einsatz intelligenter Materialien flexibler und autarker machen. Gewiss, viele der Ansätze stecken noch in den Kinderschuhen. Doch Zungenbrecher wie magnetorheologische Elastomere, piezoelektrische Keramiken oder elektroaktive Kunststoffe haben eins gemeinsam: Die neue Generation der Werkstoffgilde kann starre Fahrzeugkomponenten in Bewegung versetzen.

Denn ihre Eigenschaften verändern sich durch Elektrizität, Magnetismus, Wärme oder Licht, womit sie sich ideal als Aktoren bzw. Sensoren eignen. Schon länger bekannt sind beispielsweise metallische Formgedächtnislegierungen, die unter Wärmeeinfluss ihre Gestalt verändern und die ursprüngliche Form wieder annehmen, sobald die Temperatur wieder sinkt. Bei der Konzeptstudie Essence von Alfa Romeo reagieren derartige Legierungen auf die Temperatur des Windes und passen das Exterieur während der Fahrt den Verhältnissen aerodynamisch an. Solche Eigenschaften kommen auch dem Innenraum zugute: Autositze sind heute wahre Wellnessmöbel. Hinter dem Leder schlummert jedoch ein Heer an Elektronik. Es geht aber auch puristischer: Materialien mit Formgedächtnis kommen beim Forschungsprojekt „SensA-Chair“ der Technischen Hochschule Köln zum Einsatz und passen den Sitz an die individuellen anatomischen Körperkonturen an – und das ohne viel zusätzliche Technik.

Sicherheitsfeatures und Selbstheilungskräfte

Smart Materials sollen künftig auch die Sicherheit der Insassen und anderer Verkehrsteilnehmer erhöhen. Das Max-Planck-Institut für Eisenforschung tüftelt seit einiger Zeit an schaltbaren Partikeln für Aluminiumlegierungen und Stahl, die sich durch magnetische oder elektrische Impulse verformen lassen und somit die Eigenschaften des Gesamtmaterials entscheidend verändern. So soll beispielsweise der Härtegrad der Karosse im Fall eines Aufpralls beeinflusst werden. Steht etwa eine Kollision mit einem Fußgänger oder Radfahrer kurz bevor, ändert sich die Front und erweicht. Fährt das Auto mit hoher Geschwindigkeit auf ein Hindernis zu, verhärtet diesmal die Front. Nach einem Crash kann sich das Material dann vielleicht von ganz allein erholen.

Pate steht dafür die Natur mit ihren Selbstheilungskräften für Haut und Knochen. Diese Eigenschaften versuchen Wissenschaftler auf Werkstoffe zu übertragen, beispielsweise mit selbstreparierenden Carbon-Tragflächen bei Flugzeugen oder gerissenem Kunststoff, der eigenständig wieder zusammenwächst. Erste Anwendungen für das Fahrzeug gibt es auch schon: Das



Hightech-Stoff statt Blech-Haut: die Konzeptautos EDAG Light Cocoon (oben) und BMW GINA

Leibniz-Institut für Neue Materialien testet einen Lack aus Maisstärke. Dessen Moleküle können aufgrund einer Perlenketten-Struktur binnen weniger Tage zusammenfließen und so Kratzer und Risse immer wieder versiegeln.

Heilig's Blechle ade!

Arbeiten die einen am Lack und den Knautschzonen der Zukunft, forcieren andere deren Niedergang. Das autonome Fahren mit der Vision einer Ära ohne Unfälle fördert diese Entwicklung. Aufgrund der Quantensprünge in der Werkstoffwelt werden materialintensive Bauweisen in naher Zukunft skelettartigen Konstruktionen weichen, beispielsweise aus metallischen Schäumen. Mit einer flexiblen Außenhaut würde sich das Automobil damit nach fast 100 Jahren vom Stahlblech emanzipieren. Der EDAG Light Cocoon mit einer federleichten Hülle aus mehrlagigem Polyester-Jersey-Gewebe eines Outdoor-Textilherstellers, die über ein Skelett aus dem 3-D-Drucker gespannt wird und die BMW-Studie GINA geben eine Vorahnung. Durch die Elastizität ist außerdem eine variable Fahrzeuggröße mit verstellbaren Rahmenteilen denkbar. Der Wagen könnte so vom Zwei- zum Viersitzer mutieren.

Aber wie sieht eigentlich die Bereifung aus? Hersteller Continental forscht an „smarten" Reifen, die sich dank Mikrokompressoren in den Laufflächen und in der Breite wachsender Felgen an die jeweiligen Straßenbedingungen oder die Ansprüche des Fahrers anpassen können. Leitfähige Gummimischungen helfen außerdem, Daten von Sensoren im Reifen ins Auto zu transportieren. So kann beim Erreichen von Grenzwerten Alarm geschlagen werden. Konkurrent Goodyear hat auf dem Genfer Autosalon 2018 einen „atmenden" Reifen gezeigt. Der Clou: Als „Smart Material" kommt in den Flanken organisches Moos zum Einsatz. Das soll CO_2 absorbieren und durch Photosynthese in Sauerstoff umwandeln. Die Lauffläche bildet ein selbsttragendes Skelett aus recyceltem Gummipulver, das mittels 3-D-Drucker in Form gebracht wird. Bereits etwas älter ist die Goodyear-Idee eines Kugelreifens, der mit Magnetschwebetechnik kontaktlos ins Auto integriert wird. Die Laufflächen bei dieser Studie bestehen aus elastischen Polymeren, die die bionischen Strukturen der menschlichen Haut imitieren. Darunter befindet sich ein schaumartiges Material, das sich flexibel Fahrbahnoberflächen und Witterungsbedingungen anpassen kann.

Kommt das Origami-Auto?

Wie weit geht die Entwicklung intelligenter Materialien? Am Massachusetts Institute of Technology wird fieberhaft an sogenannten Self-assembly-Materialien geforscht. 4-D-Druck heißt das dazu verwendete Verfahren. Dabei wird ein Material per 3-D-Verfahren gedruckt, um danach eigenständig eine andere Gestalt anzunehmen. Die Vision: Gegenstände wie Autos lassen sich als flache Komponenten transportieren und durch einen Auslöser autonom in eine vordefinierte, dreidimensionale Form falten. Die Zukunft wird aber nicht nur Innovationen, sondern auch Verknappung von Ressourcen mit sich bringen. Vielleicht wird sich die Industrie radikal vom konventionellen Materialeinsatz trennen müssen. Wenn wir dann den Wunsch nach einer beliebig wechselnden Karosse hegen, könnte die Lösung in einem spartanischen Gerüst liegen, das von einem holografisch erzeugten Exterieur umspannt ist, das sich bei Bedarf transformiert.

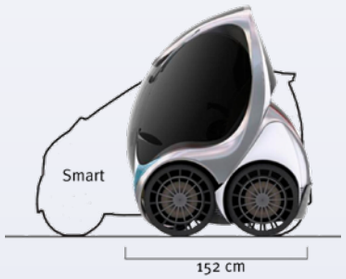
DER AUTOR

Oliver Jesgulke *arbeitet seit 2007 als Autor für Zeitungen, Blogs und Corporate-Magazine. Unter anderem hat er für den Daimler-Konzern, den Verband der Automobilindustrie und Toll Collect über die neuesten Entwicklungen im Automobil- und Mobilitätssektor berichtet. Jesgulke hat Wirtschaftskommunikation studiert und lebt in Berlin.*

MECHANISCHE **TRANSFORMER**

Die Spielzeugfirma Hasbro eroberte in den 1980er- und 90er-Jahren die Kinderzimmer westlicher Industriestaaten mit Fahrzeugen, die man mit ein paar Handgriffen in Roboter verwandeln konnte und umgekehrt – den „Transformers". Diese Spielzeuge dienen auch als Inspiration für die Mobilität von morgen.

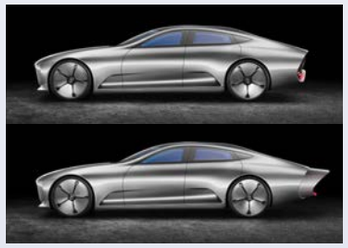
Airbus und der Volkswagen-Konzern *präsentierten 2017 und 2018 auf dem Genfer Autosalon ein futuristisches Gemeinschaftsprojekt: eine flexibel einsetzbare Passagierkapsel, die an Autochassis, Schienenfahrzeugen, Drohnen und sogar dem Hyperloop andocken kann.*



Südkoreanische Ingenieure haben das Faltauto „Armadillo-T" entwickelt, *das sich in der Mitte per App zusammenklappen lässt. Das spart Platz beim Parken: Mit einem Faltmaß von nur 152 Zentimetern ist der Zwerg noch mal über einen Meter kürzer als ein Smart der ersten Generation. Forscher am Massachusetts Institute of Technology haben mit dem „Hiriko" und das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz mit dem „EO smart connecting car 2" bereits ähnliche Konzepte vorgestellt.*

Der immer wieder hochschwappenden Idee des schwimmenden Autos verlieh Hyundai auf dem Genfer Autosalon 2018 neuen Auftrieb. *Die Idee der Koreaner: Ein Elektro-Buggy, der sich am Ufer in einen ebenfalls elektrisch angetriebenen Jetski transformieren kann. Witzig, aber wohl mit geringer Aussicht auf Umsetzung. Aber auch diese Konzeptstudie zeigt: Transformations-Fahrzeuge, die sich unterschiedlichen Einsatzzwecken anpassen können, stehen bei Autoherstellern hoch im Kurs.*

Mercedes wendete die Transformers-Idee 2015 in der Studie „Intelligent Aerodynamic Automobile" an: *Ab einer Geschwindigkeit von 80 km/h schaltet das viertürige Coupé automatisch vom Design- in den Aerodynamik-Modus, wodurch zahlreiche Features ihre Gestalt verändern. Der cw-Wert wird dabei auf weltrekordverdächtige 0,19 getrimmt. Für die hier noch rein mechanische Transformation könnten in Zukunft auch Smart Materials genutzt werden.*



IMPRESSUM

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

Kommunikation Schaeffler
Thorsten Möllmann (Leiter Globale Kommunikation & Branding)
Jörg Walz

Konzeption
Jörg Walz (Schaeffler)
Thomas Voigt (Speedpool)

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

Redaktionsleitung
Volker Paulun, Stefan Pajung (Stv.)

Technische Beratung
Michael Krüger

Koordination
Carina Chowanek, Anke von Lübken, Julia Schneider

Redaktion und Produktion
Speedpool GmbH
www.speedpool.com

Druckvorstufe
Julien Gradtke, Mathias Mayer

Schlussredaktion
David Feist, Volker Hummel, Christoph Kirchner, Katja Lange

Druck
Hofmann Druck Nürnberg GmbH & Co. KG

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

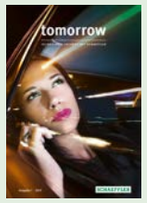
Autoren
Florian Aigner, Denis Dilba, Kay Dohnke, Claus Gorgs, Lucas di Grassi, Dr. Christian Heinrich, Oliver Jesgulke, Carsten Paulun, Lukas Stelmaszyk, Frederick Unflath, Johannes Winterhagen

Fotos/Illustrationen
Titel: Maciej Frolow/Getty; S. 3: Schaeffler; S. 4/5: Geography Photos/Getty, Nils Poschwatta & Keystone/Getty, Science Photo Library/Getty, Ivo Christov/Speedpool; S. 6/7: Geography Photos/Getty; S. 8: MVRDV; S. 9: Lego, Schaeffler, Andrea Mocellin; S. 10: Daimler AG; S. 11: Segway, Victorinox, Schaeffler, Porsche; S. 12: Horacio Villalobos/Getty; S. 13: NTT, USAF, Ford; S. 14–19: Bloomberg/Getty (3), Schaeffler; S. 20/21: Getty (2); S. 22: Michael Kunkel/Hoch Zwei, Kai Tak Cruise Terminal; S. 23: Messe Riem; S. 24 Diane Cook & Amp Len Jenshel/beide Getty; S. 25: House of Vans, De Agostini Picture Library/Getty; S. 26: OTH Architecten; S.27: Westend61/Getty, Howard Kingsnorth/Getty, privat; S. 28/29: Nils Poschwatta & Keystone/Getty; S. 30–32: Ivo Christov/Speedpool, S. 33: Nobu Tamura/Wikipedia, privat; S. 34–41: Helge Jepsen; S. 42–47: Dwight Cendrowski; S. 48–57: Getty (10); S. 58/59: Westend61/Getty; S. 61: Schaeffler, privat; S. 62/63: Science Photo Library/Getty; S. 64/65: Marin Tomas/Getty; S. 66–69: Claas Janssen, privat (1); S. 70–73: Janina Demiana Roll (2), Schaeffler, privat; S. 74–79: Schaeffler (3), privat; S. 80/81: Ivo Christov/Speedpool; S. 82–85: Ulrich Baumgarten/Getty; S. 86/87: Siemens; S. 88: aaaa images/Getty; S. 89: Martin Prescott/Getty, privat; S. 90/91: Audi Sport ABT Schaeffler; S. 92/93: Schaeffler, Energica, Public Domain; S. 94/95: Michael Kunkel/Hoch Zwei (2), Public Domain; S. 96/97: Westend61/Getty; S. 98–100: Schaeffler; S. 102/103: Gremlin/Getty; S. 104: EDAG, BMW, Continental, privat; S. 105: Shaun Curry/Getty; Hyundai, Armadillo, Volkswagen, Daimler AG; S. 106: Schaeffler

© 2018 Alle Rechte vorbehalten Nachdruck nur mit Genehmigung

** Der am Schaeffler-Standort in Wooster, Ohio/USA entwickelte integrierte Drehmomentwandler (iTC) integriert die Kupplungsfunktion direkt in die Turbine des Drehmomentwandlers. Das neue Design weist ein geringeres Gewicht auf und minimiert den erforderlichen Bauraum.*

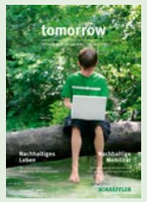
tomorrow Alle bisher erschienenen Ausgaben


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**

tomorrow wurde ausgezeichnet

Silver Winner
„Custom Publications/ Corporations: Technology“

Shortlist
„B2B: Transport/ Logistik/Automotive/ Technologie“

Special Mention
Communications Design Editorial

Special Mention
für „herausragende Markenführung“

Silber
Sonderpreis „Internationale Kommunikation“

Shortlist
„External Publications“

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

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

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