

tomorrow

TECHNOLOGIE ERLEBEN MIT SCHAEFFLER

Chip, Chip, Hurra!

Wie Digitalisierung unser
Leben bereichert

Daten im Verkehr

Bits und Bytes beschleunigen
die Mobilität für morgen

Digitalisierung, die; - [di:gi:ta:li:zi:rʊŋ]

Der Begriff der Digitalisierung wird in zwei Interpretationen verwendet. Er bezeichnet entweder die Überführung von Informationen von einer analogen in eine digitale Speicherung oder den Prozess der durch die Einführung digitaler Technologien bzw. der darauf aufbauenden Anwendungssysteme hervorgerufenen Veränderungen.

- a)** Das zur Überführung in die digitale Speicherung (englisch digitizing) verwendete Gerät wird als Digitizer bezeichnet. Ein Digitizer umfasst sowohl einen Sensor zur Erfassung analoger Größen als auch Software zu deren Überführung in ein digitales (d. h. binäres) Format. Wie dies konkret geschieht, ist vom Ausgangsmedium abhängig. Analog gespeicherte Bilder werden z. B. vom Digitizer in eine Matrix zerlegt, mit jedem Bildpunkt erfasst und dann in einem Format wie JPEG gespeichert. Töne werden digitalisiert, indem Schallwellen in festgesetzten Abständen in digitaler Form erfasst („abgetastet“) und in einer Datei z. B. im Format MP3 abgespeichert werden. Liegen die Daten in digitaler Form vor, dann können diese über unterschiedliche Medien transportiert sowie auf unterschiedlichen Endgeräten präsentiert werden. Analoge Inhalte sind dagegen an ihr Medium gekoppelt.
- b)** Die Digitalisierung im Sinne der zweiten und neueren Interpretation (englisch digitalization) lässt sich auf der Ebene eines Individuums, einer Organisation oder einer Gesellschaft betrachten. Auf individueller Ebene führt die verstärkte Nutzung von Anwendungssystemen zu einer Veränderung von Arbeits- und Handlungsweisen. Früher betrafen diese Veränderungen primär den beruflichen Kontext, heute ist zunehmend auch der private Kontext tangiert. Letzteres zeigt sich am Beispiel sozialer Netzwerke, die auch zur Pflege privater Kontakte genutzt werden. Organisationen haben in den letzten Jahrzehnten viel in die Nutzung von Informationstechnologien investiert. Lag zunächst der Fokus auf Effizienzsteigerung im administrativen Bereich, so liegt er heute auf der Vernetzung von Unternehmen untereinander und mit Kunden und Lieferanten. Damit hat das Informationsmanagement in Unternehmen zunehmende Bedeutung erlangt. Auch auf gesellschaftlicher Ebene führt die Digitalisierung zu strukturellen Veränderungen, etwa im Bildungs- oder Rechtssystem, beim Ausbau der Breitband-Infrastruktur oder der Einführung neuer Formen der Partizipation von Bürgern. Aus ökonomischer Sicht besonders virulent sind Produktivitätsfortschritte durch Digitalisierung sowie die steigende volkswirtschaftliche Bedeutung der IT-Industrien.

LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

irren ist menschlich. Dass aber ausgerechnet IBM-Chef Thomas Watson prognostiziert haben soll, es gebe weltweit lediglich einen Markt für vielleicht fünf Computer, das lässt uns heute ein wenig schmunzeln. Allerdings soll Watson diese Einschätzung schon im Jahr 1943 geäußert haben, im Computer-Steinzeitalter. Denn erst zwei Jahre zuvor hatte der deutsche Bauingenieur Konrad Zuse mit dem Z3 den ersten funktionsfähigen Digitalrechner präsentiert. Wie diese und die darauf basierenden Erfindungen die Welt revolutionieren würden, war damals in der Tat auch für den IBM-Chef schwer vorhersehbar.

PC, Internet, E-Mail, Smartphone – bis heute fegt die Digitalisierung wie eine gewaltige Welle durch unser aller Leben und verändert es. Gefühlt von Jahr zu Jahr schneller. Telekommunikation, Technologie, Musik, Medien, Medizin, Handel, Banken, Tourismus – keine Branche, die von der Digitalisierung und ihren Ausläufern nicht erfasst wird. Disruption lautet ein immer häufiger in diesem Zusammenhang benutzter Terminus. Die disruptive Wirkung der Digitalisierung ist auch ein Thema in der aktuellen Ausgabe unseres Technologiemaßmagazins „tomorrow“, in der ich Sie herzlich willkommen heiße.

Der Begriff „Disruption“ leitet sich vom englischen Verb „disrupt“ („sprengen“, „zerreißen“, „zerbrechen“) ab. Und in der Tat hat die Digitalisierung selbst einige große Unternehmen vom Markt verdrängt. Den US-Fotogiganten Kodak zum Beispiel oder den deutschen Versandriesen Quelle. Auf der anderen Seite sind neue Giganten entstanden. Google oder Amazon, um nur zwei zu nennen. Und natürlich Apple mit seinen Produkten iPad und iPhone.

Die Digitalisierung spielt auch für die Unternehmensstrategie von Schaeffler eine wichtige Rolle. Wir nutzen unser Know-how, um digitale Technologien vom Labor auf die Straße zu bringen – oder auch in die Fabrikhalle. Heute greift Schaeffler sogar auf einen Supercomputer von IBM zurück, der nach dem bereits erwähnten ehemaligen Firmenchef benannt ist: Watson. Mehr dazu ab Seite 62.



Watson ist ein kognitives System, eine künstliche Intelligenz, die selbstständig dazulernt. Googles Vordenker Raymond Kurzweil sagt voraus, dass Computer im Jahr 2029 schlauer als wir Menschen sein könnten. Was das für unsere Gesellschaft bedeuten würde, damit setzt sich „tomorrow“ ab Seite 100 auseinander.

Schaeffler nutzt die Möglichkeiten der Digitalisierung auch, um seine Ideen für die „Mobilität für morgen“ voranzutreiben. Elektroantriebe sind hier ein Stichwort. In dem Artikel auf Seite 54 können Sie nachlesen, dass diese älter sind als Verbrennungsmotoren. Hätten Sie's gewusst? Aber Schaeffler denkt bei seiner „Mobilität für morgen“ auch in Kategorien weit unterhalb des Autos nach. Wie über ein elektrisch angetriebenes Kickboard für die sogenannte „letzte Meile“, also beispielsweise für den Weg von der Bahnstation zum Arbeitsplatz. Wie gut das heute schon funktioniert, hat eine Kollegin mit einem E-Skateboard in Frankfurt ausprobiert.

Bei aller Begeisterung für zukünftige Technologien vernachlässigt Schaeffler aber nicht die Weiterentwicklung des Bewährten. Ein gutes Beispiel ist der Drehmomentwandler, den Schaeffler für den Einsatz in den weltweit immer wichtiger werdenden Hybridantrieben fit gemacht hat. Dies und noch vieles mehr können Sie auf den folgenden 118 Seiten nachlesen. Ich wünsche Ihnen eine spannende und informative Lektüre.

Klaus Rosenfeld
Vorsitzender des Vorstandes

global

Blick in die Welt

8 INNOVATIVE WIKINGER

Optimal vernetzt, technikaffin, kreativ, mutig – Skandinavien ist eine **Hochburg des digitalen Fortschritts**

14 GROSSE CHANCE

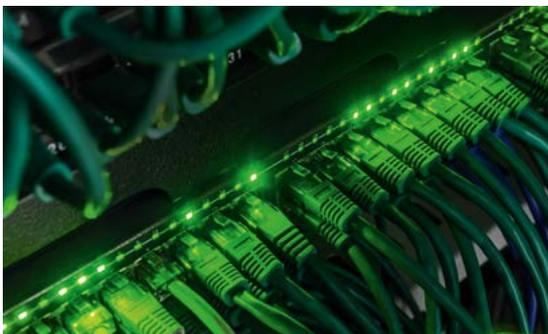
Klingt komisch, aber Argumente sprechen dafür: Schwellenländer können eine **Führungsrolle beim autonomen Fahren** einnehmen

18 MEGATREND URBANISIERUNG

London, Singapur und Toronto machen vor, wie Städte gesund wachsen können

28 FÜNF VISIONÄRE

Von Elon Musk bis Sebastian Thrun – digitale **(Quer-)Denker**, die mit ihren Ideen die Mobilität für morgen voranbringen



in bewegung

Innovationen im Laufe der Zeit

36 VOM LENKRAD ZUR KOMMANDOZENTRALE

Früher blickte ein **Rennfahrer** auf Zwei-Speichen-Minimalismus. Heute erinnert vieles an ein Jet-Cockpit

42 GUTE ZEITEN, SCHLECHTE ZEITEN?

Betrachtungen **aus dem Alltag** zeigen: Früher war alles analoger, aber in den seltensten Fällen besser

48 ALLES ANDERS

Reisen werden im Internet gebucht, Musik gestreamt und Taxis per App bestellt – die Digitalisierung hat viele **Branchen umgekrempt**

54 100 JAHRE UMWEG

In den Kindertagen des Automobils waren **Elektromotoren** Standard, dann verschwanden sie – um jetzt mit geballter Ladung zurückzukommen



jetzt-zeit

Leben mit dem Fortschritt

62 DIGITAL TRIFFT MECHANIK

Die industrielle Welt befindet sich in einem dramatischen Wandel. **Schaeffler gestaltet** diesen als vielseitiger Entwicklungspartner

72 „LAST MILE“-VERSUCH

Wie komme ich von der Haustür zur Haltestelle, vom Bahnhof zum Büro bei Schaeffler? Mitarbeiterin Michelle Biegel hat ein **E-Skateboard** probiert

78 IM WANDEL DER ZEIT

Elektronische Vernetzung des Autos und Hybridisierung des Antriebs stellen den **Drehmomentwandler** vor seinen größten Umbruch

82 BEVOR ES ZU SPÄT IST

Seit 100 Jahren entwickelt Schaeffler **Lagerlösungen für die Bahn**. Neueste Hightech-Varianten melden Verschleiß mittels Sensoren

86 BIG BROTHER

Lenkwinkel, Bremsdruck, Tempo, Federwege – **Rennautos sammeln auf jedem Meter Tausende Daten**. Futter für Fahrer, Ingenieure und Entwickler



ausblick

Technik für morgen

94 MEHR ALS NUR FANTASIE

Viele Fortbewegungsarten aus **Science-Fiction-Filmen** sind schon real geworden, andere werden es wohl nie – eine cineastische Zeitreise

100 WER HAT ANGST VORM ROBOTERMANN?

Die **künstliche Intelligenz** ist drauf und dran, die menschliche zu überflügeln. Und dann?!

104 DAS IDEENLABOR DER AUTOBAUER

Nicht nur Apple und Google sind im **Silicon Valley** zu Hause. Auch BMW, Daimler, GM & Co. visionieren dort

108 WER MIT WEM WARUM?

Die **Mobilität für morgen** zu gestalten ist eine komplexe Aufgabe. Um diese zu bewältigen, müssen viele Akteure zusammengebracht werden

116 KAPITEL 4.0

Die Digitalisierung sorgt nach Dampfmaschine, Massenproduktion und Automatisierung nun für die **vierte industrielle Revolution**

122 IMPRESSUM



EINSEN UND NULLEN

— Sie wiegen zwar nichts, nehmen dafür im digitalen Zeitalter aber eine ziemlich gewichtige Rolle ein: Daten. Ihre Bedeutung vergrößert sich in Zukunft sogar noch. Laut einer Prognose des amerikanischen IT-Giganten Cisco wird sich der weltweite Datenverkehr in den kommenden vier Jahren mit einer durchschnittlichen jährlichen Wachstumsrate von 22 Prozent beinahe verdreifachen. Die globale Internet-Community wird um mehr als eine Milliarde neuer Nutzer auf 4,1 Milliarden bis zum Jahr 2020 anwachsen. Auch der Einsatz von mobilen Endgeräten nimmt immer mehr zu. Cisco sagt voraus, dass 2020 jeder Mensch im Schnitt Zugriff auf 3,4 vernetzte Geräte hat, in Westeuropa sogar auf 8,9 Geräte. Den größten Anteil am gesamten Internetverkehr werden weiterhin Videos einnehmen – bis 2020 etwa 80 Prozent. Demnach werden rund drei Billionen Video-Minuten pro Monat weltweit über das IP-Netz übertragen. Aber nicht nur der Mensch treibt die Entwicklung voran, auch die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation der Industrie 4.0 erfordert immer höhere Breitbandgeschwindigkeiten. Eine weitere Vorhersage der Studie besagt, dass sich der cloudbasierte Datenverkehr beinahe vervierfachen wird. Laut Cisco werden 2020 92 Prozent aller Rechenaufgaben in den Clouds der Anbieter bewältigt.

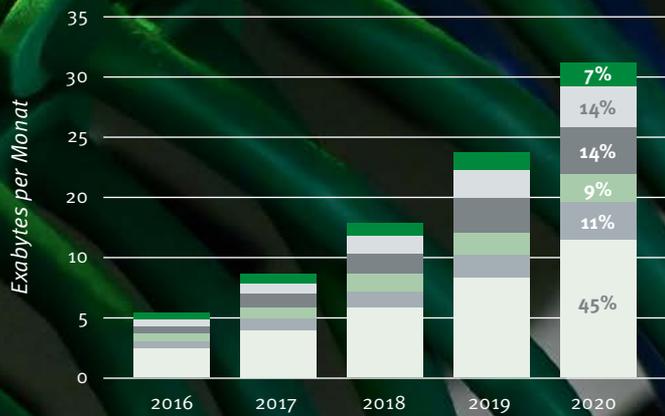
» Das Internet ist das erste von Menschenhand erschaffene Ding, das der Mensch nicht versteht. Es ist das größte Experiment in Anarchie, das es jemals gab

Eric Schmidt, CEO Google

global

Blick in die Welt

PROGNOSE FÜR DAS MOBIL GENUTZTE DATENVOLUMEN PER REGION



- Lateinamerika
- Mittlerer Osten und Afrika
- Zentral- und Osteuropa
- Westeuropa
- Nordamerika
- Asien/Pazifik

Quelle: Cisco

Experten gehen davon aus, dass mobile Endgeräte (Smartphones und Tablets) bis zum Jahr 2020 37 Prozent des Datenvolumens transportieren, PCs nur noch 33 Prozent.

DAS DIGITALE IM NORDEN

Europas digitales Powerhouse befindet sich im Norden: Dänemark, Norwegen, Schweden und Finnland sind weltweite Benchmark im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Warum das so ist und was das bedeutet, darüber klärt der folgende Bericht auf.

— von Volker Paulun



HOCH

— Harald I., genannt Blauzahn, war ein Raufbold. Er regierte im 10. Jahrhundert in Dänemark und Norwegen und fiel, wie so viele seiner Wikingervorfahren, gern in andere Länder ein. Besonders häufig in die Normandie. Aber er initiierte auf der anderen Seite auch die Christianisierung Skandinaviens und machte sich um die Vereinigung der Nordländer verdient, die heute als Dänemark, Norwegen und Schweden bekannt sind. Er hat Grenzen überwunden, neue Verbindungen erschaffen – und genau deswegen benannten die Erfinder der Funktechnik Bluetooth den heute weltweit eingesetzten Standard nach dem alten König. Seine Initialen H und B in Runenschrift sind auf dem Bluetooth-Logo verewigt. Bluetooth wurde für den schwedischen Telekommunikationsriesen Ericsson entwickelt. Der finnische Nachbar und Mitbewerber Nokia steuerte ebenfalls Know-how bei. Ein IKT-Meilenstein made in Scandinavia – einer von vielen.

Nicht nur auf Europa bezogen sind Dänemark, Norwegen, Schweden und Finnland seit Jahren digitale Hotspots. Gleiches gilt im globalen Ranking. Das Weltwirtschaftsforum hat in einer Studie Finnland, Schweden und Norwegen hinter Singapur auf die Plätze zwei, drei und vier der Staaten gesetzt, die am besten für die digitalen Herausforderungen der Zukunft gerüstet sind. Die EU-Kommission machte Dänemark als „digitalen Anführer“ aus – direkt gefolgt von Norwegen und Schweden.

Früh bis in den letzten Winkel verkabelt

Was macht die Nordländer so stark in Sachen Bits und Bytes? Wie wirkt sich die digitale Kompetenz im beruflichen und privaten Alltag aus? Tabellenführer wird man nicht über Nacht, nicht im Sport und auch

nicht in der Welt der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT). Dass die nordischen Länder heute so gut positioniert sind, hat viele Gründe. Ein ganz wesentlicher: ein engmaschiges Telefon- und Breitbandkabelnetz. Viel früher als die meisten anderen Länder der Welt haben die Skandinavier begonnen, ihre Länder bis in den entlegensten Winkel zu vernetzen – und davon gibt es einige im eher dünn besiedelten Nordeuropa. In Dänemark können sich heute laut dem Digital Economy and Society Index 2016 (DESI) 92 Prozent aller Bewohner an eine Highspeed-Leitung mit mindestens 30 Mbps andocken. Auch Norwegen (80 Prozent) und Schweden (76 Prozent) liegen diesbezüglich über dem europäischen Durchschnitt (71 Prozent). Schweden glänzt darüber hinaus mit einer LTE4-Abdeckung von 99 Prozent. Trotz extrem niedriger Kabelgebühren fahren die Finnen eher auf Mobiltelefonie ab. Auf 100 Einwohner kommen in der Heimat des ehemaligen Handy-Weltmarktführers Nokia 139 Mobilfunkverträge, das sind fast doppelte so viele wie im europäischen Durchschnitt. Festnetzanschlüsse sind, gerade in Finnland, wenn überhaupt nur noch in Büros zu finden.

Apropos Nokia: Die von vielen tot geglaubten Finnen haben sich zwar aus dem Smartphonegeschäft zurückgezogen, sind aber durch den Zukauf eines Wettbewerbers zum weltgrößten Anbieter von Netzwerktechnologien aufgestiegen und haben dabei den schwedischen Konkurrenten Ericsson auf Platz zwei verwiesen. Nokia und Ericsson mit ihren über 100.000 Mitarbeitern haben durch die starke Präsenz in ihren Heimatländern viel zur großen Affinität der Bevölkerung zu Technik und Innovationen beigetragen. US-Web-Pionier Ajaz Ahmed hält den digitalen Pioniergeist am Polarkreis für durchaus „vergleichbar mit dem im Silicon Valley“. Ähnlich neugierig, wie ihre

» Das Nokia-Comeback nimmt Fahrt auf. Das hebt die Stimmung in ganz Finnland

Olli Rehn,
Finnlands Wirtschaftsminister

entdeckungsfreudigen Vorfahren, die Wikinger, unbekannten Ufern entgegensegeln, stürzen sich junge Nordmänner auf neue Technologien.

Das Ende als Nährboden für Neues

Dass Nokia das Smartphonegeschäft aufgegeben hat, war natürlich ein Schlag für die finnische Volksseele. Aber: Viele dadurch ihrer Arbeit beraubte Mitarbeiter wagten den Sprung in die Selbstständigkeit und gründeten Start-ups. Auch diese tragen dazu bei, dass in Finnland laut dem DESI heute 6,7 Prozent aller Arbeitsplätze im IKT-Sektor beheimatet sind. Da kann europaweit nur – wen wundert's – Schweden (6 Prozent) mithalten. Der europäische Durchschnitt liegt bei 3,7 Prozent. Ex-Nokianer haben mittlerweile die Namensrechte ihrer alten Firma für mobile Endgeräte von Microsoft zurückgekauft und wollen demnächst Smartphones und Tablets mit dem Nokia-Logo verkaufen. „Das Nokia-Comeback nimmt Fahrt auf. Das hebt die Stimmung in



ganz Finnland“, bewertete Wirtschaftsminister Olli Rehn diese Entwicklung via Twitter. Das „alte“ Nokia hat hingegen neue, zusätzliche Betätigungsfelder gefunden: zum Beispiel digitale Medizinanwendungen und Kameras für virtuelle Welten.

Finnland ist Nokia, und Nokia ist Finnland – könnte man meinen. Besonders präsent sind finnische IKT-ler aber auch im Spielemarkt. Die 2003 im Hauptstadtvorort Espoo gegründete Firma Rovio hat mit „Angry Bird“ einen Welthit gelandet, der sogar als Kinoverfilmung ein Chartstürmer war. Zwar hat das globale Vogel-Fieber merklich nachgelassen und ein Folgehit ist noch nicht lanciert, aber der Traum, ein Disney des 21. Jahrhunderts zu werden, existiert weiterhin. Ein weiteres Schwergewicht der Szene ist der 2010 gegründete Spieleentwickler Supercell („Clash of Clans“) aus Helsinki, er hat bereits einen Marktwert von mehreren Milliarden Euro.

Helsinki ist auch alljährlich Gastgeber des Slush – eine Art Woodstock der Start-up-Szene. „Die Veranstaltung ist das aktuelle Universum der Tech-Szene“, attestiert Niklas Zennström, Mitbegründer von Skype und Atomico. Dort treffen sich nicht nur 2.000 Start-ups, sondern auch

800 Venture-Capital-Firmen, die mit ihrem Geld Innovationen in die nächste Umlaufbahn schießen können.

Dass die nordischen Länder eine solch aktive und innovative Start-up-Szene hervorgebracht haben, liegt nicht nur an der Begeisterung für alles Digitale, sondern auch an dem eng gestrickten sozialen Netz, das Wagemutige aufhängt, falls sie einmal stolpern. Auch typisch im Norden Europas: eine von Mitbestimmung und flachen Hierarchien geprägte Gesellschaft. „Die Arbeitsprozesse nordischer Firmen haben etwas von Saunagängen“, verglich Jean-Jerome Schmidt, Marketingchef beim IKT-Dienstleister Servernines, in einem Report auf techradar.com. „Egal ob Geschäftsführer oder Rezeptionist – wenn man gemeinsam in der Sauna sitzt, fallen alle Barrieren und alle sind gleich.“ Pär Hedberg, Geschäftsführer beim schwedischen Hardwareanbieter THINGS, ergänzt: „Die Ideen jedes Kollegen werden mit dem gleichen Respekt angehört wie die des Chefs. Eine solche Kultur ist ein guter Nährboden für Innovationen.“ Nicht zuletzt deswegen hat Schweden nicht nur H&M, Ikea und Volvo hervorgebracht, sondern auch digitale Welterfolge wie Skype, Spotify, MySQL oder auch „Minecraft“.

Open mind, open data

Aber auch firmenübergreifend schätzt man den kreativen Umgang miteinander. Paradebeispiel für die Offenheit nordischer IKT-ler ist das Betriebssystem Linux des Finnen Linus Torvalds. Während Microsoft und Apple den Quellcode ihrer Betriebssysteme hüten wie einen Goldschatz, verbessert bei Linux eine weltweite Entwickler- und Nutzergemeinde die Funktionalitäten und Einsatzmöglichkeiten.

Solche Offenheit ist bei Weitem kein Einzelfall im digitalen Norden. Neil Sholay, Europachef von Oracle #Digital, berichtet: „Ich habe in Schweden beobachtet, wie eng Start-ups zusammenarbeiten, dort ist eine sehr innovative Gemeinschaft entstanden.“ Hautnah zu erleben ist dies in der Kista Science City im Norden Stockholms. Im größten IKT-Komplex Europas haben sich über 1.000 Firmen der Branche niedergelassen, darunter auch Big Player wie Microsoft, IBM und natürlich Ericsson. Drahtlose Kommunikationsstandards wie NMT, GSM, EDGE und W-CDMA wurden hier entwickelt.

Auch beim Umgang mit Daten schätzt man eine gewisse Offenheit. In Finnland beispielsweise reicht eine SMS, um den Halter eines Kfz zu ermitteln. Auch Einkommen einzelner Personen sind mit wenigen Mausklicks öffentlich einsehbar. Als das Google-Car durch Kopenhagen, Göteborg oder Helsinki fuhr, um seine Streetview-Aufnahmen zu machen, wurde es nicht von einem vielstimmigen Aufschrei wie etwa in Deutschland begleitet. Ist so eine datentechnische Freikörperkultur gut



Nokia hat das Aus seines Smartphone-Geschäfts überlebt und ist zum Weltmarktführer von Netzwerktechniken aufgestiegen. Außerdem haben die Finnen neue digitale Spielfelder wie Medizintechnik und Virtual Reality für sich entdeckt

oder schlecht? Darüber kann man trefflich streiten. Für Jan Tore Sanner, Norwegens Minister für Kommunale Verwaltung und Modernisierung, steht fest: „Der leichte Zugang zu offenen Daten ermöglicht neue Dienstleistungen, fördert Unternehmungsgründungen und Wirtschaftswachstum, außerdem eine offenerere und demokratischere Gesellschaft. Er ist also ein Gewinn für uns alle.“ Wobei man auch in Norwegen grundsätzlich der Meinung ist, dass jede Person Herr über ihre persönlichen Daten sein sollte.

In der dänischen Hauptstadt Kopenhagen wächst in Zusammenarbeit mit dem japanischen Elektrokonzern Hitachi die Datenbankplattform „City Data Exchange“ heran, die bei Erfolg auch in anderen Metropolen eingesetzt werden könnte. Dort sollen sich alle Gesellschaftsgruppen wiederfinden und sich aus dem Datenbestand bedienen können – Behörden ebenso wie Bürger und Unternehmen. Ob Statistiken über Energieverbrauch oder Kriminalität, ob Umweltdaten oder aktueller Wetterbericht, ob Umfragen oder Echtzeitmessungen: Die Datenwolke über Kopenhagen nimmt alles auf. Zielgruppenspezifische

» Der leichte Zugang zu offenen Daten ermöglicht neue Dienstleistungen, fördert Unternehmungsgründungen und Wirtschaftswachstum, außerdem eine offenerere und demokratischere Gesellschaft. Er ist also ein Gewinn für uns alle

Jan Tore Sanner,
Norwegens Minister für Kommunale
Verwaltung und Modernisierung

Applikationen – idealerweise entwickelt von lokalen Start-ups – helfen bei der Auswertung.

Wie Norwegens Minister Sanner ist sich auch Kopenhagens Bürgermeister Frank Jensen sicher, dass ein guter Zugang zu Daten viele positive Impulse aussendet. „Diese können unter anderem zu ganz neuen technologischen Lösungen führen, die zum Beispiel beim Einsparen von Energie oder der Verbesserung der Mobilität helfen können. All das fördert das Wirtschaftswachstum und schafft neue Arbeitsplätze.“

Investitionen in Forschung und Bildung

Ein weiterer wichtiger Faktor beim Ausbau des erarbeiteten digitalen Vorsprungs der Nordländer sind entsprechende Investitionen in Forschung und Bildung. Aktuell gibt es einen IKT-Fachkräftemangel im Norden Europas. Das liegt auch daran, dass nach dem Platzen der Internetblase zum Anfang des Jahrtausends viele Studienbeginner auf ein anderes Pferd gesetzt haben. Damit solche bremsenden Personalengpässe in Zukunft vermieden werden, soll der Nachwuchs früh und breitflächig an die digitalen Welten herangeführt werden. Auch aus diesem Grund haben sich Bildungsbehörden in Skandinavien jüngst im Schulterschluss mit dem New Media Consortium (NMC) verlinkt, einer globalen Gemeinschaft führender Universitäten, Hochschulen, Museen und Forschungszentren. Das Ziel: Schulleiter und andere Entscheider im Bildungswesen über neueste technologische Entwicklungen zu informieren und diese im nächsten Schritt in den Lehrbetrieb zu integrieren. In den kommenden fünf Jahren sollen so unter anderem Cloud-Anwendungen, das Internet der Dinge, computerbasierte Simultanübersetzung sowie körpernahe Technologien (sogenannte Wearables wie Google-Brille, Smartwatches, Körpersensorik) und auch Computerspiele Bestandteile des Unterrichts werden. Schon jetzt sind die skandinavischen Länder Vorreiter in onlinebasierten Lernhilfen und Tests. Auffällig: die enge Vernetzung von Universitäten und IKT-Firmen im Norden Europas. Oft siedeln sich diese Unternehmen in Campusnähe an oder entsenden Mitarbeiter als Lehrkräfte an die Unis. Allein die Kista Science City hat Lehrplätze für 6.800 Studenten an der Universität und der Technischen Hochschule in Stockholm eingerichtet.

Ein spannendes Projekt betreut die Non-Profit-Organisation „Ung Företagsamhet“ („Junges Unternehmertum“) in Schweden: Oberschüler zwischen 16 und 20 Jahren können begleitend zum Unterricht eine eigene Firma gründen. Die vermeldeten Erfolge können sich

Die Kista Science City bei Stockholm ist der größte IKT-Komplex Europas und eng vernetzt mit den Universitäten der schwedischen Metropole





Bargeld stirbt in Skandinavien aus, stattdessen wird digital bezahlt mit Systemen wie MobilePay der Danske Bank

sehen lassen. Die Teilnehmer sollen selbstbewusster, entscheidungsfreudiger und teamfähiger sein. Außerdem könnten sie Probleme besser lösen.

Die Technologiefreundlichkeit der Nordländer spiegelt sich auch im Alltag wieder: Ob einkaufen, Bankgeschäfte, Kommunikation mit Behörden und Ärzten, Mobilitätsanwendungen – in kaum einer anderen Region auf der Welt wird der Alltag in so hohem Maße online bewältigt. Schweden, das Land, das vor rund 350 Jahren als erstes in Europa Papiergeld eingeführt hat, ist drauf und dran, erneut eine monetäre Vorreiterrolle einzunehmen: durch die komplette Abschaffung des Bargelds. Seit 2008 hat sich der Bargeldumlauf im Königreich halbiert. Bares in die Hände zu bekommen ist mittlerweile eine Herausforderung: Mehr als die Hälfte der Bankfilialen zahlt keine Münzen oder Scheine mehr aus, und diese wieder loszuwerden ist ebenfalls nicht einfach. Denn nicht nur die Stockholmer U-Bahn pocht beim Bezahlen auf

elektronisches Geld, selbst auf Flohmärkten wird im Norden Europas immer öfter bargeldlos bezahlt – MobilePay sei Dank. Das von der dänischen Danske Bank initiierte System ermöglicht Überweisungen sogar von Handy zu Handy. So ändern sich die Zeiten: Nicht mehr Bares ist Wahres, sondern nur noch Digitales.



DER AUTOR

Üks, kaks, kolm – Autor **Volker Paulun** kann auf Finnisch immerhin bis drei zählen. Zwei Dutzend Mal war er schon in Skandinavien. Meist privat, aber auch beruflich. Eine Story ist dem Schleswig-Holsteiner besonders in Erinnerung geblieben, vielleicht, weil sie ausnahmsweise mal technikfrei war: die Reportage von der Hochzeit der schwedischen Kronprinzessin Victoria.

3,7 MIO.

Dänen, also zwei Drittel der Bevölkerung, haben sich die MobilePay-App heruntergeladen. In Norwegen und Finnland findet diese bargeldlose Bezahlart per Smartphone ebenfalls immer größeren Zuspruch. 70 Prozent der Nutzer sind keine Kunden der herausgebenden Danske Bank.

800 MIO.

Euro investiert Apple in Foulum bei Viborg in eines der weltweit größten Datacenter – es ist die größte Einzelneinvestition eines ausländischen Unternehmens, die in Dänemark bisher getätigt wurde. Die Inbetriebnahme ist für 2017 geplant.

50 %

des norwegischen Wirtschaftswachstums im Jahr 2015 war direkt oder indirekt auf Investitionen im IKT-Sektor zurückzuführen.

Quelle: Telenor

JA, WO FAHREN SIE DENN?

Ob selbstfahrenden Fahrzeugen die Zukunft gehört, ist längst nicht mehr die Frage, sondern nur noch, wann sie da sind. Aber welche Märkte werden die autonomen Fahrzeuge als Erstes erobern? Einige Experten sehen hier die Schwellenländer vorn – eine auf den ersten Blick überraschende und nicht unumstrittene These.

— von Denis Dilba





Wie die Mobilität von morgen idealerweise aussehen sollte, ist klar: gern elektrisch angetrieben, natürlich mit Strom aus erneuerbaren Energien – und in großen Teilen autonom. Denn wenn die rapide wachsenden urbanen Regionen der Schwellenländer ihren Mobilitätshunger künftig mit herkömmlich motorisierten Autos stillen, ist das Anfang November 2016 in Kraft getretene Klimaabkommen von Paris schlicht nicht umsetzbar. Solche emissionsfreien, selbstfahrenden Fahrzeuge sorgen in den wachsenden Megacities aber nicht nur kurzfristig für bessere Luft und langfristig besseres Klima. Selbstfahrende Busse oder Autos im Flottenverbund für den öffentlichen Nahverkehr könnten in den wuchernden Metropolen künftig auch dafür sorgen, dass der Verkehr wieder fließt. Da sie effizienter betrieben werden können, sinkt die Anzahl der Fahrzeuge in der Stadt, Straßen wären nicht mehr so verstopft. Heutzutage sind kilometerlange Staus die Regel.

Pragmatische Entscheidungen in Schwellenländern

Aber ist es realistisch, dass Schwellenländer ihren Nachholbedarf beim Verkehr direkt mit neuester Technologie decken werden? Nicolai Müller, Autoexperte bei der Unternehmensberatung McKinsey & Company, ist da skeptisch: „Die fehlende Infrastruktur ist ein gewichtiges Hemmnis für neue Technologien wie die E-Mobilität und das autonome Fahren.“ Sie müsse daher Stück für Stück entwickelt werden. „In Schwellenländern werden sich Elektroautos und autonom fahrende Fahrzeuge erst später durchsetzen als in Regionen wie Europa, den USA oder China“, sagt Müller.

Das sieht Toyotas Technik-Pressesprecher Dirk Breuer grundsätzlich ähnlich, verweist allerdings auch auf einen Vorteil vieler Schwellenländer: „Im Gegensatz zum fast schon überregulierten Deutschland fallen Entscheidungen in Schwellenländern oft schnell und pragmatisch“, sagt Breuer.

Manche Experten halten es daher durchaus für möglich, dass die autonome Fahrzeugtechnik in Schwellenländern schneller umgesetzt wird als in Europa und den USA. Gerade Indien und China könnten ihre Infrastrukturprojekte schnell und zielgenau auf die autonome

EFFIZIENTE TECHNIK FÜR SCHWELLENLÄNDER



Unabhängig von der Frage, ob sich selbstfahrende Autos in Schwellenländern zukünftig besonders schnell verbreiten oder nicht, werden dort auch konventionelle Fahrzeuge in zunehmendem Maße zugelassen. Grund genug für Schaeffler, auch hierfür effizienzsteigernde Lösungen anzubieten.

Gerade in Asien und Lateinamerika wird der Individualverkehr größtenteils mit Mopeds und Motorrädern bewerkstelligt. Für diese bietet Schaeffler zahlreiche neu entwickelte Komponenten wie Kettenspanner und Zahnkette, Starterfreilauf und speziell gedichtete Lager an. Diese Innovationen reduzieren nicht nur die Reibung und den Verschleiß, sondern auch das Gewicht und den benötigten Bauraum.

Dass sich auch im Pkw-Bereich mit kostengünstigen Technologien zehn Prozent CO₂-Emissionen einsparen lassen, beweist zum Beispiel das Schaeffler-Demofahrzeug „Efficient Future Mobility India“. Elektronisches Kupplungsmanagement, variable Nockenwellenverstellung und ein Thermomanagement-Modul optimieren hier den Verbrauch.



ÜBER 500 MIO. \$

investiert GM in den Fahrdienstleister und Uber-Konkurrenten Lyft.

VON 2021

an will Ford **selbstfahrende Taxis** auf den Markt bringen – ohne Lenkrad, ohne Bremse und ohne Gaspedal.

RD. 60 MRD. \$

pro Jahr könnten allein US-Versicherer bis zum Jahr 2040 durch die zunehmende **Autonomisierung des Autoverkehrs** und den damit einhergehenden Rückgang an Unfällen einsparen.

Quelle: KPMG

Technik ausrichten, sagte die Analystin Rebecca Lindland von der amerikanischen Branchenberatungsfirma Kelley Blue Book kürzlich in einem Interview.

**China wartet ungeduldig,
die alte Welt nicht**

Die Bevölkerung in den Schwellenländern würde die neue Technologie jedenfalls begrüßen. Das hat die aktuelle Studie „Automobilbarometer 2016“ des auf Auto- und Konsumgüterkredite spezialisierten Instituts Commerz Finanz GmbH ergeben. Bei der Befragung von

8.500 Verbrauchern aus 15 Ländern kam heraus, dass China mit 91, Brasilien mit 73 und Mexiko mit 69 Prozent Zustimmung auf die Frage „Würden Sie ein autonomes Auto nutzen wollen?“ ein überdurchschnittlich hohes Interesse an der Zukunftstechnologie zeigen.

Ganz im Gegensatz zu den Ländern, die die Technologie maßgeblich entwickeln. Die Zustimmungswerte für Deutschland liegen bei mageren 44 Prozent, Großbritannien mit 36 und die USA mit nur 32 Prozent unterbieten diesen Wert sogar noch einmal. Diese Zahlen belegen, dass sich das Auto in seiner modernsten Variante in den befragten Schwellenländern sicherlich leichter durchsetzen wird als anderswo, schreiben die Autoren der Commerz-Finanz-Studie. Das meint auch US-Analystin Lindland, die noch ein weiteres Argument für eine schnelle Einführung nennt: Wer noch nie ein eigenes Auto besessen habe, der würde sehr wahrscheinlich bei einem auf autonomen Fahrzeugen basierten Mitfahrdienst nichts vermissen. Genau darauf setzen auch die beiden US-Branchenriesen Uber und Lyft, die beide die Entwicklung autonomer Autos mit vorantreiben und nun beginnen, die neuen Märkte zu sondieren: So ist Uber seit letztem Jahr verstärkt auf dem afrikanischen Markt aktiv.

Autonom gleich billig fahren?

Die höheren Anschaffungskosten der autonomen Fahrzeuge würden sich laut Experten nicht auf die Nutzer niederschlagen. Die jeweiligen Fahrdienst-Anbieter holen diese Kosten langfristig durch eine hohe Nutzungsdauer und eingesparte Personalkosten wieder herein. Für die meisten Menschen wird es daher deutlich günstiger, ein autonomes Auto auf Bedarf zu rufen als eines zu besitzen. Auch das könnte einer Verbreitung in Schwellenländern zugutekommen.

Der Kostenfaktor müsste doch auch im Westen greifen, sollte man meinen. Forscher der Columbia University in New York haben berechnet, dass der Preis für eine Taxifahrt in New York pro Meile von heute rund vier Dollar durch den günstigeren Betrieb einer selbstfahrenden Taxiflotte auf einen halben Dollar fallen könnte. Das heißt: Der Durchschnittsamerikaner, der rund 12.000 Meilen mit dem Auto zurücklegt, zahlt für diese Strecke im Robotertaxi 6.000 Dollar. Schwer, das mit dem eigenen Auto zu unterbieten. Dennoch: In den Regionen, in denen das traditionelle Auto bereits fest im Lebensstil verankert ist, dürfte der Wechsel auf die neuen Technologien langsamer erfolgen, da dort Gewohnheiten und Traditionen die Veränderungen bremsen, folgert die Commerz-Finanz-Studie.

Spätestens im Jahr 2035 seien autonom fahrende Autos aber weltweit etabliert – das prognostiziert zumindest das Strategieberatungsunternehmen

Oliver Wyman. Zwischen 20 und 30 Prozent der globalen Fahrzeugproduktion könnten dann teil- und vollautomatisierte Fahrzeuge ausmachen. Viel Zeit, sich darauf vorzubereiten, bleibt also nicht mehr: „Für Automobilhersteller kommt es jetzt darauf an, die neuen Wertschöpfungsmöglichkeiten durch strategische Partnerschaften abzudecken, während Zulieferer sich darauf konzentrieren sollten, modernste Technologie zu wettbewerbsfähigen Preisen bereitzustellen“, sagt Juerger Reiner, Automobil-Experte bei Oliver Wyman. „Die erfolgreichsten Spieler werden die Anforderungen der Fahrzeugnutzer, die Entwicklung der gesetzlichen Regelungen und der Versicherungsbestimmungen antizipieren und maßgeschneiderte Lösungen anbieten.“

Das Wissen um Kulturen ist sehr wichtig

Rainer Kurek, Chef des Technologieberatungsunternehmens Automotive Management Consulting im oberbayerischen Penzberg, warnt in diesem Kontext davor, die heute noch vergleichsweise kleinen regionalen Hersteller in den Schwellenländern zu unterschätzen. „Das Wissen über den kulturellen Hintergrund des Landes und damit um die Bedürfnisse der Kunden ist extrem viel wert – ob insbesondere die chinesischen Hersteller auf Dauer so erfolgreich wie heute bleiben, wage ich zu bezweifeln.“ Autonome Autos und auch alle anderen Formen der Mobilität werden sich Kureks Meinung nach nur durchsetzen, wenn der Kundennutzen für den jeweiligen Markt exakt herausgearbeitet wurde. Für ihn seien daher Kommunikation und Kooperation die beiden wichtigsten Themen bei der Konzipierung neuer Produkte für die wachsenden Märkte in den Schwellenländern.

„Mit den Menschen vor Ort zu sprechen, sie und ihre Bedürfnisse zu verstehen, braucht Zeit, die wir vor dem Hintergrund des Klimawandels eigentlich nicht haben“, sagt Kurek. „Aber anders wird es nicht funktionieren – ich würde mir auch nicht vorschreiben lassen, welches Auto ich brauche.“



DER AUTOR

Als Motivationstrainer für die GSG 9 könne sie sich ihn gut vorstellen, hatte **Denis Dilbas** Karriereberaterin ihm einst gesagt. Oder in einem UN-Thinktank. Optimale Voraussetzungen also, „irgendwas mit Medien“ zu machen. Und so gab der Diplom-Ingenieur seine Karriere als Automobilentwickler auf, absolvierte die Deutsche Journalistenschule in München, gründete die Fail Better Media GmbH und schrieb fürderhin für wichtige Wissenschaftstitel und -seiten. Für „tomorrow“ porträtiert die Dilba auch fünf Vordenker der Mobilität (ab S. 28).

DIE ZUKUNFT WOHNT IN DER STADT

Die Verstärkung der Gesellschaft wird unsere Zukunft maßgeblich beeinflussen – da ist sich die Mehrheit der Trendforscher einig. Eine umfangreiche Studie der Unternehmensberatung PwC zeigt auf, warum London, Singapur und Toronto für die anstehenden Herausforderungen am besten gerüstet sind und welche Metropolen den größten Nachholbedarf haben. Drei Faktoren, die auch in der Unternehmensstrategie von Schaeffler eine zentrale Rolle spielen, gelten hier als entscheidend: Digitalisierung, Innovationsfreude und Mobilität.

— von Carsten Paulun

Buchstäbliche Wolkenkratzer in Shanghai: Die chinesische Megacity kommt im PwC-Stadtvergleich nur auf Rang 21. Sie kann einzig als Messezentrum und Verkehrsdrehscheibe herausstechen

— Lian Chen ist gerade 32 geworden. Mit seiner Frau Xiaomeng (29) und seiner Tochter Laura (9) ist er vor sieben Monaten aus einem Dorf in die chinesische Millionen-Metropole Shanghai gezogen. Er war mit Leib und Seele Bauer, wie sein Vater und sein Großvater. Wie alle Eltern sich für ihre Kinder ein besseres Leben wünschen, möchten auch Lian und Xiaomeng, dass ihre Tochter es weniger beschwerlich haben wird als sie selbst. Nicht, dass sich die Chens über ihr früheres Leben beklagen. Sie vermissen aber eine Perspektive. Vor allem für ihre Tochter. Lian fährt jetzt Taxi, Xiaomeng arbeitet in einer Näherei. Sie sind jetzt glücklicher als früher, vor allem, weil ihre Tochter eine Chance auf eine bessere Zukunft hat. Eine Zukunft mit Bildung, Krankenversorgung und vielleicht etwas Wohlstand.

Gefahr durch gesellschaftliche Schieflage

So wie die Chens handeln Millionen Menschen weltweit. Sie ziehen in die Stadt, auf der Suche nach ihrem ganz persönlichen Glück und zumindest einem kleinen bisschen Wohlstand. Beides ist auf dem Land immer seltener zu finden. Von medizinischer Versorgung, Komfort und – ja, auch das ist wichtig – Entertainment ganz zu schweigen. Das trifft auf Afrika genauso zu wie auf den Süden Italiens oder ländliche Gebiete in Ostdeutschland.

Die große Landflucht stellt Metropolen wie Paris, New York, Rio de Janeiro, Shanghai, Johannesburg oder Sydney vor mächtige Herausforderungen. Es gilt, wirtschaftliche und soziale Komponenten gleichermaßen zu berücksichtigen und möglichst viele Menschen am Erfolg teilhaben zu lassen – sonst drohen gesellschaftliche

Schieflagen und katastrophale Missstände wie in Lagos, dem Schlusslicht der Studie (siehe Seite 27). Armut ist ein großes Problem in vielen Städten. Auch in Jakarta. Und wo es an Geld fehlt, fehlt es an Bildung. „40 Prozent unserer jüngeren Einwohner können es sich nicht leisten, zur Schule zu gehen“, klagt Pak Ahok, Gouverneur von Indonesiens Hauptstadt. Das fehlende Geld spiegelt sich aber auch im Straßenverkehr wider. Wegen der leeren Kassen wurde viel zu spät begonnen, einen kostengünstigen öffentlichen Nahverkehr einzurichten. „Daher gibt es in Jakarta 17,5 Millionen Fahrzeuge, darunter 13 Millionen Mopeds“, so Pak Ahok weiter. Die Folge: dicke Luft – in vielerlei Hinsicht. Eine Stadt ist wie ein Getriebe. Ein Zahnrad greift ins andere.

Ein wichtiger urbaner Impulsgeber ist eine fruchtbare, breit gefächerte Innovationskultur. Daher sei es auch Aufgabe der Stadtväter, diese mit entsprechenden Rahmenbedingungen zu hegen und zu pflegen, fordert der italienische Architekt und Urbanisierungsexperte Carlo Ratti vom renommierten Massachusetts Institute of Technology (MIT). Innovationen bringen Arbeitsplätze, Arbeitsplätze bringen Geld. Das Geld bezahlt Schulen, Straßen, Sozialleistungen, öffentlichen Nahverkehr – sprich Lebensqualität. Und diese Lebensqualität lockt neue Innovationstreiber in die Stadt. So die Kurzfassung urbaner Prosperität. Bestens zu bewundern in London, Singapur und Toronto, den drei Top-Playern des aktuellen PwC-Rankings.



LONDON STARKER SPITZENREITER MIT SCHWÄCHEN BEIM VERKEHR

#1

London, der Spitzenreiter des diesjährigen PwC-Rankings, macht in den Augen der Studienverfasser „viele Dinge richtig und ruht sich nicht auf den Lorbeeren aus“. Die britische Hauptstadt ist ein **Quell an Innovationen und Fachkräften**. Außerdem verfügt die Themse-Metropole über die größte wirtschaftliche Schlagkraft und glänzt als Messestandort und internationales Verkehrsdrehkreuz. Sehr gut bestellt

ist es auch um die „Technologiebereitschaft“ (Platz 2 hinter Singapur).

Gut, aber nicht sehr gut ist London im Bereich urbane Mobilität und Infrastruktur aufgestellt – einem wichtigen Standortfaktor, sowohl für die Wirtschaft als auch für die Bürger. Schon jetzt finden **jeden Tag 31 Millionen Fahrten in London** statt – mit dem Fahrrad, dem Auto oder dem ÖPNV. Und in allen Bereichen will London investieren. In Neubau von Fahrrad-

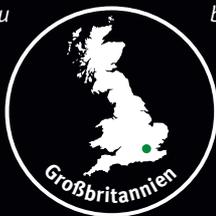
schnellstraßen, Park-&Ride-Plätzen und Bahnlinien ebenso wie den Ausbau und die Renovierung bestehender Bahnverbindungen und Straßen. Die Digitalisierung soll außerdem helfen, die Mobilität effizienter zu machen. Schon jetzt haben laut dem Jahresbericht des Londoner Verkehrsamtes 8.200 Entwickler die Daten der Behörde genutzt, um rund 500 Apps zu entwickeln, die 40 Prozent aller Londoner dazu nutzen, sich schneller und besser in ihrer Stadt zu bewegen. Das

Die 1863 in Betrieb genommene Tube ist die älteste U-Bahn der Welt und Londons wichtigstes Verkehrsmittel



hilft auch der Umwelt, einem weiteren Schwachpunkt Londons.

Ein großes Problem des Nahverkehrs: Er ist **zu teuer – wie so vieles in der Stadt**. Ein nicht zu unterschätzender Malus: Exorbitant hohe Wohn- und Lebenshaltungskosten sind kein schmackhafter Köder beim Fischen nach Fachkräften. Ein weiterer Faktor, der zu einem Fachkräftemangel führen könnte: der Brexit, der in der PwC-Studie generell nicht berücksichtigt ist. Wenn der Brexit Barrieren aufbaut, indem beispielsweise der



Zugang zum Arbeitsmarkt erschwert wird, könnte viel Innovationskraft verloren gehen. Charles Wiles, Eigentümer der App-Schmiede Zzish und Brexit-Gegner, formuliert es bei LinkedIn so: „Ich arbeite seit 20 Jahren in der Tech-Branche in London, für große Firmen wie Google oder Toshiba ebenso wie für Start-ups. Überall war es für den Erfolg ein **entscheidender Faktor, dass wir Talente aus allen Teilen der Welt**, aber insbesondere aus Europa zu uns ziehen konnten. Ohne diese Talente würden die Firmen in arge Probleme kommen oder gar scheitern.“

Einwohner 2016 8.500.000
Progn. Einw. 2040 10.400.000
Fläche 1.572 km²
Gegründet 50 n. Chr.
Seit 2001 ist der Eintritt in alle staatlichen Museen kostenlos



Bildung und Innovation, Messen und Tourismus, Wirtschaftlicher Einfluss



Kosten, Transport und Infrastruktur, Nachhaltigkeit und Umwelt



DIE STUDIE

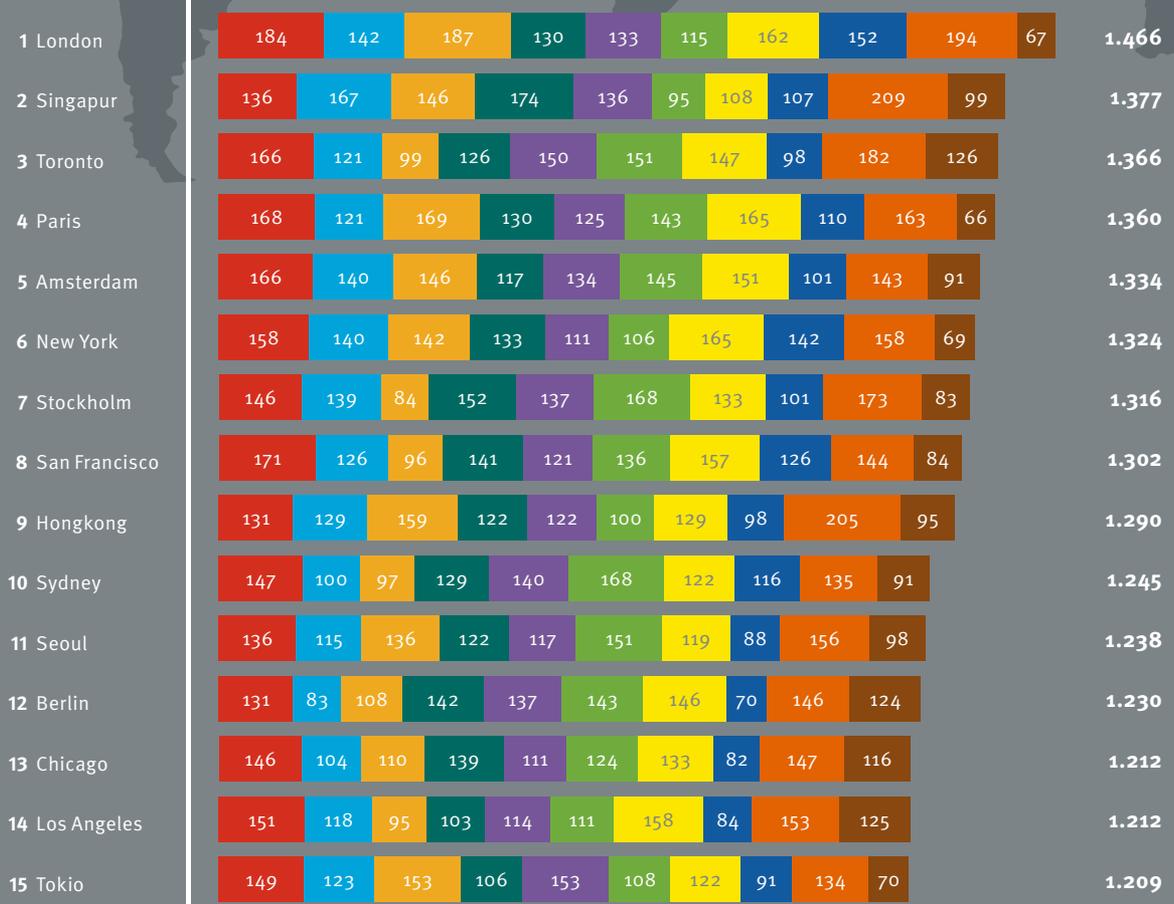
Seit mehr als 14 Jahren untersucht die Unternehmensberatung PricewaterhouseCoopers (PwC) ausgesuchte Großstädte weltweit in der Studie „Cities of Opportunity“. Jeweils zwei Jahre tragen 15.000 Mitarbeiter die Kerndaten ausgesuchter Städte zusammen und erstellen ein umfangreiches Ranking.

Die aktuelle Studie von 2016 vergleicht 30 Metropolen von Amsterdam bis Toronto, von Sydney bis Johannesburg. Die unten stehende Grafik zeigt die Top 15 plus das Schlusslicht Lagos. Ausgewertet werden 67 unterschiedlichste Kriterien, die in den folgenden zehn Kategorien zusammengefasst sind:



Die komplette Studie als PDF

- **Intellektuelles Kapital und Innovation**
- **Nachhaltigkeit und Umwelt**
- **Technologiebereitschaft**
- **Demografie und Lebensqualität**
- **Attraktivität für Messe und Tourismus**
- **Wirtschaftskraft**
- **Verkehr und Infrastruktur**
- **Bedingungen für Geschäftstätigkeit**
- **Kosten**
- **Gesundheit, Soziales und Sicherheit**



SINGAPUR REICH UND ZUGEKNÖPFT

#2

Singapur ist anders. Anders als London, anders als Toronto. Singapur ist schwül-

heiß. **Singapur ist eng.** Enger als fast jede andere Metropole auf der Welt. Obwohl sich die Landmasse durch Aufschüttungen in den letzten 50 Jahren um fast 50 Prozent vergrößert hat, hocken 7.654 Einwohner auf einem Quadratkilometer. In Berlin sind es halb so viele. Was Singapur ebenfalls von vielen anderen Metropolen unterscheidet: Der **Stadtstaat ist reich**, die Verwaltung ist so effizient strukturiert wie ein Konzern. Auch die Bevölkerung ist gut situiert. Fast 200.000 Dollar-Millionäre leben in Singapur, beim Pro-Kopf-Einkommen zählt man zu den Top Ten auf der Welt.

Allerdings gibt es auch Schattenseiten: viele **Billigarbeiter aus ärmeren Nachbarländern** werden teilweise sklavisch ausgebeutet.

Und das Demokratieverständnis in dem Einparteiensstaat ist nicht sehr ausgeprägt. Strenge Gesetze und rigorose Bestrafungen halten die Bürger auf Kurs, die Kriminalitätsrate ist gering. Firmen hingegen können sich in Singapur überdurchschnittlich frei entfalten und profitieren wie die Bürger von niedrigen Steuersätzen – zwei weitere Stärken der Stadt laut PwC-Studie.



Viel Geld aus dem kerngesunden Staatssäckel fließt in die Bereiche Transport und Verkehr. **Singapurs Hafen ist der zweitgrößte der Welt** nach Shanghai, die Hälfte des weltweiten Petroleumhandels wird hier abgewickelt. In einem beneidenswerten Zustand sind auch die Straßen – und recht staufrei. Zum einen, weil Singapur 1975 als erste Stadt weltweit eine City-Maut eingeführt hat, zum anderen, weil schon ein Kleinwagen so teuer ist wie anderswo eine Luxuslimousine. Die Alternativen: Eines der 28.000 erstaunlich preiswerten Taxen schnappen, oder das ÖPNV-Angebot in Anspruch nehmen. Durch den Ausbau des Wegenetzes soll das Fahrrad attraktiver werden.

Sehr gut ausgebaut ist bereits das Kommunikationsnetz für schnelles Internet. Das gibt Pluspunkte im Bereich „technologische Bereitschaft“. Allerdings wird daraus zu wenig Kapital geschlagen: Das strikt durchstrukturierte **Singapur schwächelt im Bereich Innovationen**. Frischer Geist durch Zuwanderung wird durch hohe Hürden bei der Zuwanderung geblockt. Diese Schranken könnten auch das Demografieproblem Singapurs zuspitzen. Wenn die Stadt nicht gegensteuert, wird sich der Anteil der über 65-Jährigen bis 2030 verdoppeln.

Einwohner 2016 5.500.000

Progn. Einw. 2040 6.200.000

Fläche 718 km²

Gegründet 7. Jahrhundert n. Chr., seit 1965 unabhängiger Stadtstaat
62 Inseln bilden das Staatsgebiet



Technologiebereitschaft, Verkehr und Infrastruktur, Bedingungen für Geschäftstätigkeit



Nachhaltigkeit und Umwelt, Bevölkerungsstruktur, Intellektuelles Kapital und Innovationen

Gute Aussichten: Vom Infinity-Pool des Hotels Marina Bay Sands blickt man auf die gut aufgestellte Verkehrs- und Wirtschaftsmetropole Singapur

Einwohner 2016 2.600.000

Progn. Einw. 2040 3.300.000

Fläche 630 km²

Gegründet 1793

Peter Ustinov: „Toronto ist wie ein von Schweizern geführtes New York“



Gesundheitswesen und Sicherheit, Kosten, Nachhaltigkeit und Umwelt, Bildung und Innovation



Messen und Tourismus, Transport und Infrastruktur, Wirtschaftskraft

Blick vom Ontariosee auf die Skyline von Toronto. Herausstechendes Merkmal: der 550 Meter hohe CN Tower, einst das höchste Gebäude der Welt

TORONTO DIE VERKANNTEN GRÖSSE

#3

London glänzt als Innovationstreiber und globaler Wirtschaftsmotor, Singapur als Technologieführer und Geschäftsförderer. Und das drittplatzierte Toronto? Laut der PwC-Studie ist die kanadische 2,6-Millionen-Einwohner-Stadt in keiner Kategorie absolute Spitze. Entscheidend ist aber: **Toronto ist ein Allrounder**, verbucht viele Topergebnisse und leistet sich keine Schwächen. Der Multikulti-Schmelztiegel (50% der Einwohner sind im Ausland geboren) ist nach New York der zweitwichtigste Finanzplatz Amerikas und gehört weltweit zu den Top Ten.

Auch in den **zukunftsweisenden Hightech-Sparten** Biowissenschaft sowie Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) ist Toronto stark aufgestellt. Und: Jeder Dritte Arbeitnehmer hat einen Hochschul-

abschluss. Wen wundert es da, dass das „Intelligent Communities Forum“ Toronto regelmäßig zu den „Intelligentesten Städten der Welt“ zählt. Das soll so bleiben: Allein die Zahl der IKT-Kräfte soll laut einem Arbeitsmarktbericht bis 2019 um 52.700 Menschen auf dann fast eine Viertelmillion ansteigen.

Viele dieser Stellen könnten durch eigenen Nachwuchs besetzt werden. Toronto verweist nicht ohne Stolz darauf, 2014 in der Studie „Youthfulcities“ zur **jugendfreundlichsten Stadt der Welt** ernannt worden zu sein. Vieles, was Toronto so attraktiv macht, kommt gerade bei jungen Menschen gut an: innovative und kreative Arbeitsplätze, guter öffentlicher Nahverkehr, schnelles und bezahlbares Internet und digitale Dienste, attraktive Lage am

Wasser und eine lebendige Musik-, Film- und Kulturszene.

Trotz der beneidenswert guten Rahmenbedingungen hat es Toronto geschafft, bei den Kosten – gemeint sind vor allem Lebenshaltungs- und Lohnkosten – in der PwC-Studie auf Platz zwei zu rangieren, gleich hinter Johannesburg. Es spricht also vieles dafür, nach Toronto zu ziehen. 100.000 Menschen tun dies jedes Jahr. Viele Neuzuwanderer zieht es in den Speckgürtel. Die „Greater Toronto Area“ soll von 6,6 **auf über 9,4 Millionen Einwohner im Jahr 2040 wachsen**. Das stellt auch Verkehrsplaner vor neue Herausforderungen. Denn bislang ist nur das Wegenetz ins Zentrum State of the Art, die Anbindung der Randbezirke untereinander ist jedoch Stückwerk.

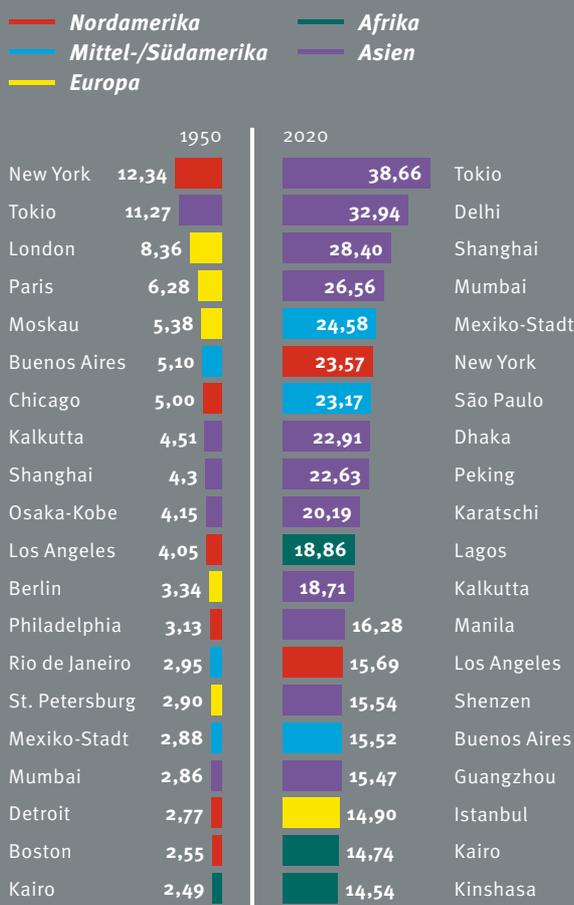


MEGATREND URBANISIERUNG

AFRIKA UND ASIEN LEGEN VOR

97,6% aller Japaner werden 2050 voraussichtlich in Städten leben – absolute Weltbestmarke. Aber auch der globale Durchschnitt manifestiert den Trend zur Urbanisierung: 66,5% aller Erdenbürger werden laut Berechnungen der Vereinten Nationen Mitte dieses Jahrhunderts in einer Stadt wohnen. Während sich die Urbanisierung im überwiegenden Teil der industrialisierten Welt abschwächt, nimmt sie in Schwellen- und Entwicklungsländern signifikant zu. Der Anteil Asiens und Afrikas am urbanen Wachstum liegt bei 90 Prozent. China soll 2050 einen Urbanisierungsgrad von 75 Prozent erreicht haben. Zum Vergleich: 1950 lag der Wert bei 12%. Indiens Metropole Delhi – 1950 nicht unter den 20 Top-Städten der Welt vertreten – wird 2050 mit über 30 Mio. Einwohnern die zweitgrößte Stadt hinter Tokio sein.

Die 20 größten Städte der Welt (in Millionen Einwohner)



Prognose: Vereinte Nationen

» Man sollte die Städte auf dem Lande bauen, da ist die Luft besser

Henri Bonaventure Monnier

GIGA-METROPOLREGION



Über 100 Millionen Menschen im Perfluss-Delta mit den Millionenstädten Guangzhou, Hongkong, Shenzhen, Dongguan, Foshan, Jiangmen, Huizhou, Zhongshan und Zhuhai wohnen auf einer Fläche, die in etwa der von Baden-Württemberg entspricht.

14 Mio.

Menschen leben in Los Angeles. Sie haben **viertel so viel Platz** wie die 18 Mio. Einwohner Mumbais – ein typisches Beispiel für die Enge in ärmeren Megacities.

MEGATREND URBANISIERUNG

STÄDTE ALS WIRTSCHAFTSMOTOR

Die Wirtschaftskraft einiger Megastädte ist mittlerweile so groß wie die von einzelnen Ländern. Daher erfassen Volkswirte neben dem Brutto-Inlandsprodukt (BIP) mittlerweile auch das Brutto-Urban-Produkt (BUP). Das BUP der chinesischen 11-Millionen-Einwohner-Metropole Guangzhou beispielsweise ist mit 271 Mrd. Dollar höher als das BIP von Finnland (270 Mrd.) Allerdings hat Guangzhou auch doppelt so viele Einwohner.

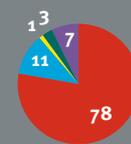
Die BUP-Top 5 im Jahr 2030 in Milliarden US-Dollar

1 Tokio	2.380
2 New York	2.225
3 London	1.268
4 Shanghai	1.093
5 Osaka	928

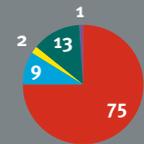


MOBILITÄT IN DEN STÄDTEN

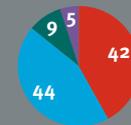
Anteile zurückgelegter Wege nach Fortbewegungsmittel in Großstädten 2013 (in Prozent)



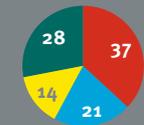
Los Angeles



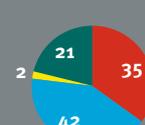
Melbourne



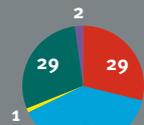
Johannesburg



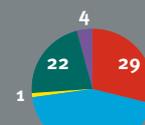
München



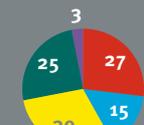
London



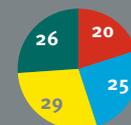
São Paulo



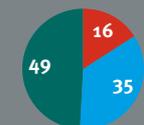
Singapur



Kopenhagen



Shanghai



Istanbul

MAKROTREND „GREENING“

Eine stabile, breite Mittelschicht bildet das Rückgrat einer gesunden Stadt. Und die dazu gehörenden Menschen haben einen veränderten Wertekanon mit einem immer stärker ausgeprägten ökologischen Bewusstsein. Das sollte sich auch in der Städteplanung widerspiegeln: Aus Grey Citys sollen Green Citys werden. Die norditalienische Industriestadt Mailand hat diesen Wandel vollzogen. 320 Hektar innerstädtische Grünflächen sind entstanden, ebenso 140 Kilometer Radwege. In der Innenstadt wurde tagsüber ein Fahrverbot für Pkw verhängt.

Architektonisches Symbol für den Wandel ist der „Bosco Verticale“ („Vertikaler Wald“): Der mit Tausenden Bäumen und Sträuchern bewachsene Wohnkomplex wurde 2014 als innovativstes Hochhaus der Welt ausgezeichnet.





So chaotisch wie auf diesem Bild präsentiert sich Lagos in allen Lebensbereichen

LAGOS SCHLUSSLICHT OHNE HOFFNUNG

Nigeria ist ein reiches Land, doch die Bevölkerung ist arm. Die Gewinne aus den ergiebigen Erdölfeldern **versickern in der Korruption**. Der bevölkerungsreichste Staat Afrikas leidet zusätzlich unter Terrorismus. Die größte Stadt ist mit gut 15 Millionen Einwohnern Lagos – der Verlierer der PwC-Studie. Und es ist eine hausgemachte Niederlage. Denn das beste Wirtschafts- und Beschäftigungswachstum in diesem Vergleich mit Raten von 6,5 und 6,2 Prozent beweist das Potenzial der Stadt. Doch die Stadt investiert zu wenig, vor allem in Bildung und Wissen. Es gibt kaum

Internetverbindungen, kaum frei zugängliche Bibliotheken und Universitäten, kaum Rechtssicherheit. In keiner anderen Stadt dieser Studie ist es schwerer, sein geistiges Eigentum zu schützen. Ein Gesundheitssystem ist kaum vorhanden, **Krankheiten breiten sich rasend schnell aus**. Senioren sind sich und ihren Familien überlassen. In keiner anderen Stadt herrschen mehr Gewalt und Kriminalität. Und die Stadt bietet für die breite Bevölkerung nichts, was sie le-

benswert macht: keinen öffentlichen Personenverkehr, keine bezahlbare Unterhaltung, keine Parks. Lagos ist **für Menschen wie für Firmen gleich attraktiv: nämlich gar nicht**.

Hochschullehrer, Fachpersonal, Ingenieure – alle verlassen die Stadt. Nur das Öl zieht internationale Firmen nach Lagos. Die Exporteinnahmen des Erdöls führen zu einem

kontinuierlichen Anstieg der Preise und Lebenshaltungskosten. Deshalb zählt Lagos mittlerweile zu den teuersten Städten Afrikas.

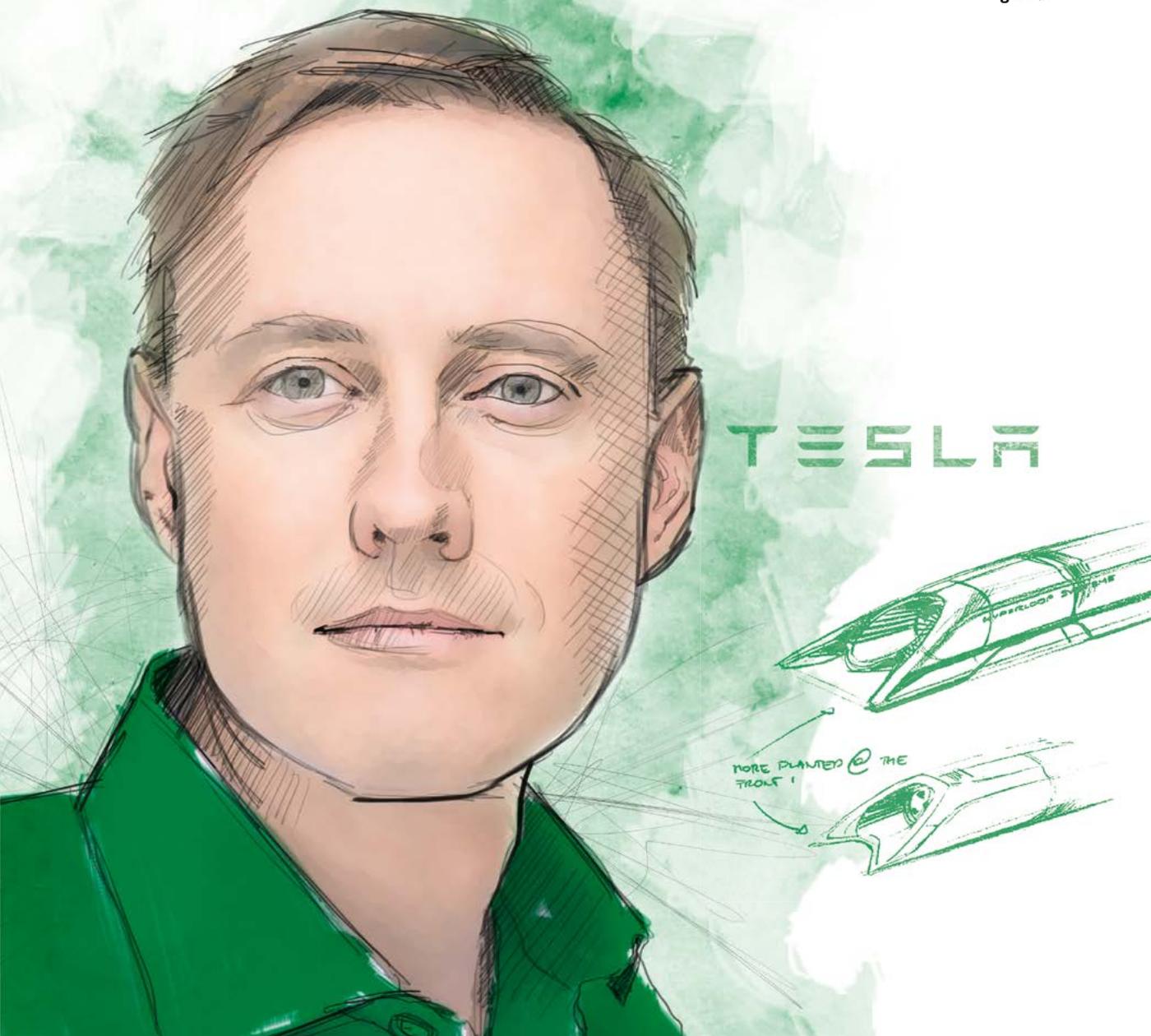


Nigeria

DIE VORDENKER DER MOBILITÄT

Staus, Stress, Parkplatznot, CO₂-Emissionen, Feinstaub und Verkehrsoffer – das sind die negativen Schlaglichter des Straßenverkehrs im Jahr 2016. Wissenschaftler und Branchenexperten sagen vorher, dass sich dieses Bild in weniger als zehn Jahren verändern wird: Wir rufen selbstfahrende Elektroautos per Handy, sie bringen uns entspannt ans Ziel, während wir Zeitung lesen, E-Mails checken oder Filme schauen. Parken müssen die emissionsfreien Fahrzeuge, die nur an der E-Zapfsäule stoppen, nicht: Der nächste Fahrgast will befördert werden. Ob es so kommt, wissen wir nicht, wohl aber, dass die Mobilität für morgen eine andere sein wird als die von heute. „tomorrow“ stellt fünf digitale Masterminds vor, die mit ihren Visionen wichtige Impulse geben – und damit auch anecken.

— von Denis Dilba



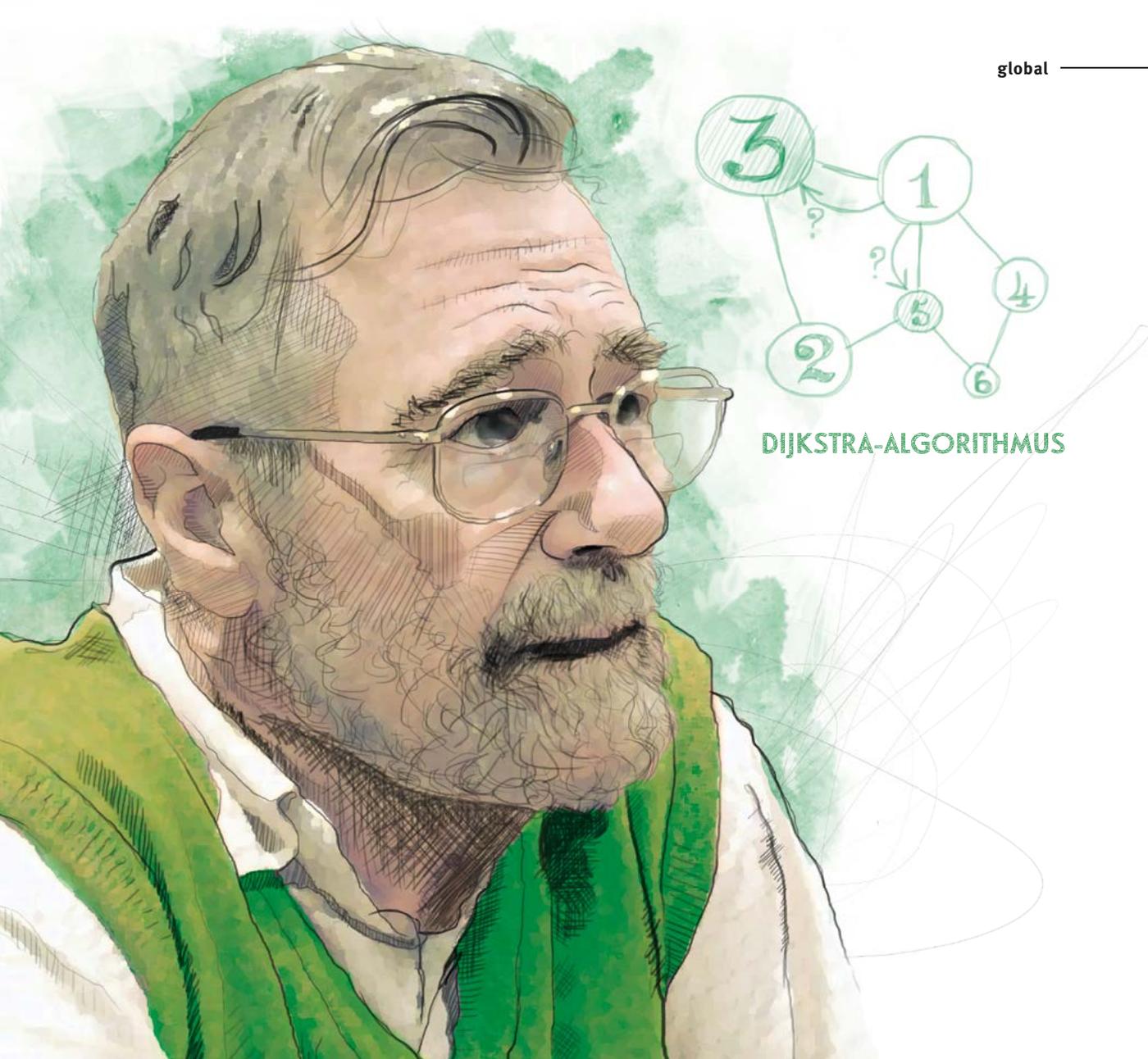
DER VISIONÄR

Elon Musk hätte sich mit 28 Jahren bereits bequem zur Ruhe setzen können: Umgerechnet rund 22 Millionen Euro erhielt er beim Verkauf des von ihm und seinem Bruder aufgebauten Unternehmens Zip2 Corporation. Der Onlinedienst ermöglichte es Verlagen, regionale Karten und Adresslisten im Internet zu veröffentlichen. Eine ruhige Kugel zu schieben ist dem 1971 im südafrikanischen Pretoria geborenen Musk aber wesensfremd. Es folgte eine bis heute andauernde atemberaubende Karriere: PayPal, SpaceX, Tesla Motors. Musks Elektro-Sportwagen haben die gesamte Automobilbranche in Aufruhr versetzt. Ohne Tesla, sagte General-Motors-Vize Bob Lutz, hätte es den Chevy Volt nicht gegeben. „Wenn ein Silicon-Valley-Start-up das schafft, kann mir keiner mehr sagen, ein Elektroauto zu bauen wäre nicht machbar.“ Nachdem Musk mit dem Model X nun auch schon einen Elektro-SUV präsentiert hat, will er mit dem kleineren und günstigeren Model 3 ab 2018 den Massenmarkt erobern. Ob Musk, der in Pennsylvania Wirtschaft und Physik studiert hat, wie beim ersten Tesla-Modell mitkonstruiert hat, ist nicht überliefert. Immerhin fordern andere visionäre Mobilitätsprojekte wie SpaceX, ein 100-Personen-Transportmodul für Reisen zum Mars, oder der Überschallzug Hyperloop ebenfalls Zeit. Zuzutrauen ist dem Perfektionisten der Spagat aber: Er soll 80 bis 100 Stunden pro Woche arbeiten.

DER ZÄHE

Mit Extremen kennt sich **Travis Cordell Kalanick** aus: Sein erstes Start-up Scour, ein Filesharing-Dienst, sah sich Rekord-Schadensersatzklagen von rund 250 Milliarden US-Dollar der Musikindustrie gegenüber. Scour meldete Insolvenz an, Kalanick gründete weiter und ist heute Chef von Uber. Der App-Fahrdienst ist mit 63 Milliarden US-Dollar das am höchsten bewertete Start-up aller Zeiten. Ob das gerechtfertigt ist, muss Kalanick, dem der Ruf als aggressivster Mann im Silicon Valley vorausseilt, in den kommenden Jahren zeigen. Klar ist aber: Der von seinen Kunden für seinen Komfort und Nutzen weltweit gefeierte und von der Taxi-Industrie verurteilte Mobilitätsdienstleister ist eine der innovativsten Gründungen der Neuzeit und im besten Start-up-Sinne disruptiv. Die Onlineplattform vermittelt auf Knopfdruck Fahrgäste an Mietwagen mit Fahrer oder Privatpersonen mit eigenem Auto. Vor allem Letzteres ist in vielen Ländern wegen der fehlenden Versicherung für die Fahrgäste rechtlich umstritten. Der 1976 in Los Angeles geborene Studienabbrucher kämpft aber nicht nur mit dem „Arschloch namens Taxi“, wie Kalanick seinen Gegner nennt. Er bringt längst auch die gesamte Automobilindustrie zum Zittern: Uber arbeitet an selbstfahrenden Taxen. „Unsere Absicht ist es, Uber so effizient und Autos so anwenderfreundlich zu machen, dass es für die meisten Menschen günstiger ist, Uber zu fahren als sich ein eigenes Auto zu kaufen.“





DIJKSTRA-ALGORITHMUS

DER PIONIER

Der 2002 verstorbene Niederländer **Edsger Wybe Dijkstra** ist für die meisten Nicht-Informatiker ein Unbekannter. Was durchaus als Ungerechtigkeit der Geschichte betrachtet werden kann. Denn wir alle arbeiten täglich mit seiner Entwicklung: dem Dijkstra-Algorithmus, besser bekannt als der „Kürzeste-Weg-Algorithmus“. Er berechnet in GPS-Navigationsgeräten die spritsparendste Route, findet auf Google Maps den kürzesten Fußweg zum nächsten Café oder zeigt in einer App die schnellste Bahnverbindung zum gewünschten Ziel an. Aber auch bei der Optimierung der Wege von Datenpaketen durchs Internet und zur Beschleunigung von Framewechseln in Computerspielen kommt der Dijkstra-Algorithmus zum Einsatz. Damit ist er vermutlich einer der weltweit am häufigsten verwendeten Algorithmen. So effizient wie der Algorithmus arbeitet, hat ihn der 1930 in Rotterdam geborene Programmier-Pionier auch entwickelt: Während einer Kaffeepause auf einer Shoppingtour mit seiner Verlobten im Jahr 1956 – in 20 Minuten und ohne Stift und Zettel. Der bekennende Einzelgänger lehrte zunächst an der TU Eindhoven und später an der Universität von Texas in Austin gutes Programmieren. Dazu gehörte Dijkstras Meinung nach unbedingt Struktur im Code. Früh sah er voraus, dass Programme schnell unüberschaubar groß werden würden. Auch damit war der Träger des Turing Awards – des inoffiziellen Nobelpreises für Informatik – seiner Zeit weit voraus.



DER HOFFNUNGSTRÄGER

Wer seinen Job bei Apple in Kalifornien aufgibt und nach Wolfsburg zieht, wird entweder dazu gezwungen, mit viel sehr Geld gelockt – oder ist ein Überzeugungstäter. Bei **Johann Jungwirth**, seit Anfang November 2015 neuer Chief Digital Officer (CDO) der Volkswagen AG, überwiegt Letzteres – auch wenn der dreifache Familienvater sicherlich nicht schlecht verdient. Jungwirth trat den neuen Posten nämlich mitten in den Aufdeckungen des VW-Dieselskandals an. Eine Chance: Denn dann, ist der 1973 in Rumänien geborene Jungwirth sicher, „wird die Offenheit für Veränderungen am größten sein.“ Die wird er in den kommenden Jahren brauchen, das weiß er: Elektromobilität, Autos, die sich selbst steuern, und der Trend zur Shared Mobility sind im Kommen. „Rund 130 Jahre lang hatten wir im Automobilbau verwegend evolutionäre Schritte, jetzt stehen wir kurz vor einem exponentiellen Sprung“, sagt Jungwirth. Volkswagen werde sich zum Anbieter nachhaltiger Mobilität „on demand“ verwandeln. Jungwirth, der seine Karriere mit einem Elektrotechnikstudium an der Dualen Hochschule Stuttgart begann, treibt nicht weniger als die Demokratisierung des Autos an. Wirklich jeder soll davon profitieren können. „JJ“, wie er von seinen Kollegen genannt werden möchte, lebt den Wandel bereits vor: Jeden Morgen kommt er mit dem E-Golf zur Arbeit. „Tolles Fahrgefühl“, sagt er, „für mich gibt es keinen Weg zurück.“

DAS SUPERHIRN

Sebastian Thrun war schon vor dem Gewinn der Darpa Grand Challenge 2005 ein Überflieger: Dreifachstudium bis zum Vordiplom, mit 28 Jahren Doktor der Informatik und Statistik „summa cum laude“, Assistenzprofessor an der Stanford University. Aber erst nachdem der Forscher damals den umgebauten VW Touareg „Stanley“ als Ersten über die Ziellinie des Wettrennens für Roboterautos brachte, wurde er weltbekannt. Google-Gründer Larry Page beauftragte Thrun, das geheime Forschungslabor Google X aufzubauen. Dort wurden unter seiner Leitung unter anderem die Street-View-Autos entworfen. Der 1967 in Solingen geborene Thrun bildete damit die Grundlage für den Kartendienst Google Maps: eine Schlüsseltechnologie für das ebenfalls unter Thrun in den X-Labs entwickelte autonome Auto Google Car. Die Technologie wird den Straßenverkehr sicherer machen, so Thrun: „Ich freue mich schon auf die Zeit, wenn spätere Generationen zurückblicken und sagen werden, wie lächerlich es war, als Menschen Autos gesteuert haben.“ Serienreif sollen das autonome Auto aber andere machen. Thrun, der bei Google gelernt habe, „größer zu denken“, gab 2012 seine Professur auf und wurde Mitbegründer der Online-Akademie Udacity. Das US-Unternehmen wird mit einer Milliarde US-Dollar bewertet. Dass der digitale Bildungsmarkt wachsen werde, sieht nicht nur Thrun so: Bereits 2014 stieg der Medienkonzern Bertelsmann in das Unternehmen mit ein und erhöhte 2015 seine Beteiligung nochmals wesentlich.



OPAS RECHENMASCHINE

— Der Rechenschieber war bis in die 1970er-Jahre das Standard-Instrument von Naturwissenschaftlern und Ingenieuren. In der Schule, der Berufsausbildung oder im Job galt er mehr als drei Jahrhunderte lang als alltägliches, handliches und zuverlässiges Rechenggerät. Als Statussymbol aus der Hemdtasche ragend, sollte er seinem Träger auch eine gewisse geistige Größe attestieren. Aufbauend auf den Logarithmen des Schotten John Napier 1594 bastelte der Engländer Edmund Gunter bereits 1620 den ersten hölzernen Rechenstab. Erst die Rechenschieber ermöglichten den Bau von Dampf- und Verbrennungsmotoren. Im 20. Jahrhundert wurden rund 40 Millionen Rechenschieber hergestellt – aus Holz, Aluminium, Zelluloid, Bambus und Plastik. Sie halfen auch den Taschenrechner zu entwickeln – der schließlich in den 1970er-Jahren den Rechenschieber verdrängte. Damit hielt die Digitalisierung Einzug in den Alltag der Menschen. Doch auch der Taschenrechner ist längst abgelöst: Jedes Smartphone besitzt eine Rechen-App, hochkomplizierte Rechenvorgänge werden durch immer schnellere Supercomputer (siehe Grafik) erledigt. —



» Das Buch der Natur ist in
der Sprache der Mathematik
geschrieben Galileo Galilei

in bewegung

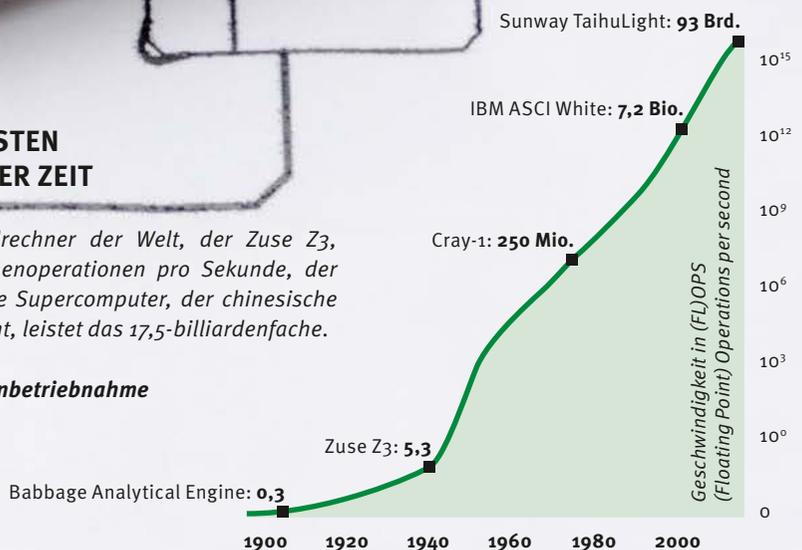
Innovationen im Laufe der Zeit



DIE SCHNELLSTEN RECHNER IHRER ZEIT

Der erste Digitalrechner der Welt, der Zuse Z3, schaffte 5,3 Rechenoperationen pro Sekunde, der schnellste heutige Supercomputer, der chinesische Sunway TaihuLight, leistet das 17,5-billiardenfache.

— Speed bei Inbetriebnahme



STEUERGERÄT





Früher unterschied sich das Lenkrad eines Rennwagens kaum von dem eines Serienautos, heute sehen sie aus, als stammten sie direkt aus einem Jet. Einblicke in vier Cockpits.

1987 AUDI COUPÉ QUATTRO

RALLYE



- 1 Blinker/Fernlicht
- 2 Markierung Lenkeinschlag
- 3 Scheibenwischer



Armin Schwarz „Beim Audi, mit dem ich 1987 Deutscher Rallyemeister geworden bin, unterscheidet sich das Lenkrad kaum von dem eines Serienautos. Es war ein einfaches Zweispeichen-Sportlenkrad. Oben am Lenkkranz gibt es

eine rote Markierung, mit der man immer den Lenkeinschlag im Blick hatte. Knöpfe hatte das Lenkrad nicht. Wie in der Gruppe A damals vorgeschrieben, haben wir für Funktionen wie Scheibenwischer oder

Blinker die serienmäßigen Lenkstockhebel verwendet. In der Armaturentafel gab es zahlreiche Anzeigen für Drehzahl und verschiedene Temperaturen, die der Fahrer im Auge halten musste. Dies ist bei den heutigen Rallyeautos stark reduziert worden. Der Fahrer hat nur noch eine Drehzahlanzeige und eine Schalllampe, die anzeigt, wann geschaltet werden soll. Die anderen Anzeigen sind mittlerweile in den Aufgabenbereich des Co-Piloten gewandert, damit sich die Piloten komplett auf das Fahren konzentrieren können.“

Die Rallye-Version des Audi Coupé quattro wurde nach dem Gruppe-A-Reglement aufgebaut und entsprach dadurch in großen Teilen dem Serienfahrzeug



2016 AUDI RS 5 DTM



- | | | |
|--|----------------------|-----------------------|
| 1 DRS | 5 Trinksystem | 9 Tempomat Boxengasse |
| 2 Boxenfunk | 6 Scheibenwischer | 10 Hochschalten |
| 3 Feststellbremse für den Startvorgang | 7 Tempomat Gelbphase | 11 Getriebe neutral |
| 4 Herunterschalten | 8 Motor an/aus | 12 Elektronik-Reset |



Typisch für DTM-Autos wie den Audi RS 5 DTM ist das vom Reglement vorgeschriebene Einheitsmono-coque aus Kohlefaser, in dem der Fahrer sitzt



Mike Rockenfeller „Ein DTM-Lenkrad hat zwar auch einige Knöpfe, ist aber bei Weitem nicht so kompliziert wie zum Beispiel in der WEC. Es gibt unter anderem einen Knopf für den Boxenfunk und der Tempomat für die Boxengasse.

Zu den wichtigsten gehören zudem die Knöpfe für die Feststellbremse, die wir beim Startvorgang verwenden, zum Starten des Motors und zum Einlegen des Leerlaufs. In der Mitte befindet sich oft eine

Streckengrafik, um die Kommunikation mit dem Renningenieur zu vereinfachen. Hinter dem Lenkrad gibt es drei Wippen. Mit der rechten schalten wir hoch, mit der linken runter – beides ohne die Kupplung zu betätigen. Mit der oberen Wippe können wir das Drag Reduction System DRS auslösen, bei dem für mehr Topspeed – und damit bessere Überholmöglichkeiten – der Heckflügel heruntergeklappt wird.“

2016 **ABT SCHAEFFLER FE02**

FORMEL E



- | | | |
|---------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| 1 Auswahl der Display-Anzeige | 6 Boxenfunk | 12 Rückwärtsgang |
| 2 Anpassung verbleibende Runden | 7 Getriebe neutral | 13 Hochschalten |
| 3 Aktivierung FanBoost-Zusatzleistung | 8 Rekuperation | 14 Tempomat Gelbphase |
| 4 Aktivierung ausgewählter Funktionen | 9 Auswahl Bremsbalance | 15 Tempomat Boxengasse |
| 5 Herunterschalten | 10 Frei belegbar | 16 Auswahl Leistungseinstellung |
| | 11 Anpassung verbleibende Runden | |



Lucas di Grassi „Unser Lenkrad gleicht fast einer Spielkonsole: Es gibt unzählige Knöpfe, Räder und Paddles und ein buntes Display. Das Lenkrad selbst ist für alle Teams identisch – die Belegung aller Tasten und des Displays können wir allerdings individuell gestalten. Jedes Team und manchmal sogar jeder Fahrer hat da seine eigenen Ideen oder Wünsche. Neben den Standardfunktionen, die es überall im Motorsport gibt, ist es für uns natürlich wichtig, den Energieverbrauch im Blick zu behalten. Dafür zeigt uns das Display den jeweiligen Ladezustand an und wir können manuell die Anzahl der Runden anpassen, um die maximale Energiemenge pro Runde neu berechnen zu lassen. Auch den Wippschalter zur Aktivierung des FanBoosts gibt es nur bei uns in der Formel E.“



Im Cockpit der rein elektrisch angetriebenen Formel-E-Rennwagen geht es wie in jedem Formelauto beengt zu

Mehr Motorsport in „tomorrow“ ab Seite 86: Datenanalyse an der Rennstrecke und ihre Bedeutung für die Entwicklung von Serienprodukten

2016 PORSCHE 919 HYBRID

WEC



- 1 Motor- und Hybrideinstellungen
- 2 Auswahl Zehnerschritt
- 3 Bremsbalance
- 4 Abruf Zusatzleistung
- 5 Boxenfunk
- 6 Energiemenge beim Boosten
- 7 Trinksystem
- 8 Auswahl der Display-Anzeige

- 9 Tempomat Boxengasse
- 10 Multifunktionsschalter
- 11 Traktionskontrolle
- 12 Auswahl einstellig
- 13 Bremsbalance
- 14 Lichthupe
- 15 Aktivierung ausgewählter Funktionen

- 16 Strategie Benzinmotor
- 17 Segelfunktion
- 18 Rekuperationsverhalten
- 19 Tempomat Gelbphase
- 20 Traktionskontrolle
- 21 Benzinmotor an/aus



Timo Bernhard „Am Lenkrad des Porsche 919 Hybrid, mit dem ich in der FIA WEC antrete und 2015 Weltmeister geworden bin, gibt es insgesamt fast 30 Knöpfe, Schalter und Wippen mit den unterschiedlichsten Funktionen. Zudem schauen

wir auf ein großes Display, auf dem zum Beispiel der gerade eingelegte Gang, die Rundenzeit und verschiedene Daten angezeigt werden. Es gibt Knöpfe für einfache Funktionen wie den Boxenfunk oder den Tempomat für die Boxengasse, der verhindert, dass wir schneller als die maximal erlaubten 60 km/h fahren. Mit den Drehschaltern können wir zum Beispiel

das Motormapping, also die Abstimmung der Motorelektronik, oder die Abgabe der durch das Hybridsystem regenerierten Zusatzleistung von mehr als 400 PS verändern. Hinter dem Lenkrad befinden sich Wippen für die Kupplungen sowie jeweils eine zum Hoch- und Runterschalten.“



Das Cockpit des Porsche 919 Hybrid gleicht mit seinen zahlreichen Bedien- und Kontrollelementen dem eines Jets



HIER GEHT ES ZUM FILM

Moderne Motorsportlenkräder, erklärt von Rennfahrern.

GEFÄLLT

Nein, früher war nicht alles besser. Keine Apps, kein Navi, kein Netflix. Stattdessen winkte man erfolglos Taxifahrern zu, verzweifelte an Stadtplänen und am Fernsehprogramm. Darum: Freuen wir uns über Veränderungen, anstatt sie zu fürchten!

— von Wiebke Brauer



MIR

— Dieses fiese Geräusch, wenn der Player im Auto die Kassette fraß und das Magnetband in Zick-Zack-Form wieder erbrach. Häckselnd, krächzend und plastilin mampfend. Das Schlieren, als man das Band wieder mithilfe eines Bleistifts aufrollte. Das 56-K-Modem, das sich einwählte. Zuerst der Freiton, dann die melodiose Abfolge der Telefonnummer, danach das verzerrte Sirren und Knarzen, im rhythmischen Schnarren endend. Das Rauschen bei der Suche nach dem allerliebsten Radiosender, der gestern noch kristallklar zu hören und dessen Station offenbar auf den Mars gezogen war. Es gibt Laute, die der Mensch einfach nicht mehr braucht. Was für ein Glück: Vorbei sind die Zeiten, in denen wir uns mit unbeschrifteten Disketten, zerkratzten Musik-CDs, eingetrocknetem Tipp-Ex und Tinten-Killer herumplagten. Zwar wärmt die Nostalgie das Herz, verschleiert aber auch gehörig den Blick auf das vermeintlich goldene Zeitalter des Analogen. Genießen wir die Digitalisierung. Wenn auch mit Vorsicht.

Wir begreifen nur, was wir begreifen

Wobei vielleicht erst einmal erklärt werden sollte, was exakt unter Digitalisierung zu verstehen ist und

warum sie uns als gefährlich erscheint. Sascha Lobo, seines Zeichens Autor, Blogger und „Inhaber einer gutgehenden Frisur“, wie er selbst einmal gesagt haben soll, beschrieb die Digitalisierung als „Virtualisierung und Automatisierung“ und setzte hinzu, sie sei „die Verschiebung wesentlicher Prozesse in die digitale Sphäre, wo sie algorithmisch ausgeführt werden“. Digitale Sphäre, das klingt wesenslos und rätselhaft. Womit man schon beim Problem wäre: Wir begreifen nur, was wir, nun ja, begreifen. Das Virtuelle bleibt jedoch unfassbar und magisch. Sascha Lobo schreibt: „Der magische Digitalismus aber wird zum doppelten Problem der Gesellschaft. Einerseits, wenn dieser Digitalaberglaube aus Unwissen entsteht, und andererseits, wenn er aus der Hybris, der Selbstüberschätzung der Wissenden entsteht.“ Und schon ist man sich sicher, dass Maschinen darüber entscheiden, wer US-Präsident wird, dass es keine echten Nachrichten gibt, sondern nur Meinungsmache – und dass das Internet dafür sorgt, dass wir die Welt verzerrt wahrnehmen. Der US-amerikanische Wirtschaftsjournalist Nicholas Carr warnte entsprechend: „Wer sich auf Google Maps verlässt, sieht die Welt durch die Augen von Google. Wer Facebook benutzt, presst seine sozialen Kontakte durch den Filter einer Firma und ihrer Algorithmen. Streng genommen vertrauen wir Black





**Der Mensch
lebt ziemlich
fröhlich
weiter – trotz
Internet.
Oder gerade
deswegen!**

Boxes, deren Inneres uns als Wirtschaftsgeheimnis verborgen bleibt.“ Werden wir durch Algorithmen und Black Boxes fremdbestimmt – und was war das nochmal genau? In jedem Fall gruselig.

Wer will Nationalhymne und Testbild

Bevor man jetzt sein iPhone in hohem Bogen aus dem Fenster wirft, sollte man sich einen Moment darauf besinnen, was wir der Digitalisierung verdanken, und darauf, dass der Mensch ziemlich fröhlich weiterlebt – trotz Internet. Oder gerade deswegen: was sich allein in der Unterhaltungsindustrie getan hat! Es gab

Zeiten, in denen man mit einem Stift in einer Fernsehzeitung die Sendungen markierte, die man gerne sehen wollte. Verpasste man die – Pech gehabt. Und ganz ehrlich, wer hätte heute noch gerne drei Fernsehsender und zum Abschluss die Nationalhymne und ein Testbild? Stattdessen können wir sehen, wann und was wir wollen: Israelische Serien am Morgen, dänische Dokumentationen am Mittag und einen amerikanischen Klassiker zum Abend. Vorbei die Zeit, als man sich an einem Sonntag die Nase an der Scheibe der Videothek plattdrückte, weil die geschlossen hatte. Oder was die Musik angeht: Es soll ja Menschen gegeben haben, die in einem Plattenladen standen und ein Lied vorsangen. Weil sie es im Radio gehört hatten und den Titel nicht wussten – aber eben gerne die Single kaufen wollten. Kann man heute komisch finden, war es in dem Moment nur bedingt.

Heute lädt man sich die App „Shazam“ herunter, hält sein Telefon an den Lautsprecher, lässt die Technik erkennen, um was für einen Song es sich handelt – und hört es sich dann bei Spotify oder Tidal an. Ob durch die Streamingdienste Musiker ausreichend bezahlt werden, sei dahingestellt, aber was man konstatieren kann, ist die Tatsache, dass die Digitalisierung Menschen dazu bringt, Musik zu hören. Und nicht nur die zehn Schallplatten, die im Schrank einstauben, sondern ganz neue, die man vorgeschlagen bekommt. Und wie sagte der Schriftsteller Umberto Eco ganz richtig? „Das Internet wird die Buchkultur ebensowenig zerstören, wie der Jazz die klassische Musik ausgelöscht hat.“ Wir lauschen, lesen und schreiben wie die Weltmeister, Digitalisierung sei Dank. Nur schwerlich kann man sich heute an die Zeit ohne Smartphone erinnern. Mütter entwirren im Flur



» Wenn sich mehr und mehr von unserem Leben digital abspielt, gewinnt das Analoge, nicht digital Vernetzte, eine neue Qualität

Andre Wilkens,
Buchautor

das Telefonkabel, Väter kämpften im Auto heroisch mit Stadtplänen, Kinder guckten in die Röhre. Okay, heute leuchten ihre Gesichter im hellblauen Schein der Smartphones. Und nicht nur ihre. Wir alle hängen an den Telefonen wie Junkies, gefangen im Dauersog des Digitalen. Die Wenigsten von uns können sich noch zwei Stunden auf ein Buch konzentrieren. Eine 2015 veröffentlichte Studie von Microsoft besagt, dass sich die durchschnittliche Aufmerksamkeitsspanne seit der Jahrtausendwende um mehr als 30 Prozent verschlechtert hat und nun bei 8 Sekunden liegt. Die eines Goldfischs liegt bei 9 Sekunden. Die Lösung: „Digital Detox“-Camps, in denen ständig erreichbare Menschen einfach mal offline gehen und ihr analoges Ich wiederentdecken.

Online verbindet – auch reale Menschen

Dabei geht es auch einfacher. Im Internet entstandenen Netzwerke, die Nachbarn ganz real miteinander in

Kontakt bringen. Anstatt auf Facebook einen Post von einem seiner 432 „Freunde“ zu liken, kann man beispielsweise auf der Seite www.nebenan.de die Menschen in seiner näheren Umgebung kennenlernen, sich gegenseitig die Bohrmaschine ausleihen, den besten Zahnarzt um die Ecke weiterempfehlen oder die Kinderbetreuung organisieren. Und siehe da: Der Tonfall ist freundlich, man bedankt sich höflich und wünscht sich einen schönen Tag. Immerhin könnte man am nächsten Abend hintereinander in der Kassenschlange im Supermarkt stehen. „Wenn sich mehr und mehr von unserem Leben digital abspielt, gewinnt das Analoge, nicht digital Vernetzte, eine neue Qualität“ sagt auch Andre Wilkens, Autor des Buches „Analog ist das neue Bio“ in einem Interview. Recht hat der Mann.

Mag man auch die Gefahr der Entfremdung und Vereinsamung anprangern, die das Internet nach sich zieht, so lässt sich ebenfalls konstatieren, dass es Menschen zusammenbringt. Neue Freundschaften werden durch Facebook kaum entstehen, aber die alten lassen sich durch das soziale Netzwerk pflegen. Sei es dadurch, dass der andere ein Bild postet und man sich ihm dadurch näher fühlt, oder aber durch eine Nachricht, die man schnell schreibt. Ob sich wiederum alle elf Minuten ein Single auf Parship verliebt, wer weiß. Sicherlich aber steht man nicht mehr wie ein Vollidiot auf Ü-30-Partys herum, und Freunde versuchen nicht mehr zwanghaft, den letzten Single aus ihrem Bekanntenkreis mit fadenscheinigen Argumenten zu verkuppeln („Du, der Phillip

AUS FINGERN WERDEN ZIFFERN

Sehr analog im modernen Sinn ist die Herkunft des Wortes digital, steckt dahinter doch das vom lateinischen digitus „Finger“ abgeleitete Adjektiv digitalis „zum Finger gehörig“. Gemeint ist hier einer der zehn Finger, die man zum Zählen brauchte und bisweilen – etwa bei Stromausfall – noch heute braucht. Im Lateinischen bedeutete digitus auch „Ziffer“ – eben wegen der Eigenschaft des Fingers, zum Zählen verwendet werden zu können. In dieser Bedeutung gelangte das Wort als digit dann auch ins Englische. Bei der Entlehnung aus dem Englischen ins Deutsche, die erst im 20. Jahrhundert stattfand, stand also der Finger nicht länger im Mittelpunkt des Interesses, sondern die von „Ziffer“ abgeleitete Bedeutung „in Ziffern umgesetzt“.

Quelle: wissen.de



guckt auch gern ‚Game of Thrones‘, Ihr solltet Euch mal treffen.“) Besten Dank, dann doch lieber Online-Dating.

Die Digitalisierung verändert nicht nur unser Liebesleben, sondern auch unser Konsumverhalten. Hieß es lange, dass der Online-Einkauf den Einzelhandel zerstört, basteln nun kleine Manufakturen, von denen man sonst nie etwas mitbekommen hätte, eine Internetseite, über die man ihre handgefertigten Waren beziehen kann. Auch gut: Auf der Wiesbadener Seite www.kiezkaufhaus.de kann man online bestellen, die Produkte

stammen von lokalen Einzelhändlern, kommen noch am gleichen Tag und werden mit dem E-Bike emissionsfrei sowie zum regulären Ladenpreis ausgeliefert. Man sieht, der technische Fortschritt verwandelt die Welt in jedem Bereich – von der Kultur über die Kommunikation bis zum Kommerz. Aber eben nicht nur zum Schlechten. Insofern sollte man einmal darüber nachdenken, ob unser Unbehagen nicht eher durch die Angst vor Veränderungen geprägt ist und welche Vorzüge die Verschiebung ins Virtuelle mit sich brachte. Man muss seine Begeisterung ja nicht gleich auf Facebook posten.

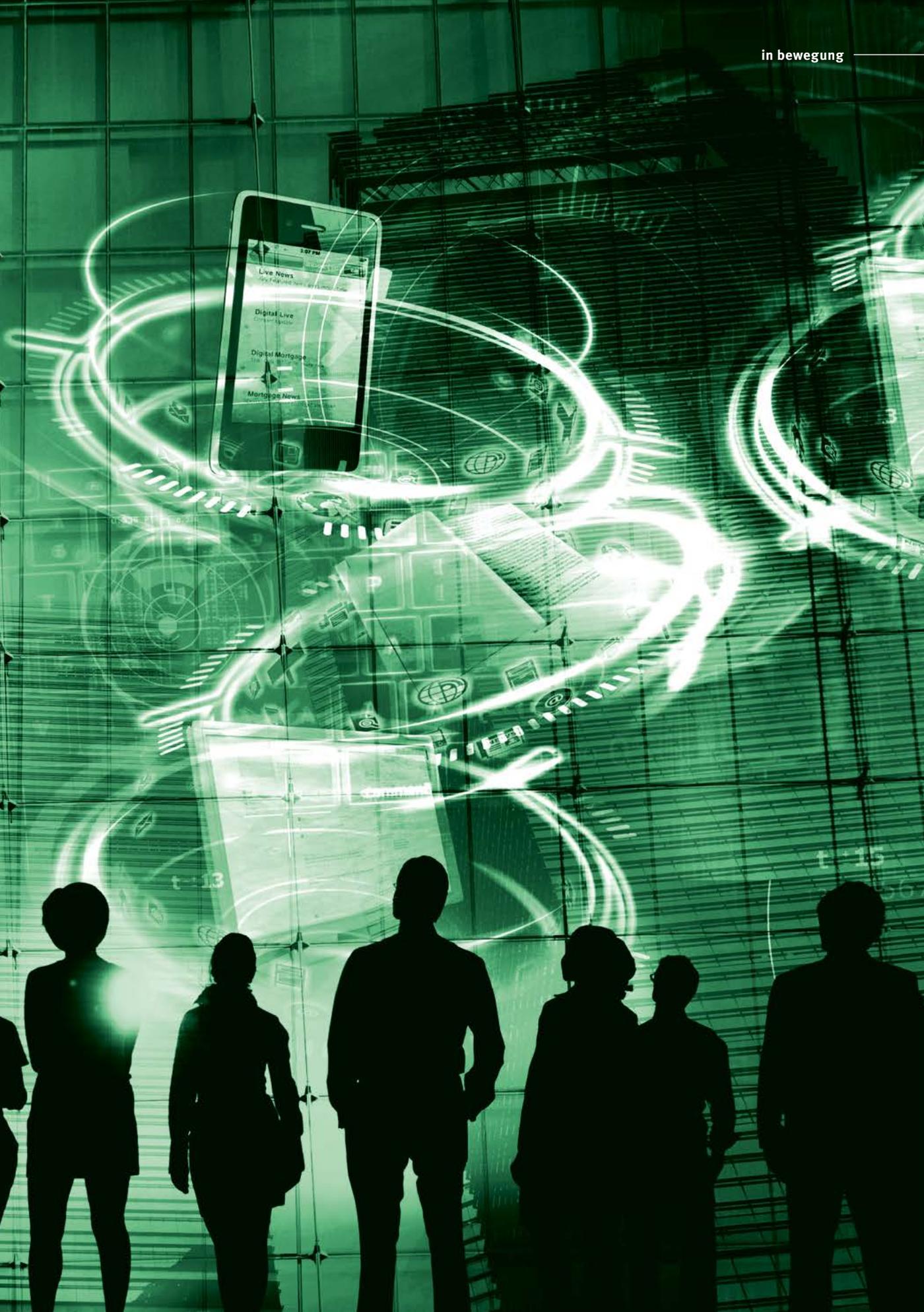


DIE GESCHICHTE DER ZUKUNFT

Stay hungry. Stay foolish. Think different. Mit dieser Denkweise wurde Steve Jobs zum Inbegriff des modernen Innovators. Der legendäre Apple-Chef nahm auf angestammte Geschäftsmodelle keine Rücksicht. Mit dem iPhone 2007 veränderte er nicht nur das Telefonieren, sondern auch die Art, wie wir Musik hören, Fotos aufnehmen, uns in sozialen Netzwerken bewegen und vieles mehr. Alles findet vernetzt und mobil statt – und aus Sicht des jeweiligen Anbieters am besten innerhalb ein und desselben digitalen Ökosystems. Nie waren Disruptionen schneller, nie wurden bewährte Geschäftsmodelle gründlicher über den Haufen geworfen als heute. Auch in der Mobilität.

— von Dr. Joachim Becker





— Gute alte analoge Zeit, als ein Technologiewandel noch Jahrzehnte dauerte. 1950 gab es im Schienenverkehr fast nur Dampflok. 25 Jahre später – also zu ihrem 150. Geburtstag – waren die feuerspeienden Dinosaurier praktisch ausgestorben. Im Jahr 2036 wird das Auto ebenfalls 150 Jahre alt. Wenn John Zimmer recht behält, werden Pkw, wie wir sie heute kennen, zwar noch massenhaft unsere Straßen bevölkern, für den Gründer des US-Fahrdienstes Lyft steht die „dritte Transportrevolution“ trotzdem unmittelbar bevor.

Der Griff ans Lenkrad ein Auslaufmodell

2017 will Lyft die ersten autonomen Taxis einsetzen. Ein bis zwei Jahre später soll der Testbetrieb von einprogrammierten Routen auf variable Strecken erweitert werden. Bereits 2021 sind Roboter als Chauffeure für die Mehrheit der Lyft-Fahrten vorgesehen. „Gegen 2025 wird privater Autobesitz den Weg der DVD gehen“, erwartet John Zimmer: überholt vom technischen Fortschritt. Überzeugt hat er mit seinen Visionen zumindest General Motors. Anfang 2016 investierte der Opel-Mutterkonzern 500 Millionen Dollar in das kalifornische Start-up. Ford entwickelt ebenfalls autonom fahrende Autos, die Lenkrad und Pedalerie als überflüssigen Ballast abwerfen.

Für deutsche Autokäufer liegt das alles noch in weiter Ferne. Laut einer Ipsos-Umfrage erwarten sie im Schnitt erst im Jahr 2029 eine Markteinführung der Fahrroboter. Viele stellen sich das autonome Fahren als erweitertes Assistenzsystem vor. Dass es in Städten bequemer sein könnte, autonome Taxis zu benutzen als ein eigenes Auto zu besitzen, können sich nur die allerwenigsten vorstellen. In den Vorstandsetagen der Automobilkonzerne herrscht dagegen Alarmstimmung: „Keiner der großen Dampflok-Hersteller hat den Wandel im Schienenverkehr überlebt und ist heute noch als unabhängiger Hersteller am Markt! Das wird uns nicht passieren!“, proklamierte Daimler-Chef Dieter Zetsche vor fünf Jahren. Die Autobosse wissen um die Gefahr, von neuen Mobilitätsanbietern möglicherweise zu reinen Hardware-Lieferanten degradiert zu werden, und steuern bereits gegen.

» Digitale Disruption ist real. Sie passiert heute und jetzt und wird die Branchen in den kommenden Jahrzehnten fundamental verändern. Chance und Risiko sind gleichermaßen hoch. Wer sich jetzt nicht diesem Megatrend anpasst, wird den Anschluss verlieren

Doug Connor,
Leiter Digitale Transformation bei SAP

62 %

der Entscheider in der Öl- und Gasindustrie wollen in den kommenden drei bis fünf Jahren verstärkt **in digitale Technologien investieren.**

Quelle: Accenture Strategy

233 Mrd.

Dollar soll der Gesamtmarkt für „**Digital Health**“, also digitale Produkte und Dienstleistungen zur Verbesserung der Gesundheit, bis zum Jahr 2020 betragen und sich damit mehr als verdoppeln. Wesentliche Einflüsse haben mobile Gesundheitslösungen („mHealth“) mit neuen Mobilfunktechnologien, Apps und Dienstleistungen. Aber auch digitale Kleidung zur Überwachung der Vitalfunktionen wird entwickelt.

Quelle: Arthur D. Little

19 Billionen

Dollar soll laut Berechnungen das „**Internet of Everything**“ (IoE) – die Vernetzung zwischen Personen, Prozessen, Daten und Dingen – im Jahr 2020 erwirtschaften.

Quelle: Cisco

5 Mrd.

Dollar von privaten Investoren verwaltet das Unternehmen Betterment – mit einem **Computer als Fondsmanager**. Das digitalisierte Anlageprogramm hat sein Volumen in den vergangenen eineinhalb Jahren verfünffacht. Im Gegensatz zu geschätzten 20 Billionen Dollar, die in den USA klassisch verwaltet werden, ist das noch recht wenig. Aber „Robo-Advice“, wie die „Beratung“ auf Grundlage von Algorithmen genannt wird, gewinnt an Popularität.

Quelle: Betterment

DIGITALE DISRUPTION

Die Digitalisierung verändert – ja, verdrängt bestehende Produkte und Branchen. Kein Zweig ist vor dieser disruptiven Entwicklung gefeit. Einer Umfrage der schweizerischen Wirtschaftshochschule IMD unter 941 Topmanagern aus aller Welt zufolge ist der Technologiesektor – wenig überraschend – am stärksten vom Strudel der digitalen Disrup-

tion (Grafik unten) betroffen – und wird es auch zukünftig sein. Viele weitere Branchen wie Medien, Handel, Finanzen, Telekommunikation oder Reisen haben den digitalen Wandel bereits in weiten Bereichen hinter sich. Anderen steht er noch bevor, allen voran der Pharmazie, die in Sachen Digitalisierung noch in den Kinderschuhen steckt.



TALSOHLE ERREICHT?

Eine Branche, die bereits wesentliche Teile der digitalen Disruption hinter sich hat, ist die Musikindustrie. Bis zur Jahrtausendwende kannte sie nur eine Richtung: bergauf. Bis zu einem Umsatzhöhepunkt von 14 Milliarden Dollar allein in den USA. Filesharing-Plattformen wie Napster sorgten dann für den ersten Einbruch. Mit der

Markteinführung von YouTube verstärkte sich die Disruption. Preiswerte oder gar kostenlose digitale Download- und Streamingangebote haben ehemals margenstarke Produkte wie LP, CD und Co. heutzutage fast vollständig in die Sammler- und Liebhabernische verdrängt.

Quelle: Goldman Sachs/RIAA



1,14 BILLIONEN

Fotos wurden hochgerechnet 2016 weltweit geschossen – so viele wie nie zuvor. Den mit Abstand größten Teil fangen **nicht Kameras** ein, sondern Smartphones, die die Bilder gleich verbreiten können. **Jeden Tag werden allein 1,6 Milliarden Fotos über WhatsApp verschickt.** Ein populäres Opfer der digitalen Disruption in der Fotobranche ist **Kodak**. Das US-Unternehmen war 1996 laut dem Marketinganalysten Interbrand die viertwertvollste Marke der Welt hinter Disney, Coca-Cola und McDonald's. 16 Jahre später meldete Kodak Konkurs an.

Bei aller Aufbruchstimmung darf man eines aber auch nicht vergessen: Noch im Jahr 2040 werden zwei Drittel aller Pkw – ob selbstfahrend oder nicht – einen konventionellen Verbrennungsmotor an Bord haben. Das prognostizieren zumindest diverse Studien.

Der Blick in die Autobranche ist ein weiterer Beweis, dass sich die Entwicklung digitaler Geschäftsmodelle nicht mehr allein auf das Internet beschränkt. In der Frühzeit des World Wide Web waren vor allem der Handel und die Medien von der Digitalisierung betroffen. Printmedien verlieren seither an Auflage, weil ihnen die Onlineportale mit kostenlosen Informationsangeboten Konkurrenz machen. Auch die Vertriebskosten in vielen Bereichen des Handels sind dramatisch gesunken: Hersteller, Händler und Endkunden können per Internet direkt miteinander in Kontakt treten. Mittlerweile verlagert sich selbst der Lebensmittel-Einzelhandel langsam ins Web.

Alte Mächte, neue Größen

Vor gut zehn Jahren begann (parallel zur Gründung von Facebook) die zweite Phase der Internetökonomie: Plattformen schieben sich in immer mehr Branchen zwischen die Hersteller und ihre Kunden. Weil die

digitalen Vermittler vergleichsweise wenig oder keine physischen Ressourcen benötigen, wachsen sie rasant und pflügen mit ihren hohen Gewinnmargen die traditionellen Geschäftsmodelle um: „Uber, das weltgrößte Taxi-Unternehmen, besitzt keine Fahrzeuge. Facebook, das weltweit größte Medium, produziert keine Inhalte. Alibaba, der wertvollste Händler der Welt, hat kein Inventar. Und Airbnb, der weltweit größte Zimmervermittler, besitzt keine Immobilien“, sagt der Netzexperte Tom Goodwin von Havas Media.

Agile Unternehmen können etablierte Marktführer schneller als jemals zuvor verdrängen, weil sie in der Lage sind, ihren Kunden eine bessere Qualität, einen schnelleren Service oder einen niedrigeren Preis für ihre Leistungen zu bieten. Unterstützt werden sie von neuen Technologien wie Cloud-Computing, Mobile oder Social Media, die auch künftig Treiber des Wandels sein werden. Das Internet der Dinge, künstliche Intelligenz und lernende Maschinen werden diese digitalen Basistechnologien noch erweitern. Schon bald werden wir uns ein Leben ohne sprachbasierte digitale Assistenten kaum noch vorstellen können. Im Laufe des nächsten Jahrzehnts könnte das rein analoge Autofahren zur nostalgischen Freizeitbeschäftigung werden – so wie die Rundfahrt mit einer Dampflokomotive heute.

„NICHT TECHNOLOGIE, SONDERN DIE EINSTELLUNG DER MENSCHEN IST DAS PROBLEM“

Die Shiftschool ist Deutschlands erste Akademie für digitale Transformation. Statt theoretischem Wissen lernt man dort vor allem die praktische Kunst des Kulturwandels.

„Transformer“ nennen sich Tina und Tobias Burkhardt. Sie haben im vergangenen Jahr die Shiftschool in Nürnberg gegründet. Für Unternehmen, die den digitalen Wandel aktiv gestalten und nicht nur erleiden wollen. Vorbilder sind natürlich die Start-ups im Silicon Valley. Viele von ihnen sind nicht (nur) mit Hardware, sondern vor allem mit digitalen Geschäftsideen rasant gewachsen. Trotz Milliarden-Umsätzen und fünfstelliger Mitarbeiterzahlen bleiben Firmen wie Google, Facebook, Netflix oder Tesla hochdynamisch. Sie treiben neue Technologien derart schnell voran, dass die Wettbewerber kaum folgen können. Viele Vorstände der deutschen Automobilindustrie pilgern deshalb regelmäßig nach Kalifornien. Allen voran Daimler-Boss Dieter Zetsche. Neuerdings ohne Schlips und Anzug, versucht er mehr Gründergeist ins Unternehmen zu bringen: weniger hierarchische Umgangsformen und mehr Risiko- und Lernbereitschaft beim Ausprobieren neuer Geschäftsmodelle.

„Der Wandel scheitert oft an mangelnder Kommunikation innerhalb des Unternehmens, da spielen auch viele Emotionen mit“, ist Tobias Burkhardt überzeugt: „Man darf neue Dinge nicht im stillen Kämmerlein nach einer festen Technologie-Roadmap entwickeln, sondern muss den Kunden ins Zentrum stellen.“ Das ist leichter gesagt als getan. Neue digitale Trends entwickeln sich rasant, die „Visibility“ (also die absehbare Entwicklung) reicht hier

höchstens zwölf Monate voraus. „Die klassische Marktforschung funktioniert nicht mehr, weil die Kunden noch gar nicht wissen, was sie demnächst haben wollen“, ist Burkhardt überzeugt. Das könnte künftig auch für den Mobilitätsbereich gelten, denn eine Fülle neuer Sharing-Modelle lässt den eigenen Wagen gerade für Stadtbewohner zusehends unattraktiver erscheinen.

„Ich halte Zukunftsprognosen für sehr gefährlich, aber klar ist: die Veränderungsgeschwindigkeit wird eher noch zunehmen“, sagt Tobias Burkhardt, „man muss jetzt die Weichen stellen und gleichzeitig das alte Verkaufsmodell weitertreiben. Das ist das klassische Innovator's Dilemma.“ Gerade Automobilunternehmen mit ihren langen Entwicklungszyklen und Modelllaufzeiten haben mit „kurzfristigen“ Verände-

rungen ihre liebe Not. Das vielerorts angekündigte autonome Fahren ist ja nicht nur eine technische Innovation, sondern erlaubt auch zahllose neue Geschäftsmodelle. Stichwort: Robotertaxis. Sie verbinden viele neue Technologien, darunter auch Sprach- und Bilderkennung, die im Prinzip schon seit Jahrzehnten bekannt sind.

„Technologischer Wandel findet häufig in Schüben statt: Nach einem relativ langsamen Start wird er plötzlich reif für viele Anwendungsgebiete“, so Burkhardt. Ausschlaggebend sei die richtige Verbindung mehrerer Technologien, die dann ein exponentielles Wachstum auslösen könnte. So wie bei Apples iPhone, aktuell bei digitalen Assistenten wie Amazons Alexa, Apples Siri oder Google Home. Und demnächst beim autonomen Fahren.



„Transformer“ nennen sich Tobias und Tina Burkhardt. Ihre Shiftschool hilft Unternehmen, den digitalen Wandel aktiv zu gestalten und nicht nur zu erleiden

EINE LANGE LEITUNG

Elektromobilität ist keine Erfindung der digitalen Neuzeit: Schon vor mehr als 100 Jahren rollten die frühen Autos mit Strom. Seitdem experimentieren Autohersteller mit der Energie aus Batterien – aber erst heute hat sie wieder echte Chancen, die Menschen zu mobilisieren.

— von Roland Löwisch

MEILENSTEINE DER ELEKTROMOBILITÄT

1834

Der US-Amerikaner Thomas Davenport präsentiert 1835 das erste Elektromobil, allerdings nur ein Modell. Das Unternehmen von Werner Siemens legt 1879 die erste als praxistauglich geltende Elektrolokomotive nach. Das Foto zeigt eine PRR DD1 Baujahr 1911. Ihre beiden E-Motoren leisten immerhin schon 2.000 PS.



1881

Dieses Trike – zwei kleine Räder rechts, ein großes links – gilt als das „Ur-Elektroauto“: Erbauer Gustave Trouvé erreicht damit 1881 aus heutiger Sicht beschauliche 12 km/h.



— Als Thomas Davenport, ein Schmied aus Vermont, im Jahre 1835 mit seiner Eisenbahn spielt, lacht niemand. Zwar realisiert da noch keiner der Beobachter, dass sein Schienenfahrzeug, das auf einem Gleiskreis mit einem Durchmesser von etwa einem Meter schnurrt, die Welt revolutionieren wird. Aber das Patentamt erkennt die Tragweite: Davenport hat das erste Elektromobil gebaut. Der Schmied erhält daraufhin 1837 das weltweit erste Patent auf einen Elektromotor. Seitdem sinnen Ingenieure darüber nach, wie Strom den Menschen bewegen kann – lange vor dem ersten Verbrennungsmotor. Aber warum konnte sich Strom als Antriebsenergie für Automobile bislang nicht durchsetzen?

Bis heute ein Thema: die Batterie

Der Hauptgrund: Die noch nicht optimal speicherbare Menge an Energie. Dabei beginnt die Geschichte von Batterien bereits um das Jahr 1800, als Alessandro Volta mit der Voltaschen Säule die erste funktionierende Batterie baut. Der italienische Physiker stapelt Zink- und Kupferplatten und packt dazwischen in Salzlösung getauchte Pappe. 1859 erfindet der Franzose Gaston Raymond Planté den wiederaufladbaren Blei-Akkumulator – damit werden „moderne“ Elektromobile möglich. Es gehen aber noch ein paar Jahre ins Land, bis das

„Ur-Elektroauto“ das Rollen lernt: 1881 ist es soweit. Erbauer Gustave Trouvé erreicht damit aus heutiger Sicht beschauliche 12 km/h.

Als 1882 der österreichische Elektroingenieur Nikola Tesla den Wechselstrommotor erfindet, scheint Strom die Mobilitätslösung zu sein. Das glaubt man auch in Amerika. Dort baut William Morrison ab 1890 die ersten E-Autos in nennenswerter Auflage. Sechs Jahre später beweist Mitbewerber Andrew Lawrence Riker die Leistungsfähigkeit frühzeitlicher Batterie-Boliden: Er gewinnt das erste US-Autorennen auf einer Rundstrecke gegen Benzin- und Dampf-Konkurrenz. Auch in Europa beginnt Ende des 19. Jahrhunderts der Wettkampf um das schnellste E-Auto: Am 17. Januar 1899 fährt der belgische Rennfahrer Camille Jenatzy mit dem Elektrowagen CGA Dogcart stolze 66,66 km/h. Die andauernde Rivalität mit Gaston de Chasseloup-Laubat gipfelt in Jenatzys Elektromobil „Jamais Contente“ („Die Niezufriedene“), mit dem er bei fliegendem Start 105,88 Stundenkilometer über einen Kilometer rast. Damit sind zum ersten Mal ein Auto und ein Fahrer schneller als 100 Stundenkilometer – Weltrekord.

Die Nachteile der Stromspeicher – geringe Energiedichte, hohes Gewicht, teure Herstellung, kurze Lebensdauer, anfällig gegen Erschütterungen – führen

1899



Hybrid-Pionier: In der Pieper Voiturette aus dem belgischen Lüttich lädt erstmals ein Verbrennungsmotor die Batterie für das Elektroantriebsaggregat. Das Foto zeigt ein Modell von 1900.

1899



Vorteil E-Power: Die „Jamais Contente“ („Die Niezufriedene“) ist mit 105,88 km/h das erste Auto weltweit, das die 100-km/h-Marke knackt.

bereits um die Jahrhundertwende zur Erfindung der ersten Hybridautos. In der Pieper Voiturette aus dem belgischen Lüttich lädt der Benzinmotor die Batterie für das Elektroantriebsaggregat. Eine absolute Novität steht 1900 auf der Weltausstellung in Paris: Der ein Jahr zuvor entstandene Lohner-Porsche „Semper Vivus“. Den hat Ferdinand Porsche als Cheftechniker entwickelt – und zwar mit Radnabenmotoren in den Vorderrädern. Auf Sonderwunsch stattet Porsche später eine Version mit vier Radnabenmotoren aus – der erste Allrad-Pkw. Zwei Jahre später entstehen unter Porsches Anleitung Hybridfahrzeuge mit Daimler-Benzinmotoren mit dem Namen „Mixte“.

Klingt alles nach unaufhaltsamen Erfolg von Strom. Um die Jahrhundertwende fahren in den USA tatsächlich rund 40 Prozent aller etwa 4.000 Autos mit Strom (ebenso viele mit Dampf, aber nur 22 Prozent mit Benzin). Zwischen 1896 und 1939 registrierte man weltweit 565 Marken von Elektroautos.

Allerdings läuten diverse Faktoren nahezu gleichzeitig den Niedergang der Stromaautos ein. Da wäre zunächst Ransom Eli Olds: Der Amerikaner beginnt 1901 mit dem Bau des „Curved Dash“ – der Startschuss für die Massenherstellung von Autos mit Verbrennungsmotoren.

Das Hauptargument der Benzinbefürworter lautet damals wie heute: die wesentlich größere Reichweite. Zusätzlich fällt in den USA der Ölpreis ins Bodenlose, an jeder Ecke sprießen Tankstellen hervor.

Batterien erweisen sich hingegen als anfällig: Fast ungefederte Vollgummireifen-Autos lassen die Energiespeicher zerbröseln, Luftpneus leiden zu sehr unter dem massiven Akkugewicht. Auch die Erfindung von Charles F. Kettering aus dem Jahr 1911, der elektrische Anlasser für Verbrennungsmotoren als wichtiger Komfortgewinn, ist ein weiterer Sargnagel für Elektroautos.

80 Jahre Stillstand

Alle E-Auto-Experimente zwischen dieser Zeit und etwa 1990 sind so engagiert wie kurzlebig. Der Peugeot VLV („voiturette légère de ville“, „leichter Stadtkleinwagen“) von 1941 hat – auch wegen des Zweiten Weltkrieges – keine Chance. 377 Exemplare entstehen bis 1945. Aber selbst die Ölkrise in den 1970er-Jahren oder ständig steigende Benzinpreise bringen das E-Auto nicht nachhaltig in Fahrt. Der 43,5 PS starke BMW 1602 Elektro zu den Olympischen Spielen von 1972 oder auch der weiterführende 325iX mit E-Antrieb von 1985 sind kaum mehr als Versuche. 1971 bemüht sich Energieversorger RWE mit der „Gesellschaft für elektrischen Straßenverkehr“ (GES), neuen Schwung in den Strom zu bringen. Daraufhin wird 1974 in Mönchengladbach die erste batteriebetriebene Buslinie der Welt fahrplanmäßig aufgenommen. In den USA investiert GM mehr als 20 Millionen Dollar in die Forschung für



1900

Der ein Jahr zuvor aufgebaute Lohner-Porsche „Semper Vivus“ ist ein Star auf der Pariser Weltausstellung. Seine technischen Highlights: Radnabenmotor, später zum ersten Allrad-Auto der Welt aufgerüstet (Foto). Auch eine Hybrid-Variante („Mixte“) entsteht.



1907

Detroit Electric bringt sein erstes E-Auto auf den Markt. Die Firma verkauft in den 1910er-Jahren bis zu 2.000 Autos per anno und ist damit der erste Großserienhersteller für E-Autos. Mit 32 km/h Spitze und bis zu 340 km Reichweite sind die Fahrzeuge voll alltagstauglich.



E-Mobilität, in Deutschland baut VW ein paar Stromer auf Golf I- und II-Basis. Alles Strohofer.

Der Clean Air Act der USA im Jahr 1990 bringt schließlich neuen Schwung in die Strom-Idee. Amerikanische Umweltbehörden fordern das stufenweise Anbieten von emissionsfreien Fahrzeugen (allerdings werden die strengen Regelungen später wieder aufgeweicht). BMW zeigt 1991 den Prototypen des rein elektrisch betriebenen E1 auf der IAA in Frankfurt, der „Zebra“-Prototyp der Mercedes-A-Klasse ist ebenfalls ein Stromer. PSA Peugeot/Citroën baut etwa 10.000 Stück von Elektro-Saxo, -Berlingo, -106 und -Partner. In Deutschland rollen 1992 auf Rügen testweise 60 Elektroautos von fünf verschiedenen Herstellern mit verschiedenen Batteriesystemen. 1996 baut Audi mit dem 60.000 Mark teuren „duo III“ das wohl erste Hybridauto Europas serienmäßig. Es ist ein Audi A4 mit einem 90-PS-1.9-Liter-TDI in Verbindung mit einem 29-PS-Elektromotor – ein großer kommerzieller Erfolg wird das Auto jedoch nicht. 1997 bringt General Motors tatsächlich den Saturn EV1 (Electric Vehicle 1) auf den Markt. Es gilt als das erste Serien-Elektroauto der Neuzeit und ist mit bis zu 160 Kilometern Reichweite und 130 km/h Spitze ziemlich alltagstauglich. Jedoch werden nur 1.117 Stück gebaut und für 500 Dollar im Monat an ausgewählte Kunden verleast – und schließlich fast ausnahmslos verschrottet.

Prius ist Primus

Erst der Toyota Prius von 1997 schafft so etwas wie den Durchbruch – wenn auch nur als erstes erfolgreich in Serie gebautes Hybrid-Auto und nicht als reiner Stromer.

Mehr als 3,5 Millionen Stück wurden bislang verkauft. 2016 kam bereits die vierte Generation auf den Markt.

Den reinen E-Auto-Markt revolutioniert dagegen ein Newcomer aus dem Silicon Valley: Tesla Motors von Internet-Multimilliardär Elon Musk. Die Firma stellt 2006 den ersten voll funktionsfähigen Elektro-Sportwagen namens Tesla Roadster vor. Die Konstruktion des Fahrgestells erfolgt durch Teslas Konstrukteure in Großbritannien, die dabei auch auf von Lotus lizenzierte Elise-Technik zurückgreifen. Die Antriebsenergie bezieht der Roadster aus 6.381 kleinen Lithium-Ionen-Akkus, wie sie in Laptops arbeiten. Den Erfolg führt Tesla später mit dem Model S weiter, von dem mittlerweile über 100.000 Stück verkauft wurden. Weitere Modelle erweitern das Portfolio. Aber Tesla pusht die E-Mobilität auch auf anderen Ebenen. Mit einem Netz an Ladestationen zum Beispiel oder einer Akkufabrik, die zusammen mit Panasonic aufgebaut werden soll.

Die klassischen Autobauer nehmen die Herausforderer aus dem Silicon Valley, zu denen auch Google und Apple mit ihren reichlich gefüllten Kriegskassen

1940



30 km/h Spitze, 80 km Reichweite: Der an der Steckdose aufladbare Peugeot VLV sollte den Benzinrationierungen der deutschen Besitzer ein Schnippen schlagen.

1972

Ein Kind der Ölkrise, das nicht erwachsen wird: der Mercedes LE 306. Schon nach 50 km müssen die sarggroßen Batterien gewechselt werden.



gehören, mittlerweile sehr ernst. Nicht zu unrecht, wie Tony Seba, Mobilitätsexperte an der Stanford University in Kalifornien, findet: „Die IT-Konzerne sind Außenseiter, die nichts zu verlieren haben, wenn sie mit revolutionären Produkten auf den Markt drängen. Die etablierten Autobauer müssen deshalb sehr schnell reagieren. Oder sie sterben. Sie müssen buchstäblich alles anders machen als in den letzten 100 Jahren.“ Das gilt sowohl für die Elektromobilität als auch für das autonome Fahren.

Die Autoindustrie hat das verstanden. Von A wie Ampera (von Opel) bis Z wie Zoe (von Renault) reicht die Bandbreite ihrer Modelle mittlerweile. Kaum ein Hersteller, der nicht mindestens ein E-Auto oder Hybrid im Programm hat. Gern auch mit Wasserstoff als Energiequelle. Viele Staaten unterstützen den Kauf solcher Fahrzeuge

mit Prämien oder anderen Zugeständnissen. Das größte Problem ist bislang noch die mangelhafte Reichweite. Auf dem Pariser Salon 2016 haben die meisten Hersteller allerdings künftige Reichweiten von um die 500 Kilometer in bezahlbaren Elektroautos angekündigt. Bis zur Lösung der Energiespeicherfrage gilt heute trotz allem noch fast, was die Autozeitschrift „Der Motorwagen“ bereits 1898 orakelte: „Die Electricität wird im kommenden Jahrhundert die bewegende Kraft sein für elegante Fia-ker und für Luxuswagen in Städten“, der Benzinwagen hingegen sei prädestiniert „für schnelle Fahrten, große Reisen und weite Ausflüge über Land ...“



DER AUTOR

Roland Löwisch, Baujahr 1959, schreibt seit mehr als 25 Jahren über alte und neue Autos – vorwiegend mit Verbrennungsmotoren. Allerdings weiß der Freelancer nur zu gut, dass man mit der Zeit gehen muss – was seit mehreren Jahren die Beschäftigung mit der Elektromobilität bedingt. Besonders gern in Verbindung mit seinem Steckenpferd, der Automobilhistorie.

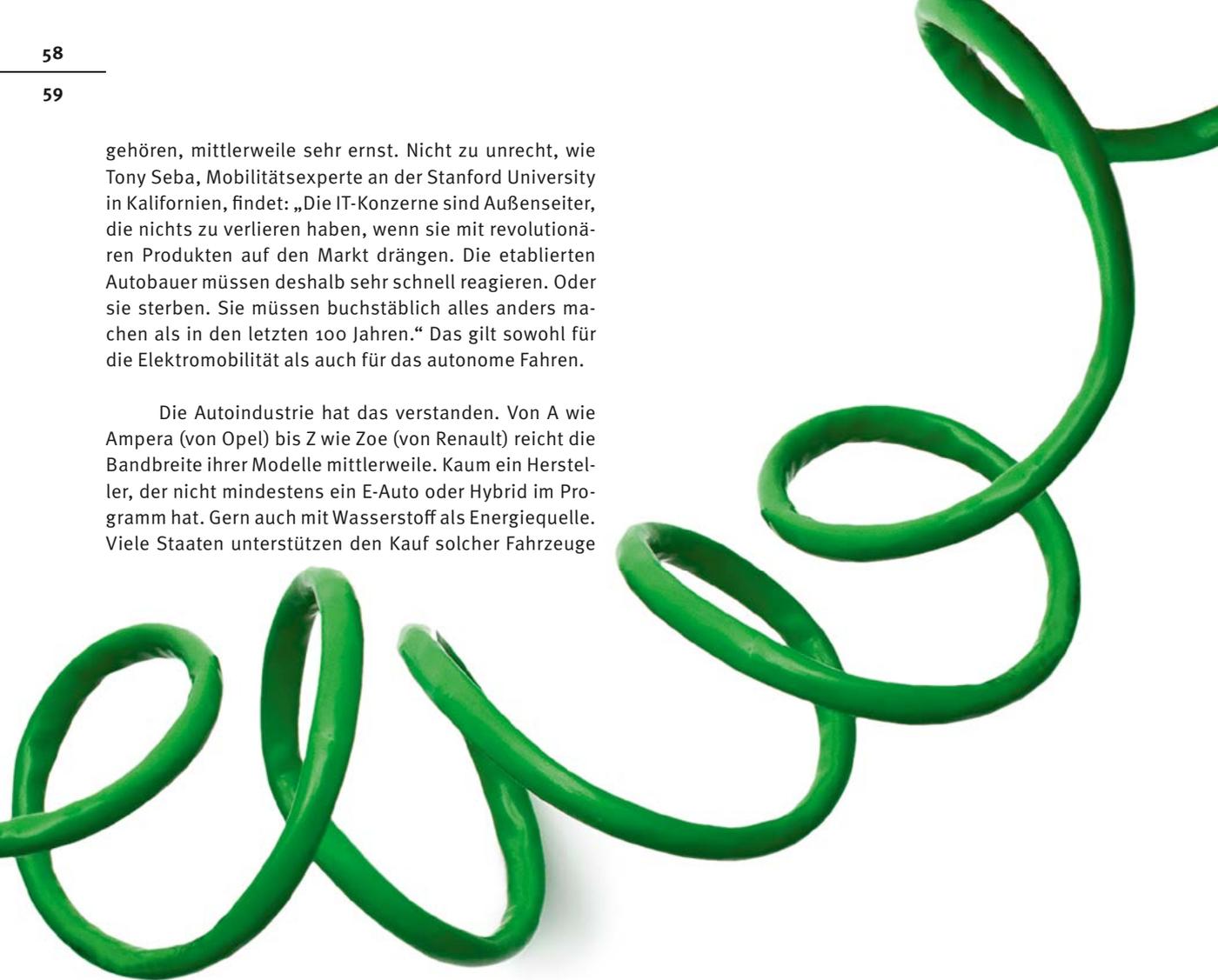
1990

Opel baut den Bestseller Kadett versuchsweise zum Elektroauto „Impulse“ um. Mit einem 20 kW starken Hochvolt-E-Motor schafft er Tempo 100 und 80 km Reichweite. Dass Schaeffler heute 20 kW Leistung mit einem 48-Volt-Hybrid erreicht, zeigt, welche Fortschritte im Bereich E-Mobilität in den letzten Jahren erzielt wurden.



1992

Auf Rügen startet ein Großversuch mit Elektromobilen. Bis 1996 sind bis zu 60 E-Autos im Einsatz – vom Fiat Panda bis zum Omnibus. Hauptkritikpunkte: mangelnde Zuverlässigkeit (teilweise ist nur ein Fahrzeug einsatzbereit) und Reichweite sowie schlechte Ökobilanz durch Kohlestrom.



SCHAEFFLER-E-MOBILITÄT AUF DER CES

Auf dem Weg in die Zukunft verzahnt sich die Mobilität immer weiter mit elektrischen und digitalen Welten. Ein Grund mehr für Schaeffler, seine Innovationen im Januar 2017 auch auf der Consumer Electronics Show (CES) in Las Vegas zu präsentieren.

Einen Schwerpunkt des CES-Auftritts bilden Antriebe für künftige, elektrifizierte Fahrzeuggenerationen – zum Beispiel für Robotertaxis, die sich autonom durch Großstädte bewegen. Das ideale Antriebskonzept für den urbanen Einsatz sind Radnabenmotoren, bei denen alle Antriebskomponenten bis hin zur Trommelbremse integriert sind. Lediglich die Batterie muss andernorts untergebracht werden. Der kompakte Schaeffler E-Wheel-Drive ermöglicht ein extrem gutes Verhältnis von Nutzraum zu Aufstandsfläche. Gleichzeitig verbindet er ideale Manövrierbarkeit mit fahrdynamischen Vorteilen.

„In den Ballungsräumen der Zukunft geht es darum, auf möglichst geringer Verkehrsfläche maximale Mobilität bereitzustellen“, sagt Prof. Peter Gutzmer, Technikvorstand von Schaeffler. „Innovative Antriebskonzepte, wie der Radnabenmotor, ermöglichen neue Mobilitätsformen und sind auch in puncto Digitalisierung höchst interessante Bauteile.“

Ebenfalls bei Schaeffler auf der CES zu sehen sind Hochvolt-Module für Plug-in-Hybridfahrzeuge oder elektrische Achsen für reine E-Fahrzeuge. Aber auch konventionelle Fahrzeuge werden zunehmend elektrifiziert. Die dafür benötigten technischen Lösungen demonstriert Schaeffler ebenfalls auf der CES. Bei 48-Volt-Technologien hat das Unternehmen eine Vorreiterrolle eingenommen. Das scheibenförmige, kompakt bauende Hybridmodul ergänzt den von Schaeffler ebenfalls immer weiter optimierten verbren-

nungsmotorischen Antriebsstrang. „Wir gehen davon aus, dass in zehn Jahren jedes fünfte produzierte Auto mit einem solchen 48-Volt-Zusatzantrieb ausgestattet sein wird“, so Prof. Peter Gutzmer. Bei realisierbaren Leistungen von 20 und mehr kW stößt das 48-Volt-System in Regionen vor, die vor nicht allzu langer Zeit Hochvolt-Antrieben vorbehalten waren.

STEP²



Konzeptfahrzeug im Golf-Gewand. Mit Radnabenantrieb und Zweigang-Lastschaltgetriebe. Die variable Übersetzung bringt 6% Verbrauchsvorteil

ACTIVE E-DRIVE

Herzstück des vollelektrischen Prototypen ist das E-Differenzial – eine innovative Fahrdynamikregelung für viele Einsatzgebiete bis hin zu Landmaschinen.



SYSTEM 48 V

Elektrifizierte Hinterachse plus Riemen-Startergenerator (Foto) am Verbrennungsmotor für den Frontantrieb. Beides arbeitet mit 48 Volt Spannung aus einer Lithium-Ionen-Batterie.



E-WHEEL-DRIVE

Der raumsparende Antrieb für das Stadtauto von morgen hat sich in Schaeffler-Konzeptfahrzeugen bereits über Tausende Kilometer hinweg bewährt.



1997



Zeitgleich mit dem späteren Hybrid-Bestseller Toyota Prius startet auch das erste Serien-Elektroauto

der Neuzeit. Der Saturn EV1 von GM ist aber kein Verkaufsschlager – trotz alltagstauglicher 160 km Reichweite und 130 km/h Spitze.

2006



Ein neuer PKW-Hersteller taucht auf: Tesla, ein Spezialist für E-Autos, der etablierte Marken herausfordert. Das erste Auto:

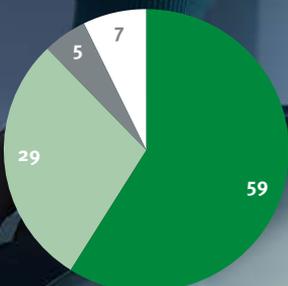
ein Roadster mit Lotus-Technologie. Mit 292 PS immerhin über 200 km/h schnell und ab 2008 zu kaufen. Heute produziert Tesla mehr als 50.000 Autos pro Jahr.

ENDE DER KREIDEZEIT

— Deutschland rüstet auf – aber spät. 13 Jahre nach dem ersten PISA-Schock, der das deutsche Bildungssystem nachhaltig erschütterte, erlebt eine der führenden europäischen Nationen einen weiteren Bildungstiefschlag: Die Internationale Computer- und Informationskompetenz-Studie (ICILS) verortet Deutschlands 15-Jährige in Sachen digitaler Kompetenz im unteren Durchschnitt. Die besten Plätze bei dem Computer-PISA belegten Norwegen und Finnland. Laut ICIL-Studie teilen sich in Deutschland 11,5 Schüler einen Computer, während es in Norwegen 2,4 sind. Bildungsministerin Johanna Wanka (CDU) reagiert und erklärt im Oktober 2016 das Ende der Kreidezeit: Für den Ausbau der Schul-IT will sie bis 2021 fünf Milliarden Euro zur Verfügung stellen. Südkorea ist da schon weiter. Der Heimatstaat von drei Smartphone-Produzenten setzt seine Digitalisierungsstrategie seit 2005 um, gilt aber gleichzeitig als warnendes Beispiel: Die Schulwelt ist derart digital übersättigt, dass die Regierung landesweit 140 Smartphone- und Internet-Suchtzentren eingerichtet hat. Schon die JIM-Studie 2016 (Jugend, Information, Multimedia) vom Medienpädagogischen Forschungsverbund Südwest in Deutschland belegt, dass Jugendliche durch wachsenden Digitalkonsum unter anderem an sozialer Kompetenz und Aufmerksamkeitsfähigkeiten einbüßen. Werden Lösungen komplexer sozialer Probleme in Zukunft also googelt? Apropos Google: Angestellte von Apple, Google oder Microsoft im Silicon Valley schicken ihre Kinder mit Vorliebe auf Waldorfschulen. Putzig: Die digitale Elite will ihre Kinder nähren, stricken und ernten sehen. Dennoch ist die Zukunft ein virtuelles Klassenzimmer, das Wege verkürzt und Schülern beibringt, wie sie an fundierte Informationen gelangen. Einen Weg zum verantwortungsvollen Umgang mit Smartphone & Co. müssen Eltern und Lehrer finden. Am besten fangen sie damit bei sich selbst an. —

DAS WLAN AN DEUTSCHEN SCHULEN DÜRFEN SCHÜLER MIT IHREM HANDY ...

- ... auch im Unterricht für den Unterricht nutzen
- ... nur in den Pausen nutzen
- ... nicht nutzen
- An dieser Schule gibt es kein WLAN



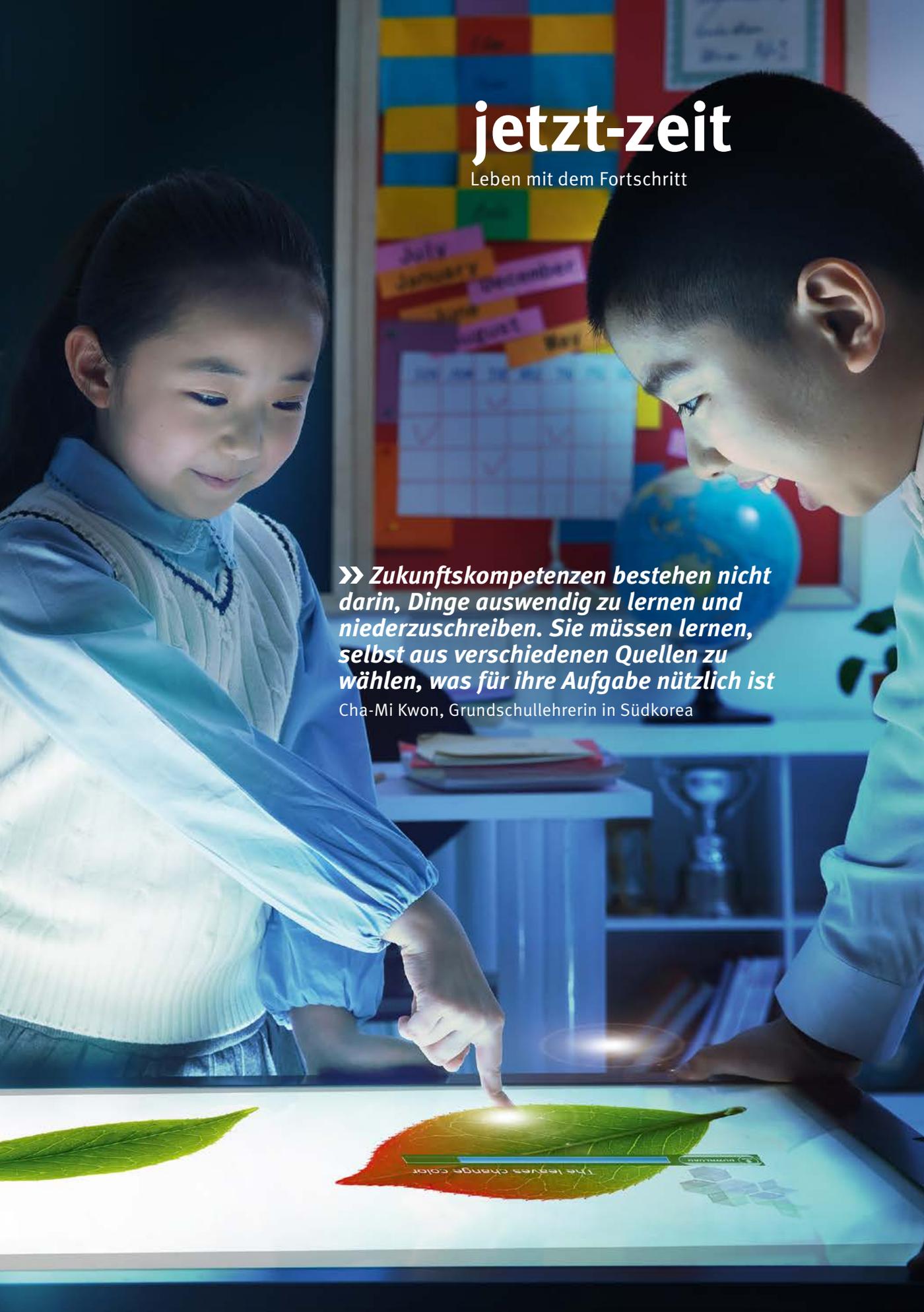
Quelle: JIM 2016, Anteil der Schulen in Prozent

jetzt-zeit

Leben mit dem Fortschritt

» Zukunftscompetenzen bestehen nicht darin, Dinge auswendig zu lernen und niederzuschreiben. Sie müssen lernen, selbst aus verschiedenen Quellen zu wählen, was für ihre Aufgabe nützlich ist

Cha-Mi Kwon, Grundschullehrerin in Südkorea





DIGITAL WIRD REAL

Eine neue digitale Revolution soll Mobilität, Energieversorgung und industrielle Produktion dramatisch verändern. Schaeffler revolutioniert in vielen Bereichen mit.

— von Johannes Winterhagen

SCHAEFFLER

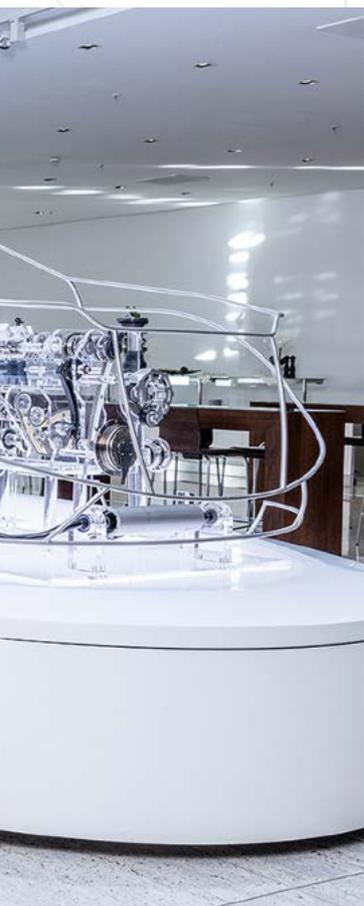




— Wer ist Bram Stoker? Mit diesen Worten gewann Watson im Jahr 2011 das in den USA populäre Fernsehquiz „Jeopardy“, bei dem die Kandidaten die richtige Frage auf eine zuvor verlesene Antwort formulieren müssen. Im Lauf von drei Abenden beantwortete Watson 66 von 75 Fragen korrekt und deklassierte seine beiden Gegenspieler, die zuvor bereits Millionen mit ihrer Teilnahme am täglich gesendeten Quizduell gewonnen hatten. Die Perfektion seines Auftretens verdankt Watson seinen Programmierern, die im Auftrag von IBM arbeiten. Es handelt sich nicht einfach um einen Supercomputer, der sehr schnell rechnen kann, sondern um ein sogenanntes Expertensystem. Füttert man Watson mit Daten, dann lernt er permanent hinzu und kann relevante Informationen schneller identifizieren als jeder Mensch.

Seit Oktober 2016 steht Watson nun auch im Dienst von Schaeffler. „Wir haben eine weitgehende

Technologie-Partnerschaft mit IBM geschlossen“, erläutert Gerhard Baum, Chief Digital Officer von Schaeffler. „Gemeinsam werden wir Schritt für Schritt neue, industrielle Anwendungen für Watson erarbeiten.“ Die auf der Watson-Technologie basierende digitale Plattform soll zur zentralen Daten-Drehscheibe von Schaeffler werden. Für die Digitalstrategie des Unternehmens spielt sie eine entscheidende Rolle – und doch handelt es sich nur um einen von vielen Bausteinen. „Genauso wichtig ist, dass wir Produkte und Dienstleistungen entwickeln, die dazu in der Lage sind, Daten zu erheben, zu verarbeiten und zu nutzen. Zudem wollen wir alle Prozesse im Unternehmen digitalisieren“, so Baum. Dazu baut er eine zentrale Abteilung auf, in der bis Jahresende rund 25 Experten tätig sind. Die Mitarbeiter kommen fast alle von außen und bringen neue Kompetenzen in das von Maschinenbau und Mechatronik geprägte Unternehmen: Datenanalyse, Gestaltung von Benutzeroberflächen und



Strategische Partnerschaft besiegelt zwischen Schaeffler und IBM. Von links: Gerhard Baum (Chief Digital Officer, Schaeffler AG), Ivo Körner (Geschäftsführer Vertrieb, IBM Deutschland), Prof. Peter Gutzmer (Stellvertretender Vorsitzender des Vorstands und Vorstand Technologie der Schaeffler AG), Jürgen Henn (Executive Partner, IBM Global Business Services) und Harald Gießler (Chief Information Officer, Schaeffler AG)

andere Fähigkeiten, die man in der Vergangenheit nicht mit Schaeffler assoziierte.

Von Daten zu Erkenntnissen

Dass Schaeffler sich seit fast zwei Jahren so intensiv mit der Digitalisierung auseinandersetzt, hat zunächst einen technischen Grund: Der Automobil- und Industrielieferer sitzt an der Quelle. Wälzlager, das Stammprodukt des Unternehmens, befinden sich überall dort, wo sich mechanische Teile rotatorisch – also um die eigene Achse – bewegen. Mithin in Maschinen aller Art, zum Beispiel in Antrieben, vom E-Bike bis zum Schiffsmotor in der Größe eines Einfamilienhauses. Die im Lager messbaren Drehzahlen, Temperaturen oder Schwingungen geben nicht nur über den Betrieb einer Maschine genauen Aufschluss, sondern auch über die



FREIHEIT

Öldruck, Temperatur und Drehmoment in einem Maschinenantrieb – einzelne Maschinen-Rohdaten sind, anders als beispielsweise Konstruktionsinformationen, nicht als „geistiges Eigentum“ über Patent- oder Urheberrecht zu schützen, weder vom Hersteller noch vom Betreiber einer Anlage. Das zumindest ist die aktuelle Rechtslage in Europa, die derzeit allerdings intensiv diskutiert wird. „Das bedeutet jedoch nicht, dass jeder auf die Daten zurückgreifen darf, die beispielsweise in der Werkzeugmaschine 4.0 oder im Rahmen einer Fernwartung entstehen“, erläutert Schaeffler-Jurist Dr. Ulrich Keil. Denn zum einen schließen Hersteller und Betreiber intelligenter Anlagen in der Regel Verträge, die die Datennutzung detailliert regeln. Die Vereinbarung kann sogar festlegen, wo die physische Datenspeicherung erfolgen soll. Zum anderen gelten auch für Maschinendaten alle Regeln, die das Recht, etwa zum Schutz von Betriebsgeheimnissen oder gegen das Ausspähen von Daten, vorsieht. Verarbeitete und systematisch gespeicherte Daten können in ihrer Gesamtheit zudem eine geschützte Datenbank darstellen, vergleichbar einem Veranstaltungskalender, der aus den Daten Dritter zusammengestellt wird. „Wo wir neue, datengestützte Geschäftsmodelle entwickeln, setzen wir uns frühzeitig mit den rechtlichen Fragestellungen auseinander“, sagt Keil. Um den Schutz personenbezogener Daten geht es dabei nicht immer. Wenn Maschinendaten indirekt etwas über menschliches Verhalten aussagen – etwa über den Fahrer eines Autos –, kommt auch Fragestellungen des „klassischen“ Datenschutzrechts Bedeutung zu.

ON CAMPUS

Seit Mitte 2016 hat Schaeffler die Zusammenarbeit mit der Universität Erlangen-Nürnberg deutlich intensiviert. Unter dem Namen „SHARE at FAU“ (Schaeffler Hub for Advanced Research at Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg) forschen Unternehmen und Universität an Innovationen für das digitale Zeitalter. Die Partner verfolgen dabei das „Company on Campus“-Konzept, das sich bereits in der Zusammenarbeit mit dem Karlsruher Institut für Technologie („SHARE am KIT“) bewährt hat: Mitarbeiter von Schaeffler sitzen in Räumlichkeiten auf dem Uni-Gelände und arbeiten Hand in Hand mit Professoren, Lehrstuhlmitarbeitern und Studenten.

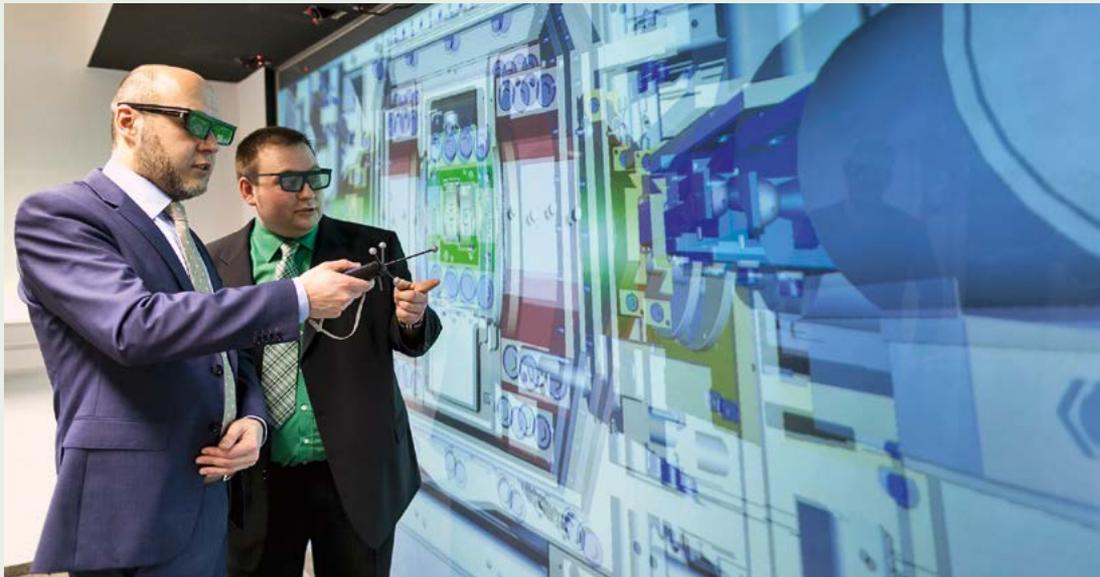
Auch die Themenfelder, in denen im Rahmen der Kooperation geforscht werden soll, wurden gemeinsam definiert und daraus drei aktuelle Forschungsschwerpunkte abgeleitet. Erstens die Digitalisierung der Wertströme



Unterzeichnung des Kooperationsvertrags zu SHARE at FAU. Von links: Prof. Dr. Tim Hosenfeldt (Leiter Zentrale Innovation bei Schaeffler), Prof. Dr. Joachim Hornegger (Präsident der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg) und Prof. Peter Gutzmer (Stellvertretender Vorsitzender des Vorstands und Vorstand Technologie von Schaeffler)

für die Fabrik der Zukunft. Durch den Einsatz von Sensorik, Datenverarbeitung und -analyse kann Prozesstransparenz geschaffen und zur Prozess- und Anlagenoptimierung herangezogen werden. Zweitens sind neue Assistenzsysteme auf Basis von Augmented und Virtual Reality Bestandteil der Forschung. Künftig sollen Schaeffler-Mitarbeiter nicht mehr ins Flugzeug steigen müssen, um die Wartung oder auch nur den Werkzeugwechsel an einer Maschine zu erlernen. Stattdessen werden ihnen die benötigten Informationen anhand von digitalen Systemen übermittelt.

Den dritten Teil der aktuellen Forschung stellt die additive Fertigung metallischer Werkstücke dar – ein Schritt in Richtung einer effizienten Fertigung von Bauteilen mit spezifischem funktionalen Mehrwert. „Die FAU ist für uns ein guter Partner“, bestätigt Prof. Dr. Tim Hosenfeldt, Leiter Zentrale Innovation bei Schaeffler. „Wir schaffen nicht nur die Basis für einen raschen Wissenstransfer von der Forschung in die industrielle Praxis, sondern kommen auch mit vielen jungen Talenten frühzeitig in Kontakt.“



Virtueller Prüfstand: Dr. Stephan Tremmel (links), Oberingenieur am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik und Projektleiter seitens der FAU, und FAU-Wissenschaftler David Hochrein an der „Powerwall“

Maschine 4.0 ist digital unterstützte Produktion: Daten werden sowohl lokal als auch in einer Schaeffler-Cloud ausgewertet

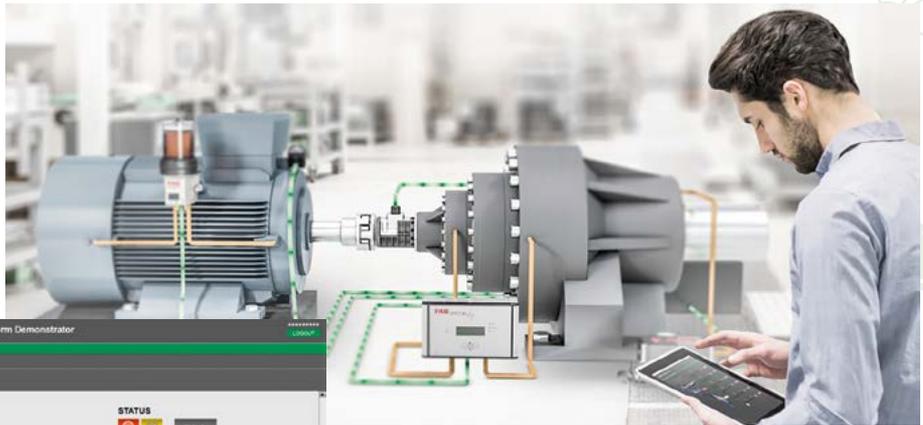


voraussichtliche Rest-Lebensdauer. Ist diese bekannt, kann der Betreiber eines Offshorewindparks im Voraus berechnen, ob sein Windkraftgetriebe die nächste Starkwindperiode von September bis März noch überstehen wird – und bedarfsgerecht entscheiden, ob das Getriebe noch vor Winterbeginn gewartet werden muss. Auch in einer Fabrik bringt „Predictive Maintenance“ viele Vorteile, etwa eine höhere Produktivität, indem die Auslastung in der Produktion an den Zustand der Maschinenelemente gekoppelt wird. Außerdem können Ersatzteile just in time bestellt und damit die Kosten für die Lagerhaltung gesenkt werden. Sich selbst überwachende und steuernde Produktionsanlagen sind der Kern von „Industrie 4.0“, der nächsten Welle der Prozessautomatisierung.

„Wir sehen in allen Industriezweigen einen starken Trend zur Digitalisierung“, sagt Dr. Volker Maier, der ab Januar 2017 bei Schaeffler Industrie das Thema

Innovationsprojekte verantworten wird. „Mit Antriebsstrang 4.0, Rail 4.0, Wind 4.0 und Maschine 4.0 sowie der digitalen Plattform haben wir die richtige Antwort darauf.“ Tatsächlich stellen die auf verschiedenen Messen im Lauf des Jahres 2016 präsentierten, vollständig vernetzten Systeme ein Universalkonzept dar, das an unterschiedliche Anlagen und Fahrzeuge angepasst werden kann, an Windkraftanlagen genauso wie an Hochgeschwindigkeitszüge. „Derzeit bereiten wir die ersten Pilotprojekte mit internationalen Kunden vor“, berichtet Maier. Technisch basiert der Ansatz auf zwei Kernelementen: Einerseits sorgen integrierte Sensoren und Analysensysteme dafür, dass laufend Daten erhoben werden. Andererseits besteht eine Online-Anbindung an die digitale Plattform, Voraussetzung für Big-Data-Analysen, mit denen aus nackten Daten wertvolle Erkenntnisse gewonnen werden können.

Nicht nur Industriekunden, sondern auch den Autoherstellern eröffnet Big Data eine neue Spielweise. Zum Beispiel mit einer neuen Generation des elektromechanischen Wankstabilisators. Das System korrigiert Schwankungen der Karosserie während der Fahrt in Sekundenbruchteilen. Kombiniert man



„Antriebsstrang 4.0“: eine typische Motor-Kupplung-Getriebe-Anordnung, bei der Messmodul und Monitoring-System (links) Daten zur vorausschauenden Instandhaltung an die Schaeffler-Cloud übermitteln

die dabei entstehenden Daten mit exakten Informationen über die Position des Fahrzeugs, kann man auf Fahrbahnebenheiten rückschließen. Kommuniziert das Auto als Teil des Internets der Dinge diese Daten, stellen sie eine wertvolle Information für andere Verkehrsteilnehmer oder auch die für den Straßenbau zuständigen Behörden dar.

Aus dem Cockpit

Nicht nur das Produkt, sondern sein gesamter Entstehungsprozess verändert sich durch die Digitalisierung. Bereits in den 1980er-Jahren verlagerte sich der Arbeitsplatz vieler Ingenieure vom Zeichenbrett an den Computer. „Nun stehen wir vor einer weiteren digitalen Revolution“, zeigt sich Dr. Fabrice Mogo Nem überzeugt. Der Fachmann ist bei Schaeffler übergreifend für Entwicklungsmethoden und -werkzeuge verantwortlich. Die wichtigste Neuerung: Künftig sollen die im Kundeneinsatz gewonnenen Daten direkt in die Produktentwicklung einfließen. „Die Entwickler greifen zusätzlich auf reale Einsatzdaten und nicht nur auf die eigenen Versuche zurück“, erläutert Mogo Nem. „Dadurch können wir unter anderem Muster, zum Beispiel über den Verschleiß in bestimmten Anwendungen, erkennen und sind in der Lage, neue Produkte oder Dienstleistungen schneller und in einer noch besseren Qualität zu entwickeln.“ Vor allem aber soll künftig das Produkt – etwa

» Wir stehen vor einer weiteren digitalen Revolution

Dr. Fabrice Mogo Nem,
Schaeffler

ein Wälzlager – in einem integrativen Ansatz gemeinsam mit Dienstleistungen und sogar datengestützten Geschäftsmodellen entwickelt werden. Die Suche nach der optimalen Lösung soll dabei von modellbasierten IT-Werkzeugen unterstützt werden. Ein hoher Anspruch, da die Produktentwicklung zu einem großen Teil mithilfe hoch spezialisierter Software erfolgt – zum Beispiel „Bearinx“ oder „Creo“ zur Berechnung und Auslegung von Wälzlagern. Solche Expertenprogramme werden auch künftig bestehen, sie sollen aber Schnittstellen zu einer – noch zu schaffenden – zentralen Plattform bieten.

Erste Schritte geht Schaeffler bereits 2017: Ein neues „Engineering Cockpit“ ermöglicht es Projektleitern,

IN WEISER VORAUSSICHT

Fällt der Antrieb eines Kreuzfahrtschiffs oder das Getriebe einer Windkraftanlage (Foto) auf hoher See aus, kostet der Austausch viel Zeit und Geld. Um ungeplante Einsätze der Wartungstechniker zu vermeiden, entwickelt Schaeffler ein System, das den Zustand solcher Maschinen vorhersagen kann. Das ermöglicht den Betreibern eine vorausschauende Instandhaltung („Predictive Maintenance“).

Sie richtet sich nicht nach festen Zeitintervallen, sondern ermittelt den Wartungsbedarf auf Grundlage der tatsächlichen Belastungen an der Maschine. Die

Basis für Predictive-Maintenance-Konzepte bildet das Messen von Schwingungen. Die meisten Fehler in rotierenden Maschinen führen dazu, dass sich das Schwingungsverhalten verändert. Die Diagnose ermöglicht es nicht nur, die Art und die Stärke eines Schadens zu bestimmen, sondern auch dessen genauen Ort zu lokalisieren. Neben Schwingungen eignen sich noch weitere Parameter zur Beschreibung eines Maschinenzustands, etwa die Temperatur oder das Drehmoment. Die Parameter werden von Sensoren erfasst und in digitale Modelle überführt. Einfachere Berechnungen können dezentral direkt an der jeweiligen Maschine vorgenommen

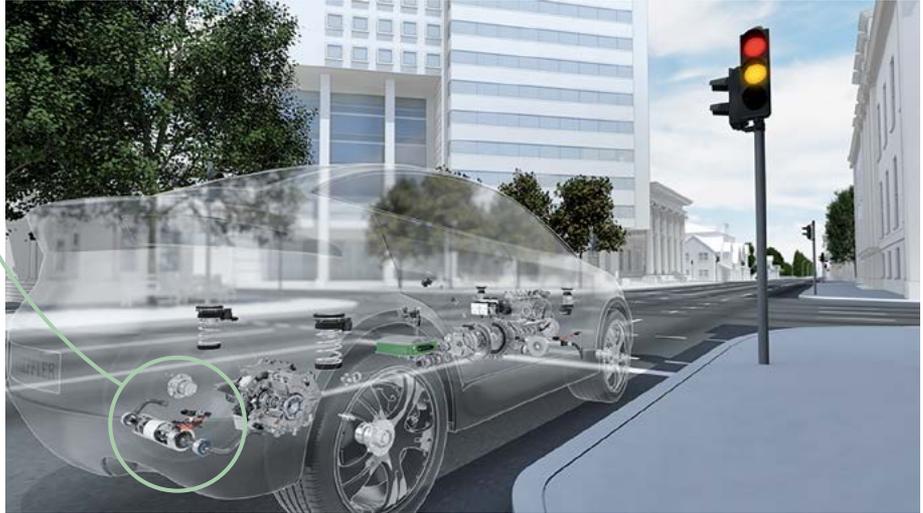
werden. Für komplexere Simulationen eignen sich cloudbasierte Analyseprogramme wie die „Schaeffler Service Cloud“. Sie läuft derzeit im Pilotbetrieb und ist in der Lage, die Restlebensdauer von Komponenten unter Realbedingungen zu errechnen und die Wartungsintervalle bedarfsgerecht zu ermitteln. Mit einem Internetzugang oder per App können Betreiber und Instandhalter weltweit auf diese Informationen zugreifen. Und so bereits im nächsten Hafen mit dem richtigen Ersatzteil zur Reparatur des errechneten und bevorstehenden Defekts am Antrieb des Kreuzfahrtschiffs warten.



Sensibel: Sensoren im Triebstrang melden Zustandsinformationen von Windenergieanlagen in Echtzeit



Beispiel Schaeffler Wankstabilisator: Komponenten werden in Zukunft Daten in Echtzeit generieren und weitergeben



Entwicklern und Produktmanagern, alle relevanten Informationen zu einem Projekt im Blick zu behalten und so bessere Entscheidungen zu fällen. Das Cockpit, eine webbasierte Anwendung, erlaubt den direkten Zugriff auf Entwicklungsdaten, die auf eine Vielzahl von Entwicklungswerkzeugen verteilt sind. Es unterstützt insbesondere das unternehmensweite Konfigurations- und Änderungsmanagement. Das Cockpit für die Produktentwicklung hat zwei Pendant: Auch die Produktion und die Serviceaktivitäten sollen künftig über ähnliche Cockpits gesteuert werden. „Integriert man eines Tages alle drei Cockpits, zum Beispiel über unsere zentrale digitale Plattform, dann haben wir alle Details über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts im direkten Zugriff“, verspricht Mogo Nem.

Mechanische Wertarbeit

In zehn Jahren wird Schaeffler 20 bis 30 Prozent aller Lager als Sensoren verkaufen, schätzt Prof. Peter Gutzmer, im Vorstand von Schaeffler für Forschung und Entwicklung verantwortlich. „Unsere Kompetenz beruht

aber auch in der digital vernetzten Welt darauf, dass wir die Dinge im Internet der Dinge verstehen“, sagt Gutzmer. „Unsere Mechanik-Kompetenz, gepaart mit Mechatronik und zunehmend Software, ist die Basis unseres Geschäftsmodells.“ Besonders wichtig wird das in einer Welt, die zunehmend auf autonome Systeme setzt: Selbstfahrende Autos oder Roboter, die in der Produktion Hand in Hand mit dem Menschen arbeiten, müssen sicher funktionieren. In der realen Welt, in der es für einen System-Neustart keine Zeit gibt.



DER AUTOR

Der Gründer des Redaktionsbüros *delta eta* und Technikjournalist **Johannes Winterhagen** programmierte als Schüler schon Anfang der 1980er Jahre auf einem Atari.

Trotz aller Begeisterung für die Digitalisierung liest er Bücher und Zeitschriften weiterhin am liebsten ganz analog auf Papier.

„WIR BRINGEN DIE KOMPETENZ FÜR DIE DINGE EIN“



Prof. Peter Gutzmer (Stellv. Vorsitzender des Vorstands und Vorstand Technologie der Schaeffler AG)

Digitalisierung und eine vernetzte Welt in Einklang mit Mechanik – Interview mit Prof. Peter Gutzmer über spannende Themenfelder im schnellen Wandel.

Herr Professor Gutzmer, die Digitalisierung ist in aller Munde – ein klassisches Modewort?

Ich bin davon überzeugt, dass die Digitalisierung die Welt stark verändern wird. Sie verändert unsere Produkte, sie verändert aber auch alle Prozesse in Unternehmen und nicht zuletzt unsere komplette Arbeitswelt. Dieser Wandel wird rasch geschehen. Denken Sie nur daran, wie schnell wir uns an das Smartphone gewöhnt haben und wie sehr es unsere komplette Art zu kommunizieren beeinflusst hat.

Schaeffler hat seine Wurzeln in der Feinmechanik und entwickelt zunehmend mechatronische Systeme. Gehören diese Kompetenzen künftig zum alten Eisen?

Ganz sicher nicht. Im Gegenteil: In das Internet der Dinge bringen wir die Kompetenz für die Dinge ein. Daten mögen das neue Gold sein, aber sie sind zunächst einmal nur Nullen und Einsen. Erst wenn man versteht, was in der physikalischen Welt hinter

einem beobachteten Muster stecken könnte, kann man Abhilfe schaffen. Wir erweitern unsere Kompetenz auf dem Gebiet der Digitalisierung durch Neueinstellungen und Partnerschaften mit IT-Unternehmen, aber deswegen geben wir unsere Kernkompetenzen nicht auf.

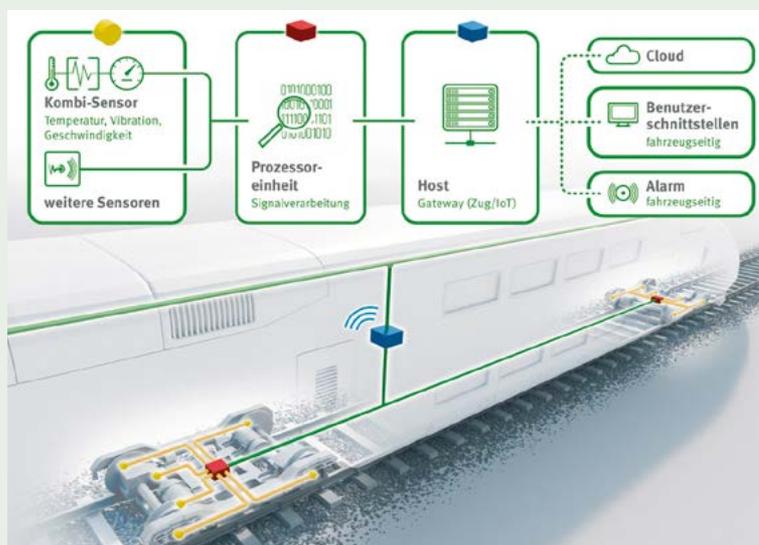
Stichwort Partnerschaft: Was bedeutet die Kooperationsvereinbarung mit IBM für das Unternehmen Schaeffler?

In einer vernetzten Welt muss man sich mit den richtigen Partnern vernetzen. Es wäre völlig vermessen, wenn wir versuchen würden, den über Jahrzehnte aufgebauten Wissensvorsprung von IBM auf dem Gebiet der Datenanalyse in kurzer Zeit aufzuholen. Stattdessen können wir – aus unserer Kenntnis der realen Welt heraus – die richtigen Fragen stellen, die Expertensysteme wie Watson dann beantworten können. IBM ist für uns bei Schaeffler aber nicht nur ein guter Partner, weil sich die Kompetenzen so gut ergänzen,

sondern eben auch weil IBM ein global aktives Unternehmen ist – wie wir auch.

Wie sehr verändert sich unsere Mobilität durch die Digitalisierung? Kaufen wir künftig noch schöne Autos oder nur noch Transport-Dienstleistungen?

Wie in anderen Fällen auch ist „sowohl als auch“ hier aus meiner Sicht die einzig richtige Antwort. Auch künftig wird es eine Nachfrage für mechanisch perfekte, schön gestaltete Autos geben. Und die werden auch gekauft und nicht nur stundenweise geliehen. Daneben tritt aber eine neue Mobilitätswelt, in der Dienstleistungen aller Art mit dem Smartphone geordert werden. Dazu werden eines Tages auch autonom fahrende Roboter-Taxis gehören. Aber glauben Sie nicht, dass die Mechanik in solchen Fahrzeugen keine Rolle mehr spielt. Wer würde sein Leben einer Maschine anvertrauen, die nicht unter allen Umständen perfekt funktioniert?



Digitalisierte Mechanik: Monitoring-Systeme mit lokaler Software und cloudbasierten Analytics erhöhen die Betriebssicherheit und reduzieren die Kosten



EIN AUTO ZUM **MITNEHMEN**

Mit welchen Gadgets können wir in der Zukunft bequem kurze Distanzen überwinden? Und wie fühlt sich das an? Die Schaeffler-Praktikantin Michelle Biegel testete für „tomorrow“ ein elektrisches Skateboard.

— von Michelle Biegel



„Wie werden wir wohl in 20, 30 oder 40 Jahren unterwegs sein? Sicherlich nicht mehr so oft mit dem eigenen Auto. Ich kann mir vorstellen, dass wir saubere und schnelle Busse und Bahnen benutzen. Aber wer läuft schon gern von der Bushaltestelle nach Hause? Oder von der U-Bahn-Station ins Büro? Sicherlich wird es dafür moderne technische Helfer geben. Bereits heute tüfteln Firmen an einer Lösung für die lästigen letzten Meter, von den Experten auch ‚The last Mile‘ genannt. Bisher erleichtern sich nur wenige Menschen ihre Kurzstrecken, indem sie Fahrräder oder Pedelecs nutzen. Auch durch eigene Muskelkraft angetriebene Cityroller oder Kickboards, die man als treue Alltagshelden aus der Kindheit kennt, sieht man in der Stadt nur selten. Für den ‚tomorrow‘-Praxistest machte ich mich daher auf die Suche nach einem coolen und praktischen elektrischen Transportmittel für die ‚letzte Meile‘.

Helfer muss leicht und praktisch sein

Die wohl bekanntesten wie ein Fahrrad mit Elektroantrieb, Pedelec genannt, oder auch ein Segway kommen für mich nicht in Frage: zu groß und zu schwer. Ein Monowheel, praktisch eine Art kompaktes Segway, sollte es aufgrund seiner Optik und der akrobatischen Anforderungen auch nicht werden. Man will ja auf dem Weg zur Arbeit nicht komplett lächerlich aussehen, oder?

Faktoren wie Batterie-Reichweite und Gewicht des Geräts – es muss ja schließlich in den vierten Stock, in die Bahn und an den Arbeitsplatz getragen werden – spielen bei der Auswahl ebenfalls eine entscheidende Rolle. Elektrische Skateboards sind da eine smarte Lösung: Vierrädrig, kompakt und im Gewicht noch akzeptabel. Für den ‚tomorrow‘-Praxistest entschied ich mich daher für das Modell E-GO2 des britischen Unternehmens Yuneec. Es bietet einen 400-Watt-Motor sowie



Ganz neue Möglichkeiten: Michelle rollt mit dem E-Board bis an den Schreibtisch



eine stufenlose Regelung der Geschwindigkeit per Fernbedienung in zwei Fahrmodi und verstellbare Achsen.“

! Der Markt für E-Bikes boomt, zwischen 2009 und 2015 ist der Absatz in Deutschland um 350 Prozent gestiegen. Kleinere Elektrofahrzeuge tun sich am Markt noch schwer, auch weil der Gesetzgeber deren Einsatz vielerorts einen Riegel vorschiebt. So auch in Michelles Fall: In Deutschland sind E-Boards verboten, sie gelten rechtlich als Kfz, dürfen auf Straßen aber nicht fahren, da sie weder versichert sind noch über Kennzeichen und Beleuchtung verfügen. Ihre Benutzung auf Gehwegen ist ebenfalls tabu, da sie Geschwindigkeiten über 6 km/h erreichen. Deshalb war Michelle für das Fotoshooting ausschließlich auf Privatgelände und abgesperrten Plätzen unterwegs. Doch was heute noch unter Strafe steht, kann eine Technologie der Zukunft werden. Denn mit dem Wunsch nach einer sauberen Mobilität wächst auch der Druck auf den Gesetzgeber. Ein erster Schritt geschah mit den Segways: Jahrelang nur mit Ausnahmegenehmigung unterwegs, gelten sie inzwischen als Motorfahräder und dürfen mit Kennzeichen und Versicherung gefahren werden.

E-Board meistert sogar Kopfsteinpflaster

„Mit größten Bedenken stelle ich mich der Herausforderung E-Board. Vor allem vor dem Lenken habe ich als blutiger Anfänger extremen Respekt. Und wie werde ich mit verschiedenen Fahrbahnbelägen klarkommen? Kann ich bei Nässe noch vernünftig lenken und bremsen? Schon bei meiner ersten Fahrt werden meine Sorgen widerlegt. Nach wenigen Versuchen gelingt es bereits, das Board zu fahren. Es ist wendig, man kann schnell beschleunigen und bremsen. Zu schnell sollte man dies jedoch auch nicht tun, da Stürze auf den harten Asphalt nicht angenehm sind. Der erste Eindruck: Damit käme ich sogar im Menschengedränge der Frankfurter Innenstadt schneller vorwärts als zu Fuß. Kommt man an der Bahnstation an oder kann an Treppen und anderen Hindernissen nicht weiterfahren, klemmt man sich das 6,3 Kilogramm leichte Board einfach unter den Arm, was bei schwereren Geräten wie Segway, Pedelec oder selbst Monowheel nicht machbar ist. Bei Nässe und Regen beschleunigt das Board etwas schwerer, auch beim Bremsen sollte man aufpassen. Besonders gefällt mir, dass man dank der großen Räder mit 90 Millimeter Durchmesser problemlos über kleinere Bordsteine sowie Kopfsteinpflaster fahren kann und nicht andauernd auf- und absteigen muss.“



Hingucker und Hinfaller: Das Elektro-Longboard im „tomorrow“-Test ist für den Anfänger eine Herausforderung: Es hat keinen Griff



! *Stichwort Barrierefreiheit: Nicht nur Rollstuhlfahrer und Mütter mit Kinderwagen profitieren von abgeflachten Bürgersteigen und Rollstuhlrampen, sondern auch, wer solch ein modernes Fortbewegungsmittel in der Stadt nutzen möchte.*

„Wunschlos glücklich bin ich mit dem E-Board nicht. Besonders störend: Man hat permanent nur noch eine Hand frei. Denn beim Fahren hält man die Fernbedienung, beim Shopping oder Einsteigen in die Bahn klemmt das Board unter dem Arm, denn da man es nicht einfach stehen lassen und abschließen kann wie ein Fahrrad, muss es immer mit. Dafür hält der Akku 30 Kilometer, Ladestopps sind selten. Im Gegenteil: Mein E-GO2 dient auch als Ladestation, sollte unterwegs meinem Handy der Strom ausgehen.“

! *Erst kommt die Nachfrage nach einer Technologie, dann das Feintuning. Wer sich in den goer-Jahren ein Handy zulegte, schleppte ein Gerät in der Größe eines Aktenkoffers mit sich. Ähnlich dürfte es sich mit E-Boards verhalten: Sind derartige Gadgets erst einmal erlaubt und verbreitet,*

dürften leichtere und kleinere Geräte folgen und bald auch sinnvolles Zubehör wie Mini-Schlösser, Tragegurte und Steuerung per Smartphone App sowie eine passende Infrastruktur mit Parkplätzen und Ladestationen.

„Besonders amüsant finde ich, dass ich ständig von interessierten Menschen jeden Alters angesprochen wurde. Da man so ein E-Skateboard in Deutschland selten sieht, wollen die Leute mehr darüber wissen und man kommt gut ins Gespräch. Ein weiterer Vorteil also, um Bahnfahrten angenehmer zu gestalten, solange die Geräte noch nicht weit verbreitet sind. Mein Fazit zum E-Skateboard ist positiv: Ich habe mir ausgerechnet, dass sich die Zeit halbiert, die ich für Fußwege auf dem Weg zur Arbeit brauche. Es ist eine sinnvolle Alternative unterhalb von Fahrrad oder Cityroller. Und eines sollte man dabei nicht vergessen: Es macht riesig Spaß.“



DIE AUTORIN

Michelle Biegel, Praktikantin bei Schaeffler im Aftermarket, nutzt privat ein Pedelec. Neue Eindrücke in der Mobilität warten

2017 auf die 18-Jährige: Dann geht es zu Work and Travel nach Australien.

DIE LETZTE MEILE IN DER MOBILITÄT

Wer effiziente Lösungen für die letzte Teilstrecke von der Endhaltestelle zum Ziel oder aus dem Paketzentrum zum Kunden findet, sichert sich Anteile an einem Milliardenmarkt.

Geprägt wurde der Begriff „die letzte Meile“ durch die Informations- und Telekommunikationstechnik: Er beschreibt den letzten Abschnitt der Telefon- oder Internetleitung vom Verteilerkasten bis zum Haus, der oft noch aus einer alten Kupferleitung besteht und damit die eigentlich gigabit-schnelle Kommunikation per Glasfaserkabel ausbremst. Vor ganz ähnlichen Problemen steht auch die Welt der Mobilität: Bus, Bahn oder Flugzeug gewährleisten heutzutage zwar weitgehend zuverlässige und schnelle Verbindungen in Stadt und Land, doch die letzte Meile von der Endhaltestelle bis zum Ziel ist auch hier ein Flaschenhals. Zu Fuß gehen klappt nur gut mit wenig Gepäck, viel Zeit, Schirm oder zumindest halbwegs gutem Wetter. Und wer die Kosten für ein Taxi nicht scheut, muss zumindest mit zusätzlicher Wartezeit rechnen oder die Reise akribisch planen, ein Taxi vorbestellen, und dann hoffen, auch pünktlich vor Ort zu sein.

Die Alternative zum öffentlichen Verkehr, das eigene Auto, bringt in der Stadt heutzutage keine Vorteile: Akute Parkplatznot, Fahrverbote und Staus machen den Individualverkehr langsam und verlagern das Problem

der „letzten Meile“ darüber hinaus oft nur von der Endhaltestelle zum jeweiligen Parkplatz. Car-Sharing-Dienste wie car2go oder DriveNow und Fahrradleihstationen an den Haltestellen von Bus und Bahn sind Lösungsansätze. Optimal und für jede Situation geeignet sind sie aber nicht. Nahezu jeder, der im Mobilitätssektor aktiv ist, arbeitet daher gerade an einer möglichst schlauen Lösung. In Entwicklung sind etwa futuristische und wenig Parkraum einnehmende Gefährte, die an den Haltestellen wie Fahrräder gemietet werden können. Andere wiederum favorisieren sogenannte „Personal Light Electric Vehicles“ (PLEV).

Dahinter verbergen sich kleine Gefährte wie Elektro-Tretroller, E-Longboards oder rollende Miniplattformen, wie CarrE von Ford. Sie transportiert wahlweise Personen oder Gepäck und kann platzsparend im eigenen Auto mitgenommen werden. Für die Logistikbranche ist die letzte Meile eine nochmals größere Herausforderung: Wer hier als erster eine Lösung findet, die die zeitraubende und teure Auslieferung per Lkw oder Transporter vereinfacht und Fehlzustellungen minimiert, dem steht ein Milliardenmarkt offen. Und so ist der Konkurrenzkampf in dem Sektor auch in vollem Gange: Drohnen, autonome Miniroboter und Lastenräder mit E-Antrieb kämpfen um Anteile. In Zukunft allerdings, schätzen Experten wie Christian

Scherf, Techniksoziologe am Innovationszentrum für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel in Berlin, könnte der Begriff der letzten Meile nach und nach verschwinden: Denn dabei könnte auch absolut sicheres und organisiertes autonomes Fahren – seien es Lieferwagen oder Fahrzeuge zur Personenbeförderung – eine Hauptrolle spielen. Logistik und öffentlicher Nahverkehr würden dann effizienter und sicherer als je zuvor möglich sein.

— von Denis Dilba

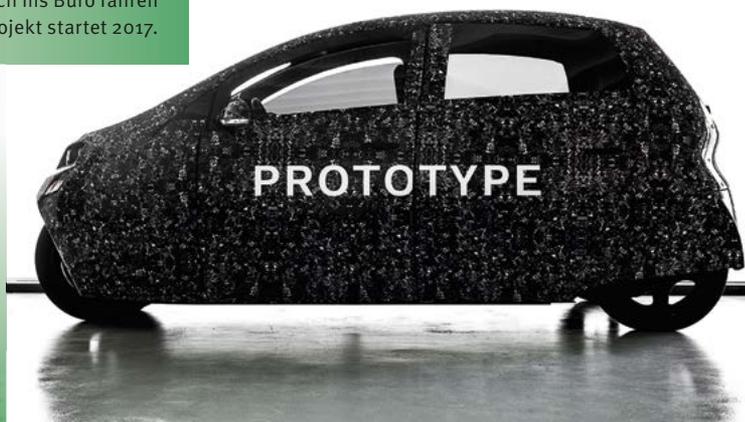


E-BOARD VON SCHAEFFLER Auf der CES im Januar 2017 in Las Vegas zeigt Schaeffler ein elektrisches Kickboard. Es ähnelt mit zwei Achsen und einer Trittläche in komfortabler Größe einem Skateboard. In die Trittläche ist ein Akku integriert, der über einen Elektromotor an der Hinterachse für Vortrieb sorgt. Gesteuert wird das Kickboard über einen Stick mit einem ergonomisch gestalteten Griff. Als Lösung für die letzte Meile soll es Menschen erleichtern, im urbanen Raum öffentliche Verkehrsmittel und Carsharing zu nutzen.

... UND DAS **KÖNNTE KOMMEN**

AUTO ON DEMAND Das dänische Projekt Spiri erfindet das Taxi neu. Die 750 Kilogramm leichten Fahrzeuge im neuartigen Design sind energieeffizient, bequem, autonom und kostengünstig. Die Zukunftsvision: Einfach per App ein Spiri ordern und sich ins Büro fahren lassen. Das Pilotprojekt startet 2017.

BEWEGLICHER BÜRGERSTEIG
Der Motowalk von Imaginative kann in Geschäftsvierteln und Innenstädten größere Menschenmengen bewegen und ist flexibler und effizienter als Busshuttle oder Bahn. Ähnliche Rollbänder werden ja auch schon in Flughäfen eingesetzt.



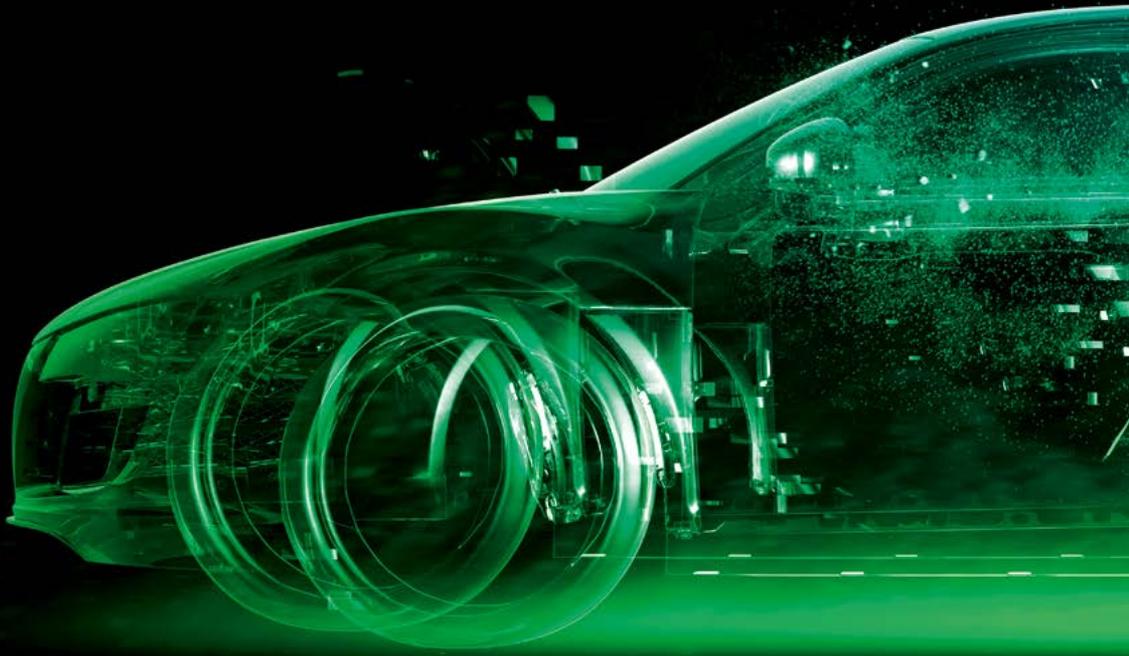
ELEKTRONISCHER BUTLER

Die selbstfahrenden Roboter von Starship sollen lokale Lieferungen revolutionieren.

Im Umkreis von bis zu fünf Kilometern holt der rollende Helfer Einkäufe aus den Geschäften und bringt sie nach Hause. Oder man nimmt ihn mit zum Shopping und lässt ihn die Taschen tragen.



ÜBERFLIEGER Seit 2015 unternimmt die Schweizer Post Versuche mit Drohnenflügen. Maximal fünf Kilogramm Last können bis zu 60 km/h schnell und 20 Kilometer weit transportiert werden. 2017 wird DHL ein kommerzielles Drohnenprojekt in der Schweiz starten.



IN ZUKUNFT ELEKTRONISCH

Der Drehmomentwandler ist zwar noch nicht ganz so alt wie der Verbrennungsmotor, doch seit einem Dreivierteljahrhundert ist auch er aus Automobilen mit Automatikgetriebe kaum mehr wegzudenken. Im Zeitalter von elektronischer Vernetzung und Hybridisierung steht das Modul vor seinem größten Umbruch.

— von Alexander von Wegner



— Als Hermann Föttinger 1905 den Drehmomentwandler und die hydrodynamische Kupplung konzipierte, war die Grundlage für eine neuartige hydraulische Baugruppe gelegt. 1928 hielt der Wandler Einzug in Lokomotiven. Als der amerikanische Automobilhersteller General Motors seine Hydra-Matic 1940 in Großserienfahrzeugen der Marke Oldsmobile einbaute, war der Durchbruch auch im Straßenverkehr geschafft. Schon bald setzte die neue Kraftübertragung Maßstäbe bei Sicherheit, Komfort und Leistung: Niemand musste mehr eine manuelle Kupplung betätigen oder sich auf Schaltvorgänge konzentrieren, der ruhige Fahrfluss und die Dämpfung von Schwingungen ermöglichten eine angenehmere Fortbewegung, und schließlich reichte der Wandler mühelos die Kraft selbst stärkster Motoren weiter – und zwar verschleißfrei im Gegensatz zur üblichen Friktionskupplung.

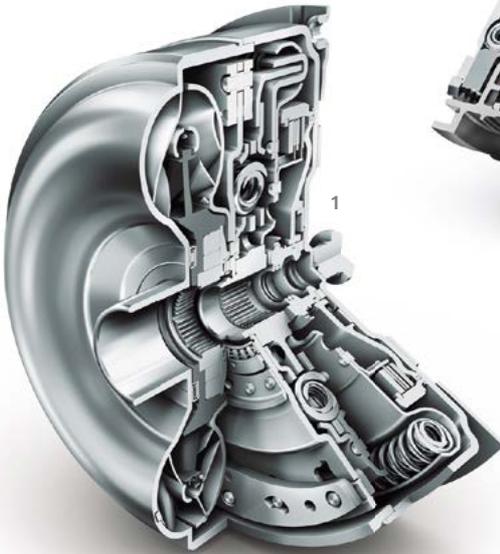
1990 begann die Schaeffler-Marke LuK in Bühl mit der Entwicklung von Wandlern. Am Grundprinzip der Kraftübertragung des Wandlers durch Pumpen-, Turbinen- und Leitrad in einem Ölbad hat sich seit der Erfindung über Jahrzehnte hinweg nichts geändert. Erst in jüngster Zeit ergeben sich bahnbrechende Umbrüche.

Sie hängen nicht allein mit der Kraftübertragung zusammen, sondern mit dem gesamten Automobil. Bislang hat der Wandler den Motor ausschließlich dadurch vorteilhaft ergänzt, dass er sanftes Anfahren erlaubt und den Antriebsstrang von den Schwingungen trennt, die vom Motor ausgehen.

Innovative Lösungen von Schaeffler

Die aktuelle Umweltgesetzgebung aber verlangt immer geringere CO₂-Emissionen bei gleichzeitig steigendem Drehmoment. Die Hersteller haben dafür Downsizing-Motoren mit weniger Hubraum und geringerer Zylinderzahl entwickelt. Die Turboaufladung sorgt dennoch für Leistungs- und Drehmomentstärke. Damit aber steigen die Anforderungen an den Wandler, die Drehungleichförmigkeiten zum Getriebe zu isolieren. Die Anregungen aufgeladener, kleinvolumiger Motoren sind deutlich höher als die der vorherigen Aggregate. Diese Drehschwingungen werden üblicherweise durch Federdämpfer aufgenommen. Sie gleichen die von den einzelnen Verbrennungen herrührenden Ungleichförmigkeiten aus. Entscheidend für die Wirkung ist dabei die Größe der Feder.

- 1 Optimierte Lösung auf wenig Bauraum:
Drehmomentwandler mit Fliehkraftpendel
- 2 Vereinigt: Im modernen P2-
Hochvolt-Hybridmodul von Schaeffler
sind E-Maschine und eine in den
Rotor integrierte automatisierte
Trennkupplung kombiniert. Aber auch ein
Drehmomentwandler ist möglich
- 3 Weniger Bauteile, effektivere Dämpfung:
der iTC-Wandler von Schaeffler



MILLIONEN-MARKE

Seit 1990 entwickelt Schaeffler auch Drehmomentwandler. Das Tochterunternehmen LuK in Bühl nahm damals die Entwicklung auf. Während der amerikanische Standort in Wooster/Ohio das Kompetenzzentrum für Wandler im globalen Schaeffler Entwicklungsnetzwerk ist, startete im April 2014 auch die Produktion in China. Im Jahr

2016 lief im Werk Taicang der millionste Drehmomentwandler vom Band. Kein anderes Wandler-Projekt weltweit hat sich in so kurzer Zeit mit einer solchen Geschwindigkeit entwickelt.



Platz aber ist ein knappes Gut. Da insbesondere bei quer angeordneten Motoren wenig Bauraum zur Verfügung steht, hat Schaeffler ein Fliehkraftpendel als optimierte Lösung im Angebot. Es debütierte im Zweimassenschwungrad und ist inzwischen in den Drehmomentwandler integriert. Dazu hat Schaeffler den Integrated Torque Converter (ITC) geschaffen, der weniger Bauteile als ein konventioneller Wandler besitzt und damit Raum für das Fliehkraftpendel schafft.

Ein weiterer Schritt auf dem Weg ins digitale Zeitalter ist der mTC-Wandler. Dieser Multifunktions-Wandler lässt sich ideal mit Start-Stopp-Systemen kombinieren, mit denen moderne Motoren noch sparsamer werden. Ebenso kann der mTC-Wandler ein verzögertes Ansprechverhalten – das Turboloch – kompensieren. Der Multifunktions-Wandler lässt sich ferner im Leerlauf-Betrieb entkoppeln und kann die Wandlerfunktion frühzeitig überbrücken. So leistet diese innovative Baugruppe von Schaeffler einen Beitrag von bis zu fünf Prozent bei der Kraftstoff-Ersparnis.

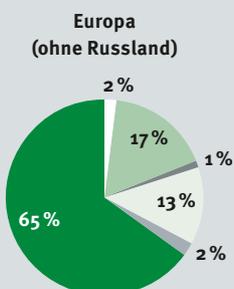


Mobilität für morgen heute im Visier: Schaeffler entwickelt in vielen Bereichen an unterschiedlichen Antriebskonzepten

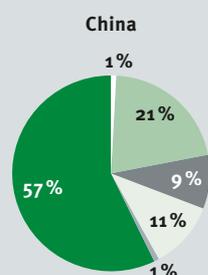
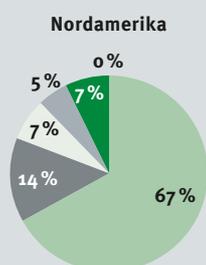
Der wohl größte Schritt steht noch bevor: die Hybridisierung. Das neue Hochvolt-Hybridmodul in P2-Anordnung besteht aus einer automatisierten Trennkupplung und einer E-Maschine. Es deckt einen Bereich bis 800 Nm Drehmoment ab und kann sowohl in 48-Volt-Architekturen als auch in leistungsstarken Hochvolt-Antriebskonzepten eingesetzt werden. Der Serienstart dieser Entwicklung steht kurz bevor. Für den amerikanischen Markt entwickelt Schaeffler aus dem P2-Hybridmodul eine Variante mit integriertem Drehmomentwandler. Diese Hochvoltlösung auf sehr kompaktem Bauraum

wird in absehbarer Zeit in einem nordamerikanischen Light-Truck debütieren. „Wir erarbeiten die Lösungen gemeinsam mit den Kollegen aus den Bereichen Motorsysteme und E-Mobilität, betrachten den Verbrennungsmotor, die elektrischen Komponenten sowie das Getriebe im Verbund“, sagt Matthias Zink, Leiter des Unternehmensbereichs Getriebesysteme Schaeffler. Dieses Zusammenspiel des Know-hows aus unterschiedlichen Fachbereichen ist eine der großen Stärken von Schaeffler. „Damit bieten wir den Automobilentwicklern optimale Gesamtsystemlösungen.“

ANDERE LÄNDER, ANDERE SITTEN BEIM SCHALTEN



Quelle: IHS Automotive



Prognose zur Verteilung der unterschiedlichen Getriebesysteme und Schaltbetätigungen für das Jahr 2018

- █ **Automatisierte Schaltung**
- █ **Klassische Wandler-Automatik**
- █ **Stufenloses Getriebe**
- █ **Doppelkupplungs-Getriebe**
- █ **Elektroautos**
- █ **Herkömmliche Handschaltung**

AM ZUG

Schaeffler treibt mit seinen Innovationen seit vielen Jahren die Bahntechnologie voran. Bei der Gestaltung der Schienenmobilität von morgen liegt ein Fokus auf Konzepten zur digitalisierten Überwachung und Instandhaltung.

— von Torben Schröder

— Mensch und Material wurden schon per Zug transportiert, da waren Automobil und Flugzeug noch lang nicht erfunden. Die Bahn ist damit eines der ältesten Fortbewegungsmittel und nimmt auch im gegenwärtigen sowie im zukünftigen Verkehrsbild eine tragende Rolle ein.

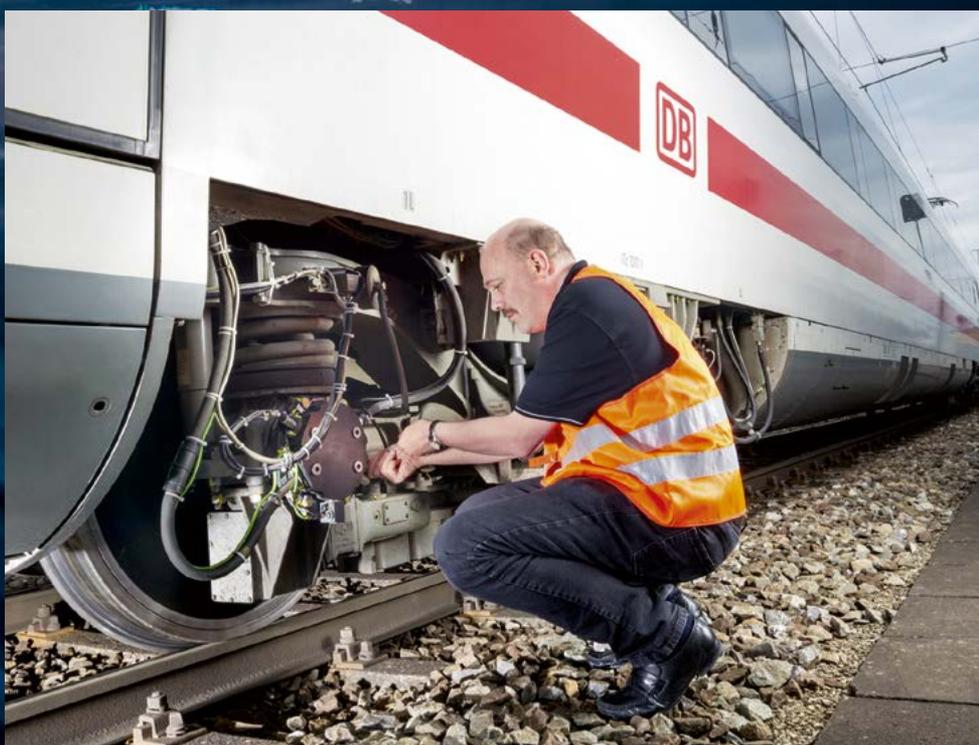
In einer Megacity wie Hongkong ist die U-Bahn mit Abstand das schnellste, kostengünstigste und effizienteste Verkehrsmittel. Der hiesige Betreiber Mass Transit Railway befördert täglich 4,5 Millionen Passagiere. Auch im Bereich der interurbanen Mobilität wird weltweit aufgerüstet. Ein Beispiel: Das seit 1964 existierende Magnetschwebbahn-Hochgeschwindigkeitsstreckennetz „Shinkansen“ in Japan wird derzeit um eine modernere Linie von Tokio nach Osaka erweitert. Mit der Fertigstellung wird im Jahr 2045 gerechnet. Die Gesamtkosten für das Mammutprojekt „Chūō-Shinkansen“ belaufen sich auf rund 70 Milliarden Euro. Im Güterbereich belegt der Transport auf Schienen nach wie vor den zweiten Rang hinter dem Transport per Lkw. Mehrere Studien belegen aber, dass der

Bahngüterverkehr die Umwelt deutlich weniger belastet. In Zeiten des Klimawandels eine Chance, die Verhältnisse zu verschieben.

Ein Jahrhundert Expertise

Im Bahnsektor hat Schaeffler ein Heimspiel. Der Technologiekonzern entwickelt bereits seit 100 Jahren in enger Zusammenarbeit mit Herstellern und Betreibern Lösungen für Lageranwendungen. Ein extrem belastetes Teil innerhalb eines Zuges ist das Radsatzlager, das die Schnittstelle zwischen dem Radsatz und dem mit dem Wagen verbundenen Drehgestell darstellt. Radsatzlager von Schaeffler kommen – von der U-Bahn bis zum Hochgeschwindigkeitszug – weltweit zum Einsatz und brauchen besondere Pflege. „Sie werden heutzutage nach fixen Serviceintervallen gewartet“, erklärt Dr. Hans-Willi Keßler, Leiter Service Products Technologie bei Schaeffler. „Dazu wird demontiert, gereinigt, wiederaufbereitet, gefettet und neu zusammengebaut.“ Die tatsächliche Belastung wird dabei jedoch

Erste Prototypen der digitalisierten Überwachung und Instandhaltung von Schaeffler wurden bereits 2015 erfolgreich in Hochgeschwindigkeitszügen getestet





Kombisensoren (oben) erfassen für das neue Schaeffler-CMS Temperatur, Vibration und Geschwindigkeit. Die Ergebnisse werden per Klartext in der Schaeffler-Cloud oder lokalen Geräten angezeigt (rechts)



10 Mrd.

Fahrgäste nutzen jährlich den Öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV) in Deutschland. Das sind knapp 27,4 Millionen Fahrgäste pro Tag. Bei im Durchschnitt etwa 1,4 Passagieren pro Autofahrt ersetzen Busse und Bahnen damit jeden Tag 20 Millionen Autofahrten.

Quelle: Verband Deutscher Verkehrsunternehmen

200 Watt

produziert der **Radsatzgenerator** von Schaeffler bei einer Geschwindigkeit von 150 km/h. Die Weiterentwicklung zur Generierung von Leistungen bis zu 1.000 Watt ist grundsätzlich möglich.

nicht berücksichtigt. Für einen deutschen ICE ist ein Ausbau des gesamten Radsatzlagers nach 1,2 Millionen Kilometern vorgesehen. Das sind knapp 2.000 Touren von Hamburg nach München. Da ein ICE im Schnitt 1.500 Kilometer pro Tag fährt, ist die Instandhaltung bereits nach knapp zwei Jahren fällig. In der Regel unnötig, denn unter normalen Betriebsbedingungen tritt kein Verschleiß an den mechanischen Bauteilen auf. Die Radsätze könnten also länger im Einsatz sein, als es die arbeits- und kostenintensiven Wartungsintervalle zulassen.

Prozesse dank Digitalisierung optimieren

Auf der InnoTrans 2016, der Messe für Bahntechnologie in Berlin, zeigte Schaeffler, wie mit Hilfe der Digitalisierung diesen turnusmäßigen „Wartungen auf Verdacht“ entgegengewirkt werden kann: Ein Condition Monitoring System (CMS) überwacht den Zustand der Teile mit intelligenter Software und Cloud-Anbindung permanent. Etwaige Wartungs- und Reparaturmaßnahmen werden also ausschließlich bei tatsächlicher Notwendigkeit eingeleitet. Ziel des CMS ist es, höhere Durchschnittsgeschwindigkeiten, größere Laufleistungen sowie längere Wartungsintervalle der zukünftigen

RENAISSANCE SEIDENSTRASSE

Unter dem Projektnamen „One belt, one road“ treibt China seit 2013 den Aufbau einer interkontinentalen Infrastrukturverbindung mit Europa voran – in Anlehnung an die uralte Handelsstraße zwischen den beiden Kontinenten auch „neue Seidenstraße“ genannt. Angesichts der bis zu 60 beteiligten Länder, sechs Wirtschaftskorridore und vier Freihandelszonen besteht ein enormer Bedarf an Lösungen für Railwaygeschäfte, an deren Realisierung Schaeffler mitwirkt.

Zuggenerationen zu ermöglichen. Gleichzeitig wird die Betriebssicherheit verbessert.

Im Detail funktioniert das CMS so: Mit speziell für Bahnanwendungen entwickelten Sensoreinheiten können Körperschall, Temperatur und Drehzahlen an den Radsatzlagern gemessen und so Defekte – wie zum Beispiel Wälzlerschäden und Unwuchten an den Radreifen – entdeckt werden. An einem Triebdrehgestell können zusätzlich Fahrmotor und Getriebe per Schwingungsmessung überwacht werden. Eine Prozessoreinheit verarbeitet die Rohdaten zu Kennwerten und reduziert somit die zu übertragende Datenmenge. Die Analyse dieser Daten erfolgt dann automatisiert entweder in der Schaeffler-Cloud oder in einem lokalen Gerät. Das Ergebnis wird als Klartext ausgegeben. Sprich: Die zuständigen Ingenieure müssen keine komplizierten Hyroglyphen interpretieren, sondern können ganz einfach ablesen, welche Maßnahmen zu ergreifen sind.

Entscheidend in puncto Haltbarkeit eines Radsatzlagers ist auch der Schmierstoff. Durch Scherkräfte, Drücke und hohe Temperaturen während des Betriebs altert er sowohl mechanisch als auch chemisch und verliert allmählich seine Wirkung. Im Extremfall kann es zum sogenannten Heißlaufen des Radsatzes kommen – die sofortige Außerbetriebnahme des Zuges wäre die Folge. Wie schnell sich dieser Alterungsprozess vollzieht, ist stark von den Einsatzbedingungen abhängig. Hier setzt ebenfalls das Schaeffler-CMS an. „Die Fettgebrauchsdauerberechnung von Schaeffler kalkuliert mit realen Werten. Damit hat man in der Instandhaltung die Möglichkeit, belastungsabhängig Zyklen zu fahren, und spart dadurch Kosten“, so Dr. Hans-Willi Keßler.

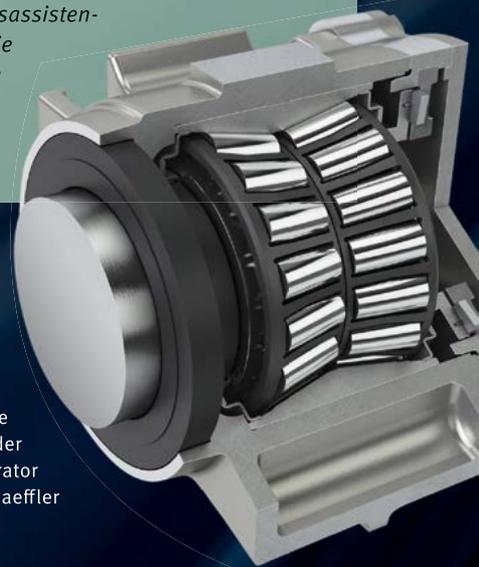
Der prominenteste Gast am gut besuchten Schaeffler-Stand auf der InnoTrans 2016 war Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt. Er bezeichnete Schaeffler als gutes Beispiel, wie es den deutschen Unternehmen gelinge, die Herausforderung der Digitalisierung anzunehmen und in zukunftsfähige Mobilitätslösungen umzusetzen.

MECHANISCH INNOVATIV

Heutzutage bestehen eine Lokomotive und ihre Waggons zu allergrößten Teilen aus mechanischen Komponenten. Diese zu verbessern hat sich Schaeffler ebenfalls zur Aufgabe gemacht. Einige der Resultate wurden auf der InnoTrans 2016 präsentiert. Der von Schaeffler entwickelte neue Wälz-lagerwerkstoff Mancrodur kommt in Kombination mit dem Carbonitrieren – einem Einsatzhärteverfahren mit Kohlenstoff und Stickstoff – nun auch als Kegelrollenlagereinheit im schweren Güterverkehr zum Einsatz. „Selbst bei extremen Lasten und Stößen stellt das Lager aus Mancrodur-Werkstoff seine um 30 Prozent erhöhte Performance im Vergleich zum Standardstahl unter Beweis“, erklärt Matthias Kilian, Senior Manager Product Management Sales bei Schaeffler.

Eine weitere Schaeffler-Erfindung ist der Radsatzgenerator, mit dem Güterwaggons autark mit Strom versorgt werden und dadurch Zusatzfunktionen wie GPS, Condition Monitoring, Beleuchtung, Bremsassistenten oder auch die Betätigung von Klapptüren an Hopper-Wagen nutzen können.

Alternative zur Stromversorgung über die Lokomotive: der Radsatzgenerator von Schaeffler



Dr. Stefan Spindler, Industrie-Vorstand bei Schaeffler (rechts), im Gespräch mit Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt auf der InnoTrans 2016

DER GLÄSERNE FAHRER

Ohne umfangreiche Datenanalyse ist der Motorsport heute nicht mehr denkbar. Doch je nach Rennserie warten unterschiedliche Herausforderungen auf die Teams.

— von Lars Krone



KTM
DHL

KTM

QUALCOMM

ABT

AETHRA
RACING AUTOMOTIVOS

KTM
DHL

» Manchmal brütet man mit dem Ingenieur mehrere Stunden über den Daten

Mike Rockenfeller



— “Nein, ich habe den Motor nicht überdreht.“ Bis in die 1980er-Jahre war dies eine beliebte Ausrede eines Rennfahrers nach einem Motorschaden. Gern wurde die Schuld auf das Material geschoben. Wirklich überprüfen konnten die Teams diese Aussage damals nicht, da die Rennfahrer oft auch den Schleppzeiger des Drehzahlmessers manipulierten, um nicht als der am Ausfall Schuldige ausgemacht zu werden. Doch dann begann das Zeitalter der Datenanalyse in Rennwagen – und das des gläsernen Piloten. Sensoren im Fahrzeug, im Motor und in den Reifen messen seitdem Tausende von Parametern – etwa vergleichbar mit einem EKG in der Medizin. Diese werden gespeichert, übertragen und vom Team analysiert. Alles, was der Fahrer im Fahrzeug macht, ist heute überprüfbar.

Dabei geht es längst nicht mehr darum, ob der Fahrer einen Motorschaden verursacht hat oder nicht. „Wir betreiben Datenanalyse aus zwei Gründen“, erklärt Florian Modlinger, Projektleiter Test & Technik DTM bei Audi Sport. „Zum einen, um die Abstimmung zu optimieren und so die maximale Performance aus dem Fahrzeug zu holen, und zweitens, um die Fahrerperformance zu steigern. Dies erreicht man, wenn man die Daten mit denen eines zweiten Fahrers vergleicht und so erkennt, in welchen Bereichen man Zeit verliert. Das Ziel ist ganz einfach: auf der Rennstrecke noch schneller zu sein.“

Neben performancerelevanten Daten gibt es weitere Bereiche, die durch die Sensoren kontrolliert werden. So kann durch die Überwachung der wichtigsten Fahrzeugsysteme die Ausfallwahrscheinlichkeit deutlich

In der WEC werden die Daten in Echtzeit über Antennen mit unterschiedlichen Frequenzen und Standards übertragen, mit dem L-förmigen Pitotrohr wird die Geschwindigkeit gemessen



EINE RUNDE MIT DEM FORMEL-E-RENNWAGEN IN PUNTA DEL ESTE

Die oberste, grüne Kurve zeigt den jeweils verwendeten Gang an. Der über nur drei Gänge verfügende Formel-E-Rennwagen verwendet auf dem uruguayischen Kurs lediglich die Gänge zwei und drei.

Die blaue Kurve zeigt den Lenkwinkel. Je höher der Ausschlag nach oben ist, desto stärker lenkt der Fahrer nach rechts, je größer der Ausschlag nach unten ist, desto größer ist der Lenkwinkel nach links. Auffällig: Auch auf den Geraden muss der Fahrer meistens leicht lenken, da das Fahrzeug auf Bodenwellen versetzt.

Die wichtigste Kurve: Hier wird die Geschwindigkeit dargestellt. Je höher der Ausschlag, desto schneller fährt das Fahrzeug.

Diese Kurve stellt die Leistung des Elektromotors dar. Bei den hohen Ausschlägen ruft dieser die Maximalleistung von 200 kW ab, an den niedrigen Stellen wird Energie reku-pert.

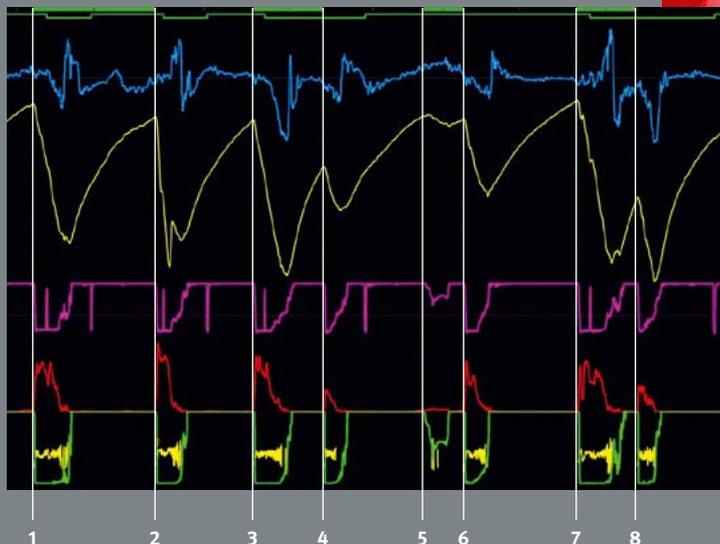
Hier wird der Bremsdruck abgebildet. Wenn das Fahrzeug schneller fährt, kann der Fahrer stärker bremsen, da mehr Abtrieb erzeugt wird

und so die Reifen nicht so schnell blockieren. Wenn der Fahrer in die Kurve hineinbremsst, verringert sich die Bremskraft.

Die grüne Kurve zeigt die Stellung des „Gaspedals“. Den Großteil der Strecke gibt der Fahrer Vollgas. Ist der Ausschlag ganz unten, rollt der Fahrer, um Energie zu sparen.

Hier wird die Verteilung der Bremsleistung auf die beiden Bremskreisläufe abgebildet. Je nach Ausschlagsrichtung wird der vordere oder hintere stärker beansprucht.

Bereits während der laufenden Session findet in der Formel E eine erste Datenanalyse statt



Der enge Stadtkurs des Badeortes Punta del Este in Uruguay ist 2,785 Kilometer lang



60 GB

an Daten sammelte das Team
ABT Schaeffler Audi Sport in
der Formel-E-Saison 2015/16.



Dr. Simon Opel (l.) und Schaeffler-
Technikvorstand Prof. Peter Gutzmer

DATENAUSTAUSCH

Auch Schaeffler profitiert von den Daten aus dem Rennsport. „Wir werten diese jedoch weniger direkt im Test- oder Rennbetrieb aus als danach“, so Dr. Simon Opel, Leiter Sonderprojekte Motorsport bei Schaeffler. „Vor allem beim Thema Elektromobilität sind die Daten für uns sehr wichtig. Daher ist die Formel E ideal. Denn dort können wir neue Beschichtungen oder Lager erproben. Wenn sich diese bewähren, können wir sie auch in Serienautos einsetzen.“ Mit den Daten werden zudem Simulationen auf ihre Genauigkeit getestet, indem die dort gewonnenen Erkenntnisse mit der Realität verglichen werden. Simon Opel: „Das ist beim Thema Effizienz wichtig, da dort schon kleine Ungenauigkeiten große Auswirkungen haben.“

minimiert werden. Aber auch die Sicherheit wird erhöht: So erkennt das Team oft eher als der Fahrer einen Reifenschaden und kann diesen rechtzeitig zum Pneuwechsel an die Box beordern. Aber nicht nur das Team setzt auf die Telemetrie, sondern auch die Rennleitung: Per GPS-Messung wird die Geschwindigkeit des Fahrzeugs gemessen und so überprüft, ob es während einer Gelbphase zu schnell fährt.

Erst analog, nun digital

Die Anfänge der Datenaufzeichnung im Rennsport liegen in den 1960er-Jahren. Einer der Pioniere war der Amerikaner Jim Hall mit seinen innovativen Chaparral-Sportwagen für die legendäre Can-Am-Serie und die Sportwagen-WM. Mithilfe eines von Chevrolet entwickelten Gerätes wurden Daten wie Geschwindigkeit oder Drehzahl gespeichert – wegen des mangelnden Speicherplatzes meistens nur von einer Runde. Und zwar analog auf Tonbändern, da es noch keine geeigneten digitalen Speicher gab.

Erst dank der großen Fortschritte in der Computertechnologie wurde die Datenaufzeichnung in den

80er-Jahren fester Bestandteil des Rennsports. Vorreiter war hier vor allem die Formel 1. Die Daten konnten nun auf Disketten gespeichert werden, die in der Box ausgelesen wurden. 1983 übertrug Renault erstmals per Telemetrie während der Fahrt Daten in Echtzeit an die Box. Jedes Mal, wenn das Fahrzeug die Ziellinie überfuhr, wurden diese per Signal übermittelt. Wegen Funkschatten war eine kontinuierliche Übertragung nicht möglich. Die Anzahl der Sensoren in den Rennwagen war damals noch überschaubar. Oft waren es nicht mehr als zehn Messgrößen wie Drehzahl und verschiedene Temperaturen und Drücke. Seit den Anfängen gab es deutliche Fortschritte bei der Arbeitsweise der Sensoren: „Sie sind heute viel genauer als vor 30 Jahren“, so Modlinger.

Unterschiedliche Anforderungen je nach Rennserie

Heute erlauben die Rennserien den Teams unterschiedlich viele Freiräume in Sachen Datenanalyse. So ist es in der Formel 1 und der FIA-Langstrecken-Weltmeisterschaft WEC weiterhin erlaubt, in Echtzeit Daten per Telemetrie zu übertragen. Die Hightech-Hybrid-Rennwagen der beiden Serien verfügen über mehr als 100 Sensoren, die Tausende von Parametern messen. Dabei entstehen riesige Datenmengen („Big Data“). Bei Schaeffler-Partner Porsche kommen in den WEC-Sitzungen mit dem Le-Mans-Sieger-Fahrzeug 919 Hybrid Hunderte Gigabyte zusammen. Diese werden an der Rennstrecke von Dutzenden Technikern analysiert – in einem Raum, der wegen seiner vielen Bildschirme an das Kontrollzentrum der NASA erinnert. In der Formel 1 werden die Daten zusätzlich per Highspeed-Internet rund um die Erde in die Fabrik des Teams übertragen. Dort werden mit ihnen Computer gefüttert, die per Simulation die beste Rennstrategie ausspucken. Die Übertragung dauert trotz der riesigen Datenmenge weniger als eine Sekunde.

In der DTM und der Formel E ist dagegen aus Kostengründen die Telemetrie verboten. Auch die Anzahl der Sensoren ist vom Reglement eingeschränkt. So verfügt der ABT Schaeffler FE02 über 40 Sensoren, der Audi RS 5 DTM über rund 50. „Die Daten werden während der Fahrt aufgezeichnet und in der Box nach jedem Run des Fahrzeugs heruntergeladen und auf einen Server gespielt. Somit kann jedes Teammitglied sofort auf die Daten zugreifen“, erklärt Markus Gröninger, Formel-E-Dateningenieur. „Dies ist besonders wichtig, da wir aufgrund des kompakten Zeitplans nur maximal 1,5 Stunden zwischen den Sessions haben, um die Daten zu analysieren“, so Gröninger. „Dazu kommt, dass wir in der Formel E sehr oft auf neuen Strecken fahren und uns Werte aus dem Vorjahr fehlen.“ Auch in der DTM, in der Zeittraining und Rennen an einem Tag stattfinden, kommt es darauf an, schnell das perfekte Set-up zu finden. In der WEC gibt es dagegen vor dem Zeittraining drei Freie Trainings mit

VIVA LAS VEGAS



Bei Rennsimulationen spielt das Thema Datenanalyse eine wichtige Rolle. Die für die Programmierung benötigten fahrdynamischen Daten wurden zum

großen Teil per Datenanalyse aufgezeichnet. Eine große Realitätsnähe ist dadurch garantiert. Es ist mittlerweile Standard, dass sich Fahrer und Teams auf bevorstehende Rennen im Simulator vorbereiten. Die Piloten der Formel E können sich im Januar 2017 auf ein ganz besonderes Event freuen: Beim Las Vegas eRace, das während der dortigen Consumer Electronics Show ausgetragen wird, messen sich die Profirennfahrer im Simulator mit zehn Fans auf der digitalen Rennstrecke. Dabei geht es um das stolze Preisgeld von einer Million Dollar. Die verwendete Software „rFactor2“ basiert auf einem Programm, das auch von Formel-1-Teams verwendet wird.

einer Dauer von insgesamt vier Stunden – deutlich mehr Zeit, um das Auto auf die Rennen vorzubereiten.

Für die Fahrer ist die Datenanalyse heute unverzichtbar. „Man kann erkennen, wo man gegenüber anderen Fahrern Zeit verliert und was man fahrerisch besser machen kann“, so Audi-DTM-Pilot und Schaeffler-Markenschafter Mike Rockenfeller. „Dabei muss man jedoch unterschiedlich tief in die Materie eintauchen. Manchmal sieht man sofort, an welcher Stelle man viel Zeit liegen lässt, weil man zum Beispiel zu früh bremst. Manchmal brütet man aber auch zusammen mit dem Dateningenieur mehrere Stunden über den Daten.“ Die Zeiten des Einsteigens und Losfahrens sind im Rennsport also längst vorbei. Je komplexer die Rennwagen geworden sind, desto mehr hat sich auch ihre Abstimmung zu einer Wissenschaft entwickelt.



DER AUTOR

Lars Krone ist weltweit auf Rennstrecken zu Hause. In seinem „zu großen“ (so seine Freundin) Privatarchiv sammelt er Zahlen und Daten aus dem Motorsport – auf Papier und auch ganz modern in digitaler Form. Wenn der Japanfan vom Fahren im Kreis genug hat, sucht er im Kino oder am Meer Zerstreuung.

**» Das ist das
Angenehme auf
Reisen, dass auch
das Gewöhnliche
durch Neuheit und
Überraschung
das Ansehen
eines Abenteurers
gewinnt**

Johann Wolfgang
von Goethe

DIE REISE INS **AUTO**

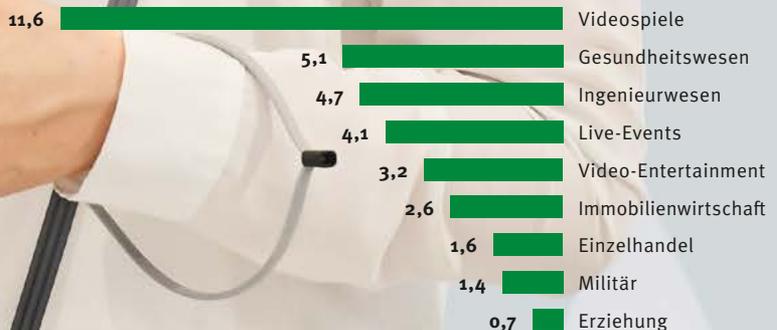
— Eine Prise Innovation, ein Hauch von Hollywood, und fertig ist der spektakulärste Stand auf einer der weltweit größten Fachmessen: Ähnlich wie bei dem Hollywoodfilm „Die Reise ins Ich“, in dem ein verkleinerter Mensch durch einen fremden Körper reist, lockt auf der Automechanika 2016 eine virtuelle Erlebnisreise in das Innere eines Verbrennungsmotors das Fachpublikum an. Mit dem neuen LuK RepSet 2 CT und dem passenden Spezialwerkzeug launcht Schaeffler diese Reparaturlösung für trockene Doppelkupplungssysteme. Wie das Tool in der virtuellen Realität funktioniert, davon durfte sich das Publikum auf der Messe selbst ein Bild machen. Dass die virtuelle Reise in das Herz des Autos „serienmäßig“ möglich sein wird, ist nur noch eine Frage der Zeit. „Fahrzeuganwendungen und Reparaturlösungen werden immer komplexer. Sie erzeugen steigenden Informations- und Schulungsbedarf. In Zukunft geschieht dies in virtuellen Realitäten“, erklärt Dr. Robert Felger, Geschäftsleitung Produkt & Marketing bei Schaeffler. Den ersten Meter ins digitale Zeitalter beschritt Schaeffler vor 16 Jahren: 2001 startete das Onlineportal www.rexpert.de, auf dem heute rund 45.000 Werkstattprofis registriert sind.

ausblick

Technik für morgen



VERTEILUNG DES AUF VIRTUELLER REALITÄT BASIERENDEN UMSATZES IM JAHR 2025 IN MILLIARDEN DOLLAR



Quelle: Goldman Sachs Global Investment Research

VISIONÄRE TRAUMTÄNZER

Zu Lande, zu Wasser, in der Luft, durch die Zeit: Das Thema Mobilität bewegt auch die berühmten Filmstudios in Hollywood. Jede noch so wahnwitzige Vision aus der Traumfabrik scheint sich Jahre später in der Realität zu materialisieren.

— von Wiebke Brauer

LIGHT CYCLE TRON: LEGACY

Fahrzeug-Typ Cyber-Motorrad

Besonderheiten Beim Science-Fiction-Film „Tron“ von 1982 sind eher die Mopeds in Erinnerung geblieben als die Story, allerdings gilt er als Meilenstein der Computeranimation. Das Design der Motorräder stammte damals von Syd Mead (siehe auch „Blade Runner“), das aus der Neuverfilmung vom deutschen Automobildesigner Daniel Simon.

Antrieb Die Cycles fahren mit flüssiger Energie, dazu beschleunigt man, indem man Vorder- und Hinterrad auseinanderzieht, wobei der Motor zum Vorschein kommt.

Kurios Für 55.000 Dollar konnte man zum Filmstart 2010 verkehrstaugliche Nachbauten der Light Cycles kaufen – allerdings ohne Lichtbandfunktion. Als Antrieb wurde ein 1.000-Kubik-V2-Motor von Suzuki eingebaut und der Stahlrahmen mit einer Fiberglaskarosserie verkleidet.





SPINNER BLADE RUNNER

Fahrzeug-Typ Automobil

Besonderheit Senkrechtstarter

Antrieb Verbrennungsmotoren, Jetdüsen und eine Anti-Gravitations-Einheit

Vorkommen Wird hauptsächlich von der Polizei zur Überwachung gefahren und geflogen, verschiedentlich erkaufen sich auch reiche Bürger illegal eine Lizenz.

Design Syd Mead arbeitete als Designkünstler an „Aliens – Die Rückkehr“ oder „Star Trek“. Er entwarf das Lightcycle aus „Tron“ und sprach schon vor über 30 Jahren von „elektronischen Herden“ – etwas, das wir heute Car-to-Car-Kommunikation nennen. Nach der Mobilität der Zukunft befragt, antwortete der heute 83-Jährige einmal: „Die Frage ist bislang unbeantwortet. Und ich weiß nicht, ob die Autoindustrie die richtige Antwort finden kann.“



AUDI RSQ I, ROBOT

Fahrzeug-Typ Automobil

Besonderheiten Glasfaser-Laminat-Karosserie mit „Lunarsilber“-Beschichtung, Flügeltüren – und Kugelräder, die dem Wagen erlauben, in alle Richtungen zu manövrieren. Der Wagen fährt autonom, wobei die Idee übrigens auch in Erich Kästners Kinderbuch „Der 35. Mai“ auftaucht. Kästner schrieb das Buch 1931, darin kommen auch bewegliche Bürgersteige und Mobiltelefone vor.

Design Der extra für den Film entworfene Audi RSQ basiert auf einer Konzeptstudie des Audi Le Mans quattro, die anschließend auch in die Karosseriegestaltung des realen Audi R8 einfluss. „Die Kugeln in das Design des Fahrzeugs zu integrieren war wohl eine der größten Herausforderungen für uns“, erinnert sich Julian Hömig, damals zuständig für das Exterieur-Design des Audi RSQ.

DELOREAN ZURÜCK IN DIE ZUKUNFT

Fahrzeug-Typ Automobil

Wer hat's erfunden? Dr. Emmett L. Brown. Die Idee kam ihm am 5. November 1955, als er beim Aufhängen einer Uhr im Bad ausglitt und mit dem Kopf auf dem Waschbecken aufschlug.

Antrieb Die für den Zeitsprung erforderlichen 140 km/h erreicht der DeLorean DMC-12 mithilfe eines Verbrennungsmotors mit bleifreiem Treibstoff. Die zusätzlich benötigten 1,21 Gigawatt werden durch einen plutoniumbetriebenen Atomreaktor im Heck erzeugt. Dabei erleichtert die rostfreie Stahlkarosserie des DeLoreans die Fluktuationsdispersion. Später wird der Reaktor durch einen Fusionsgenerator der Firma Fusion Industries ersetzt, der Materie (Müll) in Energie umwandelt.

Gut zu wissen Der Begriff „Fluxkompensator“ ist eine falsche Übersetzung des Originalbegriffs „flux capacitor“, korrekter wäre „Strömungskondensator“.

Design Giorgio Giugiaro



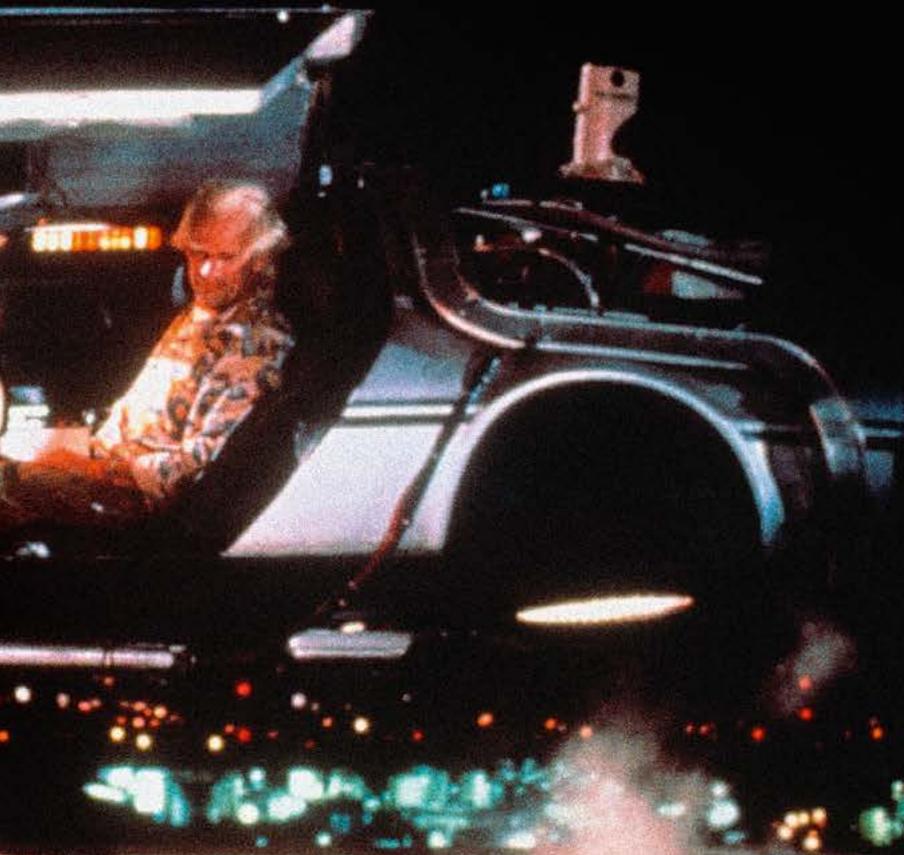
LEXUS 2054 MINORITY REPORT

Fahrzeug-Typ Automobil

Besonderheiten Mit Brennstoffzelle angetriebener Mittel-Elektromotor mit einer Leistung von 670 PS, DNA-Erkennungssystem, reagiert auf Stimme und Gesten, Autopilot, gegen Verformung resistente Memory-Metalle, Infrarot-System zur Vermeidung von Unfällen.

Kurios Regisseur Steven Spielberg wünschte sich einen Lexus für seinen Film – er fährt selbst einen.

Gut zu wissen Für den Film wurde eine vollautomatische Fabrik entworfen, in der die Fahrzeuge unter anderem mit der Vorform eines 3-D-Druckers hergestellt werden. Eine komplette Actionsequenz findet während einer Produktionskette statt und endet damit, dass John Anderton (Tom Cruise) mit dem fertigen Auto flieht.



TRANSPORTER STAR TREK

Fortbewegungsart Teleportation/Beamen

Wer hat's erfunden? Weder das Beamen noch der Warp-Antrieb stammen von „Star Trek“-Schöpfer Gene Roddenberry. Im März 1877 erschien in der New Yorker Zeitung „The Sun“ eine Kurzgeschichte von Edward P. Mitchell mit dem Titel „The Man Without a Body“, in der die Teleportation, der Titel lässt bereits darauf schließen, nicht ganz so gut klappte.

Wie funktioniert's? Ein Standardtransporter der Sternenflotte zerlegt das zu beamende Objekt in seine Atome, schickt diese durch einen Materiestrom und rematerialisiert sie am Ziel wieder.

Gut zu wissen In der Serie „Raumschiff Enterprise“ wurde das Beamen aus Kostengründen eingeführt, um aufwendige Landesequenzen auf fremden Planeten umgehen zu können. Der weltberühmte Satz „Beam me up, Scotty“ ist übrigens nie gefallen.



K.I.T.T. KNIGHT RIDER

Fahrzeug-Typ
Automobil

Antrieb Knight Industries Turbojet mit modifiziertem Nachbrenner



Besonderheiten Pontiac Firebird Trans Am von 1982 mit Auto Cruise und Auto Collision Avoidance, Homing Device, Turbo Boost, Super Pursuit Mode, Anharmonic Synthesizer, der es ermöglicht, Geräusche und Personen nachzuahmen, Silent Modus, Microjam, mit dem andere elektronische Geräte manipuliert werden, CO₂-, Sauerstoff- und Öldüsen, Emergency Braking System, eingebautem Geldautomaten, Enterhaken, Molekularversiegelung, Kommunikation über Spracherkennung im Auto und via Comlink/Armbanduhr – und unzähligen anderen Gadgets mehr.

Gut zu wissen Den Eingangssatz der Serie „Er kommt – Knight Rider – Ein Auto, ein Computer, ein Mann. Knight Rider – Ein Mann und sein Auto kämpfen gegen das Unrecht.“



EXOSKELETTE ELYSEUM, IRON MAN UND ALIEN – DIE RÜCKKEHR

Funktion Sie unterstützen die Protagonisten bei Aufgaben wie dem Heben großer Lasten in „Aliens – Die Rückkehr“ und bei Feuergefechten wie zum Beispiel in „Elyseum“, „Iron Man“ (Powered Exoskeleton) oder „Matrix Reloaded“ (Armored Personnel Unit bzw. APU).

Sehr real Exoskelette werden im Militär verwendet, das System des US-Rüstungskonzerns Lockheed Martin heißt „HULC Load Carrier“ und ermöglicht Soldaten, bis zu 90 Kilo Ausrüstung zu tragen. Auch in der Industrie werden die Exoskelette bereits benutzt. In der Medizin wird die Technik erfolgreich in der Therapie oder als Gehhilfe angewandt. Der nächste Schritt: Bionic – die Verschmelzung von Mensch und Technik in Form von intelligenten Prothesen, die mit dem Gehirn vernetzt sind.





NAUTILUS 20.000 MEILEN UNTER DEM MEER

Fahrzeug-Typ Unterseeboot

Antrieb Während im Film von 1954 die Nautilus atomar angetrieben wird, bewegt sich das Schiff in der Vorlage von Jules Verne von 1870 elektrisch fort. Der Strom wird wahrscheinlich nach dem Prinzip der Brennstoffzelle mithilfe von Natriumamalgam erzeugt. Das Natrium wird aus Salz gewonnen, welches aus dem Seewasser destilliert wurde. Die dafür benötigte Energie stammt aus Steinkohle, die auf dem Meeresboden abgebaut wird. 54 Knoten, ca. 100 km/h, fährt die Nautilus Spitze.

Design Jules Verne beschreibt das zigarrenförmige Schiff als etwa 70 Meter lang, 8 Meter breit und 1.506 Tonnen schwer. Harper Goff, der es für die Walt-Disney-Verfilmung entwarf, ließ sich von Seeungeheuern inspirieren.

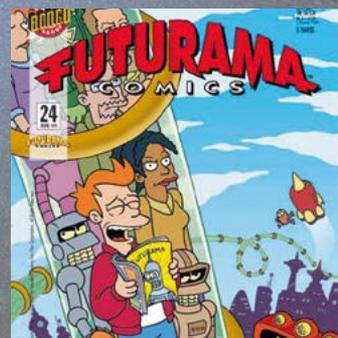
TUBE TRANSPORTATION SYSTEM FUTURAMA

Fortbewegungsmittel Hochgeschwindigkeitstransportsystem

Wie funktioniert's? Das wird nicht erklärt, aber dafür kostet das TTS nichts, und man braucht nur zu sagen, wohin man will. Dann wird man durch transparente Röhren an sein Ziel katapultiert.

Wer hat's erfunden? Die Idee, Röhren als Transportmittel zu nutzen, hatte der britische Ingenieur George Medhurst, schon 1799 meldete er ein Patent über eine „Aeolian engine“ an.

Gut zu wissen 2013 stellte Elon Musk ein System vor, das Menschen in Transportkapseln mit bis zu 1.225 km/h auf Luftkissen durch eine Röhre befördern soll. Ursprünglich sollte der Hyperloop von San Francisco nach Los Angeles führen, nun wird er wohl zwischen Dubai und Abu Dhabi gebaut.



DIE AUTORIN

Die Hamburger Journalistin **Wiebke Brauer** fand die Serie „Knight Rider“ zwar immer un-sächlich, gegen einen schwarzen Pontiac Firebird Trans Am hätte sie trotzdem nichts einzuwenden. Sofern er nicht spricht ...



Drücken Maschinen irgendwann einen Knopf, der sich gegen die Menschheit richtet? Selbst Experten wie Elon Musk und Ray Kurzweil warnen vor „Superintelligenzen“



DIE MACHT DER MASCHINE

Spiele gewinnen, Akten lesen, Krankheiten diagnostizieren: Werden Roboter bald intelligenter sein als Menschen? Und was wird dann aus uns?

— von Wiebke Brauer

— Der Mensch blickt den Roboter an und sagt: „Menschen haben Träume. Sogar Hunde haben Träume. Du bist nur eine Maschine. Eine Imitation des Lebens. Kannst du eine Sinfonie komponieren? Eine Leinwand in ein wunderschönes Meisterstück verwandeln?“ Der Roboter blickt den Menschen an. Und fragt: „Können Sie’s?“

Natürlich kann er es nicht. Der Mensch heißt Del Spooner – gespielt von Will Smith –, der Film „I, Robot“. Ganz neu ist er nicht, sein Thema aber umso aktueller – die Furcht, dass Maschinen uns mit ihrer künstlichen Intelligenz übertreffen und auslöschen wollen, weil wir eh nur Plagegeister sind, die den Planeten zerstören. Der Witz dabei: Die drei Robotergesetze, die Maschinen im Film verbieten, dem Menschen zu schaden, schrieb Science-Fiction-Schriftsteller Isaac Asimov 1942. Die Angst vor dem Computer ist also so alt wie der Computer selbst.

Fakten holen Voraussagen ein

Die Prophezeiung, dass Computer klüger werden als wir, stammt wiederum von Ray Kurzweil. Der

US-Amerikaner ist Autor, Futurist, Director of Engineering bei Google – und zurzeit beschäftigt er sich vordringlich mit „Singularity“, worunter er eine Verschmelzung von Mensch und Maschine versteht, die uns erlaubt, ewig zu leben. Das könnte man als lachhaft abtun, hätte der Mann nicht schon die Existenz von Mobiltelefonen, selbstfahrenden Autos und intelligenten Waffensystemen vorhergesagt. Kurzweil selbst findet inzwischen seine Prophezeiungen nicht mehr so radikal wie einst. Was daran liegen mag, dass die Entwicklung der Künstlichen Intelligenz so rasend vonstatten geht, dass man mit seinen Voraussagen gar nicht mehr hinterherkommt.

Künstliche Intelligenz wildert im Terrain menschlicher Klugheit

Inzwischen spielen Maschinen nicht nur besser Schach, sondern auch Go, ein noch weitaus komplexeres Spiel. Googles Computerprogramm AlphaGo schlug im März Lee Sedol, den Meister des Brettspiels. „Wir sind vollkommen im Schockzustand“, lautete der Kommentar des Südkoreaners nach der Niederlage.

Ermöglicht wurde der Sieg der Maschine durch ein Deep Learning, künstliche neuronale Netze. Dank Deep Learning übertrifft uns die Künstliche Intelligenz zusehends in Bereichen, die bisher als Terrain menschlicher Klugheit galten.

Algorithmen erkennen Verkehrsschilder und Krankheitsbilder, unterscheiden Krebszellen von gesunden Zellen. Was bedeutet, dass nicht nur Taxifahrer oder Baggerführer von selbstfahrenden Vehikeln ersetzt werden – wir brauchen auch irgendwann keine Ärzte oder Journalisten mehr. Schon heute werden Börsennachrichten von Programmen geschrieben und in einigen US-Anwaltskanzleien werden KI-Systeme eingesetzt, die Akten genauer durchhackern als jeder Rechtsanwaltsfachangestellte. Wobei man dazu sagen muss: Industrialisierung und Technisierung fraßen immer Jobs – und gebären neue.

Roboterschiedsrichter auf dem Weg nach Olympia

Sogar der Beruf des Schiedsrichters ist vom Aussterben bedroht: Der Konzern Fujitsu entwickelte mit dem japanischen Gymnastikverband einen automatisierten Kampfrichter, der rhythmische Sportgymnastinnen beurteilt. Das System wird wohl bei den Olympischen Spielen 2020 in Tokio eingesetzt. Warum nicht? Ein Elektronengehirn lässt sich nicht schmieren und wird nicht müde.

Nur hegen wir Vorbehalte gegen Maschinen, weil sie unmenschliche Urteile fällen und keine Wertvorstellungen haben. Dazu fürchten wir um den Machtverlust – man denke nur an die Diskussion zum Thema autonomes Fahren. Und: Wir halten uns für moralisch überlegen. Allerdings ausgerechnet deswegen, weil wir der Ansicht sind, dass unsere persönlichen Einschätzungen das Ergebnis eines kognitiven Prozesses seien. Doof nur, dass die Künstliche Intelligenz genau in dieser Disziplin besser abschneidet.

Vermenschlichte Maschinen

Aber zumindest haben wir Gefühle, empfinden Liebe und führen Beziehungen! Fragt sich nur, was man darunter versteht. Die US-amerikanische Firma True Companion stellte bereits vor Jahren einen Sexroboter namens Roxxy vor, der zuhört und spricht, Berührungen spürt und dessen Charakter je nach Gusto des Besitzers gewählt werden kann – so kann Roxxy mal schüchtern sein, mal draufgängerisch. Wirklich eloquent war Roxxy nie, aber das muss sie wohl auch nicht. Für Ray Kurzweil steht es außer Frage, dass wir uns irgendwann mit Maschinen paaren. Freilich vornehmlich virtuell und mit Nanobots im Körper, die Sinnessignale senden. „Sexuelles Vergnügen“, schrieb Kurzweil einmal, „ist eine

Erfindung, die das Gehirn selbst erzeugt – ganz wie Humor oder Wut.“

Wer die HBO-Serie „Westworld“ kennt, muss den Begriff Mitgefühl in Bezug auf Individuum und Automat ohnehin überdenken. Basierend auf dem Roman von Michael Crichton und dem gleichnamigen Film erzählt „Westworld“ die Geschichte eines von Avataren bevölkerten Western-Vergnügungsparks, in dem sich die Menschen den Maschinen gegenüber wie Tiere benehmen. Der Zuschauer fühlt sich schlecht – und mit den Maschinen.

Wer bestimmt darüber, dass Roboter keine Würde haben? In der Diskussion um Distinktion zwischen Humanoid und Android wird grundsätzlich das Argument angeführt, dass ein Computer keinen Körper habe, somit keine Angst verspüre, keinen Ekel und kein Glücksgefühl. Außerdem könnten Maschinen im Gegensatz zum Menschen nicht kreativ sein, sondern nur reproduzieren. Wie man's nimmt: Der fünfminütige Science-Fiction-Film „Sunspring“ ist das erste Werk, dessen Drehbuch komplett von einem Algorithmus verfasst wurde.

Zugegebenermaßen besticht der Film vornehmlich durch abstruse Dialoge – doch das Gefühl der Verwirrung kann den Zuschauer durchaus auch im öffentlichen Fernsehen beschleichen. Und: Die Liste der originären Kinofilme ist nicht allzu lang. Stattdessen sehen wir Prequels, Sequels, Spin-offs oder Neuverfilmungen. Soviel zum Einfallsreichtum des Menschen.

Prominente Warner und Mahner

Ja, vielleicht müssen wir uns fürchten. Scharfsinnige Menschen wie der schwedische Philosoph Nick Bostrom, Stephen Hawking, Bill Gates oder Elon Musk tun das und warnen öffentlich vor einer Intelligenz, die sich unkontrollierbar verselbstständigt. Die Frage ist allerdings auch, ob sie sich überhaupt für uns interessieren wird, was schwer vorstellbar ist. Und was findet sie vor? Menschen, die auf Smartphones starren. So gesehen: Unterworfenen des Digitalen sind wir schon jetzt.



DIE AUTORIN

Die Hamburger Journalistin **Wiebke Brauer** fürchtet sich zwar vor künstlicher Intelligenz und deren Folgen, hat aber keine Probleme damit, Teile ihres Gehirns auf ihr iPhone auszulagern. So hat sie nur noch zwei Telefonnummern im Kopf – das Gerät jedoch unzählige.

100 Mrd.

Nervenzellen hat das menschliche Gehirn, etwa 1.400 Gramm wiegt es – und im Unterhalt ist es recht billig. Für Lebensmittel muss man 3.000 Euro pro Jahr ausgeben, Luft und Liebe gibt's gratis. **Sunway TaihuLight, der schnellste Rechner der Welt**, braucht hingegen Strom für jährlich elf Millionen Euro. Dafür führt er viele Billiarden mathematische Rechnungen pro Sekunde aus, unser Hirn „nur“ zehn Milliarden. Ein weiterer Unterschied: Wir stürzen deutlich seltener ab – und dann meist willentlich.

100.000 \$

beträgt das Preisgeld für das Bestehen des Turing-Tests, der 1991 von dem US-Soziologen Hugh G. Loebner ausgelobt wurde. Die Herausforderung besteht darin, **eine Maschine zu erschaffen, die einen Tester überzeugt, dass sie ein denkender Mensch ist**. Ob der Chatbot „Eugene Goostman“ 2014 den Test als erster Proband bestand, gilt nach wie vor als umstritten. Der Chatbot gibt sich als 13-jähriger Ukrainer aus, der unter anderem ein Meerschweinchen besitzt und Eminem mag.

Bei 85 %

liegt die Wahrscheinlichkeit, dass **ein Computer erkennt, ob ein Mensch wirklich Schmerz empfindet**. In einer Studie des Magazins „Current Biology“ prüfte ein Computerprogramm Videos von schmerzverzerrten Gesichtern. Erstaunlich: Die Einschätzungen von Menschen stimmten nur zu 50 Prozent. Studienleiterin Marian Barlett vertreibt übrigens eine App, die via Smartphonekamera Mimik dekodiert, damit Firmen die Reaktionen von Kunden besser verstehen.

24

Stunden war das selbstlernende Chatprogramm namens Tay im Internet, dann musste Microsoft es entfernen. **Tay sollte lernen, wie 18- bis**

24-jährige kommunizieren und sich in die Unterhaltung einklinken. Allerdings zog Tay innerhalb kurzer Zeit Hitler-Vergleiche, sah Donald Trump als letzte Rettung und leugnete, noch bevor Microsoft den Stecker ziehen konnte, den Holocaust. Das Problem: Ohne groß zu reflektieren, reimte sich Tay seine Antworten aus dem zusammen, was andere Twitter-Nutzer schrieben.





SUCHE NACH DEM PERFEKTEN ALGORITHMUS

Nahezu alle Autohersteller betreiben im Silicon Valley Forschungseinrichtungen. Neue Infotainment-Systeme und das autonome Fahren sind ihre hauptsächlichen Entwicklungsziele.

— von Michael Kirchberger

— Die Liste liest sich wie der Katalog einer bedeutenden Automesse. BMW und Daimler hier, GM und VW dort, Toyota und Tesla gleich um die Ecke. Das Silicon Valley im Süden von San Francisco, nicht weit von der kalifornischen Pazifikküste entfernt, ist wohl zum bedeutendsten Standort für die Entwicklungsabteilungen der Autobauer geworden. Denn im Zeitalter zunehmender Elektrifizierung und Digitalisierung der Mobilität spielt die Hardware eines Fahrzeugs nicht mehr die entscheidende Rolle. Die Königsdisziplin gerade der deutschen Hersteller – der Motorenbau – verändert sich. Verbrennungsmaschinen geraten immer mehr ins Kreuzfeuer der Kritik, Klimaerwärmung, Feinstaubbelastung und strengere Umweltauflagen ebnen dem Elektromotor den Weg. Der aber

versieht seine Aufgabe zwar emissionsfrei, aber eben weitgehend emotionslos. Einen speziellen Charakter gibt er dem Automobil nicht, weder Auspuffsound noch Benzin-Odeur kann er den PS-Freaks bieten, dafür treibt er Fahrzeuge jedweder Art leise, sauber und je nach Energievorrat auch über längere Strecken an.

Vision „Autonomes Fahren“

Apps – ein Begriff aus der Smartphone-Welt – finden sich jetzt auch im Auto. Sie helfen, den Energiehaushalt an Bord ökonomisch zu verwalten – unter anderem solche, die im Silicon Valley entwickelt werden. BMW

etwa hat die Steuerungen der elektrisch angetriebenen i-Modelle im Tal der Programmierer und Visionäre perfektioniert. Und damit es auf der Fahrt nicht langweilig wird, sind zahllose Dienste entstanden, die für Kommunikation und Telematik nutzbar sind. GM hat seinen „OnStar“-Service hier auf die Spur gebracht, der über persönliche Assistenten die vielfältigsten Informationen und Hilfestellungen liefert. Die dritte Disziplin, die Mobilität mehr als alles andere seit der Erfindung des Automobils verändern wird, ist das autonome Fahren. Hierfür bedarf es hochkomplexer Programme, die das eigenständige Agieren des Fahrzeugs steuern und kontrollieren. Der Rechner folgt dabei Algorithmen, eindeutigen Handlungsvorschriften zur Lösung verschiedenster Aufgabenstellungen. Der Begriff Algorithmus geht auf den persischen Gelehrten Ibn Musa al Chwarizmi zurück, der um 825 in Bagdad sein Lehrbuch „Über die indischen Ziffern“ verfasst hatte, die später als „arabische Ziffern“ die mathematische Welt des Westens eroberten. Je präziser und unmissverständlicher diese Algorithmen geschrieben werden, desto schneller und genauer können Rechner ihren Aufgabenstellungen folgen. Deshalb sind die Tüftler und Denker im Silicon Valley vor allem mit einer Aufgabe beschäftigt: mit der Suche nach dem perfekten Algorithmus.

Bereits gegen Ende des vorigen Jahrhunderts sind die Autohersteller ins verheißungsvolle Tal gezogen, Daimler gehörte zu den ersten. Zu einer Zeit, als sogar das Vorgängerunternehmen von Google noch nicht gegründet war. Die technischen Lösungen der Forschungsfahrzeuge des Konzerns sind hauptsächlich hier entstanden. 240 Mitarbeiter sind am Standort Sunnyvale beschäftigt, keiner von ihnen kommt im Anzug zur Arbeit. Statt einer Kantine wird zur Mittagszeit der Food-Truck besucht, der neben dem üblichen Imbiss-Angebot auch Gesundkost wie Obstsalat oder Frucht-Smoothies dabei hat, Nervennahrung ist gefragt. Und Querdenken ist angesagt, Gedanken und Notizen werden auf die abwaschbaren Wände geschrieben, in „Think Tanks“ die grauen Zellen stimuliert, in der Gruppe Lösungen erarbeitet. Aktuelle und sichtbare Ergebnisse entstanden in der jüngeren Vergangenheit für das Daimler-Projekt „Vision Van“, einen Transporter der Zukunft, der natürlich elektrisch angetrieben

Go west: Schon seit 1988 unterhält BMW ein Büro in Mountain View mitten im Silicon Valley



Aus dem Silicon Valley nach Las Vegas: Bereits Anfang 2015 ließ Audi ein A7-Konzeptauto 900 Kilometer autonom fahren



HÄNDE WEG

Kann ein Internet-Gigant Auto? Google probiert autonomes Fahren seit 2012 auf öffentlichen Straßen mit bisher mehreren Millionen Testkilometern.



wird und eine Fülle von Denkansätzen für den Warenverkehr in den kommenden Jahrzehnten realisiert.

Denn nach einer Studie werden zumindest bis zum Jahr 2020 rund 80 Prozent der Verbraucher ihre Einkäufe nicht mehr im Supermarkt, sondern per Internet und Lieferservice erledigen. Der Lieferverkehr wird also wachsen. Auch kleine Bestellmengen sind dann gewünscht, hierfür haben Entwickler ein Regalsystem für Vans entwickelt, das sich merkt, welche Ware wo abgelegt wurde. Ein farbiges Lichtsystem zeigt dem Fahrer an, wo er sie nach dem Erreichen des Lieferziels wiederfindet. Diese Erleichterung ist dem Umstand geschuldet, dass die Fluktuation in der Belegschaft meist hoch ist und die Zeit zum Anlernen knapp. Der Rechner in der Zentrale, per

Smartphone und App mit den Fahrern verbunden, übernimmt nicht nur die Zielführung zum Besteller, sondern gibt auch die Information weiter, man solle nicht klingeln, sondern nur klopfen. Das Baby schläft.

Die Drohne liefert à la minute

Sehr futuristisch mutet auch der kombinierte Einsatz von Vans und Drohnen an, den die Daimler-Denker im Valley für eilige Lieferungen entwickeln. Ein Handwerker etwa, dem eine Schleifscheibe am Werkzeug zerbricht, könnte so schnell Ersatz erhalten. Als Landeplatz dient das Dach des Vans, wo sie automatisch niedergeht. Vorher müssen nur der Empfänger und der Fahrer des Wagens die sichere Landung per App-Nachricht bestätigen.

Andere Marken suchen sich Partner für die Umsetzung ihrer Zukunftspläne. So hat die spektakuläre Partnerschaft von Fiat Chrysler (FCA) und Google bei der Entwicklung autonom fahrender Autos für Aufsehen gesorgt. Gewinnen können beide: Google kann nun auf straßentaugliche Fahrzeuge zugreifen, um die Technik der Selbstfahrer zu erproben, nachdem das eigene Vehikel des Internet-Giganten mehr an ein Karussell-Gefährt als ein Automobil erinnerte. Und Fiat Chrysler holt mit einer Unterschrift den Rückstand auf, der bei diesen Techniken der Zukunft nicht übersehbar war. Google probt nun zusätzlich mit 100 Pacifica-Minivans und verdoppelt so die Flotte der Erprobungsfahrzeuge. In Europa wird vermutlich das gerade vorgestellte SUV Stelvio von Alfa Romeo als Versuchsträger hergerichtet werden.

GM gibt unterdessen das Heft nicht aus der Hand und hat für rund eine Milliarde Dollar das vor drei Jahren gegründete Start-up-Unternehmen Cruise Automation



ausblick

SAN FRANCISCO

SAN MATEO

E Palo Alto

Mountain View

Sunnyvale Santa Clara

Cupertino San Jose

Campbell

Monte Sereno

Los Gatos

SANTA CRUZ

Santa Cruz

SILICON VALLEY

gekauft. So ist der Konzern in den Besitz einer Technik gekommen, bei der Fahrer die autonome Fahrfunktion auf Knopfdruck einschalten können, die auch nachträglich in Autos eingebaut werden kann. Ursprünglich war das System für Zugmaschinen und Muldenkipper im Bergbau vorgesehen. Nun sollen unter anderem die Selbstfahr-Taxen von Lyft nachgerüstet werden. GM hat jedoch bereits vor der Übernahme die Entwicklungen für autonomes Fahren vorangetrieben. Schon im kommenden Jahr soll der Cadillac-CT6 mit dieser Technik als Wunschausstattung angeboten werden.

So hat die Zukunft längst begonnen, und ob es in ihr bei der Freude am Fahren dank Vorsprung durch Technik bleibt, sei dahingestellt. Erfreulich ist zweifelsohne, dass sich die Zahl der Unfälle deutlich verringern dürfte. Sind doch aktuell 92 Prozent von ihnen auf menschliches Versagen zurückzuführen. Wenn die Algorithmen denn wirklich perfekt sind. Programmiert haben sie schließlich – Menschen.



DER AUTOR

Michael Kirchberger, geboren 1957, ist Chefredakteur bei Global-Press (Motor-Informationen-Dienst). Er schreibt für die F.A.Z. sowie andere Printmedien. Unterwegs ist er mit Auto, Motorrad und Campingbus, gerne auch an der Pinne statt am Lenkrad.



Daimler beschäftigt in Sunnyvale 240 Mitarbeiter. Auftrag: quer denken und erfinden. Zum Beispiel den „Vision Van“ (oben)



ZUKUNFT DER INTERESSENKARUSSELL

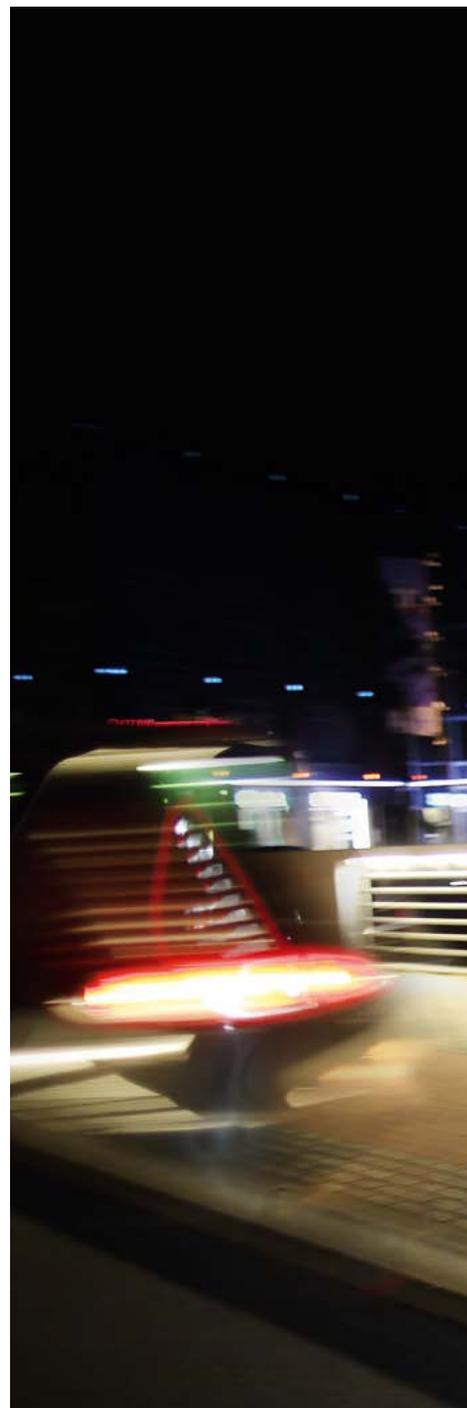
Etwas derart Umfassendes und die Gesellschaft Definierendes wie die Mobilität ist immer ein Zusammenspiel vieler Planer und Macher. Ein Überblick über die Akteure, deren Motive und Ziele – und welche Chancen und Herausforderungen sich daraus ergeben.

— von Christian Heinrich

DIE INNOVATIVEN

*Nicht traditionelle Automarken wie BMW, Daimler und Volkswagen prägen die Zukunft der Mobilität, viel eher bestimmen Unternehmen wie Alphabet (ehemals Google), **Schaeffler** und zahlreiche Start-ups, in welche Richtung es geht. Das ist zumindest der Eindruck, der sich in letzter Zeit herauskristallisiert: In Sachen Inno-*

vationen sind Zuliefererfirmen, vielseitige Internetkonzerne und ideenreiche Start-ups ganz vorn. Während mancher Autohersteller noch nicht einmal ein einziges Elektroauto auf dem Markt hat, rollten von Google bereits 2013 autonome Elektroautos durch den US-Bundesstaat Nevada, ein Mensch saß nur deshalb auf dem Fahrersitz, um notfalls einzugreifen. Und Schaeffler definiert mit einem Biohybrid-Pedelec – einer Mischung aus Auto und Elektrofahrrad, die die Vorteile beider Fortbewegungsmittel vereint –, wie sich Menschen künftig anders fortbewegen können. Die Innovativen, wie wir diese Gruppe von Unternehmen nennen, treiben die technologische Entwicklung der Mobilität am meisten von allen voran. (Neue Gefahren zu erkennen und aufkommende Sicherheitsfragen zu beantworten überlassen viele von ihnen dagegen meist anderen.)



MOBILITÄT IM

STÄDTE UND KOMMUNEN

*Mobilität ist immer nur so gut wie ihre Einbettung in die Umgebung. In einem Deutschland im Mittelalter hätten Autofahrer schlechte Karten: Fast überall nur Feldwege, gespickt mit Schlaglöchern, Matsch, kein Asphalt. Erst das moderne Autobahn- und Straßennetz und die autofreundliche Gestaltung der Städte vereinfachten die Nutzung des Autos, sodass es schnell zum Freiheitssymbol avancierte. **Die bevorstehenden Umbrüche in der Mobilität stellen nun neue Anforderungen an die Städte und Kommunen und deren Planer und Architekten**, die sich um die Einbettung kümmern. Ein großes Thema dabei: Smart Cities. Städte, die vernetzt sind, von der Ampel bis zum Solarpanel des Hochhauses, „wissen“ bis zu einem gewissen Grad, was gerade wo los ist und gebraucht wird und können die Informationen gezielt lenken und auch die Mobilitätsströme ein Stück weit steuern. Das kann so weit*

gehen, dass zum Ende einer Geburtstagsfeier vor der Tür schon ein Schwarm autonomer Autos darauf wartet, die Gäste abzutransportieren. Aber Architekten müssen auch Raum schaffen für die Vielfalt der Fortbewegungsoptionen, dank E-Bikes etwa werden Fahrradwege künftig wohl noch wichtiger, als sie es heute ohnehin schon sind. Und: Man braucht Ladestationen für elektrisch betriebene Fahrzeuge, wie auch immer die aussehen werden. In einer modernen Stadt der Zukunft wird die Ladestation das sein, was die Telefonzelle Ende des 20. Jahrhunderts war: überall präsent. Warum aber sollten sich die Städte und Kommunen derart in Investitionen stürzen, warum sollten Stadtplaner und Architekten der Mobilität so viel Beachtung schenken? Aus Eigennutz: Diejenigen Städte, die der Mobilität der Zukunft den Weg bereiten, gewinnen an Attraktivität – weil ihre Lebensqualität steigt.





DER STAAT

Enorme Verantwortung. So lässt sich die Rolle des Staats für die Mobilität der Zukunft zusammenfassen. Er muss entgegen vieler Widerstände die Entwicklung der Mobilität in eine ökologisch verträgliche und nachhaltige Richtung lenken und damit auch Deutschlands Automobilindustrie in Richtung Zukunft stupsen. Die Instrumente für diesen Lenkungsprozess sind mächtig: Gesetze. Mit ihnen lassen sich Umweltzonen schaffen, in denen nur schadstoffarme Fahrzeuge zugelassen sind, und Sondersteuern erheben auf ältere Autos, die besonders viele Schadstoffe ausstoßen. Der Katalysator beispielsweise findet sich heute nur deshalb in so gut wie jedem Auto, weil er in Deutschland seit 1984 vorgeschrieben ist. Nun versucht der Staat der

*Elektromobilität zum Durchmarsch zu verhelfen: Elektroautos sind derzeit zehn Jahre steuerbefreit, und wer heute ein neues Elektroauto kauft, dem schießt der Staat – dank der Mithilfe der Industrie – 4.000 Euro zu. Bislang bleibt der erhoffte Run auf die reinen E-Autos aus. Der Weg ist zumindest ein Stück weit schon bereitet – jetzt muss die Sache nur noch ins Rollen kommen. Wenn das geschieht, wird der Staat in anderer Hinsicht gefordert sein: **Mit Gesetzen muss er dort Grenzen und Rahmen setzen**, wo die Technologie des autonomen Fahrens in neue Dimensionen vorstößt. Die Rechtslage bei Unfällen und die Regeln zu ihrer Vermeidung dürften bald für einigen Gesprächsstoff sorgen. Noch mehr Verantwortung für den Staat.*



FORSCHUNGSEINRICHTUNGEN

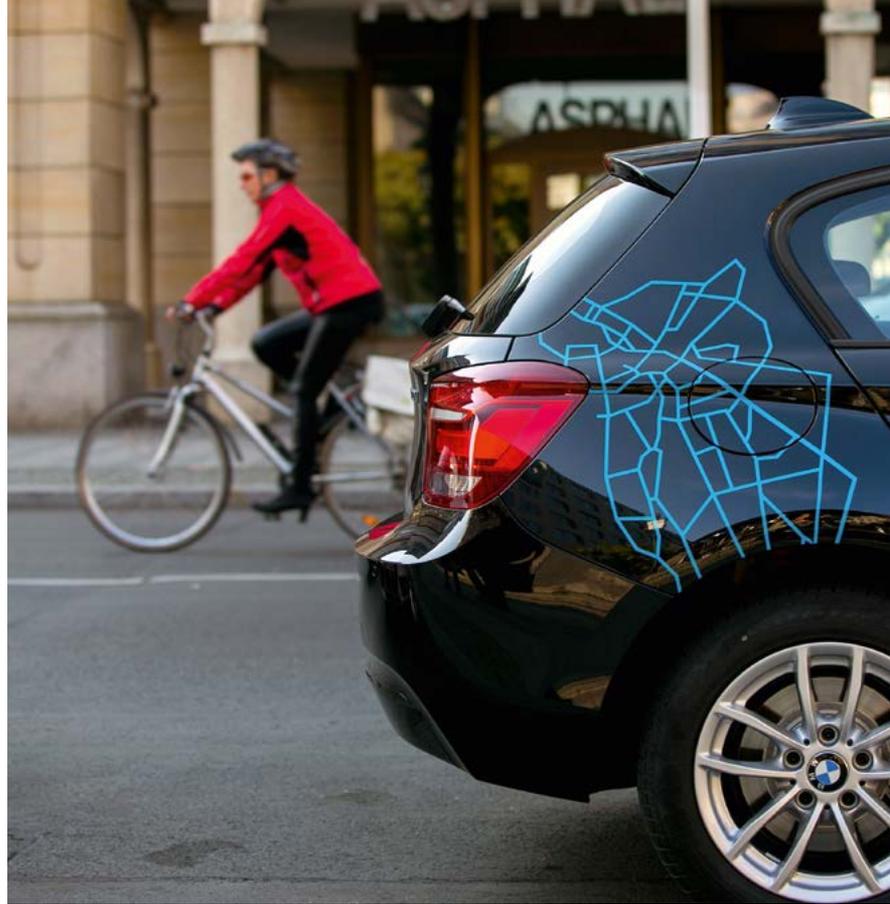
Warum nicht die ganze Sache noch mal grundsätzlich angehen: Könnten nicht auch fliegende Ein-Mann-Flugobjekte die Lösung für die Staus sein? Im Rahmen des EU-Projekts „myCopter“ forschen das Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik und das Karlsruher Institute of Technology KIT genau daran. Gibt es nicht doch Alternativen zum Lithium-Ionen-Akku? Materialwissenschaftler von der Universität Gießen forschen an Natrium-Sauerstoff-Batterien. Wie lassen sich die Akkus sinnvoll weiterverwenden, wenn sie nach ein paar Jahren schwächeln? Forscher an der TU Braunschweig arbeiten daran, die Lithium-Ionen-Akkus besonders nachhaltig zu recyceln. **Die Rolle der Universitäten und Forschungseinrichtungen bei der Zukunft der Mobilität entspricht ihrem Selbstverständnis und ihrer Funktion in der Gesellschaft:** Sie versuchen die Grenzen des Wissens ein Stück weit auszudehnen. Vor allem in jenen Feldern, wo ein Einsatz in der Praxis noch weit entfernt ist und die von forschenden Unternehmen dementsprechend eher vernachlässigt werden, können Universitäten und Forschungseinrichtungen entscheidende neue Impulse geben.

DER ENERGIESEKTOR

Von Carsharing bis hin zu fliegenden Ein-Personen-Drohnen gibt es viele verschiedene vorstellbare Varianten für die Mobilität der Zukunft. Allen aber ist gemein: **Fortbewegung braucht Energie.** Die kommt heute noch vor allem von Benzin und Diesel, doch vieles deutet darauf hin, dass Strom einmal dominierend sein wird. Wenn es tatsächlich einmal so kommen sollte, stellt sich schon heute die entscheidende Detailfrage: Wann? Während Benzin und Diesel über ein fein verästeltes Tankstellennetz im Grunde überall erhältlich sind, kämpft die Elektromobilität mit dem Problem der Verfügbarkeit eines Ladestationennetzes. Klar, aus jeder normalen Steckdose kommt Strom – nur muss ein Elektrofahrzeug hier schon über Nacht angeschlossen sein, damit der Akku wieder ganz aufgeladen ist. Viel zu

langsam – und damit unpraktikabel. Die Lösung sind Ladepunkte, bei denen das Aufladen auf 20 Minuten verkürzt ist. Doch davon gibt es in ganz Deutschland nicht einmal 6.000. Die Zahl der klassischen Tankstellen – hier dauert das Tanken übrigens nur ein, zwei Minuten – liegt mit rund 15.000 dreimal so hoch. Doch Tausende Ladestationen baut man nicht mal eben so auf, die Investitionskosten sind enorm, um den Vorsprung der Tankstellen aufzuholen. Es ist die große Herausforderung für den Energiesektor, aber auch für viele andere der hier aufgeführten Akteure: Der Strom ist im Netz, nun gilt es, ihn schnell dorthin zu bringen, wo er gebraucht wird – in die Elektrofahrzeuge. Denn die Verfügbarkeit entscheidet letztlich darüber, wie lange die Elektromobilität braucht, um sich durchzusetzen.

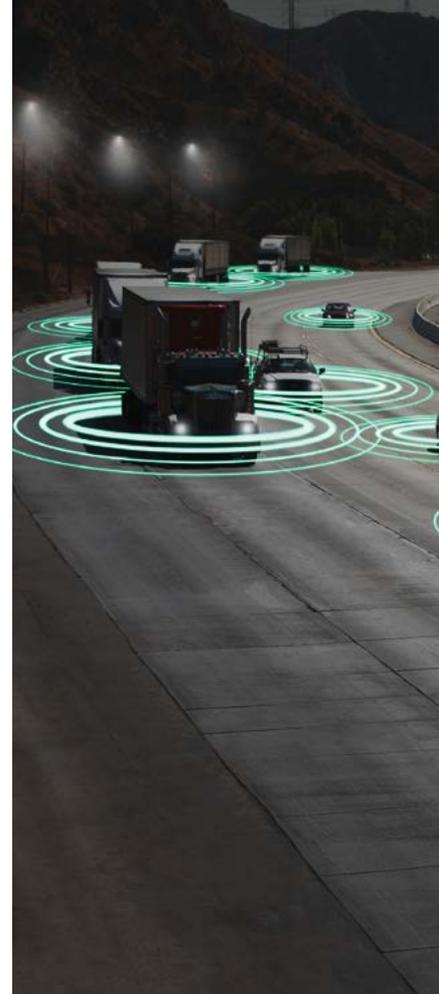




DATENSCHÜTZER

Folgendes Szenario ist auf mehreren Teststrecken in Deutschland bereits heute zum Teil Realität: Hinter einer Kurve beginnt ein Stau, die bremsenden und stehenden Autos geben ihre Informationen an die entgegenkommenden Autos weiter, diese wiederum „warnen“ nach ein paar Hundert Metern diejenigen Autos, die gerade auf den Stau zufahren. Weil die Fahrzeuge den Fahrstil ihrer Fahrer kennen, machen sie die eher Rasanten besonders laut und eindringlich auf den bevorstehenden Stau aufmerksam. Inzwischen ist auch schon eine Ampel von einem Auto über den Stau informiert worden, und die Zentrale weiß Bescheid. Eine solche Car-to-Car- und Car-to-X-Kommunikation in einer sogenannten Smart City bietet **dem Auto und seinem Fahrer zeitnahe Informationen und das Gefühl maximaler Sicherheit.** Schöne neue Mobilität – die aber auch ihre Schat-

tenseiten hat. Denn wer viel kommuniziert, gibt auch viel von sich preis. Die Fahrweise könnte Versicherungen interessieren. Und was ist mit Manipulationsversuchen? Schon heute sind Autos auf dem Markt, die sich in begrenztem Maß mit dem Smartphone steuern lassen – was, wenn einer die Kontrolle übernimmt, der dazu kein Recht hat? Und wie lassen sich autonome Autos eigentlich vor Hackern schützen? Um alle Schattenseiten, die der Fortschritt mit sich bringt, im Blick zu behalten, sind Datenschützer und Sicherheitsexperten gefordert. Dabei müssen sie immer vom Schlimmsten ausgehen, was ihre Rolle in einer zunehmend technikbegeisterten Welt nicht unbedingt einfach macht. Aber gerade wegen des verbreiteten Zukunftsenthusiasmus werden ihre sachlichen Bewertungen entscheidend sein.





MOBILITÄTSDIENSTLEISTER

Die Zeiten, als Mobilität noch bedeutete, in den Bus oder sein eigenes Auto zu steigen und von A nach B zu fahren und später wieder zurück zu A, sind vorbei. Wer heute aus dem Haus geht oder auch mit dem Flugzeug eine neue Stadt besucht, wählt **aus einem Strauß von Mobilitätsangeboten dasjenige aus, das gerade ideal passt**. Immer häufiger aber sind es vor allem in den Großstädten neben dem Öffentlichen Nah- und Fernverkehr wie Bus und Bahn und dem eigenen Auto auch Carsharing-Angebote wie car2go oder DriveNow, leihbare Stadträder, E-Bikes, im Ausland auch der Vermittlungsdienst Uber, über den man sich von Privatpersonen von A nach B bringen lassen kann. Oder man ist ganz im Trend der Zeit und nutzt eine Kombination aus mehreren dieser

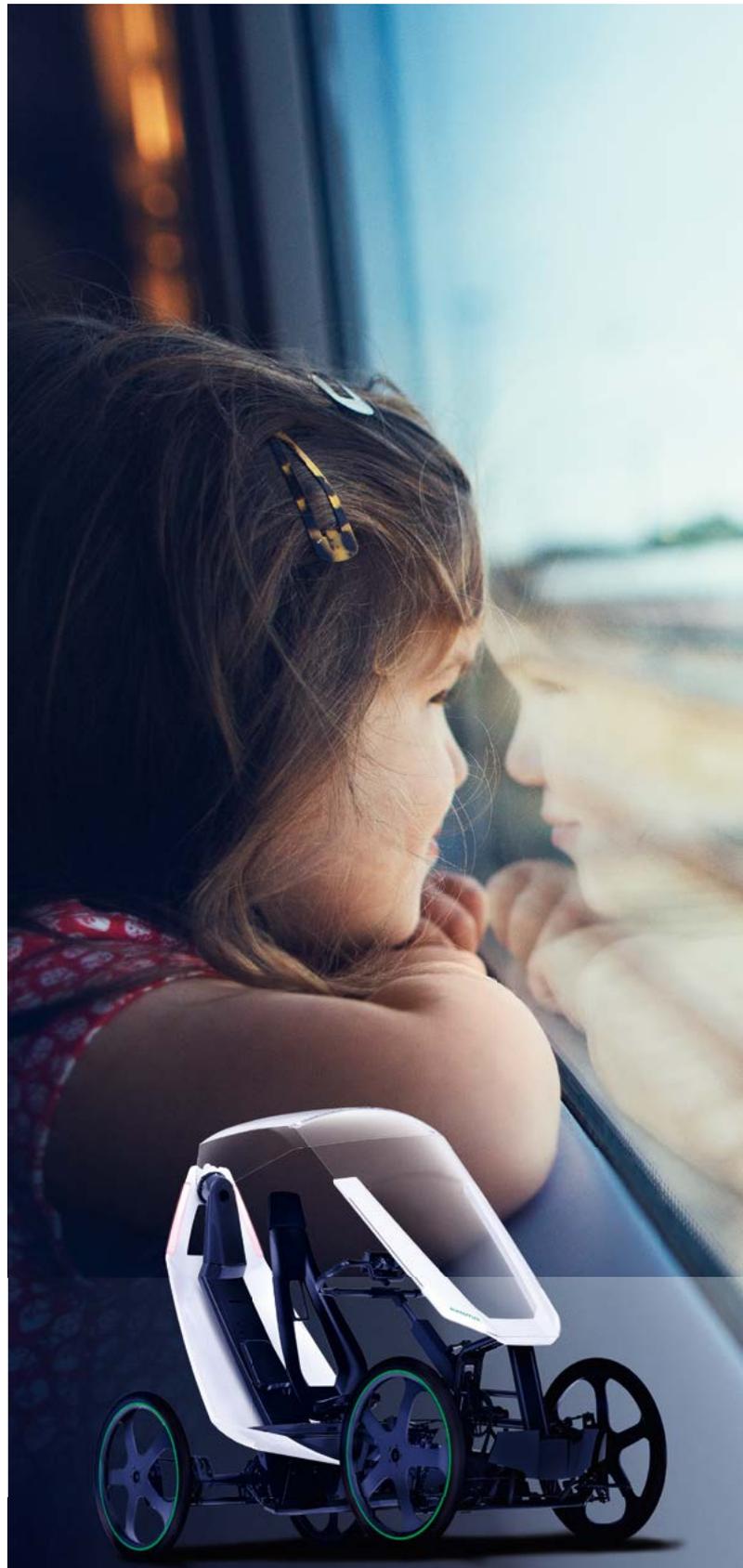
Angebote. In einigen Jahren werden als wichtiger, vielleicht sogar wichtigster Player noch die autonomen Fahrzeuge von Google und Co dazukommen. Welcher Antrieb benutzt wird, ob Benzin oder Strom oder Wasserstoff, das kümmert die meisten Mobilitätsdienstleister wenig. Was zählt, sind die Verbindungslinien des Mobilitätsnetzes: Manche von ihnen sind stark frequentiert, viele Menschen werden hier auf einmal transportiert, etwa auf den U-Bahn-Strecken, sie erzeugen jedoch nur ein grobes Netz. Die ganz feinen Verästelungen hingegen entstehen durch den nahezu individuellen Verkehr Einzelner, etwa durch Carsharing oder Leihräder. Beide, große und kleine Verästelungen, werden zu einem großen Teil von den Mobilitätsdienstleistern gestaltet.





CLUSTER

Auf den ersten Blick leben wir im Zeitalter der Ideen. **Mit einer grandiosen Idee kann ein Einzelner sehr schnell sehr viel bewegen.** Das Unternehmen Matternet zum Beispiel wurde in einem Uni-Kurs in Stanford geboren, heute stellt man Drohnen her, die Medikamente in Afrika ausliefern sollen. Doch wenn es um eine Transformation der Mobilität insgesamt geht, etwa um die Umstellung von Benzin und Diesel hin zu Strom, dann braucht es angesichts der Menge an beteiligten Akteuren nicht nur eine einzelne Idee, sondern einen guten und vor allem gemeinsamen Plan, um eine tief greifende Veränderung mit wenig Reibung in die Gesellschaft zu bringen. So sind zum Beispiel flächendeckende Standards wie die genormten Stecker der Ladestationen eine Voraussetzung für einen Erfolg der Elektromobilität. Aber auch das Bearbeiten von Herausforderungen wie die noch als zu gering wahrgenommene Batteriekapazität und neue Wege im Leichtbau lassen sich besser in der Zusammenarbeit überwinden. Bei dem deutschen Cluster „Nationale Plattform Elektromobilität“ arbeiten beispielsweise Vertreter unter anderem von Autoherstellern, Fahrdienstleistern, Forschungseinrichtungen, Universitäten, Energieerzeugern und des Staates in sechs Arbeitsgruppen zusammen. Solche Cluster dürften eine Schlüsselrolle spielen bei der Weiterentwicklung der Mobilität.



DER NUTZER

Angenommen, ein Zug zwischen Berlin und München braucht eine Stunde länger als üblich, fährt dafür aber zu hundert Prozent mit Ökostrom aus einem besonders nachhaltigen Solarpark. Der umweltfreundlich veranlagte Nutzer nimmt das gern in Kauf, schließlich stimmt dafür der ökologische Fußabdruck. Für den Manager, der neben ihm am Schalter steht, ist der verlängerte Transit verschwendete Zeit, er will vor allem schnell unterwegs sein. Für den Dritten geht es vor allem ums Geld: Er nimmt längere Fahrzeiten dann in Kauf, wenn die Tickets dafür billiger sind. Jeder Mensch trägt seinen eigenen Werte-

*kanon und seine eigene Prioritätenliste mit sich herum. Allein genommen hat er damit aber denkbar wenig Einfluss. Alle Nutzer mit verwandten Interessen zusammengekommen aber haben nicht nur Macht, sie machen den entscheidenden Unterschied aus: **Sie bestimmen ein Stück weit über die Zukunft.** Denn schließlich sind sie es, die durch ihre Benutzung oder Ablehnung von Angeboten entscheiden, ob etwas angenommen wird oder nicht. Durch ihre Kaufentscheidung machen sie auch eine Aussage zum Angebot – und zwar, wie praktikabel, moralisch, lobenswert und lohnend etwas ist.*



DER AUTOR

***Christian Heinrich** arbeitet als freier Wissenschaftsjournalist in Hamburg. Er ist über Carsharing schon mehrmals reine Elektrofahrzeuge gefahren und ist begeistert, zufälligerweise sind auch zwei Schnellladesäulen in unmittelbarer Nähe von seiner Wohnung gelegen. Nun spielt er mit dem Gedanken, sich ein Elektroauto zu kaufen – aber erst, wenn die Preise noch deutlich niedriger sind.*

MEGATREND MOBILITÄT

*Unter dem Motto **Mobilität für morgen** erforscht und entwickelt Schaeffler schon heute intelligente Antworten auf die zukünftigen Herausforderungen im Mobilitäts-Sektor (Foto: Schaeffler Bio-Hybrid). Der Bereich Elektromobilität ist dabei besonders im Fokus. Aber auch bei Verbrennungsmotoren sieht Schaeffler noch Optimierungspotenziale von bis zu 30 Prozent und stellt*

regelmäßig innovative Verbesserungen vor. Und natürlich ist die Kombination Verbrenner und E-Antrieb – also Hybrid – ein großes Thema. Hier arbeitet Schaeffler an unterschiedlichen Konzepten – vom Micro-Hybrid bis zu Hochvolt-Lösungen. Das Thema Mobilität spielt für Schaeffler auch eine Rolle bei Motorrädern, Fahrrädern, Schienenfahrzeugen sowie in der Luft- und Raumfahrt.



MODERNE ZEITEN

Kaum haben wir uns an Fließbänder und Roboter in den Fabriken gewöhnt, befinden wir uns mitten im Umbruch zur Industrie 4.0.

— von Dr. Joachim Becker

— Der Fortschritt ist ein langer, ruhiger Fluss – zumindest im Rückblick. Dabei hat der mechanische Webstuhl im 19. Jahrhundert eine veritable Revolution ausgelöst. Im Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft veränderte sich das Leben vieler Menschen grundlegend. Heute stehen wir zum vierten Mal an der Schwelle eines neuen Technologiezeitalters. Und es geht uns wie Charlie Chaplin in seinem Film „Moderne Zeiten“: Wieder ändern sich die Produktions-, Arbeits- und Lebensformen, wieder sorgt der schnelle Wandel für Verunsicherung.

Grenzen verschwimmen

Die vierte industrielle Revolution baut auf der mikroelektronischen Revolution seit Mitte der 1970er-Jahre auf. „Ihr Merkmal ist die Verschmelzung von Technologien, das heißt, die Grenzen zwischen der

Schuhe, Werkzeuge, Modellautos: Der 3-D-Drucker gilt als Paradebeispiel für smarte Produktion



Sensoren erfassen Informationen wie Pulsfrequenz oder Blutdruck und leiten sie an entsprechende Apps oder Notdienste weiter. Manche dieser E-Health-Wearables funktionieren sogar als Tattoos



physikalischen, der digitalen und der biologischen Sphäre verschwimmen“, meint Klaus Schwab. Der Chef des Weltwirtschaftsforums in Davos lässt sich vom zunehmenden Transformationstempo nicht bange machen. Im Gegenteil: Technologische Innovationen werden aus seiner Sicht für steigende Effizienz und Produktivität sorgen. Klaus Schwab spricht von einem „Wunder auf der Angebotsseite“: „Die Kosten für Transport und Kommunikation werden zurückgehen, globale Logistik- und Lieferketten arbeiten effektiver und die Kosten für den Handel werden schrumpfen – die Folgen sind die Entstehung von neuen Märkten und ein beschleunigtes Wirtschaftswachstum.“

Beschleunigung und Vernetzung brachten schon die erste industrielle Revolution in Schwung (damals

durch den Schienenverkehr, den Straßen- und Kanalbau). Heute schicken selbst kleinste Computer ihre Daten auf die Reise um die Welt: Über neun Milliarden vernetzte Geräte produzieren täglich rund 2.500 Petabyte an Daten. Wie groß der Datenraum ist, zeigt ein Vergleich – diese Maßeinheit aus der Digitaltechnik hat immerhin 15 Nullen: Alle jemals geschriebenen Bücher kommen zusammen auf 50 Petabyte. Google soll im Gesamtjahr 2009 bereits ein Datenvolumen von 24 Petabyte erreicht haben. Heute verarbeiten die Kalifornier fast dieselbe Datenmenge – täglich. Weltweit werden mehr als hundertmal so viele Daten erzeugt.

Erfahrung bleibt ein wichtiger Helfer

Doch ihre schiere Menge allein macht Daten noch nicht wertvoll, das zeigt die Industrie 4.0: Für die Vernetzung von Produkten mit Maschinen und von Maschinen untereinander müssen zwei Disziplinen zueinander finden, die bislang nicht viel miteinander zu tun hatten: Maschinenbau und IT. Das Ziel ist klar: Smarte Fabriken sollen die Fertigung beschleunigen, Produktionsfehler früh erkennen und dabei helfen, zukünftige Produkte effizienter zu entwickeln. Wirklich smart werden solche Fabriken aber erst auf der Grundlage eines reichen historischen Erfahrungsschatzes. Es gehört viel Wissen über die Wirkungszusammenhänge in der Produktion dazu, um aus den gewonnenen Daten verlässliche Informationen und konkrete Maßnahmen abzuleiten.

Beim Thema Industrie 4.0 wird gerne davon gesprochen, dass sich die Maschinen „selbst“ diagnostizieren. Doch es ist zunächst das fachspezifische Know-how von Menschen, das aus tiefen Datenseen nützliche Informationen zutage fördern. Die Kunst besteht darin, die Daten nicht nur deskriptiv auszuwerten und Fehler zu eliminieren, sondern prädiktiv künftige Ereignisse vorherzusagen. Entsprechend wird die Maschine punktgenau gewartet, bevor sie ausfällt oder Ausschuss produziert. Dieses prädiktive Vorgehen wird umso wichtiger, je mehr Quellen (auch mit unstrukturierten Daten aus dem Internet) zusammenfließen. Dann spricht der Fachmann von Big Data und denkt meist an die großen Internet-Plattform-Anbieter aus den USA und China. Klar ist: Um den Kunden mit immer kürzeren Innovationszyklen in den Mittelpunkt stellen zu können, muss die Trennung zwischen bisher separaten Datensilos in der Produktion, der Entwicklung und dem Vertrieb aufgehoben werden.

Nahtlose Kommunikation

Industrie 4.0 will das scheinbar Unmögliche: die Effizienz der Massenfertigung mit der Flexibilität einer Manufaktur verbinden. Das maßgeschneiderte,

kundenindividuelle Produkt soll künftig zu niedrigeren Produktionskosten entstehen als die bisherigen Großserienartikel. Um dieses hohe Ziel zu erreichen, muss sich die Produktion tatsächlich „selbst organisieren“: Die Produkte müssen jederzeit wissen, wo sie sich im Produktionsdurchlauf befinden, und die Maschinen selbstständig ansteuern können. Voraussetzung ist die nahtlose Kommunikation aller beteiligten Systeme im

INNOVATIONSPROJEKT „WERKZEUGMASCHINE 4.0“

Aufbauend auf ein konkretes Investitionsprojekt entwickeln Experten von Schaeffler zusammen mit Partner DMG MORI ein Maschinenkonzept „Werkzeugmaschine 4.0“, das vom Sensor bis in die Cloud bestehende Technik mit neuen digitalisierten Komponenten vernetzt und einen konkreten Schritt in Richtung digitalisierte Produktion darstellt. Die Möglichkeiten der Digitalisierung sind nicht auf die Fertigungsmaschine begrenzt. Auch das Produktionsumfeld profitiert von einem durchgängigen Datenfluss in der Wertstromkette. Mit der Maschine 4.0 beschreitet man einen konsequenten Weg in Richtung einer digitalisierten Produktion. Die erhobenen Daten werden sowohl lokal als auch in einer Schaeffler-Cloud ausgewertet, um die Ergebnisse wieder zurück an die verschiedensten Stellen vor Ort zu leiten. Auf der Fachmesse JIMTOF in Japan besiegelten Schaeffler und DMG MORI im November 2016 die Fortsetzung der Zusammenarbeit in diesem und weiteren innovativen Projekten, wie der Entwicklung additiver Fertigungsverfahren für Wälzlagerkomponenten.





Vom Umschlaghafen bis zum Lieferwagen Ihres Paketboten: Mittels RFID (Identifizierung mittels elektromagnetischer Wellen) lassen sich Pakete lokalisieren – auch ein Teilbereich im Internet der Dinge



Internet der Dinge. Die Maschinen brauchen also nicht unbedingt mehr Computer-Power, sondern die Anbindung an eine Cloud, die unzählige Daten in Echtzeit analysieren kann.

Wie Maschinen ihren Wartungsbedarf und den Produktzustand gleichermaßen erfassen können, zeigen intelligente Wälzlager von Schaeffler. An den bewegten Teilen lassen sich Kräfte, Drehmomente und Drehzahlen präzise messen. Dazu kommen Veränderungen in den Lagern in Form von Verschleiß, also Schmierzustand, Temperatur, Schwingungen, Frequenzen. Die Lager übertragen also nicht nur Kräfte und Bewegungen, sondern werden zu überall verteilten Sensoren. Ihre gesammelten Daten ergeben ein präzises virtuelles Abbild des Maschinenzustandes. Das hat handfeste Vorteile, zum Beispiel in der Bahntechnik (siehe ab Seite 82).

Schneller, besser, effizienter

Wenn die Radlager in Zügen Körperschall, Temperatur und Drehzahlen messen, lassen sich nicht nur die

Betriebskosten senken, es lässt sich auch die Betriebssicherheit erhöhen. Wird ein Fehler erkannt, kann das vernetzte Wälzlager per Cloud frühzeitig eine Sicherheitswarnung an den Betreiber senden. „Aus wertvollen Primärdaten werden dank Analytics gewinnbringende Informationen“, sagt Prof. Peter Gutzmer, „daraus entwickeln wir innovative, datenbasierte Services für unsere Kunden“, so der Technologievorstand der Schaeffler AG. Grundlage ist eine sichere Software-Plattform, die den Datenschatz gegen unerwünschte Einblicke oder gar Manipulationen schützt. Schaeffler hat jüngst eine strategische Partnerschaft mit IBM bekannt gegeben (siehe ab Seite 62). Seit Oktober 2016 steht die Schaeffler-Cloud für erste Anwendungen bereit.

Treiber bei allen industriellen Revolutionen war und ist der Wunsch, Produkte schneller, besser und effizienter auf den Markt zu bringen. Durch Big Data ändern sich aber auch die Produkte und werden zum Teil von Dienstleistungen ersetzt. „Mobility on demand“ ist nur ein Beispiel aus der Autoindustrie. Nötig sind dazu firmenübergreifende Standards, die Daten aus den Silos der jeweiligen Hersteller kompatibel machen.



IT-Konzerne aus den USA haben bereits De-facto-Standards bei vielen digitalen Komponenten, Vernetzungstechnologien sowie Big-Data-Geschäftsmodellen geschaffen. Eine der spannendsten Fragen bei der Industrie 4.0 ist momentan, wer hier die Standards prägen wird. Noch gibt es keine Plattform, die das besondere Know-how der deutschen Maschinenbauer bündelt. Ein solcher Datenmarktplatz wird die Spielregeln in der Branche verändern. Ähnlich wie es der erste mechanische Webstuhl vor mehr als 200 Jahren getan hat.



DER AUTOR

4.0 ist kein Fußballergebnis: So viel wusste **Dr. Joachim Becker** (Jahrgang 1963) schon, bevor er jüngst seine erste Konferenz „Big Data und Industrial Analytics“ moderierte. Als Technik-Redakteur der „Süddeutschen Zeitung“ begleitet er die Fabrik schon länger auf dem Weg in die Wolke.



Schon heute lassen sich Smart Cars per App öffnen, Assistenzsysteme übernehmen in schwierigen Situationen das Kommando (Foto oben). Im Smart Home lassen sich per App Heizungen und Lichtanlagen bedienen. Das optimiert das Energiemanagement

IMPRESSUM

Herausgeber

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

Kommunikation, Marketing und Investor Relations

Christoph Beumelburg (Leitung)
Jörg Walz (Automotive)
Martin Adelhardt (Industrie)

Konzeption

Jörg Walz (Schaeffler)
Thomas Voigt (Speedpool)

Chefredaktion

Jörg Walz (v. i. S. d. P.)

Redaktionsleitung

Volker Paulun, Stefan Pajung (Stv.)

Koordination

Carina Chowanek, Anke von Lübken,
Julia Schneider

Druckvorstufe

Julien Gradtko, Karolina Krywald,
Mathias Mayer

Druck

Blattwerk Hannover GmbH

Autoren

Dr. Joachim Becker, Michelle Biegel, Wiebke Brauer, Denis Dilba,
Christian Heinrich, Thomas Hess, Michael Kirchberger, Lars Krone,
Roland Löwisch, Andrea Neumeyer, Carsten Paulun, Torben Schröder,
Tom Teßmer, Alexander von Wegner, Johannes Winterhagen

Technische Beratung

Michael Krüger

Redaktion und Produktion

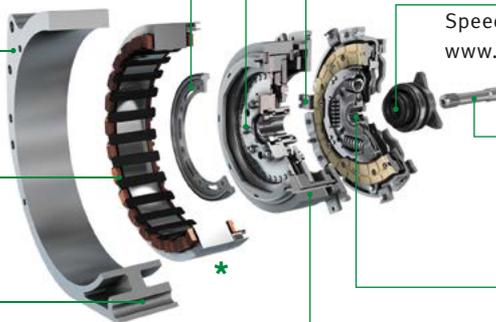
Speedpool GmbH
www.speedpool.com

Schlussredaktion

David Feist,
Volker Hummel,
Christoph Kirchner

Grafik

Manuela Mrohs (Ltg.),
Gökhan Agkurt, Jana Herbst,
Janina Roll, Mariessa Rose,
Thomas Wildelau



Fotos

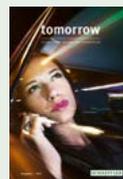
Titel: abb/Fotolia; S. 3: Schaeffler; S. 4/5: Angelus Liam/Fotolia, ihoe/Getty, Getty, Schaeffler; S. 6/7: Angelus Liam/Fotolia; S. 8/9: Fotolia, Getty; S. 10/11: Nokia; S. 12: Brorsson/Wikipedia; S. 13: Danske Bank; S. 14/15: Jasper James/Getty; S. 16: Schaeffler (2), Dong Wenjie/Getty; S. 18/19: Zora Zhuang/Getty; S. 20/21: Future Publishing/Getty; S. 23: Ariane Soldevilla/Getty; S. 24: Joey Luna/Getty; S. 26: Thomas Ledl/Wikipedia; S. 27: Yann Arthus-Bertrand/Getty; S. 29–33: Illustrationen Thomas Wildelau; S. 34/35: ihoe/Getty; S. 36–41: Schaeffler, Audi, Porsche, ABT; S. 42/43: studiostoks/Fotolia; S. 44–47: Shutterstock; S. 48/49: Shutterstock, Ryan Etter/Getty; S. 51: Mark Garlick/Getty; S. 52: Ivan Smuk/Colourbox; S. 53: Shift School; S. 54: Fred Froese/Getty; S. 57–59: Werke; S. 60/61: Getty; S. 62–71: Schaeffler; S. 72–75: Michael Kunkel; S. 76: Schaeffler; S. 77: Werke; S. 78/79: Mina De La O/Getty; S. 80/81: Schaeffler; S. 82: Nikada/Getty; S. 83–85: Schaeffler; S. 86/87: Michael Kunkel/Hoch Zwei; S. 88: Audi, Porsche; S. 89–91: Michael Kunkel/Hoch Zwei; S. 92/93: Schaeffler; S. 94: ZUMA Press/Imago; S. 95: Warner Bros/Getty, Imago; S. 96: Imago; S. 97: Lexus, Imago; S. 98: NBCUniversal, Inc./Getty, Marvel 2016; S. 99: Imago, Futurama Comics/Panini; S. 100–103: Colin Anderson/Getty; S. 104: Andreas Koeberl/Getty; S. 105–107: Werke; S. 108: Steve Proehl/Getty; S. 109: Schaeffler; S. 110: Monty Rakusen/Getty, mbbirdy/Getty; S. 111: Bloomberg/Getty; S. 112: Bloomberg/Getty; S. 113: Paul Taylor/Getty; S. 114: Thomas Trutschel/Getty; S. 115: Jekaterina Nikitina/Getty; S. 116/117: da-kuk/Getty; S. 118: Guido Mieth/Getty, Maciej Frolow/Getty; S. 119: Schaeffler; S. 120/121: nullplus, Christian Petersen-Clausen, Martin Dimitrov, Hero Images/alle Getty

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

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



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



01/2015



02/2015



03/2015



01/2016



02/2016



03/2016

tomorrow wurde ausgezeichnet

Silver Winner

Kategorie
„Custom Publications /
Corporations: Technology“



Shortlist

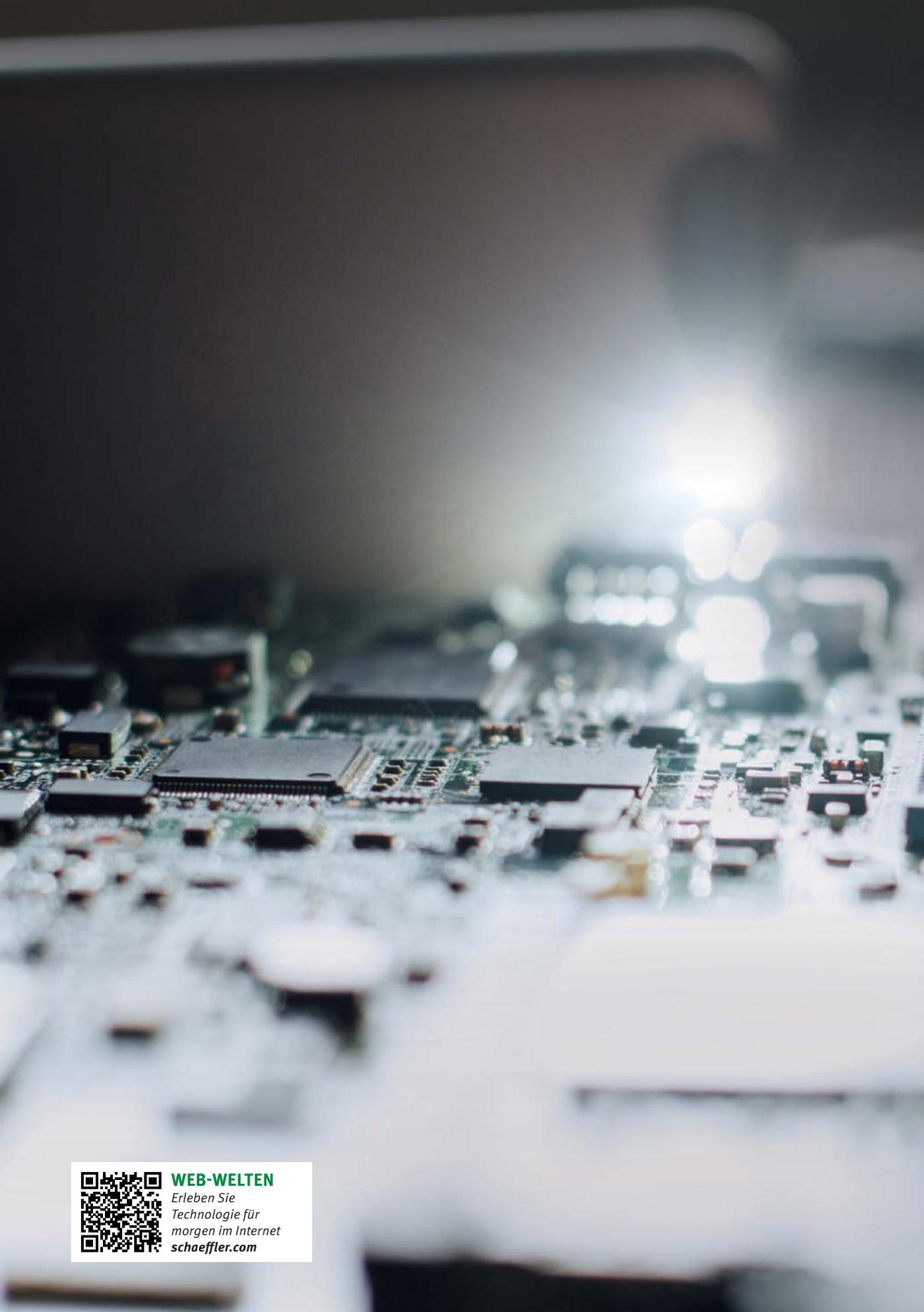
Kategorie
„B2B: Industrie
Technologie/Automobil“



Special Mention

Excellent
Communications Design
Editorial





WEB-WELTEN

*Erleben Sie
Technologie für
morgen im Internet
schaeffler.com*