

tomorrow

TECHNOLOGIE ERLEBEN MIT SCHAEFFLER



In Bewegung

Innovative Fahrzeugtechnik
gestern, heute und morgen

Von A nach B

Auf zwei Füßen, mit zwei oder vier
Rädern, über Brücken und Meere

Be|we|gung, die; - [bə've:gʊŋ]

Für das Wort Bewegung gibt es je nach Anwendungsgebiet viele Definitionen.

Allgemein = Zustand jenseits der Ruhe

Mathematisch = Affine Drehung oder Drehspiegelung im Raum

Musikalisch = Richtungsverhältnis zweier Stimmen untereinander

Physisch = Änderung des Ortes eines Beobachtungsobjektes mit der Zeit

Politisch = Große Gruppe von Menschen, die eine politische Veränderung anstreben, nicht fest (parteimäßig) organisiert

Psychisch = Aus der Ruhe gebrachter Gemütszustand (bewegt sein, ergriffen)

Sportlich = Betätigung zur Gesundheitsförderung

LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

die Welt ist in Bewegung. Und das ziemlich schnell. Das gilt im übertragenen Sinne in Form des technologischen Fortschritts, aber auch wortwörtlich. Immerhin dreht sich die Erde einmal am Tag um sich selbst, also umgerechnet mit 1.670 km/h. Wenn Sie sich also entspannt zurückgelehnt haben, um diese Zeilen zu lesen, rotieren Sie de facto im Jet-Tempo um die Erdachse. Wenn selbst ein gefühlter Stillstand schon ein enormes Tempo beinhaltet, bedeutet das im Umkehrschluss: Sich nicht zu bewegen ist unmöglich. Mit diesem kleinen Gedankenspiel begrüße ich Sie in der neuen Ausgabe unseres Technologiema­gazines „tomorrow“. Das Schwerpunktthema – Sie ahnen es vielleicht bereits – lautet: „Bewegung“.

Bewegung ist ein Grundpfeiler unseres Unternehmens. Zum einen durch den bereits angesprochenen technologischen Fortschritt, bei dem Schaeffler nicht zuletzt mit seinen allein im Jahr 2016 über 2.300 eingereichten Patenten ein wichtiger Impulsgeber ist. Aber auch durch unsere Kompetenz bei Gleit- und Wälzlagern. Ob Londoner Riesenrad, Schleusentore im Panamakanal oder Raketentriebwerke auf dem Weg ins All – wo immer sich etwas bewegt, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass zumindest eines von über 225.000 verschiedenen Schaeffler-Bauteilen involviert ist. Möglicherweise sogar im Bohrer Ihres Zahnarztes. In diesem Bereich liefern wir millimeterkleine, mit mehreren Hunderttausend Umdrehungen pro Minute rotierende Hochpräzisionslager. Auch wenn wir mit unseren Innovationen viel zur Entwicklung des Lagers beigetragen haben, erfunden haben wir es nicht. Denn die Geschichte des Wälzlagers reicht immerhin mehr als 2.700 Jahre zurück – und ist eine wirklich spannende Lektüre. Mehr dazu ab Seite 50.

Ein in diesen Tagen 200 Jahre alt gewordener Bewegungsapparat ist das Fahrrad. Und je älter es wird, desto mehr Anhänger findet es. Dazu trägt die Elektrifizierung des Antriebsstrangs viel bei. Die sogenannten Pedelecs weisen die größten Zuwachsraten auf. Mit dem vierrädrigen Bio-Hybrid hat Schaeffler auch hier bereits einen Beitrag zur Mobilität für morgen am Start. Die Evolution von der Draisine zum Bio-Hybrid ist ab Seite 64 nachzulesen.

Natürlich wird auch das Auto seinen festen Platz im zukünftigen Mobilitätsmix haben. Dass es sich dafür



neuen Gegebenheiten anpassen muss, steht außer Frage. Aber das tut das Auto schon, seitdem Gottlieb Daimler die ersten Meter mit seinem Motorwagen gerollt ist. Heraklits berühmte Worte „Nichts ist so beständig wie der Wandel“ passen perfekt zu einer Branche, die bewegte Zeiten hinter sich hat (lesen Sie dazu den Artikel ab Seite 40) – und die mit der Elektrifizierung des Antriebsstrangs und der Digitalisierung noch bewegte Zeiten vor sich hat (ab Seite 104).

Die „New Mobility World“ ist auch ein Schwerpunkt der IAA. Dass das neue „tomorrow“ pünktlich zur Frankfurter Leitmesse erscheint, ist daher kein Zufall. Für alle, die keine Gelegenheit haben, sich dort am Schaeffler-Stand über unsere Innovationen und Ideen für die Mobilität für morgen zu informieren, haben wir alle Informationen in einem Fact Sheet „IAA“ zusammengefasst. Wir haben es für Sie dieser Ausgabe beigelegt.

Damit genug der einleitenden Worte. Ich wünsche Ihnen eine „bewegende“ Lektüre über rastlose Digitale Nomaden, Wandersleute in der Bretagne, verbindende Brücken, Kapitäne zur See, schwebende Bahnen, Mopeds in Asien und Entdecker, die sich in waghalsige automobile Abenteuer gestürzt haben.

Klaus Rosenfeld
Vorsitzender des Vorstandes

global

Blick in die Welt

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

14 VORREITER
BMW, Mercedes, Porsche & Co. wollen, was Schaeffler schon hat: den **Formel-E-Meisterpokal**

22 MOBILE BÜROS
WLAN, Laptop & Palmen. **Digitale Nomaden** arbeiten, wo andere Urlaub machen. Ein Zukunftsmodell?

28 LIEFERHELDEN
Just in Time, Just in Sequence – Einblicke in die **komplexe Logistik** von Schaeffler

32 LADELISTEN & LOGBÜCHER
Warenströme wandeln sich. Die Arbeit **an Bord eines Ozeanriesen auch**. Eine Bestandsaufnahme



in bewegung

Innovationen im Laufe der Zeit

40 ALLES BLEIBT ANDERS
Das Automobil durchlebt eine **große Metamorphose**. Und das seit 130 Jahren

50 LEICHTLÄUFER
Einst Baumstämme, heute Hightech – seit Jahrtausenden erleichtern **Wälz- und Gleitlager** Bewegungen

56 AUF GROSSER FAHRT
Das Auto hatte 1910 gerade laufen gelernt, als Charles G. Percival es **80.000 km durch Amerika** scheuchte

60 AUS PRINZIP ANDERS
1901 Science-Fiction made in Germany, heute Wuppertaler Mobilitätsalltag: die **Schwebebahn**

64 EIN EVERGREEN WIRD 200
Das Fahrrad war das erste **industriell gefertigte Fortbewegungsmittel**. Als E-Bike erlebt es den x-ten Frühling



jetzt-zeit

Leben mit dem Fortschritt

72

ETWAS BEWEGEN

Schaeffler-Vorstände verraten, wie die **Mobilität für morgen** Realität werden soll

78

FREIHEIT AUF 2 RÄDERN

In Megacitys wie Hanoi, Jakarta oder auch Lagos sind **Mopeds** gleichermaßen Fluch und Segen

84

WEGBEREITER

Brücken verbinden Landschaften, Stadtteile, Menschen. 21 drehende, hängende oder kippelige Beispiele

90

BASISMOBILITÄT

Zu Fuß durch die Bretagne. Ohne Zweck, ohne Technik – einfach nur zum Spaß

ausblick

Technik für morgen

96

DIE MACHT DER DATEN

Früher galt: Wo ein Wille ist, ist ein Weg. Heute gilt: Wo ein **Algorithmus** ist, ist ein Weg

100

KRAFT DES KOLLEKTIVS

Platooning – oder die Kunst, die **Intelligenz von Schwärmen** auf die Straße zu bringen

104

AUFBRUCHSSTIMMUNG

Fortbewegung trifft auf Digitalisierung – wie und wo sich die **PS-Branche neu erfindet**

112

MEHR ALS SUPER

Auf die **Tankstelle von morgen** passt das Motto: „Geht nicht gibt es nicht“

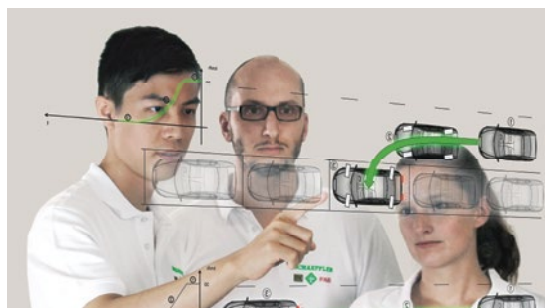
116

BLICK IN DIE ZUKUNFT

Von utopisch gewagt bis verblüffend naheliegend – die **bewegenden Konzepte** des Charles Bombardier

122

IMPRESSUM





GRÜNER WIRD'S NICHT

— Die lange Fahrradtradition Chinas lebt in Xiamen wieder auf. Im Stadtbild der Metropole mit ihren dreieinhalb Millionen Einwohnern im Südosten des Landes gibt es seit 2017 eine ungewöhnliche Trasse: Der längste hoch gelegene Fahrradschnellweg der Welt verbindet die fünf wichtigsten Wohngebiete und drei Geschäftszentren der Stadt miteinander. Das Architekturbüro Dissing+Weitling hat den „Bicycle Skyway“ konzipiert, innerhalb von nur sechs Monaten wurde er Wirklichkeit. Elegant schmiegt sich der bis zu 4,8 Meter breite Rad-Höhenweg unterhalb einer hoch über den Straßen der Stadt liegenden Bus-Schnellverkehrsspur entlang. So ermutigt die Stadtverwaltung ihre Einwohner, auf einer zentralen Achse vom motorisierten Verkehr auf Muskelkraft umzusteigen. Elf Zufahrten, darunter schneckenförmige Auf- und Abfahrten, verbinden den Xiamen Bicycle Skyway mit elf Busstationen und zwei U-Bahn-Haltestellen. Die Benutzer benötigen nicht einmal ein eigenes Gefährt: 355 Drahtesel stehen zur Vermietung bereit. 253 Rad-Parkplätze auf sieben Plattformen bieten Fahrradbesitzern ausreichend Raum zum Abstellen. Mehr zum Thema Fahrrad ab Seite 64.

» Fahre so viel oder so wenig, so weit oder nicht so weit, wie du willst. Hauptsache, du fährst

Eddy Merckx (*1945),
belgische Radrennfahr-Legende

global

Blick in die Welt

GROSSE RADSCHNELLWEGE*

500 km

Cycle Super Highways-Netzwerk aus 28 Fahrrad-Schnellwegen in Kopenhagen (DK)

100 km

Radschnellweg Ruhr RS1 zwischen Duisburg und Hamm im Ruhrgebiet (D)

60 km

F35 Fietssnelweg zwischen Nijverdal und Enschede in den Niederlanden

45 km

RS2 Regio.Velo zwischen Isselburg und Coesfeld im westlichen Münsterland (D)

30 km

Radschnellweg Euregio zwischen Aachen und Herzogenrath im Westen Deutschlands

29 km

East West Superhighway zwischen Barking und Acton in London (GB)

* teilweise noch in Planung

360° BEWEGUNG

Zahlen, Fakten, Kurioses – ein Rundblick auf das Schwerpunktthema dieser „tomorrow“ Ausgabe.

— von Volker Paulun und Alexander von Wegner

WIE SCHNELL IST BLITZSCHNELL?

Die Antwort auf diese Frage ist durchaus beeindruckend: Blitze krachen mit einem Drittel der Lichtgeschwindigkeit auf die Erde, also rund 100.000 Kilometer in der Sekunde.

SCHAEFFLER-TECHNIKER AUF REKORDWEGEN

Wer den Namen Harald Elendt googelt, stößt auf eine Menge Patente, die auf Entwicklungen des Schaeffler-Ingenieurs beruhen. Und man stößt auf einen Weltrekord, den Elendt mit einem selbst entwickelten E-Bike aufgestellt hat. **102 km/h hat er mit dem 9,5 PS starken Zweirad erreicht.** „Als Technikfreak war es für mich eine Herausforderung, zu sehen, was mit Muskelkraft und einem Pedelec möglich ist“, erläutert Elendt seine Motivation. Für maximale Fahrstabilität verbaute Elendt als Unterstützung für die eigene Tretenergie je einen E-Motor an Vorder- und Hinterrad. Das gleiche Antriebskonzept nutzt Elendt auch für die Kleinserien-Pedelecs seiner Zorque Bikes genannten Manufaktur.



1925

kam der erste Rolls-Royce Phantom auf den Markt, 2018 soll die achte Generation folgen. Kein Modellname hat länger als die dann 93 Jahre überlebt.

» Beim Beschleunigen müssen die Tränen der Ergriffenheit waagrecht zum Ohr hin abfließen

Walter Röhl

60 – 150 MIN.

JOGGEN PRO WOCHE
VERLÄNGERT LAUT
EINER DÄNISCHEN
LANGZEITSTUDIE
DAS LEBEN UM RUND
SECHS JAHRE.

TIERISCH EFFIZIENTE FORTBEWEGUNG



Kängurus bewegen sich durch ihr Hüpfen deutlich energiesparender als gleich schnelle und schwere Vierbeiner. Mehr noch: Sie **verbrauchen bei 20 km/h weniger Kraft als bei 6 km/h.** Wie das? Ihre Muskelfasern und Sehnen wirken wie Spiralfedern, die sich beim Landen zusammendrücken und die rekuperierte Energie beim Hochspringen wieder abgeben.

RIESENOGEL

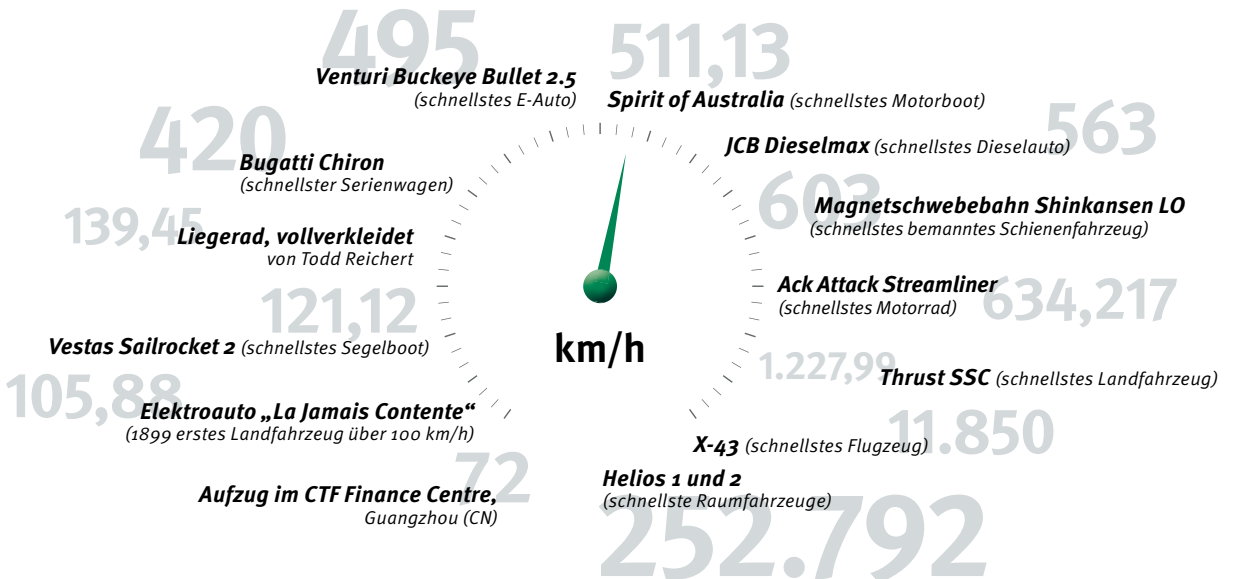
Stratolaunch ist ein Goliath der Lüfte. Die Flügel des größten Flugzeugs der Welt spannen sich mit 117 Metern fast doppelt so weit wie die eines Jumbos. **Gleich zwei Rümpfe und sechs Triebwerke hängen an den gewaltigen Flügeln.** Insgesamt 230 Tonnen wiegt der Flieger, der zum Landen nicht weniger als 28 Räder ausfährt. Der Riesenvogel, der frühestens 2019 erstmals abheben könnte, soll – wie der Name Stratolaunch andeutet – Satelliten, Nutzfracht und irgendwem auch Passagiere in erdnahe Umlaufbahnen befördern.



DIE SCHNELLSTEN LEBEWESEN

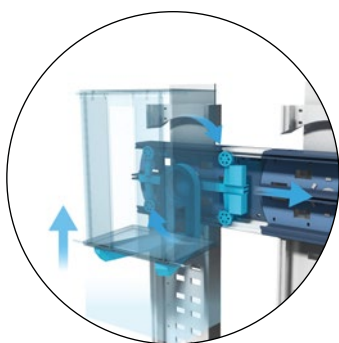


DIE SCHNELLSTEN MASCHINEN



(I)MOBILIE

Nicht umsetzbare Spinnerei oder geniale Idee? Darüber streiten nicht nur Experten im Falle des **fliegenden Wolkenkratzers** „Analemma“. Aufgehängt an einem „gezähmten“ Asteroiden soll der futuristische und mehrere Tausend Meter hohe Bau über der Erde kreisen und dabei die Form einer Acht nachzeichnen. Und das mit Tempo 500 – nonstop. **Drohnen bringen Menschen und Waren an Bord und zurück. Strom wird mit Solarenergie erzeugt, Wasser in einem Kreislauf aufbereitet.** Es gibt Gewächshäuser an Bord von „Analemma“, Shoppingcenter, Krankenhäuser, Büros und was der Mensch zum Leben noch so braucht.



THYSSENKRUPP HAT EINEN AUFZUG VORGESTELLT, DER SEINE FAHRRICHTUNG ÄNDERN KANN – VON VERTIKAL IN HORIZONTAL. „MULTI“, SO DER NAME, FINDET SEIN ERSTES ZUHAUSE IN BERLIN IM „EAST SIDE TOWER“.

MEDIZIN IN BEWEGUNG: AUFBAUEND AUF DER IDEE EINES AUTONOM FAHRENDEN AUTOS HAT DIE IDEENSCHMIEDE ARTEFACT GROUP EINE MOBILE KLINIK ENTWORFEN. MELDET DAS SMARTPHONE EINES PATIENTEN EINE MEDIZINISCHE AUFFÄLLIGKEIT, ROLLT DER KRANKENWAGEN 4.0 AN. DORT KANN MAN SICH NICHT NUR MIT HIGHTECH-DIAGNOSEGERÄTEN DURCHHECKEN LASSEN, IM BEDARFSFALL BEKOMMT MAN AUCH HANDELSÜBLICHE MEDIKAMENTE AUSGEHÄNDIGT ODER BESPRICHT SICH PER VIDEOKONFERENZ MIT EINEM MEDIZINER. SOLLTE SICH HERAUSSTELLEN, DASS EIN ARZT AUS FLEISCH UND BLUT NÖTIG IST, WIRD DAS MEDIZINMOBIL ZUM KRANKENTRANSPORTER IN DIE NÄCHSTE KLINIK. ALLE WICHTIGEN DATEN SIND DANN BEREITS DORTHIN ÜBERMITTELT WORDEN.

artefactgroup.com



21.000 LITER DIESEL

*pro Jahr spart Indiens erster **Solarzug**. Die Sonnenkollektoren auf den Waggondächern generieren insgesamt 20 kWh Energie pro Tag.*





46.930 cm³

verteilt auf 12 Oberschenkel-dicke Zylinder. Das sind die Eckdaten des **hubraumstärksten Autos der Welt**. Der passende Name des auf Oldtimer getrimmten Eigenbaus des Technikmuseums Sinsheim: Brutus. Acht Jahre, von 1998 bis 2006, hat der Aufbau des Unikats gedauert. Der Giganto-Zwölfender ist ein BMW-Flugmotor aus den 1920er-Jahren, einer im spanischen Bürgerkrieg abgeschossenen Maschine entnommen. Er leistet – zumindest kurzfristig – 750 PS bei 1.650 U/min.

SCHAEFFLER AUF DER CES

Auf der Consumer Electronics Show (CES) 2017 in Las Vegas stellte Schaeffler **neue Lösungen für den urbanen und vernetzten Verkehr der Zukunft** in den Mittelpunkt. Ein innovatives Konzept ist der Schaeffler Bio-Hybrid. Er soll das Nachdenken über neue Mobilitätsformen beflügeln. Hier geht's zum Video:



BEWEGUNGEN ERFORSCHEN

Zukunftsszenario: Sie steigen aus dem Zug und fahren mit dem elektrischen Kickboard nach Hause. Das Kickboard ist so gut vernetzt, dass es seinen Fahrer vor Gefahren warnt oder auf Lücken im heimischen Kühlschrank hinweist. Solche und ähnliche Ideen könnten aus der jetzt vereinbarten **Forschungskooperation zwischen Schaeffler und der Nanyang Technological University (NTU) in Singapur** entstehen. Der Schwerpunkt der Partnerschaft liegt dabei auf Mobilitätslösungen für Megastädte wie Singapur. Die NTU verfügt über ein Testgelände für zukunftsweisende Mobilität. Auf dem gesamten Campus der NTU sind bereits Fahrzeuge mit intelligenter Technik unterwegs, die mit am Straßenrand installierten Geräten und Videokameras Daten austauschen – ideale Bedingungen für die Entwicklung urbaner Mobilitätslösungen, an denen auch Schaeffler arbeitet. Beste Beispiele sind autonome People-Mover, vierrädrige Bio-Hybrids (Foto), Pedelecs mit Automatik-Schaltung und E-Boards. „Durch die Maßnahmen der Regierung ist Singapur hervorragend für die Entwicklung von Technologien für Megastädte geeignet. Diese Möglichkeiten wollen wir nutzen und mit den hier gut ausgebildeten Talenten zusammenarbeiten“, so Andreas Schick, Schaeffler-Regionalvorstand Asien/Pazifik.



2,5 MRD. \$ HAT DER MARS ROVER GEKOSTET. DAMIT IST DAS ERKUNDUNGSFAHRZEUG AUF DEM ROTEN PLANETEN DAS TEUERSTE AUTO IM UNIVERSUM. AN BORD KOMMEN AUCH SCHAEFFLER-LAGER ZUM EINSATZ.



ENTGLEIST

Ob Schnell- oder Güterzug, Metro oder Magnetschwebebahn. Zu einer Bahn gehören Schienen, die sie auf Spur halten. So war es zumindest bisher. **In der chinesischen Stadt Zhuzhou wurde jetzt eine Straßenbahn vorgestellt, die ohne Schienen auskommt.** Stattdessen weisen von Sensoren erfasste Farbmarkierungen auf der Straße den Weg. Im Idealfall transportiert der batterieelektrische Zug seine 300 Passagiere führerlos und dank Gummirädern geräuscharm ans Ziel. Der Vorteil liegt auf der Hand: Das aufwendige Verlegen eines Gleisbetts entfällt. Das macht das System auch für kleinere oder ärmere Städte interessant.

60 Teile

von Schaeffler befinden sich durchschnittlich in jedem neuen PKW.

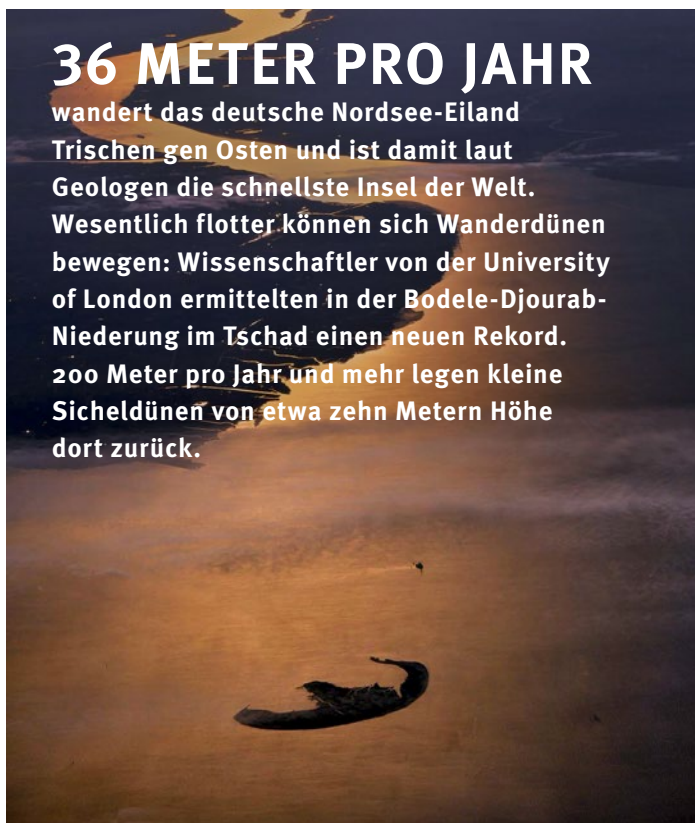


107.000 km/h

Fluggeschwindigkeit erreicht die Erde beim Umkreisen der Sonne.

36 METER PRO JAHR

wandert das deutsche Nordsee-Eiland Trischen gen Osten und ist damit laut Geologen die schnellste Insel der Welt. Wesentlich flotter können sich Wanderdünen bewegen: Wissenschaftler von der University of London ermittelten in der Bodele-Djourab-Niederung im Tschad einen neuen Rekord. 200 Meter pro Jahr und mehr legen kleine Sicheldünen von etwa zehn Metern Höhe dort zurück.



STROM



Schaeffler ist Vorreiter in der Elektrorennserie FIA Formel E. Während Hersteller wie Audi, BMW, Mercedes und Porsche erst folgen, feierte das deutsche Unternehmen bereits in der Saison 2016/17 mit Lucas di Grassi den Titelgewinn.

— von Lars Krone

FÜHREND





» Wir freuen uns auf neue, starke Konkurrenz

Prof. Peter Gutzmer

Der Jubel kennt keine Grenzen. Als Lucas di Grassi beim FIA-Formel-E-Saisonfinale im zweiten Rennen im kanadischen Montreal als Siebter die Zielflagge sieht, ist klar: Der Pilot des Teams ABT Schaeffler Audi Sport ist der dritte Champion der weltweit ersten Rennserie für Elektrofahrzeuge. „Ich bin überwältigt – jetzt haben wir es wirklich geschafft. Zweimal sind wir

schon knapp vorbeigeschrammt“, freut sich di Grassi im Ziel.

Auch Prof. Peter Gutzmer, Stellvertretender Vorsitzender des Vorstands und Vorstand Technologie Schaeffler und einer der ersten Gratulanten di Grassis, ist zufrieden: „An keinem Tag passt der Spruch ‚Never change a winning team‘ wohl besser als heute. Den Titel haben

sich alle bei ABT und Schaeffler in drei Jahren mit fokussiertem und innovativem Teamwork verdient.“

Von Anfang an dabei

Schaeffler ist einer der Pioniere der Formel E. Seit der Premiersaison 2014/15 engagiert sich das deutsche Unternehmen in der

2012

**1. AUGUST
2012**

Die FIA gibt die Gründung der Formel E bekannt.

2013

**10. SEPTEMBER
2013**

Das Formel-E-Fahrzeug Spark SRT_01E wird auf der IAA in Frankfurt zum ersten Mal präsentiert.

**15. NOVEMBER
2013**

ABT Sportsline gibt den Einstieg in die Formel E bekannt.

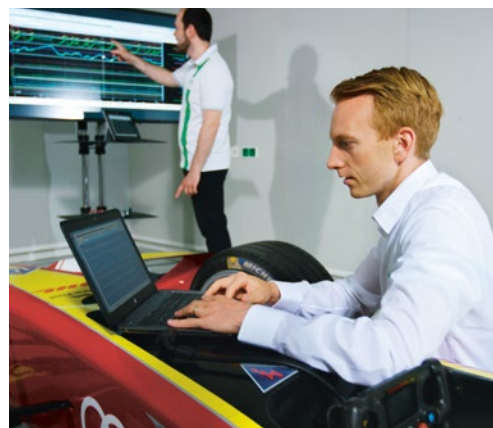
revolutionären Rennserie, die immer größere Wellen im Motorsport schlägt. Als die Formel E 2012 vom internationalen Automobilverband FIA angekündigt wurde, wurde sie von vielen nicht ernst genommen. Doch anders als viele Fans und Fachleute erkennt Schaeffler schon früh das Potenzial der Formel E. „Wir sind stolz, von Beginn an dabei gewesen zu sein und die Entwicklung der Formel E mitgeprägt zu haben“, so Dr. Simon Opel, Leiter Sonderprojekte Motorsport bei Schaeffler. „Uns war sofort klar, dass sie eine ganz neue Art von Rennsport und ein ideales Testlabor für die Entwicklung zukünftiger Automobil-Antriebstechnologien ist. Zudem ist die Formel E eine tolle Möglichkeit, das Thema Elektromobilität in der öffentlichen Wahrnehmung – auch durch ihre Rennen mitten in Metropolen – mit Emotionen zu behaften.“

Inzwischen ist die Formel E die „In“-Serie im Rennsport und bereits heute die Serie mit der höchsten Dichte an Automobil-Herstellern



Georg F. W. Schaeffler (rechts) holt sich in New York von Lucas di Grassi Informationen aus erster Hand

Für Dr. Simon Opel ist die Formel E ein perfektes Testlabor für Elektromobilität



Bereits in seiner zweiten Saison fährt der von Schaeffler entwickelte Antriebsstrang zum Titelgewinn

21. NOVEMBER
2013



Lucas di Grassi testet in La Ferté Gaucher (Frankreich) erstmals das Formel-E-Fahrzeug Spark SRT_01E.

15. MAI
2014

ABT Sportsline nimmt in Donington das erste Formel-E-Auto in Empfang.

3. JULI
2014



Erstmals testen alle Teams in Donington mit den Formel-E-Fahrzeugen.

2014



Prof. Peter Gutzmer, Renningenieur Franco Chiochetti und Lucas di Grassi (v. l.) beim Fachsimpeln

und -Zulieferern. Während Schaeffler-Partner Audi in der kommenden Saison als erster deutscher Automobilhersteller werksseitig einsteigt, folgen in den kommenden Jahren mit BMW, Mercedes und Porsche weitere deutsche Premiummarken, die dann unter anderem auf Renault, DS, Nissan, Mahindra und Jaguar treffen. Und auch der Fiat-Chrysler-Konzern hat schon Interesse angekündigt. „Wir freuen uns auf neue, starke Konkurrenz“, so Prof. Gutzmer. „Es ist toll zu sehen, dass sich immer mehr Hersteller engagieren. Es wird sicher dadurch nicht einfacher und der Wettbewerb größer. Aber für die Entwicklung der Formel E ist dies sehr wichtig.“

Ein zentrales Thema beim Elektroantrieb ist die Batteriekühlung



Drei spannende Jahre

In der Premiersaison 2014/15 setzen die Teams regelmentsbedingt noch Einheitsautos ein. Für Schaeffler-Pilot Lucas di Grassi beginnt die Weltpremiere der Rennserie in Peking sensationell: Der Audi-Werksfahrer holt den Sieg und schreibt damit Motorsportgeschichte. Di Grassi führt danach lange Zeit die Meisterschaft an, am Jahresende springt ein starker dritter Gesamtrang heraus. „Wir waren in der ersten Saison bei den Rennen vor Ort, ohne aber Einfluss auf die Einheitsautos zu haben“, blickt Opel zurück. „Im Hintergrund lief aber bereits die Analyse auf Hochtouren, um die Anforderungen für einen eigenen Antriebsstrang festzulegen.“

Denn diese sind seit der Saison 2015/16 erlaubt. Seitdem messen sich verschiedene technische Konzepte miteinander. Die Unterschiede bestehen in puncto Elektromaschine – inklusive Leistungselektronik, Getriebe, Hinterachse, Kühlsystem und der dazugehörigen Software. Schaeffler entwickelt den eigenen Antriebsstrang zusammen mit ABT und weiteren Partnern wie dem mittlerweile zu Schaeffler gehörenden Elektromotorspezialisten Compact Dynamics. Die neue Generation des Formel-E-Autos mit dem Namen ABT Schaeffler FE01 trägt im Juni 2015 ihre Jungfernfahrt aus. Nur fünf Monate später feiert das Fahrzeug beim zweiten Saisonlauf in Putrajaya (Malaysia) seinen ersten Sieg. „Das war ein

2014

19. AUGUST
2014



Schaeffler und ABT Sportsline kündigen Partnerschaft in der Formel E an.

13. SEPTEMBER
2014



Schaeffler-Pilot Lucas di Grassi gewinnt in Peking das erste Formel-E-Rennen.

2015

23. FEBRUAR
2015

Die FIA gibt die acht Hersteller bekannt, die für die zweite Saison Antriebsstränge entwickeln dürfen. Darunter ist auch Schaeffler-Partner ABT Sportsline.

164 FEET
FIELD ELEVATION

ERFOLGSBILANZ

Drei Jahre ABT Schaeffler Audi Sport in der FIA Formel E

5.585

Rennkilometer

24

Podestplätze

33

Rennen

6

Siege

4

Pole-Positions

11x

Erste
Startreihe

634

Punkte





Publikumsfavorite: Die Formel E bietet Motorsport zum Anfassen

ganz besonderer Moment für uns“, blickt Opel zurück. Di Grassi kämpft erneut lange um den Titel und beendet das Jahr schließlich als Tabellendritter.

Für die dritte Formel-E-Saison wird der Antriebsstrang weiter optimiert. Das zählt sich aus: di Grassi sichert sich schließlich in einem dramatischen Finale in Montreal den Fahrertitel und fängt noch den lange

in der Meisterschaft führenden Sébastien Buemi ab.

Testlabor für die Serie

In den drei Jahren Formel E hat Schaeffler viel Know-how angesammelt, das auch für die Serienprodukte eine wichtige Rolle spielt. „Wir haben sehr viel über die Auslegung eines Antriebsstrangs gelernt“,

so Opel. „Zum Beispiel welches Motoren- oder Getriebekonzept welche Vor- und Nachteile hat. Wir haben ein viel besseres Systemverständnis. Ein wichtiger Punkt ist auch der Elektromotor. Wir haben viel über Materialien, über die Leistungselektronik oder das Kühlsystem gelernt. Und dieses Wissen fließt direkt in die Serienkomponenten, da die Kollegen, die sich um die Rennmotoren kümmern, unter anderem Prototypen für

2015

**JUNI
2015**

Erste Jungfernfahrt des ABT Schaeffler FE01.

**28. JUNI
2015**

Lucas di Grassi kämpft bis zum Finale der Auftaktsaison 2014/15 in London um den Titel und wird am Ende Gesamtdritter.

**7. NOVEMBER
2015**

Lucas di Grassi holt in Putrajaya im zweiten Rennen mit dem neuen Schaeffler-Antrieb den ersten Sieg des ABT Schaeffler FE01.

die Serie entwickeln. Hier findet ein direkter Austausch statt.“ Ein weiterer Punkt ist Energiestrategiekalkulation. „Wir diskutieren sehr viel mit den Abteilungen, die sich mit der Serie beschäftigen, über die effizientesten Strategien und Simulationsmöglichkeiten.“

Zur Zukunft der Formel E hat sich Opel bereits Gedanken gemacht. „Es wäre sinnvoll, auch zukünftig nur bestimmte Komponenten zur Weiterentwicklung freizugeben. Ab der Saison 2018/19 kommen leistungsstärkere Batterien zum Einsatz. Die Teams finanzieren die Entwicklung gemeinsam, da sonst eine Kostenspirale losgetreten würde. Die Folge wäre, dass immer das Team gewinnt, das die beste Batterie einsetzt. Alle anderen Komponenten würden fast keine Rolle mehr spielen. Spannend wäre es, wenn zukünftig auch an den Vorderrädern Rekuperieren und Boosten durch ein KERS-System möglich wäre.“

In naher Zukunft steht für das Formel-E-Team erstmal etwas anderes an: Im Dezember beginnt in Hongkong schon die vierte Saison – mit Lucas di Grassi als Titelverteidiger. Viel Zeit zum Feiern blieb daher nicht. Der Testbetrieb läuft bereits.



INGENIEURE VON MORGEN

Erfindergeist, technisches Know-how, sportlicher Ehrgeiz, effizientes Wirtschaften – das ist die Formula Student. Nur geht es in dem Konstruktionswettbewerb nicht um Pole-Positions, schnellste Rennrunden und Sektduschen, sondern um Ingenieurskunst. Innerhalb von maximal zwölf Monaten konstruieren Studententeams einen einsitzigen Prototyp für eine von drei Klassen: Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor, mit Elektroantrieb oder – seit 2017 neu – fahrerlose Rennwagen. Der Kreativität sind in puncto Antrieb ähnlich wie in der Formel E nur wenige Grenzen gesetzt. Highlights sind weltweit stattfindende Veranstaltungen, bei denen sich die Teams messen. Ein Umfeld, das ideal in die Unternehmensphilosophie von Schaeffler passt. Der Technologiekonzern unterstützt bereits seit 2006 Studententeams mit Know-how und Produkten und präsentiert sich als Hauptsponsor der deutschen Veranstaltung Formula Student Germany. Die erfolgreichsten Teilnehmer werden nicht nur mit einem Platz auf dem Siebertreppchen belohnt, sondern vor allem mit der Aufmerksamkeit auf dem Arbeitsmarkt. Talentierte Nachwuchskräften stehen bei Schaeffler die Türen weit offen.

 formulastudent.de



Die Formel E startet unter anderem in Monaco

2016

21. MAI
2016



In Long Beach stehen mit Lucas di Grassi (P1) und Daniel Abt (P3) erstmals beide Fahrer des Teams ABT Schaeffler Audi Sport auf dem Podest.

3. JULI
2016

Lucas di Grassi verpasst beim Finalrennen der Saison 2015/16 in London nur um zwei Punkte den Titel.

2017

30. JULI
2017



Lucas di Grassi gewinnt mit dem ABT Schaeffler FE02 in Montreal den Titel in der dritten Formel-E-Saison.



DAS BÜRO IM HANDGEPÄCK

Heute hier, morgen dort. Und übermorgen? Wo auch immer. Die Digitalisierung hat eine neue Spezies am Arbeitsmarkt hervorgebracht, die – wie es ihr Name verrät – ständig in Bewegung ist: Digitale Nomaden.

— von Christel Trimborn

— Ein Park, ein See, blühende Wiesen, Schatten spendende Bäume. Darunter sitzt ein junger Mann mit Laptop, sein Fahrrad liegt im Gras. Vielleicht ein Student, der seine Hausarbeit schreibt. Vielleicht aber auch ein Jungunternehmer, der gerade an seinem Start-up bastelt. Wer würde nicht gerne in so einer idyllischen Kulisse arbeiten? Heute in einem malerischen Stadtgarten, morgen in einem portugiesischen Surfcamp oder unter einem Bambusdach auf Bali? Für immer mehr Menschen, die bei ihrer beruflichen Tätigkeit fast ausschließlich digitale Technologien verwenden, wird Arbeiten von unterwegs zum Alltag – ohne festen Schreibtisch, reale Kollegen und vorgegebene Arbeitszeiten. Das Lebensgefühl: überwiegend selbstbestimmt und weitestgehend unabhängig. Wichtigste Grundvoraussetzung: eine stabile und schnelle Internetverbindung, die zu jeder Tages- und Nachtzeit den Kontakt zu den Auftraggebern und -nehmern garantiert. „Digitale Nomaden“ nennt man diese wachsende Gruppe von Menschen, die ihren Lebensmittelpunkt nach Lust und Laune verschieben.

Auch Janina Roll, Grafikerin aus Hamburg, arbeitet mehrmals im Jahr für einige Wochen und Monate von der portugiesischen Südküste aus. Weil sie darüber hinaus auch temporär feste Jobs in verschiedenen Verlagen und Agenturen hat, könnte man sie auch als Digitale Nomadin „light“ bezeichnen. Dennoch: Lässt ihr Hamburger Arbeitsalltag es zu, macht sie sich auf den Weg in den sonnigen Süden. Ganze Kundenmagazine hat sie auf diese Weise schon produziert. Ihr Berufsbild macht's möglich: Ob Logoentwicklung oder das Layouten von Web- und Magazinseiten – für die Arbeit der ebenso kreativen wie entspannten Art-Direktorin reichen Laptop, Telefon und schnelles Internet.

Auch Nomaden haben Kollegen

Andere Digitalnomaden sind noch wesentlich abenteuerlustiger: Sie lassen ihre Wohnungen und Festanstellungen komplett hinter sich. Jahrelang reisen sie durch die Welt und bleiben, wo es ihnen gefällt – beziehungsweise, wo die Lebenskosten günstig sind und die klimatischen Bedingungen stimmen. Aus genau diesen Gründen zählen Orte in Südostasien wie das thailändische Chiang Mai oder Ubud auf Bali zu den derzeitigen Lieblings-Hotspots der Digitalen Nomaden. Aber auch osteuropäische Metropolen wie Sofia oder Timisoara sind beliebte Ziele. Was unter anderem deutlich macht:



» Die freie Wahl von Arbeitsort und -zeit wirkt bei mir definitiv motivierend und damit produktivitätssteigernd

Janina Roll,
Digitale Nomadin

Digitale Nomaden sind selten allein. Wo schnelles WLAN mobiles Arbeiten ermöglicht, entstehen häufig Orte, an denen Menschen aus der ganzen Welt zusammenkommen. In sogenannten Co-working Spaces treffen kanadische Softwareentwickler auf amerikanische Fotografen, Markenentwickler und Designer aus Australien auf europäische Journalisten, Börsenmakler oder Vertriebler – maximale Vernetzung gehört zum Arbeitsalltag und zum Lebensstil.

Zwei, die diese Vernetzung zu ihrem Geschäftsmodell gemacht haben, sind die Berliner Online-Unternehmer Felicia Hargarten und Marcus Meurer. 2012 gründeten sie

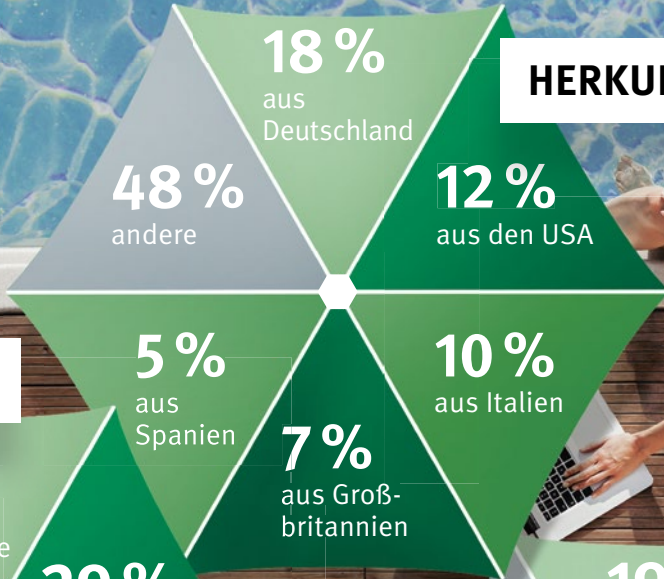
die DNX-Bewegung und starteten 2014 die gleichnamige erste Konferenz für Digitale Nomaden. Ihre Vision: „Alle (angehenden) Digitalen Nomaden auf der ganzen Welt zu supporten und miteinander zu vernetzen.“ Vorträge und Workshops von sogenannten Masterminds der Szene locken einmal jährlich Hunderte von Gleichgesinnten nach Berlin. Hier versuchen sie herauszufinden, wie man ein individuell passendes Konzept findet, ein ortsunabhängiges Business startet oder Arbeiten und Reisen unter einen Hut bekommt.

Konferenz auf Kreuzfahrt

Mit einer ähnlichen Geschäftsidee ist Johannes Voelkel erfolgreich. Bevor er 2015 sein Unternehmen Nomad Cruise gründete, reiste er selbst viele Jahre als Digitaler Nomade durch die Welt. Heute konzipiert und organisiert er zusammen mit seinem Team speziell auf die Zielgruppe zugeschnittene 15-tägige Schiffsreisen. Mitten im Atlantik sollen sich Gleichgesinnte treffen und vernetzen, austauschen und neue Kontakte knüpfen. Das Feedback auf seiner Internetseite lässt erahnen, dass gerade allein reisende und arbeitende Digitalnomaden den intensiven professionellen und persönlichen Austausch mit ihresgleichen schätzen – nicht zuletzt als Quelle für neue Inspiration oder als Motivationsschub, um an ihren Ideen festzuhalten. Denn auch wenn das Leben der Weltenbummler nach grenzenloser Freiheit, persönlicher Entfaltung und glücklich erwirtschaftetem Reichtum klingt, gibt es durchaus Schwierigkeiten. Wegen der oftmals unsicheren Auftragslage und damit verbundenen Existenzängsten sind Disziplin und Mut gefragt, und auch eine gewisse Portion Durchhaltevermögen kann nicht schaden. Beispielsweise wenn man feststellt, dass der Arbeitsaufwand für das eigene Online-Unternehmen bei Weitem den in einer gesicherten Festanstellung übersteigt.

DIGITALE NOMADEN IN ZAHLEN

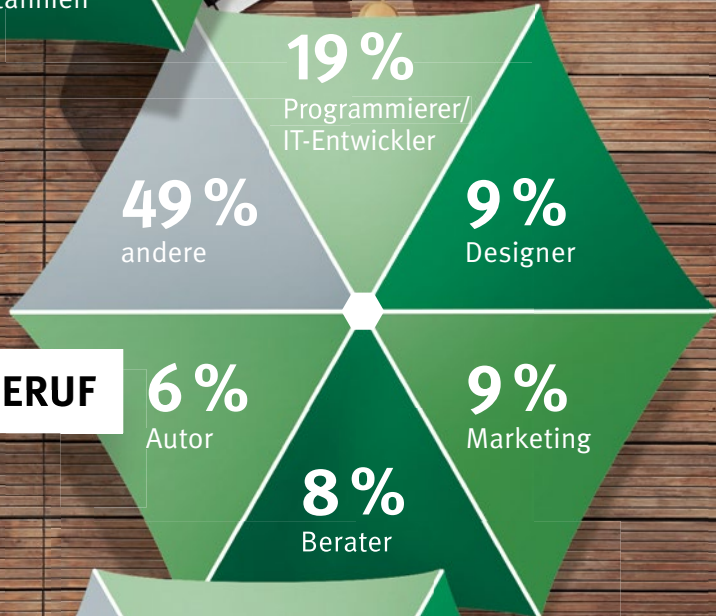
HERKUNFT



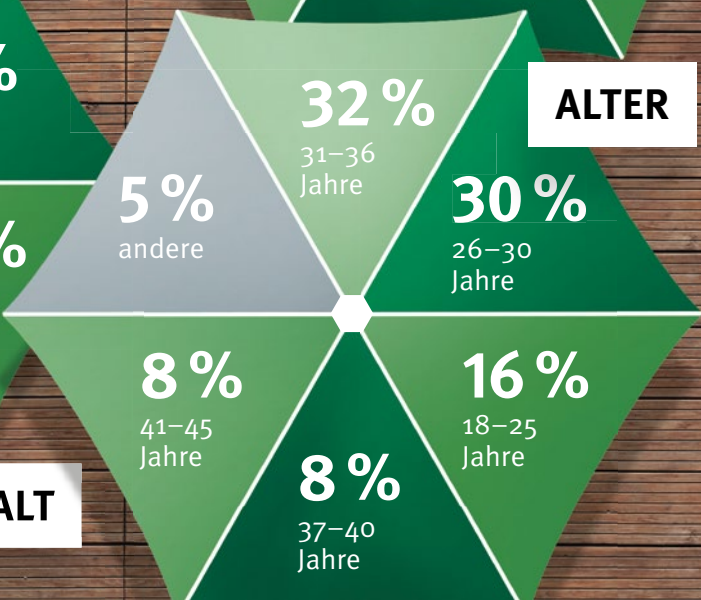
ARBEITSZEIT



BERUF



ALTER



MONATSGEHALT





„DEMOGRAFIE, DIGITALISIERUNG UND DIVERSITY SIND RICHTUNGSWEISENDE HANDLUNGSFELDER“

Interview mit Corinna Schittenhelm, Arbeitsdirektorin und Personalvorstand der Schaeffler AG.

Im Arbeitsumfeld eines integrierten Automobil- und Industriezulieferers sind die Mitarbeiter von Schaeffler Tag für Tag zu höchster Qualität und ausgeprägter Innovationskraft verpflichtet. Wird sich hier etwas ändern? Was bedeutet das für Ihre Arbeit und den Personalbereich? Was jeder spürt und mitbekommt – die Arbeitswelt wandelt sich strukturell und beschleunigt sich weltweit immer mehr. Neue Formen der Zusammenarbeit und der Arbeitsorganisation halten Einzug. Neue Technologien, Globalisierung und demografischer Wandel verändern die Arbeitswelt drastisch – gerade in Großkonzernen und auch bei Schaeffler. Was und wie wir in den kommenden Jahren arbeiten werden, geht uns alle an. Der Personalbereich ist ein Servicebereich, der diese Veränderungen aufgreift und aktiv mitgestaltet. Darin sehe ich eine ganz wesentliche und große Chance, die Arbeitswelt von morgen mitzugestalten. Sie wird transparenter und moderner sein, sie wird die Mitarbeiter

stärker in ihrer Kreativität, Kommunikation und Lernbereitschaft fordern. Als Unternehmen werden wir uns in der sich wandelnden Arbeitswelt immer wieder aufs Neue definieren und finden müssen. Arbeit soll produktiv sein, Mehrwert schaffen, Sinn stiften und fordern, aber nicht belasten und überfordern. Ein attraktiver Arbeitgeber muss im Blick haben, dass es für unsere Mitarbeiter immer wichtiger wird, den Beruf mit der Familie vereinbar zu machen und Zeit für sportliches und soziales Engagement zu haben.

„Vielfalt“ oder englisch „Diversity“ – welche Bedeutung hat Diversity für die weitere Personalentwicklung bei Schaeffler?

Diversity ist für mich ein positiv belegter Begriff. Eine vielfältige Gesellschaft ist stark, ebenso eine von Vielfalt geprägte Belegschaft im Unternehmen. Dabei bezieht sich Vielfalt nicht nur auf Geschlecht, Alter, Kultur und Weltanschauung, sondern auch auf Arbeitsstile, berufliche Hintergründe, Bildungswege und so weiter. In diesem vielfältigen Zusammenspiel liegt ein immenses Potenzial an Mehrwert schaffendem Ideenreichtum.

Stichworte Digitalisierung und digitale Transformation. Wie sehen Sie das – stehen bei Schaeffler weitreichende Veränderungen ins Haus, die den arbeitenden Menschen betreffen?

Demografie, Digitalisierung und Diversity, ja, das sind unsere drei „D“, richtungsweisende Handlungsfelder der Personalarbeit bei Schaeffler. Um Unternehmensziele zu erreichen, bedarf es zielorientierter Maßnahmen und flexibler Ressourcenplanung im Personalbereich, einer geeigneten Unternehmenskultur sowie klar definierter Werte. Kreativarbeit wird meines Erachtens immer stärker zur Basis der künftigen Workforce. Die Digitalisierung betrifft dabei fast alle Arbeitsbereiche. Rund 80 Prozent aller Beschäftigten weltweit sind bereits auf Internet und Telekommunikation angewiesen. Folglich führen mobile und flexible Arbeitsformen zu einer weltweit wachsenden Kommunikation auf allen Kanälen und in sozialen Netzwerken. Dabei geht es nicht nur um interne Kommunikation, sondern auch um die digitale Zusammenarbeit mit Lieferanten und Kunden.

Zur echten Belastung kann auch die ständige Verfügbarkeit werden: Gerade wer auf einem anderen Kontinent arbeitet, muss Telefonate oder Skype-Gespräche mit seinen Kunden mit teils großer Zeitverschiebung führen. Über einen weiteren Nachteil berichten die Kanadierin Patricia Parkinson und der Australier Andrew Crichton in einer Dokumentation über Digitale Nomaden auf Bali: „Die meisten unserer Freunde verstehen nicht, was wir tun. Die denken, wir sind auf ewig im Urlaub“,

sagt Patricia, die seit drei Jahren mit Andrew und einem digitalen Bauchladen unterwegs ist und junge Unternehmer berät. Andrew bestätigt die mangelnde Akzeptanz ihres nomadischen Lebensstils seitens der Freunde und Familien: „Meine Familie fragt immer, wann ich nach Hause komme und endlich wieder arbeiten gehe.“

Geprägt wurde der Begriff „Digital Nomad“ bereits vor rund 20 Jahren. 1997 erschien ein Buch gleichen

Titels von Tsugio Makimoto und David Manners, das den mobilen und technisch versierten Menschen der Zukunft ihren Namen gab. Noch viel früher, nämlich in seinem Mitte der 1960er-Jahre erschienenen Werk „Understanding Media“, formulierte der kanadische Medienwissenschaftler Marshall McLuhan die These, der Mensch werde im elektronischen Zeitalter zum „nomadischen Informationssammler“. Dass die Bewegung tatsächlich Fahrt aufgenommen hat, liegt nicht zuletzt daran, dass inzwischen die nötige Infrastruktur vorhanden ist. Das sind zum einen die Verkleinerung und Mobilisierung der digitalen Arbeitsgeräte wie Laptop, Tablet oder Smartphone. Zum anderen gilt die Bereitstellung von WLAN und Mobilfunk bis in die hintersten Winkel der Welt als Motor der Bewegung.

Wer übrigens denkt, das Digitale Nomadentum sei ausschließlich jungen Menschen vorbehalten, irrt. Bestes Beispiel für das Gegenteil ist das aus Seattle stammende Ehepaar Debbie und Michael Campbell. Anlässlich ihrer Pensionierung vermieteten die beiden über 60-Jährigen ihr Wohnhaus, verkauften das Boot und das Auto und starteten ihren Reiseblog „Senior

Nomads“. Seitdem haben sie mehr als 200 Städte in über 60 Ländern bereist, unter anderem in ganz Europa sowie Israel, Russland, Afrika und Kuba. In der Zwischenzeit haben die Campbells nicht nur ein Buch über ihre Abenteuer geschrieben, sondern auch ihr Haus verkauft – um dem „echten“ Nomadentum zu frönen. Frei nach dem Motto: Das Leben ist zu kurz, um es im Büro zu verbringen. Oder auf dem Sofa!



DIE AUTORIN

Christel Trimborn ist freie Journalistin mit eigenem Büro und Schreibtisch in Bochum. Weil sie im Grunde ihres Herzens aber auch eine Nomadin ist, bereist sie die Welt, so oft es eben geht. Eines ihrer

Liebblingsziele: Island. Unter anderem wegen der bizarren Landschaft, der überall auf der Insel spürbaren Energie und des freien und schnellen WLAN.

DIGITALISIERUNG MIT AUGENMASS



Interview mit Gerhard Baum, Chief Digital Officer bei Schaeffler

Worin besteht das Aufgabengebiet eines Chief Digital Officers?

Digitalisierung findet auf verschiedenen Ebenen statt. Bei Schaeffler sind das die Ebenen Produkte und Services, Maschine und Prozesse, Analysen und Simulation sowie Nutzererlebnis und Kundenwert. Meine Aufgabe besteht darin, in all diesen Bereichen neue Geschäftsfelder und -ideen zu entwickeln und diese jeweils gemeinsam mit den verantwortlichen Kollegen zu initiieren und zu organisieren.

Wo liegen aus Ihrer Sicht die größten Herausforderungen einer zunehmenden Digitalisierung?

Es gibt zwei ganz wesentliche Punkte: Zum einen ist es enorm wichtig, den Menschen mitzunehmen. Digitalisierung verändert nicht nur, was gemacht wird, sondern auch, wie etwas gemacht wird. Die Menschen müssen an den Veränderungen beteiligt werden und ihre veränderte Rolle verstehen. Die Idee, dass Digitalisierung menschliche Arbeitsplätze vernichtet, stimmt so nicht: Digitalisierung schafft Arbeit – und zwar mehr neue Jobs, als alte abgebaut werden. Die zweite große Herausforderung liegt in der Geschwindigkeit. Auch daran müssen viele Unternehmen noch arbeiten.

In welcher Weise beeinflusst die Digitalisierung Arbeitswelten?

Die Freiheit am Arbeitsplatz wird definitiv größer. Schon heute arbeiten wir im „Unterwegssein“: im Zug, im Urlaub oder zwischen zwei Meetings.

Die Digitalisierung erlaubt es uns, an jedem Ort und zu jedem Zeitpunkt zu arbeiten. Das Ziel ist, den Kunden zufriedenzustellen – von wo aus, ist unwichtig. Auch bei Schaeffler arbeiten wir für einige Projekte mit sehr flexiblen Start-ups und Freelancern zusammen. Es kommt immer auf den Menschen, seine Qualifikation und die Kommunikation an – dann spricht nichts gegen die Zusammenarbeit mit „Digitalen Nomaden“.

Immer und überall arbeiten zu können und erreichbar zu sein – Fluch oder Segen?

Das ist aus meiner Sicht eine Geisteshaltung: Wer für Neues offen ist und Spaß daran hat, etwas zu bewegen, für den ist die zunehmende Digitalisierung ein echter Segen. Es kommt jedoch auf das richtige Augenmaß an, das jeder für sich selbst finden muss. Ein vernünftiger Umgang mit Arbeit und Erreichbarkeit ist auf jeden Fall notwendig.

FLEXIBLER WOHNTURM

Digitale Nomaden, Projektmanager auf Abruf, Ingenieure im Außeneinsatz – Designer Haseef Rafiei entwarf für die steigende Zahl wenig sesshafter Menschen das Wohnturmkonzept „Pod Vending Machine“ (Wohnraum-Verkaufsautomat) mit flexiblen Einheiten. Diese werden vor Ort konfiguriert, von einem gewaltigen 3-D-Drucker auf dem Dach gebaut und per Hebevorrichtung positioniert.

DRUCKER AUF DEM DACH

Die Baueinheit auf dem Dach könnte bei Realisierung des Projekts der größte 3-D-Drucker der Welt sein. Das Druckmaterial wird hydraulisch nach oben transportiert.



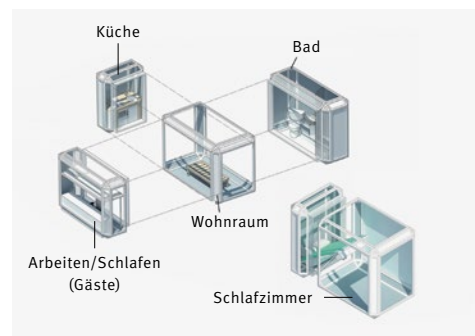
WACHSENDE GRÖSSE

Obwohl ungenutzte Wohneinheiten gelagert oder als Druckmaterial für „Neubauten“ recycelt werden, geht Designer Rafiei davon aus, dass sein Turm stetig wächst. Dafür werden einfach unterhalb des Druckers auf dem Dach neue Stockwerke eingefügt.



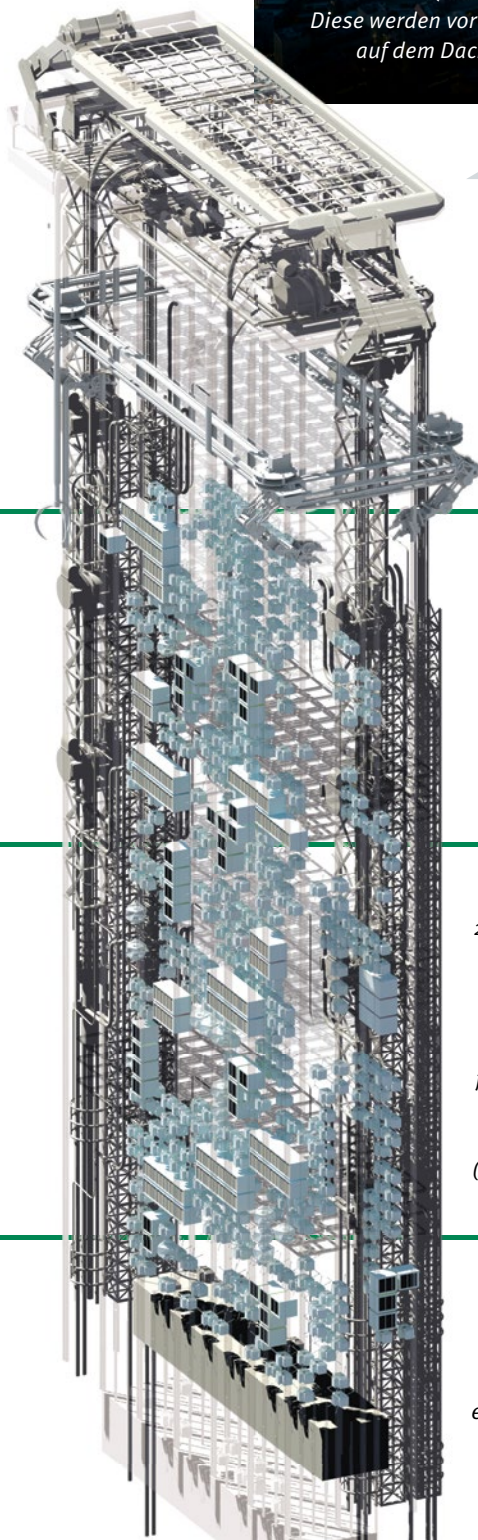
MODUL-WOHNRÄUME

24 Stunden nach Bestellung werden die ausgedruckten Wohneinheiten in die Zielstage transportiert. Eine Einheit besteht aus einem Wohnraum, an dem je nach Bedarf fertige Module wie Küche, Bad oder Schlafzimmer angekoppelt werden (Abb. r.). Bei mehr Platzbedarf (z. B. Büros) besteht die Möglichkeit, zweistöckig zu „bauen“.



KONFIGURATOR

In der Lobby des Towers stehen mehrere Terminals, an denen sich Einzugswillige ihren Wohn-Pod eigenständig konfigurieren können.

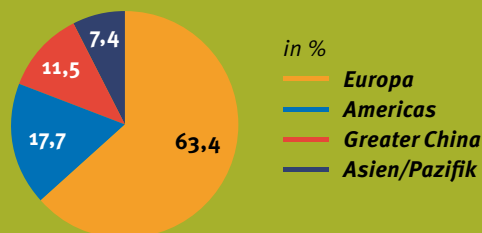


ALLE AN EINEM STRANG



Fußball einmal anders: Auf dem Platz läuft eine Mannschaft ein, alle Spieler einschließlich des Torwarts sind durch ein Seil miteinander verbunden. Bewegt sich ein Spieler, müssen sich alle anderen im gleichen Rhythmus mitbewegen. Nur dann gelingt es, das Spiel am Laufen zu halten und am Ende den Ball ins Tor zu bringen. Das Spiel, um das es geht, heißt: Logistik.

SCHAEFFLER-EINKAUFSVOLUMEN NACH REGIONEN



— Dieses Bild vermittelt einen Eindruck davon, wie Logistik heute in einem modernen Unternehmen funktioniert. So auch bei Schaeffler. Logistik ist keine losgelöste Funktion im Unternehmen und beschränkt sich nicht darauf, Rohstoffe und Materialien bereitzustellen (Produktionslogistik) und zum Kunden auszuliefern (Distributionslogistik). Eine moderne Logistik muss deutlich mehr leisten.

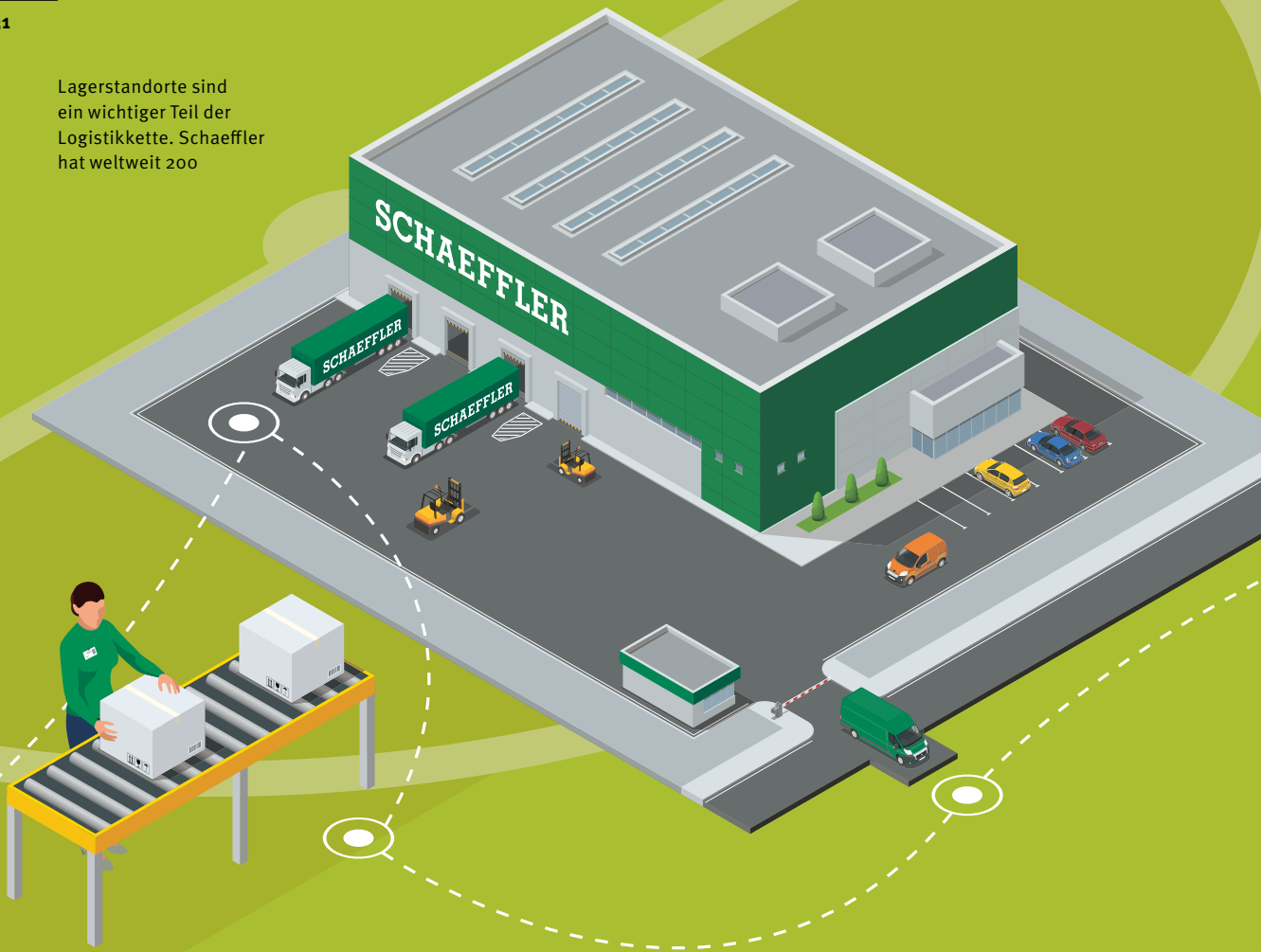
Der Kunde gibt den Takt vor

An oberster Stelle stehen die Wünsche des Kunden – bei der aneinandergebundenen Mannschaft auf dem Fußballplatz ist das derjenige Spieler, der sich

zuerst bewegt. Um den Kundenwunsch zu erfüllen, muss Schaeffler die komplette Beschaffungs-, Produktions- und Lieferkette danach ausrichten.

Und hier wird es spannend und herausfordernd. Denn Schaeffler als Global Player bedient mit seinen 75 Produktionswerken sowie knapp 200 Lagerstandorten Tausende von Kunden auf allen Kontinenten. Die Bandbreite der Produkte reicht von millimeterkleinen Hochpräzisionslagern für Zahnarztbohrer über größere Komplettmodule wie elektrische Achsen bis hin zu Großlagern für Windkraftanlagen. Entsprechend flexibel muss sich die Logistik von Schaeffler auf diese ganz unterschiedlichen Wünsche und Anforderungen einstellen.

Lagerstandorte sind ein wichtiger Teil der Logistikkette. Schaeffler hat weltweit 200



Logistik findet dabei überall statt: beim Einkauf der Materialien wie Stahl oder sonstigen Betriebsstoffen, beim Transport von Komponenten zwischen den Werken, zum Teil auch zwischen den Kontinenten, bei Lagerprozessen. Klar, dass es dabei mehrere Ebenen gibt, die miteinander nahtlos verzahnt werden – von der globalen Logistik bis zur Produktionslogistik innerhalb eines Werkes. Das gilt natürlich auch für das, was am Ende der Kette steht: den Transport zum Kunden.

Punktgenaue Zuspiele mit der Fertigung

Damit die Kundenwünsche erfüllt werden können, muss der Materialfluss exakt getaktet sein. Qualifizierte Mitarbeiter planen und steuern die Abläufe durchgängig, angefangen beim Materialbedarf über das Produktionsprogramm bis hin zur Materialversorgung. Die Wertschöpfung zu optimieren prägt dabei das Spielverständnis von Schaeffler. Die Spieleröffnung erfolgt stets vom Mitarbeiter in der Montage (Line-Back-Prinzip): Die Fertigung ist als der Ort der Wertschöpfung der zentrale Spieler, von dem aus alle Prozesse – von innen nach

außen – bis zu den Lieferanten systematisch optimiert werden. Nicht wertschöpfende Tätigkeiten, wie zum Beispiel der Transport von Komponenten, werden an die Produktionslogistik übergeben. Hochfrequent getaktete Materialtransporte, sogenannte Milkruns, übernehmen die Aufgabe, das Material optimal positioniert an die Fertigung abzuspielen – zum benötigten Zeitpunkt in der benötigten Menge.

Ein effizienter Spielaufbau erfordert ein perfektes Passspiel aus Produktion und Logistik – mit einer durchgängigen Planung der Prozesse und der Unterstützung durch moderne IT-Systeme. Das setzt sich auch in der Logistikkette zu den Lieferanten fort. Diese werden so angebunden, dass sie das Material, entsprechend den Anforderungen der Produktion, in genau der richtigen Menge, dem richtigen Behälter und genau zum richtigen Zeitpunkt anliefern. Im besten Fall kann das Material ohne weitere Lagerstufen vom Lieferanten bis hin zur Produktionsmaschine verbraucht werden (Just in Time, Just in Sequence). Denn das beste Warenlager ist das, welches keines ist. Oder zumindest eines, das mit minimalen Beständen die Versorgungssicherheit gewährleistet. Damit sinken die Lagerkosten bei gleichzeitig

8,3 Mrd.Euro betrug das **Einkaufsvolumen** der Schaeffler Gruppe im Jahr 2016.**34.000**

Lieferanten aus 80 Ländern arbeiten mit Schaeffler zusammen.

1 Mio.

Tonnen Stahl verarbeitet die Schaeffler Gruppe jährlich.

Null ToleranzDie Schaeffler Gruppe erwartet von ihren Lieferanten die **Einhaltung von gesetzlichen Regelungen, Menschenrechten, Arbeits-, Gesundheits- und Umweltschutzrichtlinien.****70%**Energie spart Schaeffler durch **Modernisierung der Antriebstechnik** im Hochregallager Herzogenaurach. Unter anderem wird Bremsenergie rekupert.

erhöhter Flexibilität gegenüber Angebots- und Absatzmärkten. Viele standardisierte Laufwege und eine verbindliche Taktik für alle Spieler auf und neben dem Feld sind Bestandteil der integrierten Logistikstrategie und tragen damit wesentlich zum Teamerfolg bei.

Vulkanausbrüche, Stürme, Streiks – überall drohen Fouls

Eine weitere wichtige Anforderung an eine erfolgreiche Logistik ist es, auf besondere Ereignisse schnell zu reagieren. Wenn in der Mannschaft ein Spieler aus dem Takt kommt, dann muss verhindert werden, dass deswegen das ganze Spiel zum Erliegen kommt. So reagiert die Logistik zum Beispiel auf Naturereignisse wie den Ausbruch eines Vulkans. Selbst wenn deswegen Lufträume gesperrt werden – die Kunden benötigen die Waren trotzdem. Oder wenn Schiffe nicht rechtzeitig ans Ziel gelangen, weil auf dem Meer Stürme toben oder der Zielhafen bestreift wird. In solchen Fällen muss kurzfristig auf andere Transportmittel oder andere Routen ausgewichen werden. In diesem Zusammenhang gewinnt zum Beispiel die neue Seidenroute zwischen Europa und Asien per Bahnverkehr schnell an Bedeutung – und das sogar noch mit deutlichen ökologischen Vorteilen gegenüber der Luftfracht. Das Ganze wird auch dadurch noch anspruchsvoller, dass man den Kunden größtmögliche Flexibilität zu bieten versucht.

Auch die Lagerstandorte sind ein wichtiger Teil in der Kette. Dabei geht es aber nicht mehr wie früher nur um die reine Lagerhaltung. Es geht vielmehr darum, mit genauen Planungsmodellen die Lieferkette mit den Kundenwünschen zu synchronisieren. Für einen schnellen, pünktlichen und effizienten Warenfluss müssen die Läger mit dem passenden Artikelspektrum versorgt sein. Auch hier hat Schaeffler in die Zukunft investiert. In der Region Europa entsteht gerade ein komplett neues Logistiknetzwerk, unter anderem mit drei neuen



Lagerstandorten. Diese Läger sind hochmodern, haben automatisierte Prozesse und Anlagen bis hin zum Einsatz von Robotik-Lösungen. Sie sind aber auch nach ergonomischen Gesichtspunkten so gestaltet, dass die Mitarbeiter beste Arbeitsbedingungen vorfinden. Denn trotz aller Automatisierung und Optimierung liegt es immer noch vor allem an den Menschen, dass die Produktions- und Lieferketten sich harmonisch bewegen. Wie auf dem Fußballplatz.

**DER AUTOR**

Dem freien Journalisten **Christian Heinrich** (u. a. „Die Zeit“, „Geo“) geht die Idee eines Fußballspiels, bei dem jede Mannschaft zusammengebunden ist, nicht aus dem Kopf. Bei der nächsten Gelegenheit will es der Hamburger mit Freunden im Stadtpark ausprobieren. Zwei entsprechende Schnüre hat er schon bereitgelegt.



MIT DEN WARENSTRÖMEN DER WELT

Containerschiffsrouten sind die Lebensadern des Welthandels. Einblicke in das Leben als Kapitän eines Ozeanriesen und in die Entwicklung des Welthandels auf See im Laufe der Jahrhunderte.

— von Dr. Christian Heinrich (Reportage), Volker Paulun (Infotext)

— Mitten im Pazifik, etwas südlich der Beringsee, Hunderte Kilometer in alle Richtungen vom Festland entfernt, fährt am frühen Morgen eine kleine Stadt Richtung Osten, der aufgehenden Sonne entgegen. So jedenfalls sieht Kapitän Michael Behmerburg, dessen Wecker in seiner Kajüte gerade pünktlich um 5.30 Uhr am Morgen klingelt, sein Schiff: als Stadt. „Wir produzieren eigenen Strom und eigenes Wasser, wir haben sogar eine Kläranlage an Bord“, sagt Behmerburg, 48, wache Augen, freundliches Lächeln, Bart. Seit mehr als 30 Jahren ist er für die Reederei Hapag-Lloyd auf den Meeren unterwegs. Nach einer Pause fügt er lachend hinzu: „Na gut, vielleicht haben wir nicht ganz so viele Einwohner wie eine Stadt.“ Knapp 25 Mann braucht es nur, um Waren von einem Kontinent zum anderen zu befördern, die durchaus Dutzende Millionen Euro wert sind.

Die Containerschiffsrouten sind die Lebensadern der Globalisierung, mehr als 30.000 Containerschiffe sind in diesem Moment auf den Weltmeeren unterwegs. Der Gigant von Behmerburg fasst 13.500 Standardcontainer, mit 20 Knoten, das sind knapp 40 Kilometer pro Stunde, schiebt er durch die Wellen. Die im Rumpf des Potts stampfenden Maschinen bringen eine Kraft von 80.000 PS auf. Um das alles im Griff zu haben, muss man früh aufstehen.

Der Kapitän ist 24/7 erreichbar

Zwischen 6 und 7 Uhr morgens schaut Behmerburg auf der Brücke vorbei. Die ist, um beim Bild der Stadt zu bleiben, so etwas wie das Rathaus; von hier aus wird das Schiff gesteuert. Zwar fährt es auf dem Ozean meist mit Autopilot, der alle paar Stunden angepasst wird, doch ein Mensch muss immer eingreifen können.

Seit Tausenden von Jahren fließen Warenströme über die Erde – daran hat sich bis heute nichts geändert. Die Art der Ladung und auch Sender und Empfänger schon. Im vorindustriellen Handel wurden hauptsächlich Rohstoffe wie Gold, Silber, Eisen und Kupfer transportiert, natürlich auch Gewürze, Kaffee, Kakao, Tabak, Baumwolle und Pelze. Es gab eine Salzstraße, eine Bernsteinstraße und natürlich das verzweigte Netz der Seidenstraße, das sich vom Mittelmeer bis nach Ostasien erstreckte. Aber auch fertige Produkte wie Porzellan und Textilien wurden von A nach B verbracht. Später kam noch der unrühmliche Sklavenhandel hinzu.

Während zunächst auch asiatische Mächte wie die Perser, die Osmanen, die Mongolen und die Chinesen im Welthandel mitmischten, **beherrschten die Europäer um 1800 rund 70 Prozent des Welthandels**, wobei die Briten und ihr „Empire“ genanntes Kolonialnetzwerk innerhalb Europas bis zum Ersten Weltkrieg eine klare Vormachtstellung einnahmen, wie Barbara Hahn in ihrem Buch „Die Entwicklung des Welthandels“ festhält.

Während sich der Welthandel zwischen 1720 und 1840 lediglich verdoppelt hatte, explodiert er danach förmlich.

ca. 90%

der internationalen Handelsgüter werden heutzutage **über die Ozeane** transportiert.

Quelle: Insitut für Seeverkehrswirtschaft

Daher ist unter anderem immer einer der drei Offiziere auf der Brücke, sie teilen die 24 Stunden jedes Tages in Vier-Stunden-Schichten untereinander auf. Behmerburg hat als Kapitän keine Dienste, aber auch letztlich keine geschützte Freizeit, weil er immer verfügbar sein muss: Wenn ein Problem auftritt, kommt Behmerburg sofort auf die Brücke, seine Kabine liegt in unmittelbarer Nähe.

Probleme gab es in dieser Nacht keine. Also besprechen Offizier und Kapitän den bevorstehenden Tagesablauf: Wie wird das Wetter, welche Route wird eingeschlagen? Mit dem Ingenieur erörtert Behmerburg, welche Instandhaltungen zu erledigen sind. Nach dem anschließenden Frühstück beginnt der Teil des Arbeitstages, der mittlerweile die meiste Zeit einnimmt: Michael Behmerburg, der Containerschiff-Kapitän, oberster Chef einer schwimmenden Stadt, setzt sich gegen neun Uhr an den Computer und ruft seine E-Mails ab.

Vorbereitungen fürs Entladen beginnen schon auf hoher See

Behmerburg sieht das zugleich als Segen des Fortschritts und als Fluch. Vor ein paar Jahren gab es nur alle paar Stunden oder sogar nur alle paar Tage eine Internetverbindung. Heute können zumindest E-Mails fast ständig abgerufen und versendet werden. Das erleichtert einerseits vieles und es schafft eine gewisse Lebensqualität. Die Mannschaft an Bord ist so ständig verbunden mit dem Festland, mit den Lieben zu Hause und den Häfen, die angelaufen werden. Die Kehrseite dieser

Bis zum Ausbruch des Ersten Weltkriegs verzwanzigfachte sich das Welthandelsvolumen. Künstliche Meeresverbindungen wie der Suez- (eröffnet 1869), der Nord-Ostsee- (1895) und der Panamakanal (1914) beschleunigten die Seefahrt und damit die Entwicklung des internationalen Handels enorm.

Europa und später auch Amerika saugten Waren wie ein Schwamm auf, bis hin zu den Barteln des Grönlandwals, um Korsette zu produzieren, die den Frauen die modische Wespentaille bescherten. Die meistbefahrene Handelsroute Anfang des 20. Jahrhunderts war der Nordatlantik. **England, beginnend mit Erfindung der Dampfmaschine und der daraus resultierenden Industrialisierung der Textilweberei, erarbeitete sich den Titel „Fabrik der Welt“.** Lange Zeit war das Empire auch Weltmarktführer für Automobile. Aber in Deutschland wuchs ein immer stärker werdender Konkurrent heran. Stahl, Eisen, Maschinenbau und Chemie boomten dort. Und dank eines gewissen Henry Ford und seines revolutionär am Fließband produzierten T-Modells schwang sich Amerika zur



» Selbst auf einem großen Containerschiff ist ein Unwetter auf dem Atlantik oder ein Taifun im Indischen Ozean nicht gerade angenehm

Michael Behmerburg,
Containerschiff-Kapitän

Entwicklung: Wenn etwas möglich ist, dann wird es meist auch eingefordert. Die Containerschiffe müssen mehrere Tage vor Anlaufen eines Hafens den Behörden ein ganzes Dossier schicken mit allen möglichen Informationen, von Ladungslisten über Anträge bis hin zu Gutachterformularen. „Und weil wir auch einen Scanner haben, müssen wir zum Beispiel die Pässe der Crew einscannen und vorher an die Häfen schicken. Dokumente und Pässe vor Ort vorzulegen reicht nicht mehr“, sagt Behmerburg seufzend. „Die Computer nehmen uns zwar auch Arbeit ab. Aber absurderweise ist ausgerechnet der Verwaltungsaufwand enorm gestiegen.“

Mehr als eine Million Kilometer auf dem Meer

So verbringt Behmerburg auch heute den Großteil des Tages im Büro, bereitet Bestellungen für Treibstoff und Proviant vor, füllt Anträge aus. Von Himmel und Horizont draußen, an denen Wolken und Wellen dem Auge ein ebenso unendliches wie vergängliches Schauspiel bieten, bekommt Behmerburg stundenlang kaum etwas mit. Aber wenn er dann einmal eine Pause macht und sich umsieht, da draußen auf dem Meer, dann kriegt er noch immer manchmal eine Gänsehaut vor Glück. Und das, obwohl man meinen könnte, dass Behmerburg nichts mehr so schnell aus der Fassung bringen dürfte: Weit mehr als eine Million Kilometer war er auf den Weltmeeren unterwegs, er legte an in Shanghai und ab in Rotterdam, passierte das Kap der Guten Hoffnung und Feuerland, durchquerte den Panamakanal und die Ägäis. Und doch staunt er noch immer über die Schönheit der Welt. Und über die Macht des Meeres, die manchmal auch zerstörerisch sein kann.

„Selbst auf einem großen Containerschiff ist ein Unwetter auf dem Atlantik oder ein Taifun im Indischen Ozean nicht gerade angenehm“, sagt Behmerburg. Das Schiff kann zwar im Grunde nicht kentern, auch einen Container hat zumindest Behmerburg noch nie verloren. „Trotzdem ist einem ziemlich mulmig zumute, wenn draußen die See tobt.“ Dann sind da nur Wind und

Auf dem Foto von 1900 gleicht der Hafen von Shanghai noch einem maritimen Kleinod, heute ist er der größte der Welt. Die beiden Bilder illustrieren den Aufstieg Chinas zur Handelsweltmacht eindrucksvoll



Automacht auf. Der Erste Weltkrieg ließ die USA endgültig zur Handelsmacht Nummer eins aufsteigen.

Der Zweite Weltkrieg spaltete die Welt in Ost und West, Kolonialreiche zerbrachen. Trotzdem blühte der Welthandel schnell wieder auf. Zu den Gewinnern gehörten ausgerechnet die beiden Kriegsverlierer Deutschland und Japan. Trotz absoluter Rohstoffarmut wuchs Japan sogar zur zweitstärksten Volkswirtschaft nach den USA heran. Und das mit Mitteln, die einst auch Deutschland aus dem Schatten Englands hatten hervortreten lassen: hochwertige Produkte zu günstigen Preisen. Entsprechend verlagerten sich auch Warenströme aus der und in die Region.

Und heute? In Großbritannien, der einstigen „Fabrik der Welt“, hat die herstellende Industrie keinen zweitstärksten Prozentanteil mehr am Bruttoinlandsprodukt. Der Bankensektor, der Tourismus, der Einzelhandel und der Dienstleistungssektor sind immer wichtiger geworden. Deutschland ist industriell zwar besser aufgestellt, dennoch bilanziert der renommierte Schweizer Ökonom Thomas Straubhaar spitzzüngig:

„Deutschland ist nicht mehr die Werkbank der Welt, sondern das Land, das der Welt die Werkbänke liefert.“

Die neue „Fabrik der Welt“ und schon lange zweitstärkste Volkswirtschaft auf dem Globus ist China. „China dominiert den Welthandel derzeit so stark wie keine andere Nation in den vergangenen fast 50 Jahren“, vermeldete die Nachrichtenagentur Reuters im vergangenen Jahr. **Mit 13,8 Prozent am globalen Exportmarkt hatte China 2016 einen so großen Anteil wie kein anderes Land seit den USA 1968.** Die Marktmacht Chinas lässt sich auch gut an der Entwicklung der Häfen feststellen. Japan, mit Tokio einst Weltspitze, ist in den Top 10 der weltgrößten Umschlagplätze nicht mehr gelistet, Gleiches gilt für die USA. Europa hat immerhin noch Rotterdam vorn mit dabei. China hingegen hat, angeführt von Shanghai, sechs



74,5%

des Stückgutverkehrs auf See wird in Frachtcontainern transportiert.

Quelle: Institut für Seeverkehrswirtschaft

Wellen und Wasser, und dazwischen ein paar Menschen in einer Büchse aus Stahl.

Der Fortschritt hat das Abenteuer Seefahrt berechenbarer gemacht

Besonders in den vergangenen Jahren allerdings hat Behmerburg kaum noch ein heftiges Unwetter erlebt. Das liegt nicht daran, dass es sie nicht mehr gäbe, im Gegenteil, sie sind oft heftiger denn je. Doch die Containerschiffe können ihnen leichter ausweichen, weil die aktuellen Wetterinformationen präziser geworden sind, dank dichter Satellitenabdeckung und Datenverbindungen. „Ich kann alle paar Minuten beobachten, wie sich eine Schlechtwetterfront weiterbewegt – und entsprechend entspannt drum herum fahren“, sagt Behmerburg. Das Abenteuer, auf den Ozeanen unterwegs zu sein, der Fortschritt hat es berechenbarer gemacht.

Andererseits sind neue Unwägbarkeiten in den vergangenen Jahren hinzugekommen. Piratenangriffe haben sich gehäuft, sodass mittlerweile am Horn von Afrika militärisch geschützte Korridore eingerichtet werden mussten. Wenn an Land etwas aus dem Gleichgewicht gerät, dann schwappen die Krisen und Probleme eben oft auch an die Containerschiffe auf den Ozeanen.

der zehn weltweit größten Häfen in seinen Landesgrenzen. **Längst hat sich herumgesprochen, dass China nicht nur billig kann, sondern auch gut.** Ein wichtiges Argument, um seine Marktposition gegen aufstrebende und billiger produzierende Nachbarn wie Vietnam, Indonesien und Indien zu behaupten.

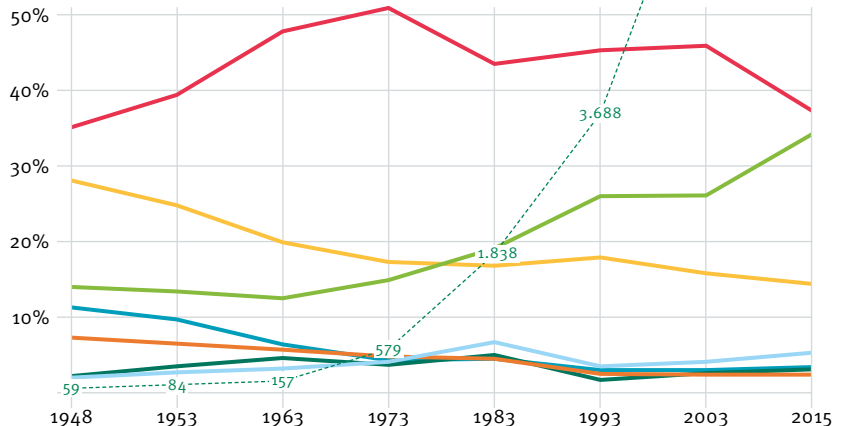
Was bedeutet das für die Warenströme? Für die Studie „*Transportation & Logistics 2030: Emerging Markets – New hubs, new spokes, new industry leaders?*“ wurden vom Unternehmensberater PWC 90 Logistik-Experten aus 28 Ländern aller Kontinente befragt. Das Ergebnis: **Ein großer Teil des Welthandels wird 2030 – angeführt von China – über Schwellenländer abgewickelt werden.** Diese engagieren sich auch zusehends in rohstoffreichen Entwicklungsländern und bauen dort eine Logistikinfrastruktur auf. Derzeit wächst der Handel zwischen Asien und den früheren Sowjetstaaten jährlich um 42 Prozent. Auch die Transportmengen auf der Süd-Süd-Route zwischen Südamerika und Afrika legen deutlich zweistellig zu. „**In Zukunft werden auch Indien, Russland und Südafrika zu den Logistikriesen zählen**“, so die PWC-Studie. Im Gegenzug verlieren Nordamerika und Westeuropa weiter an Bedeutung.

WELTWEITE WARENEXPORTE NACH REGION 1948–2015

----- Welt (in Mrd. US-Dollar)

in %

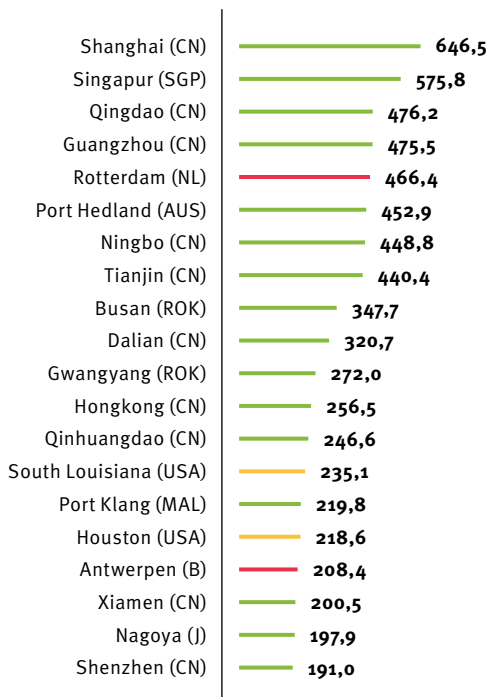
- Nordamerika
- Süd- und Mittelamerika
- Europa
- GUS*
- Afrika
- Naher Osten
- Asien und Australien



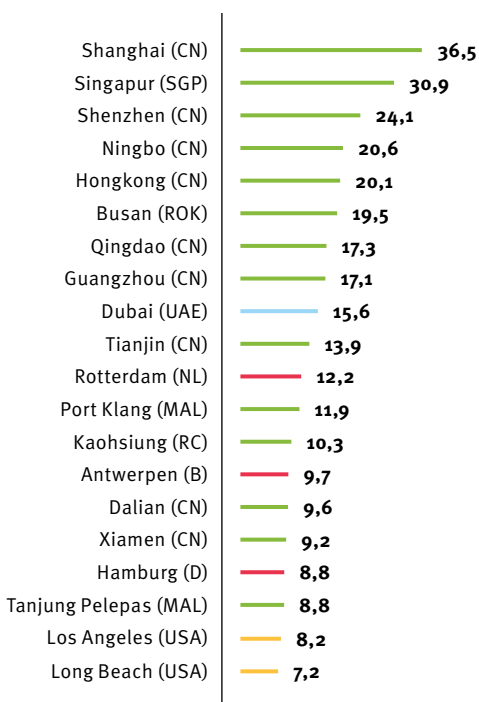
* (1948 bis 1991 UDSSR)
Quelle: UNCTAD

DIE 20 GRÖSSTEN HÄFEN DER WELT

Nach Frachtmenge in Mio. Tonnen im Jahr 2015



Nach Anzahl 20-Fuß-Container (TEU) in Mio.



Farbzuordnung siehe Legende links

Quelle: American Association of Port Authorities

Das Gleichgewicht ist für Behmerburg auch in anderer Hinsicht ein tägliches Thema. Ein großes Containerschiff verbraucht manchmal hundert Tonnen Treibstoff am Tag, das entspricht dem Gewicht von rund 70 Kleinwagen. Gemeinsam mit dem Ersten Offizier muss manchmal mehrmals am Tag die Statik neu berechnet werden, um gegebenenfalls Treibstoff umzupumpen oder Wassertanks vorübergehend zu füllen, damit es zu keiner Schiefelage kommt. Auch die Beladung der Container spielt dabei eine Rolle, von denen zunehmend mehr auf ein Schiff passen.

Denn dieser Trend ist seit Jahrzehnten ungebrochen: Die Schiffe werden größer, immer neue Rekorde aufgestellt. Erst kürzlich lief das erste Schiff vom Stapel, dessen Kapazität über der 20.000-Container-Marke liegt. Dabei gehe das Wachstum eher in die Breite als in die Länge, sagt Behmerburg. Einer der Gründe: Breitere Schiffe haben weniger Tiefgang und können auch noch etwa in den Sankt-Lorenz-Strom in Kanada manövrieren oder den Hamburger Hafen ansteuern. Ein weiterer Trend: Spezialisierung. Es gibt zunehmend Containerschiffe, die bestimmte Waren besonders effizient transportieren können. „Von Südamerika nach Europa etwa wird viel Obst als Kühlladung transportiert“, sagt Behmerburg. Containerschiffe, die entsprechende Kühlaggregate unterstützen, eignen sich hier besonders.

Und wohin fahren die Schiffe? Die Fabrik der Welt liegt offenbar immer noch in Asien: „China wird nach wie vor häufig angesteuert, hier wird voll beladen. In letzter Zeit kommt auch Vietnam dazu“, sagt Behmerburg. Dass China vorne dabei bleibt, dafür sorgt auch die Politik: „Da wird innerhalb von ein paar Monaten ein neuer Hafen aus dem Boden gestampft, das geht fix. In Hamburg dagegen wird sorgfältig abgewogen, da diskutiert man seit Jahren um ein paar Zentimeter Elbvertiefung“, sagt Behmerburg. Was besser ist? Das lasse sich nicht so einfach sagen, es komme auf die jeweiligen Interessen an.

Obwohl die Schiffe größer werden, ist die Mannschaftsstärke an Bord sogar leicht gesunken in den letzten Jahren, derzeit umfasst sie rund 25 Mann. „Die Matrosen sind fast alle Filipinos, die Sprache an Bord ist Englisch, und der wichtigste Mann ist der Koch. Aber das habe ich jetzt nicht gesagt“, so Behmerburg lächelnd.

Am Abend geht er gegen 19 Uhr in seine Kajüte, die noch für die nächsten sechs Wochen sein Zuhause ist. Er hat bei seinem Arbeitgeber Hapag-Lloyd einen sogenannten Eins-zu-Eins-Vertrag, das heißt, er fährt zwei bis drei Monate und hat dann exakt die gleiche Zeit frei. Könnte man da nicht wunderbar Urlaub in der Ferne machen? Behmerburg winkt ab. Darauf hat er selten Lust. Urlaub, das bedeutet für ihn, zu Hause zu bleiben.

» **Flugautos sind keine Spinnerei** Airbus-Chef Tom Enders



FLUGAUTO-UMFRAGE*

67% aller US-Amerikaner haben Interesse an einem Flugauto.

41% bevorzugen ein autonom fahrendes und fliegendes Fahrzeug.

26% würden das Lenkrad lieber selbst in die Hand nehmen.

80% halten es für „wichtig“ oder „sehr wichtig“, dass Fallschirme an Bord sind.

60% haben Bedenken wegen der Sicherheit.

60% bevorzugen einen rein elektrischen Antrieb.

75% sehen kürzere Reisezeiten als größten Vorteil eines Flugautos.

80% bevorzugen senkrechte Starts und Landungen wie mit einem Hubschrauber.

*Online-Umfrage der University of Michigan 2017

in bewegung

Innovationen im Laufe der Zeit



UP IN THE AIR

— Der Traum, mit einem Wagen mehr zu können als zu fahren, ist so alt wie das Auto selbst, wie diese Postkarte eines flugtauglichen Schwimmautos mit bemerkenswertem Bohrvorsatz aus den 1890er-Jahren beweist. Es gab viele Anläufe, diesen Traum wahr werden zu lassen. Das mit dem Schwimmen klappt schon lange – siehe Amphicar & Co. Ein Verkaufsschlager wurde diese Zusatzqualifikation aber nie. Und das Fliegen? Seit Jahrzehnten gibt es Vorstöße in Richtung Luft. Den ersten bereits 1917. Das „Curtis Autoplane“ hob zwar kurz ab, schaffte aber nie einen ernstzunehmenden Flug. Aktuell arbeiten mehr als ein Dutzend Firmen an einem Flugauto. Beim holländischen Anbieter PAL-V können Kunden für 499.000 Euro ein Flugauto ordern, das Ende 2018 ausgeliefert werden soll. Die Flugstunden sind im Preis inbegriffen. Das Problem: Starts und Landungen sind in den meisten Ländern nur auf Flugplätzen und privatem Grund erlaubt. Dass das Thema Flugauto trotz vieler noch offener (Gesetzes-)Fragen eine Zukunft hat, lässt sich auch daran erkennen, dass sich zwei Schwergewichte wie Airbus und VW zusammengetan haben und auf dem Genfer Autosalon die Studie eines flugfähigen Fahrzeugs präsentiert haben. Kern der „Pop up“-Idee ist eine Kapsel, die mit einem Fahrwerk verbunden zu einem Auto wird, aber auch mit einer Drohne in die Luft gehen kann. Ein schlagkräftiger Konkurrent ist sozusagen im Anflug: Autobauer Daimler ist beim deutschen Aviation-Start-up Volocopter eingestiegen. In Dubai sollen noch in diesem Jahr erste Demoflüge mit dem Drohrentaxi durchgeführt werden. Fahren soll der Volocopter aber nicht können.

LE DERNIER CRI DE LA NAVIGATION AERIEENNE.



DER GANZ NORMALE WA

Umwälzungen in der Automobilindustrie gab es schon immer. Fahrzeuge, Antriebskonzepte und die Rahmenbedingungen haben sich seit Erfindung der motorisierten Kutsche immer wieder radikal geändert. Die Historie des Automobils zwischen epochalen Geniestreichen und erfinderischen Einbahnstraßen.

— von Roland Löwisch



NDDEL

— Es dürfte für die Menschen Ende des 19. Jahrhunderts ein ganz schöner Schock gewesen sein. Da fuhren plötzlich Kutschen wie von Geisterhand angetrieben durch die Gegend – ohne Pferde, dafür mit viel Krach. Das ist heutzutage fast vergleichbar mit einem Passanten, der zum ersten Mal ein automatisiert fahrendes und elektrisch angetriebenes Auto auf öffentlichen Straßen sieht: niemand am Steuer, kein Lärm. Aber: Große Änderungen und stetig wechselnde Trends beim Thema Fahrzeuge gab es schon immer.

Karosserien und geografische Einflüsse

Die ersten Autos sind motorisierte, noch dachlose Kutschen. Da es kaum asphaltierte Straßen gibt,

werden die Insassen immer wieder von Wetter, Staub, irritierten Hunden und Pferdemist geplagt. Bald schützen schön geschwungene „Kot“-Flügel die (fast ausschließlich wohlhabenden) Besitzer. Um die Jahrhundertwende entstehen die ersten kleinen und großen „Tonneaus“ – Autos, die über dem Passagierabteil ein Dach besitzen. Der Chauffeur muss – um sich auch klassenmäßig von den Passagieren abzugrenzen – draußen stehen. Erst um 1910 taucht die Bezeichnung „Limousine“ auf, die ein völlig geschlossenes Auto beschreibt. Cadillac liefert im gleichen Jahr als erster Autohersteller seine Chassis standardmäßig mit geschlossenen Karosserien.

Der 16. August 1913 ändert die Autowelt nachhaltig. An diesem Tage startet Henry Ford sein Fließband. Es ermöglicht ihm bald, bis zu 1.000 Autos pro Tag zu

produzieren. Der Ford T wird durch rasenden Absatz erschwinglich und ermöglicht somit die Massenmotorisierung der Menschen. 1915 werden erstmals mehr als eine Million Autos, Lkw und Busse weltweit produziert. Sie sollen fahren, Schönheit ist meist zweitrangig.

Erst Ende der 20er-Jahre bekommt auch Auto-design einen Stellenwert: GM richtet als erster Autohersteller eine eigene Styling-Abteilung ein. Sie heißt „Art and Colour Section“ und wird geleitet von Harley Earl. Er ist mitverantwortlich für das erste Concept-Car der Welt (Buick Y-Job, 1939) und für die Ära der Heckflossenautos. Die Weite des Landes spiegelt sich auch in seinen Autos wider: Amerika hat genug Platz für bis zu sechs Meter lange Straßenkreuzer. Size matters – bis heute.

In Europa nicht. In der Enge der Alten Welt sind hauptsächlich kleine Autos gefragt. In England beeinflussen die alten, engen Country Roads die Größe von Roadstern und Limousinen, Fiat baut in Italien mit dem 500 „Topolino“ (ab 1936) den zu seiner Zeit weltkleinsten Wagen in großer Serie. Besonders nach dem Zweiten Weltkrieg müssen sich die Europäer nicht nur platzmäßig bescheiden, sondern auch finanziell. In der

Einstiegsnische gibt es Low-Budget-Massenware-Autos wie Citroëns 2CV, den Austin Morris Mini, den Fiat 500 oder den VW Käfer, die direkt nach Kriegsende für viele immer noch Traumwagen sind. Daher entsteht darunter eine Nische für „Rollermobile“ wie beispielsweise die Isetta von Iso, später auch von BMW, Gutbrod Superior, Fuldamobil, Kleinschnittger-, Messerschmidt- und Heinkel-Kabinenroller, Goliath 700, Zündapp Janus und Goggomobil. Die knuffigen Gefährte sind nicht nur in Anschaffung und Unterhalt günstig, man braucht nicht einmal einen Autoführerschein, solange der Hubraum die Viertelliter-Marke nicht übersteigt. Ein gutes Beispiel, wie auch Gesetzesvorgaben Entwicklungen am Automarkt beeinflussen können, aber dazu später mehr.

Mit dem Wirtschaftswunder ändert sich das einige Jahre später wieder komplett. Regionale unterschiedliche Trends bleiben bestehen. Deutschland ist seit den späten 70ern eine Kombi-Nation – in keinem anderen Land sind überdachte Ladeflächen so beliebt wie bei uns. Die Amerikaner dagegen stehen auf Pick-ups – der Ford F-150 ist seit rund 35 Jahren bis heute das meistverkaufte Auto Amerikas. Chinesen übrigens sind absolute Fans von Stufenheckmodellen – zurzeit.



Alle Achtung: Zeitschriftentitel (links) einer französischen Illustrierten (1933) mit dem Motiv der ersten Ankunft eines Automobils in Paris im Jahre 1891

Cover der ersten Fachzeitung zum Thema Automobil (unten): Der Motorwagen – Automobil- und Flugtechnische Zeitschrift, Verlag Berlin, Krayn. Erstausgabe vom Januar 1898 und Vorläufer der heutigen Fachpublikation „ATZ Automobiltechnische Zeitschrift“, die 2018 also ihr 120-jähriges Jubiläum feiert (www.atz-magazine.com/120-Years)



MEILENSTEINE DER AUTOMOBILHISTORIE



Ford Model T (1913)
Das Band ändert alles



Ford F-150 Pick-up (1975)
US-Bestseller bis heute



Audi 200 Avant (1984)
Kombiland Deutschland

Kei-Car Suzuki Hustler (2013)
Minimalismus in Japan



Porsche Mission E (2015)
Vision eines E-Mobils für 2019





Hüben und drüben: voluminöses Blech im Land der unbegrenzten Möglichkeiten und Highways (ganz oben: 1957er-Cadillac Eldorado Biarritz) vs. italienischer Kleinstwagen-Charme (oben: 1960er-Fiat Giardiniera 500)

Wiederum in den USA wird der Urtyp des Freizeitgeländewagens geboren: Der On- und Offroad-Allrounder Harvester Scout (1960) will beweisen, dass man auch abseits befestigter Straßen Spaß haben kann. Es folgen Jeep Wagoneer und Range Rover, und spätestens mit Produktionsbeginn der Mercedes M-Klasse – in einem US-Werk (1997) – schwappt die SUV-Welle nach Deutschland. Bereits 2003 ist jedes 20. neu zugelassene Fahrzeug eine Geländelimosine – 2016 fast jedes vierte. Könnte sein, dass der Kombi bald ausgedient hat – den Minivan-Boom, 1983 vom Chrysler Voyager ausgelöst, hat der SUV ja bereits beendet.

Motoren und Antriebskonzepte

In den Anfangsjahren der Selbstbeweger kämpfen drei Arten von Antrieben um die Vorherrschaft: Dampf-, Elektro- und Verbrennermotoren. Dampf ist zuerst da. Schon 1769 fährt der französische Militäringenieur Nicolas Joseph Cugnot erstmals in einem Gefährt ohne Muskelkraft: Sein Dreirad ist mit einer zweizylindrigen Dampfmaschine ausgerüstet. Aber spätestens Ende der 1920er-Jahre verliert der Dampf an Fahrt. Zu ineffizient und zu unkomfortabel. Auch Elektroautos wie Detroit Electric, Lohner-Porsche und Columbia haben gegen Verbrenner keine Chance.

Vereinfacht gesagt sind Henry Ford und John D. Rockefeller die Totengräber von Dampf und Strom als Antrieb. Ford, einst Sachverständiger von Lokomobilen und selbst Erbauer eines Dampfautos, lernt Ottos

Viertakt-Explosionsmotor kennen, als er ein Exemplar reparieren soll. Schließlich baut er ihn in seine massenproduzierte „Tin Lizzy“ ein. Rockefeller sorgt mit seiner Raffineriegesellschaft Standard Oil dafür, dass bald an jeder Ecke eine Zapfanlage steht. Zwischen 1910 und 1920 machen in den USA jeden Tag drei neue Tankstellen auf. Selbst in Deutschland stehen 1927 bereits 10.000 Zapfsäulen zur Verfügung.

Nicht ganz so explosionsartig verläuft die Verbreitung des Dieselmotors, 1893 von Rudolf Diesel als Selbstzünder patentiert. Eine solche Wärmekraftmaschine ist mit einem Wirkungsgrad von 26 Prozent effizienter als alle anderen, aber Diesel braucht lange, bis sie zuverlässig arbeitet. Und selbst danach lasten ihnen zwei Makel an: sie sind lahm und laut. Erst gegen 1920 ist der Motor bereit, ein Fahrzeug anzutreiben, und wird 1923 in eine Kleinserie von Dornier und Jüdel eingebaut. 1936 produziert Daimler-Benz mit dem 260 D den ersten Diesel-Pkw in großer Serie. Frankreich wird Hauptdiesel-Land – Peugeot erringt 1965 mit dem Selbstzünder Tempo- und Zuverlässigkeitsrekorde. 1973 verpflanzt Opel einen Dieselmotor in seinen GT. Und damit dieser vom Naturell her in den Sportwagen passt, wird ihm mit einem Abgasturbolader – 1905 von Alfred Büchi erfunden – Druck gemacht. Ende der 1980er-Jahre kommen die ersten Pkw mit Direkteinspritzung und Turboaufladung auf den Markt: 1986 der Fiat Croma, 1988 der Austin Montego und 1989 der Audi 100. Die Dieselmotoren mutieren endgültig von der Spaßbremse zum Spaßmacher. An der Tankstelle ebenso wie auf der Autobahn. Die Leistungsexzesse der Drehmomentmonster gipfeln 2010 im Audi Q7, dessen V12-TDI den gewaltigen SUV mit 500 PS und 1.000 Nm auf Sportwagenniveau beschleunigt. Die verführerische Kombination aus Power und Effizienz hat aber auch unschöne Begleiterscheinungen wie Feinstaub und Stickoxide. Bekommt die Technik diese Nachteile in den Griff, kann der Diesel kraftstrotzend und reinen Herzens Richtung Zukunft beschleunigen – insbesondere, wenn er mit umweltverträglicheren Synthetiktreibstoffen gefüttert und von einer E-Maschine unterstützt wird.

Die Vorherrschaft der Verbrennermotoren scheint aber bald vorbei zu sein – das Elektrozeitalter ist angebrochen. Tatsächlich ist der Elektromotor als Auto-Antrieb im Gegensatz zum Dampf nie ganz verschwunden: GM stellt 1969 den Hybriden GM 512 mit Elektro- und Zweizylinder-Benzinmotor vor. BMW experimentiert ab 1980 mit Wasserstoff als Antrieb, 1992 findet auf der Insel Rügen ein Großprojekt mit 60 Elektroautos von fünf verschiedenen Herstellern statt. 1994 präsentiert Mercedes mit dem NECAR das erste fahrfähige Wasserstoffauto. Indes sind 1995 gerade einmal 0,01 Prozent aller in Deutschland zugelassenen Autos (4.500 Stück) mit E-Motor ausgestattet.

Die Industrie gibt nicht auf: Audi stellt mit dem duo II das erste serienmäßige Hybridauto vor, bestückt mit einem 90 PS starken 1,9-Liter-TDI und einem 29 PS

starken E-Motor. GM bringt mit dem EV1 ein Jahr später das erste reine E-Auto auf den Markt, verleast es aber nur – mit mäßigem Erfolg. Toyota schließlich macht Hybrid mit dem Prius (1997) salonfähig. BMW versucht es im Jahr 2000 noch einmal mit Wasserstoff und setzt den 750 hL als Shuttle bei der EXPO ein. Aber erst mit den Verkaufserfolgen der amerikanischen Firma Tesla ab 2006 rückt E-Mobilität wieder in den Fokus und wird sich in den nächsten Jahren etablieren. Das dafür nötige Entwicklungs- und Innovations-Momentum wird gerade generiert – auch vor dem Hintergrund härterer gesetzlicher Vorgaben in Sachen Schadstoffausstoß. Reichweiten werden steigen, die Preise sinken – Elektromobilität wird massenkompatibel.

Motorsport und Straßentechnik

Sich mit anderen zu messen liegt in den Genen der Menschen. Kein Wunder, dass die ersten Rennen stattfinden, sobald sich Selbstbeweger treffen: Das erste beglaubigte Rennen findet 1867 bei Manchester statt. Am Start: zwei Dampfwagen. Man erkennt aber auch schnell, dass erfolgreich absolvierte Rennen dazu geeignet sind, die Zuverlässigkeit eines Produktes und dessen Kraft unter Beweis zu stellen. Zumal es zunächst noch keine extra entwickelten Rennwagen gibt.

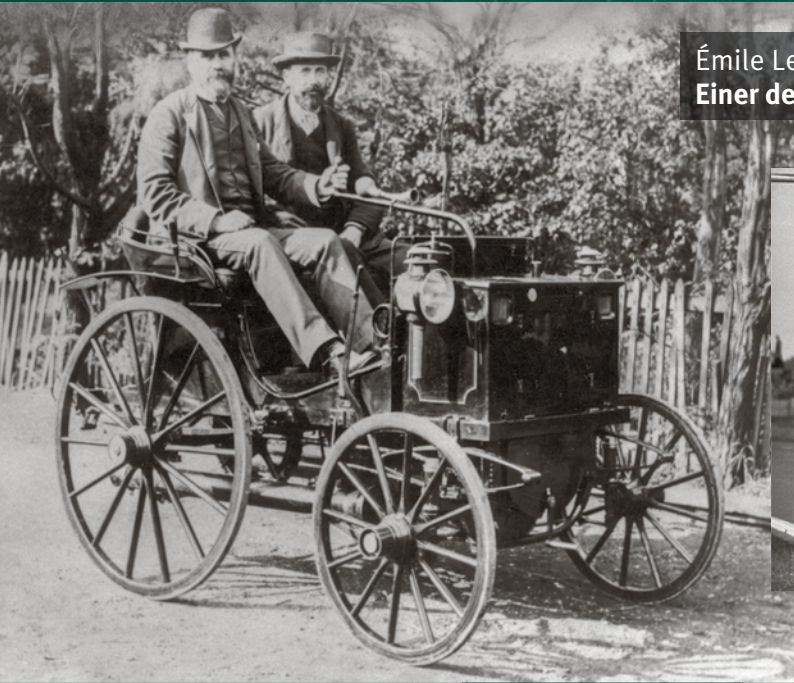
Zu den ersten echten Rennen für verschiedene Motorarten gehört die Wettfahrt „Paris–Rouen“ am 22. Juli 1894 über 126 Kilometer. Die „Zuverlässigkeitsfahrt“ ist ausgeschrieben als „Internationaler Wettbewerb für Wagen ohne Pferde“. Es gibt zwei Sieger: Ein Peugeot und ein Panhard et Levassor erreichen nach fünf Stunden und 50 Minuten zeitgleich Rouen. Die französische Automarke De Dion-Bouton schreibt für den 11. bis 15. Juni 1895 das erste Rennen aus, bei dem nur die Schnelligkeit zählt: Es nehmen 16 Benzinautos, fünf Dampfwagen und ein Elektromobil teil.

Es folgen Bergrennen, Rundrennen, Langstreckenrennen (bis 16.000 Kilometer: Peking–Paris, 1907), zunächst nur auf öffentlichen Pisten. 1907 entsteht die erste permanente Rundstrecke der Welt, Brooklands bei London. Die ständig steigenden Beanspruchungen

» **Was hinter dir ist, ist egal**

Enzo Ferrari bringt sein Motorsport-Mantra auf den Punkt

MEILENSTEINE IM MOTORSPORT



Émile Levassor (links, 1895)
Einer der ersten Siegfahrer der Auto-Historie



Jaguar C-Type (1953)
Premiere für Scheibenbremsen



Ray Harroun im „Marmon Wasp“ (1911)
1. Indy-Sieger: mit Rückspiegel und FAG-Lagern



Porsche 917 (1970)
Le-Mans-Sieger mit Tassenstößel von INA

Nürburgring-Nordschleife
Ultimative Renn- und Teststrecke



führen zu verstärkten Fahrwerken und zu stärkeren Motoren – in den 20er-Jahren zum Beispiel durch Kompressoren bei Mercedes und Bentley.

Aber auch kleine Fortschritte, die sich bis heute bewähren, sind dem Rennsport zu verdanken: Bei dem Versuch, in seinem Elektrowagen einen Temporekord aufzustellen, verunglückt der Rennfahrer Walter C. Baker aus Cleveland bei 160 km/h heftig. Er überlebt, weil er sich mit einem Lederriemen gesichert hatte – der Vorläufer des heute längst selbstverständlichen Sicherheitsgurtes. Beim ersten 500-Meilen-Rennen in Indianapolis am 30. Mai 1911 fährt Ray Harroun auf einem Marmon Wasp ohne Beifahrer, der ihm erzählen könnte, was sich hinter ihm abspielt. Der erste Rückspiegel erfüllt denselben Zweck bei deutlich geringerem Gewicht. Und 1953 gewinnt ein erstmals mit Scheibenbremsen ausgerüsteter Jaguar C-Type die 24 Stunden von Le Mans, kurz darauf werden Sportwagen und bald alle Autos damit ausgerüstet und verkürzen die bis dato langen Bremswege immens.

Auch die offiziellen Bezeichnungen der größten in den 20er-Jahren gebauten deutschen Rennstrecken beweisen ihren Charakter als Entwicklungsareal für Straßenautos: AVUS (1921) bedeutet „Automobil-Verkehrs- und Übungsstraße“, der vor 90 Jahren gebaute Nürburgring heißt „Erste deutsche Gebirgs-, Renn- und Prüfungsstraße“. Die Nordschleife – auch „Grüne Hölle“ genannt – wird noch heute vom „Industriepool“, einer Vereinigung mehrerer Hersteller, zum Testen für die Abstimmung von Serienfahrzeugen genutzt.

Dem Rennsport ist auch von Anfang an der Trend zum Leichtbau zu verdanken, vielleicht am

konsequentesten von Lotus-Chef Colin Chapman verfolgt. Er hat sich auch sehr um die Aerodynamik gekümmert, zum Beispiel durch den Bau des ersten Rennwagens mit Ground-Effekt (Lotus Typ 78 von 1977), während fast alle frühen Aerodynamik-Straßenautos wie Rumplers Tropfenwagen, der Chrysler Airflow oder die wilden Tatra nicht als Erfolge bezeichnet werden können – dagegen der VW Käfer und Porsche 356 schon. Auch die Diesel- und Hybridtechnologie wird fortwährend im Motorsport für die Straße optimiert, zum Beispiel von den klassenhöchsten LMP1-Rennwagen bei den 24 Stunden von Le Mans. Solche Hybridsysteme aus LMP1 und Formel 1 finden immer mehr Verwendung in Straßenfahrzeugen.

Gesetze und Vorschriften

Behördliche Anordnungen greifen seit jeher in technische Entwicklungen ein. Beispiele: Der Sachsenpiegel aus dem Jahr 1220 regelt im Heiligen Römischen Reich die Vorfahrt und ist eine frühe Straßenverkehrsordnung; Frankreich führt 1487 ein erstes Tempolimit für Paris ein – Zugtiere dürfen nicht traben oder galoppieren; in Berlin führen Politiker 1698 gleichzeitig mit einer Perückensteuer eine Karossensteuer ein.

Aber wirklich hinderlich für die Entwicklung des Automobils in Großbritannien ist der „Locomotive Act“ aus dem Jahr 1861: Dampfwagen dürfen nur noch 16 km/h Spitze fahren, innerorts 8 km/h, und nicht mehr als 970 Kilo wiegen. Kurz darauf wird das Gesetz um den „Red Flag Act“ erweitert: 55 Meter vor dem Wagen muss ein Mann mit roter Flagge das Auto ankündigen.



SCHAEFFLER UND PORSCHE @ LE MANS 2017

Das Video zum *Spirit von Le Mans* Das härteste Rennen der Welt gewinnt man nur mit Teamwork.



2017 gewinnen Schaeffler und Porsche mit dem Hybrid-Sportwagen 919 zum dritten Mal hintereinander die 24 Stunden von Le Mans



Vorsicht, Fahrzeug: Im 19. Jahrhundert wird in Großbritannien verfügt, dass zur Warnung immer ein Mann mit einer roten Flagge vor einem Automobil hergehen muss

Außerdem sind nur noch Tempi von 6,6 bis 3,3 km/h erlaubt. Wer will da noch Selbstbeweger entwickeln? Erst 1896 lockert Großbritannien das Gesetz – dann sind immerhin 20 km/h erlaubt.

Beispiel USA: Die Prohibition sorgt dafür, dass Alkoholschmuggler ihre Autos tunen, um der Polizei zu entgehen. Die sogenannten „Moonshiner“ werden später mit ihren Autos die besten Rennfahrer – die NASCAR-Serie entsteht daraus. 1965 sind nationale und internationale Autohersteller betroffen von den Folgen des Buches „Unsafe at any speed“ des US-Verbraucheranwaltes Ralph Nader. Der lässt kein gutes Blech am Heckmotorwagen Chevrolet Corvair. Als Folge der Sicherheitstirade müssen zum Beispiel Importwagen mit fetten Gummi Stoßstangen ausgerüstet werden und Porsche erfindet den „Targa“, ein Cabrio mit Sicherheitsbügel.

1973 drehen dann die Erdöl exportierenden Länder den Ölhahn zu. Die unmittelbaren Folgen in Deutschland sind Sonntagsfahrverbote und eine Diskussion über die Größe von Motoren und deren Verbrauch. Downsizing wird zum technischen Trend: Audi zieht kleinere Fünfzylinder-Turbos den bisher verwendeten Sechszylinder-Motoren vor. Seitdem ist die Verbrauchsdiskussion nie verstummt: Seit einigen Jahren schrumpfen Acht- oder Sechszylindermotoren dank weiterentwickelter Turbosysteme (manchmal mit zwei oder drei Turboladern) auf Vier- oder Dreizylinder (Benziner und Diesel).

Der US-Bundesstaat Kalifornien begann bereits in den 1960er-Jahren, Abgasgrenzwerte für Kraftfahrzeuge festzulegen. Europa verschärft seit 1992 stetig die Abgasnormen, und immer mehr Städte führen Umweltzonen ein, die ebenfalls die Hersteller zwingen, Autos mit geringerem Schadstoffausstoß zu produzieren.

Inzwischen lenken einige Länder ganz bewusst per Gesetz die Wünsche der Käufer: Norwegen hat es geschafft, durch große Steuervorteile bei Neuzulassungen auf 30 Prozent Elektroautos zu kommen – und diskutiert darüber, ab 2025 keine neuen Verbrennungsmotoraautos mehr zuzulassen. Wer in Japan ein Kei-Car fährt (nicht länger als 3,39 Meter, Motor maximal 660 Kubik), muss keinen Parkplatz beim Kauf eines Autos nachweisen und zahlt weniger Steuern. China hat 2015 die Steuern für kleine Autos halbiert – allerdings hauptsächlich aus Konjunkturgründen. Zusätzlich will das Land 2018 die Elektroauto-Quote einführen – acht Prozent Hybrid- und E-Autos soll jeder Hersteller mindestens vorweisen müssen. Ganz aktuell ist in Deutschland das Autopilot-Gesetz (Regelungen für selbstfahrende Autos), das den automatisiert fahrenden Autos Tür und Tor öffnet.

Das und auch die fortschreitende Elektronisierung der Autos, die so etwas wie Carsharing möglich machen, hat – zumindest in Deutschland – zur Folge, dass die Rolle des Autos als Statusobjekt besonders bei jungen Menschen abnimmt. Als Mittel zum Zweck – für die Fahrt von A nach B – allerdings noch lange nicht ...



DER AUTOR

Den größten Wandel im mobilen Leben des Motorredakteurs **Roland Löwisch** bedeutete der Auto-Führerschein 1978: nach sieben Fahrstunden im VW

Golf bestanden, obwohl er vergaß, nach der praktischen Prüfung beim Aussteigen auf Fahrradfahrer zu achten. So begann mit dem ersten Tag des 19. Lebensjahres für ihn die wahre Unabhängigkeit ...

FEHLENTWICKLUNGEN: KNAPP DANEBEN

Vielleicht schütteln wir heute den Kopf – aber früher wurde mit allem experimentiert, von dem man glaubte, es würde das Auto nach vorn bringen. 1897 sorgt sich zum Beispiel Joseph Barsaleux um die Psyche von Autofahrern, weswegen er an seine Motorkutsche ein fünftes Rad an die Front baut – mit Lenker samt Ösen und Zügel oben dran. Es soll dem Chauffeur die Angst vor dem Gefährt nehmen. Zwei Jahre später hat man Angst um die Pferde auf der Straße: Uriah Smith lässt sich einen künstlichen Pferdekopf an der Front von Motorkutschen patentieren, der die Pferde beruhigen soll. Der Haynes-Apperson Horsey von 1900 nutzt die Erfindung tatsächlich – als einziger Hersteller. Nicht weniger komisch das Octo-Auto von Milton Reeves aus dem Jahr 1911: Es besitzt vorne und hinten je zwei Achsen, damit die Reifen geschont werden.

In Sachen Antriebe wagt Opel ab 1928 neue Wege: Eine Reihe von Raketen-Autos werden getestet – zunächst auf der Straße, dann auf der Schiene. Doch die Technik ist letztlich nicht kontrollierbar. Ähnlich verlaufen die Versuche mit Flugautos, erstmals wirklich abgehoben 1946 dank eines „Airphibian“ von Robert Fulton. Bis heute wird an Flugautos gebastelt – Ergebnis offen. Und Rover baut 1949 als erster Hersteller einen Wagen mit Gasturbinenantrieb – auch diese Versuche enden im Nichts.

Anders ist das mit dem Rotationskolbenmotor, den Felix Wankel erfindet. Der steht am 1. Februar 1957 zum ersten Mal auf dem Prüfstand: Bei NSU gibt der Drehkolbenmotor 29 PS bei 17.000 Umdrehungen ab. 1963 besteht er den 1.000-Stunden-Dauer-test, auf der IAA steht mit dem NSU Spider erstmals ein Auto mit so einem Motor auf dem Podest. 1967 folgt der NSU Ro 80, im gleichen Jahr der Mazda Cosmo Sport 110S. Letztlich bleibt nur Mazda dem Wankelmotor treu in seinen RX-Sportwagen. Zu wenig, um als Erfolg zu gelten ...

» Wenn jemand nicht öfter Fehler macht, dann hat jemand sich selbst nicht genug herausgefordert

Ferdinand Porsche
über innovative Ingenieurskunst



Opels Raketenantrieb (links) setzt sich genauso wenig in der Masse durch wie der Wankelmotor im NSU Ro 80 (unten)



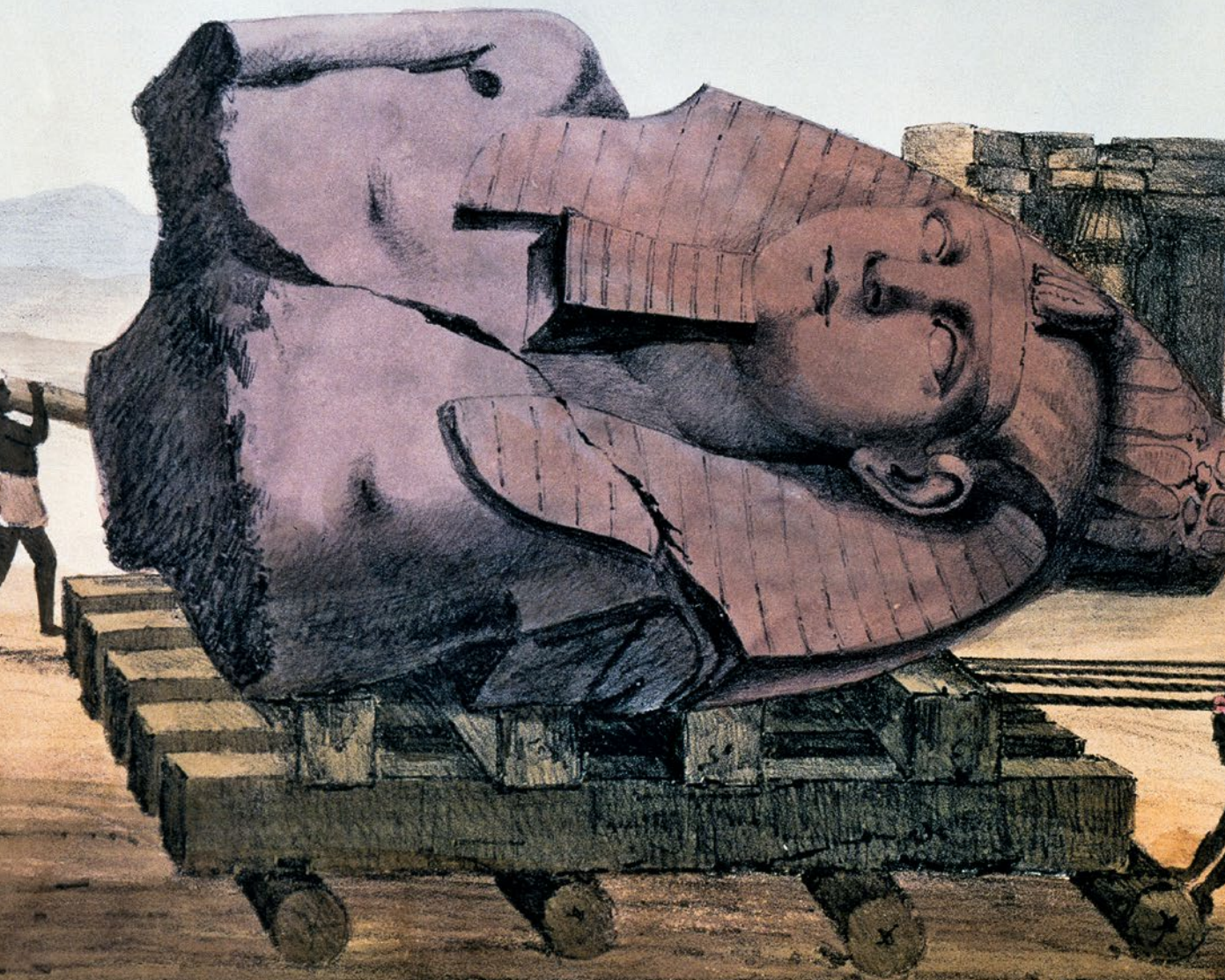
1946 baut Robert Edison Fulton Jr. das Flugauto „Fulton Airphibian“. Das 165-PS-Aluminium-Auto bekommt zum Fliegen Tragflächen „angeschnallt“. Vier Prototypen werden gebaut und bekommen sogar die Fluglizenz. Es geht aber nie in Serie



INS ROLLEN

Man sieht sie selten, hört sie so gut wie nie, aber wenn sich auf der Welt etwas bewegt, ist in vielen Fällen ein Wälz- oder Gleitlager im Spiel. Eine Zeitreise auf den Spuren verborgener Talente, die schon im alten Ägypten in Form von Baumstämmen Reibung reduziert haben und mit jeder neuen Evolutionsstufe für mehr Effizienz bei Bewegungen sorgen.

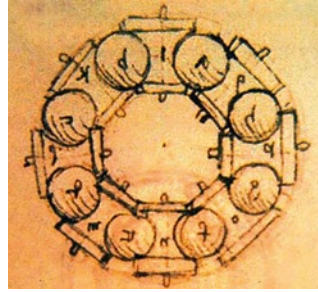
— von Volker Paulun



GEBRACHT



Wer hat's erfunden?
Leonardo da Vinci
natürlich. Das über 500
Jahre alte Bild zeigt
eine Kugellagerskizze
des Universalgenies



— Bevor wir uns zu der vorchristlichen Geburtsstunde des Wälzlagers aufmachen, werfen wir schnell noch einen Blick in die Firmenchronik von Schaeffler. 1883 konstruiert Friedrich Fischer, dessen Firma FAG später in der Schaeffler Gruppe aufgeht, die Kugelschleifmaschine. Mit ihr ist es möglich, gehärtete Stahlkugeln absolut gleichmäßig rund zu schleifen – und das in großen Stückzahlen. Dank dieser Innovation des „Kugelfischers“ tritt das Kugellager von Schweinfurt aus seinen Siegeszug um die Welt an. Ein Fortbewegungsmittel, das von dieser Innovation auf Anhieb maßgeblich profitiert, ist das Fahrrad. Das Auto folgt in seinem Windschatten.

Der „Kugelfischer“ und sein noch genialerer Vorarbeiter

Das Kugellager, dem Fischer mit seiner Maschine zum Durchbruch als Massenprodukt verhilft, lässt sich bis zum wohl größten Universalgelehrten der Menschheit zurückverfolgen: Leonardo da Vinci. Der gleichermaßen feinsinnige Renaissancekünstler, belesene Wissenschaftler und visionäre Konstrukteur tüftelt an diversen Gerätschaften – von hydraulischen Maschinen und martialischen Panzern über Brücken und Getrieben bis hin zu helikopterartigen Fluggeräten. Wohl gemerkt, das alles vor 500 Jahren. Immer wieder stößt da Vinci dabei auf das physikalische Problem der Reibung und bringt um 1490 die Zeichnung einer Apparatur zu Papier,



Anno 1883 ebnete Friedrich Fischer dem Wälzlager mit der Erfindung seiner „Kugelmühle“ den Weg zum milliardenfach gefertigten Massenprodukt

die Abhilfe schaffen soll: Die Idee von dem, was wir heute unter einem Kugellager verstehen, ist geboren. Da Vinci fixiert die frei laufenden Kugeln in einem Gehäuse, ohne dass sich diese dort berühren. Eine Maßnahme, die die Reibung nochmals reduziert. Allerdings verwendet da Vinci Hartholz für seine Kugeln, mit entsprechenden Nachteilen bei Präzision und Haltbarkeit. Die erste auf da Vincis Erfindung beruhende Kugellager-Anwendung findet sich in sogenannten Bockwindmühlen. Dort halfen die Lager, das gesamte Maschinenhaus nach dem Wind auszurichten. Da Vinci selbst nutzt seine Kugellager bei Forschungsbohrungen.

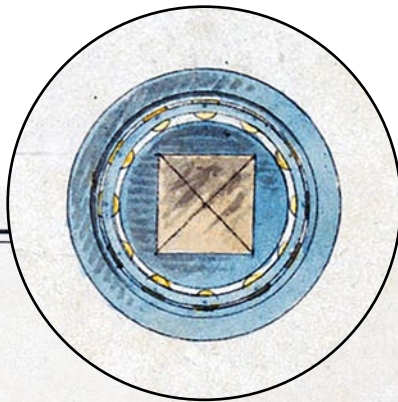
Das erste Kugellager-Patent stammt indes vom Engländer Philip Vaughan, das dieser 1794 unter der Bezeichnung „Vollkugelige Füllloch-Lager zur Lagerung von Rädern auf einer Achse“ einreicht. Vaughan gießt die Kugeln aus geschmolzenem Eisen. Die handgefertigten Einzelstücke sind entsprechend weit entfernt von der Präzision, die Fischer mit seiner Kugelschleifmaschine erreicht. Aber immerhin: Vaughans Eisenkugeln waren deutlich belastbarer als da Vincis Varianten aus Holz.

Zurück ins Altertum

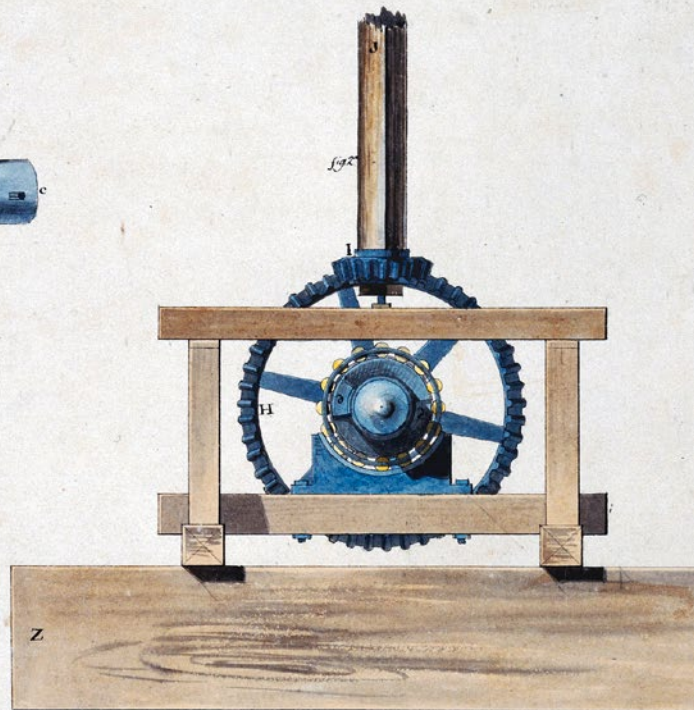
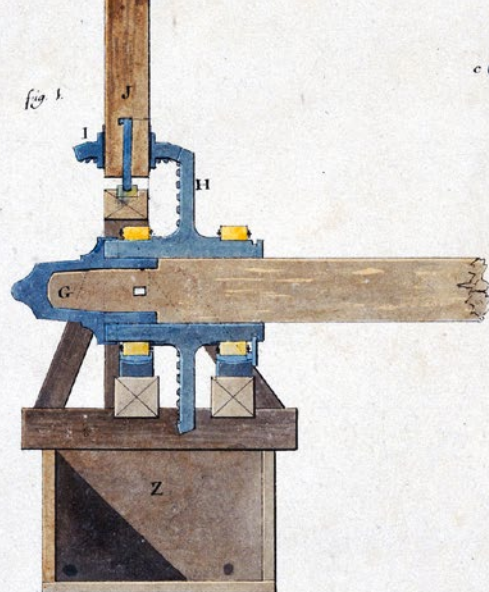
Aber Wälzlager gibt es schon lange vor da Vinci und Vaughan. Wie lange genau, darüber streiten die Gelehrten. Altertümliche Zeichnungen zeigen, dass schon die alten Ägypter und Assyrer Holzstämmen als Wälzlager genutzt haben, um schwere Steine und Skulpturen zu bewegen. Wahrscheinlich noch früher entdeckten die Menschen eine weitere Art, Reibung zu reduzieren und damit Bewegung zu erleichtern und Verschleiß zu reduzieren: die der Schmierung. Wieder sind es Zeichnungen aus dem alten Ägypten, die zeigen, wie Wasser vor schwer beladene Transportschlitten gekippt wurde, um diese leichter gleiten zu lassen.

Das Prinzip der Gleitlagerung für rotierende Gegenstände ist ähnlich alt wie die Erfindung des Rades, also etwa 5.000 Jahre. Um Reibung, Erwärmung und Verschleiß zu vermindern, schmiert man Talg, Erdpech, Harz oder Bienenwachs auf die sich berührenden Flächen. Eine erste Radführung mit einer Art Wälzlager entdeckten Archäologen an einem rund 2.700 Jahre alten

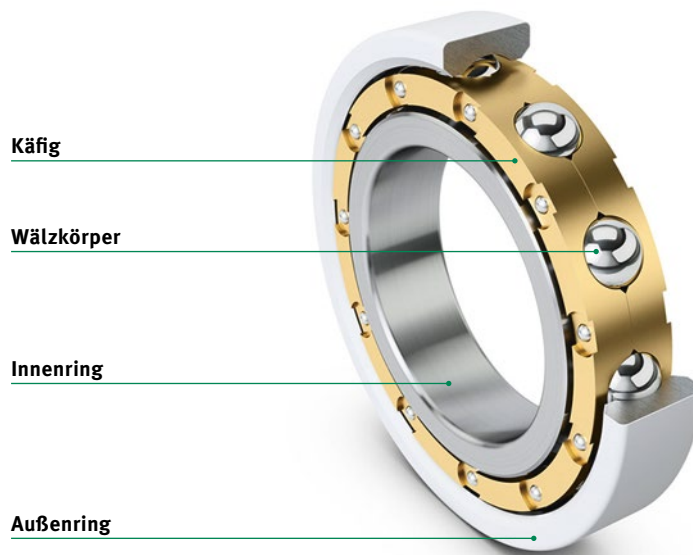
Beeindruckend: Das Aussichtsrad London Eye dreht sich mithilfe von zwei zweireihigen radialen FAG Pendelrollenlagern. Die Fest-Loslager-Kombination misst mehr als 2,6 Meter im Außendurchmesser und wiegt insgesamt über elf Tonnen



Eine Kornmühle aus dem 18. Jahrhundert. An der gelben Farbe gut zu erkennen sind die verschiedenen verwendeten Lager



TYPISCHE BAUTEILE EINES WÄLZLAGERS



keltischen Streitwagen. Buchenstäbchen wälzen sich dort lagernd zwischen Achse und Rad.

Der Erste, der Reibung wissenschaftlich untersucht und bis heute gültige Gesetzmäßigkeiten festhält, ist einmal mehr Leonardo da Vinci. In einem Skizzenbuch notiert er 1493, dass sich die Kraft der Reibung zwischen zwei gleitenden Oberflächen proportional zu der Last verhält, welche die Oberflächen zusammendrückt. Die Größe des Kontaktbereichs zwischen den Oberflächen spielt bei gleichem Gewicht keine Rolle. Da Vinci empfiehlt außerdem Lagerbuchsen, die aus einem 70-prozentigen Massenanteil Zinn und einem 30-prozentigen Massenanteil Kupfer bestehen – ein ähnliches Mischungsverhältnis wie beim Weißmetall, das noch Jahrhunderte später in Gleitlagern verwendet wird.

Moderne Gleitlager kommen ohne Öle und Fette als Schmiermittel aus. Stattdessen sorgen Oberflächen aus Gleitwerkstoffen wie die von Schaeffler entwickelten Materialien Elgoglide und Elgotex oder der Metall-Polymer-Verbundwerkstoff E40 für einen reibungsarmen Lauf. Der Einsatz von Gleitlagern empfiehlt sich bei hohen Drehzahlen und Tragelasten, kleinen radialen oder axialen Bauräumen sowie – wegen der guten Dämpfungseigenschaften – bei Schwingungen und Stößen. Die Einsatzbereiche von Schaeffler-Gleitlagern reichen von A wie Auto bis Z wie Zug.

Ein großer Vorteil des Gleitlagers ist die einfache Konstruktion, weswegen es lange Zeit das Wälzlager in den Schatten stellt. Innovationen wie Fischers Schleifmaschine vereinfachen und verbilligen die

Wälzlagerproduktion – das Blatt wendet sich. Vorteile wie geringere Reibung und Pflegeaufwand tun ein Übriges, um das Wälzlager zum Massenprodukt zu machen.

Längst gibt es neben der Kugel und dem Zylinder weitere Wälzkörperformen. 1898 meldet Henry Timken in den USA ein Patent für das Kegelrollenlager an. Weitere Wälzkörperformen sind die Tonne und die dünnere Nadel. 1907 erfindet der Schwede Sven Gustaf Wingquist das Pendelkugellager. Es geht immer weiter. Wenn etwas nicht neu erfunden wird, so wird es zumindest verbessert. So kommt ein gewisser Georg Schaeffler 1949 während einer Autofahrt auf die Idee, die Nadeln eines Wälzlagers in einem Käfig einzeln und achsparallel zu führen. Die Lager werden dadurch noch kompakter und drehzahlfester – perfekt zum Beispiel für den Einbau in Autogetrieben.

„Immer neue Aufgaben“

Wer sich heute auf der Webseite der Firma umschaut, die Schaefflers Namen trägt, stößt dort auf über 30 verschiedene Lagertypen in Tausenden von Variationen. Im Angebot sind beispielsweise Schrägkugellager, Spindellager, Pendelrollenlager, Axial-Rillenkugellager oder auch lineare Gleit- und Wälzlager. Die Anwendungsbereiche reichen vom winzigen, aber 100.000 Touren drehenden Lager für Zahnarztbohrer bis zu mehrere Tonnen wiegenden Giganten, wie zum Beispiel das Lager, das das Londoner Millenium-Riesenrad am Drehen hält. Bei einer so großen Bandbreite von Einsatzgebieten wundert es nicht, dass die Zahl der jährlich weltweit benötigten Lager in die Milliarden geht. Allein in einem



Achtung Fälschung!

Auf dem Weg in die Presse: Immer wieder lässt Schaeffler **tonnenweise gefälschte Spindel-, Pendelrollen-, Kugel- und Nadellager sicherstellen und verschrotten**. Schaeffler verfolgt die Fälschung von Wälzlagern und den Handel weltweit konsequent. Um hochwertige Originalteile besser von billigen Imitaten und Plagiaten unterscheiden zu können, hat der Schaeffler Aftermarket zudem ein mehrstufiges Sicherheitssystem mit Codes und Labeln eingeführt.

2.700.000 km

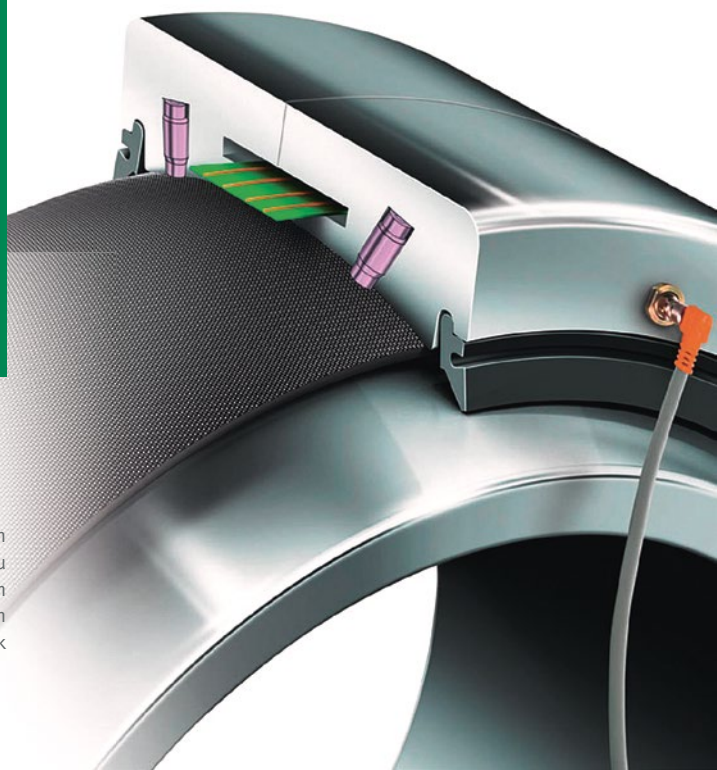
Musterbeispiele für Robustheit und Langlebigkeit: Solche FAG-Kegelrollenlagereinheiten versehen seit 1987 ihren Dienst in den Fahrzeugen der Metro von Istanbul. Die Laufleistungen haben längst die Hürde zur Siebenstelligkeit übersprungen.

Mit Sensorfunktionen werden Wälz- und, wie hier, Gleitlager zu Datenlieferanten und damit zum wichtigen Bindeglied zwischen Mechanik und Elektronik

Pkw werden über 100 Lager verbaut. Auch dort gehen sie still und unauffällig ihren Pflichten nach.

Auch in einer immer digitaler werdenden Welt behaupten Lager ihren Platz. Ausgerüstet mit Sensoren stellen sie ein Bindeglied zwischen Mechanik und Elektronik dar. In dieser neuen Funktion steigern sie die Effizienz von Bewegungen nicht mehr allein durch das Reduzieren von Reibung. So bietet Schaeffler Sensorlager zur Fernüberwachung von Baugruppen („Condition Monitoring“). So lassen sich drohende Defekte erkennen, bevor diese zu teuren Ausfällen von Maschinen führen. Zudem können Wartungsintervalle durch die gesammelten Daten präziser und damit kosteneffizienter berechnet werden. Als fleißige Datensammler sind Sensorlager wichtige Bausteine bei der Vernetzung von Maschinen im Zeitalter der Industrie 4.0. Diese Daten können genutzt werden, um Produktionsabläufe reibungsloser zu gestalten. In der Mobilität für morgen, speziell für das automatisierte Fahren, liefern Sensorlager Informationen für die Kommunikation von Fahrzeugen untereinander und Serviceanbieter. Gleichzeitig müssen sich mechanische Lager den neuen Anforderungen der zunehmenden Elektrifizierung mit neuen Spezifikationen wappnen.

Zu der nun bereits Tausende Jahre währenden Entwicklung der Lagertechnologie passt ein Bonmot von Georg Schaeffler perfekt: Der Firmengründer über setzte den Markennamen INA – eigentlich die Abkürzung für „Industrie-Nadellager“ – gern mit „immer neue Aufgaben“.



REISE INS UNBEKANNTE

80.000 Kilometer im Auto durch die USA – 1910 stellt sich Dr. Charles G. Percival dieser Herausforderung, die damals unmöglich erscheint.

— von Lars Krone



— Wer Anfang des 20. Jahrhunderts mit dem Auto auf Reisen geht, lässt sich auf ein echtes Wagnis ein. Asphaltierte Straßen gibt es so gut wie gar nicht, außerhalb der Städte existieren fast nur schlammige Wege, gespickt mit Schlaglöchern, oft sind es nur Trampelpfade, Brücken lassen sich fast an einer Hand abzählen. Zwar wird das 1885 erfundene Automobil immer beliebter, ein Massenfortbewegungsmittel ist es noch lange nicht. In den USA gibt es im Jahr 1900 knapp 8.000 Autos, bis 1910 wächst die Zahl

auf fast 460.000 an. Zwölf Jahre später – selbst in New York gehören Kutschen immer noch zum Straßenbild – wird erstmals die Millionengrenze überschritten. Nicht zuletzt dank des Ford T-Modells, des ersten in Massenproduktion gefertigten Automobils. Zum Vergleich: Heute fahren in den USA über 260 Millionen Autos.

Als 1910 der Journalist Dr. Charles G. Percival, damals Autor beim New Yorker Monatsmagazin „Health“,



Die Fischer-Kugellager F*AG in der Praxis.

Meine Herren!

Bezüglich der Verwendung von Fischer-Kugellagern F*AG, montiert in dem Motorwagen, der von mir während 2 Jahren bei seiner 50000 Meilen- (über 80000 Kilometer) Reise gefahren wurde, bestätige ich, dass während der ganzen anstrengenden, beschwerlichen Tour, über den ganzen nordamerikanischen Kontinent und von der Stadt Monterey (Mexiko) nach Carmack (Yukon Gebiet im Klondike) die Lager uns nicht einen Augenblick Schwierigkeiten bereiteten, und wenn wir dieselben nicht gelegentlich einmal mit Schmiermaterial versehen hätten, würden wir überhaupt nicht gewusst haben, dass wir solche Sachen, wie Kugellager hatten. Wann Sie berücksichtigen, dass wir tausend Meilen feinen Wüstensandes, und selten über Hunderte von Flossen mit dem Wasser bis 82 Grad, und über arktische Sümpfe und Hundewege, über Tausende von Meilen feinen nördlicher fuhren, wie jemals zuvor, getan wurde, bis 82 Grad, und über arktische Sümpfe und Hundewege, die über tausend Meilen über stossende, rauhe Eisenbahnschwellen, so ist es wundervoll, wie diese importierten deutschen Lager aushielten. Trotz all diesen Stossens und der Extra-Beanspruchung durch 1500 Pfund Ueberlastung hatten wir niemals ein gebrochenes Lager oder eine Kugel zu ersetzen. Die Lager, die bei der Ausfahrt im Jahre 1910 montiert waren, sind jetzt noch in dem Wagen.

New York, 14. September 1912.
 von mir während 2 Jahren bei seiner 50000 Meilen- (über 80000 Kilometer) Reise gefahren wurde, bestätige ich, dass während der ganzen anstrengenden, beschwerlichen Tour, über den ganzen nordamerikanischen Kontinent und von der Stadt Monterey (Mexiko) nach Carmack (Yukon Gebiet im Klondike) die Lager uns nicht einen Augenblick Schwierigkeiten bereiteten, und wenn wir dieselben nicht gelegentlich einmal mit Schmiermaterial versehen hätten, würden wir überhaupt nicht gewusst haben, dass wir solche Sachen, wie Kugellager hatten. Wann Sie berücksichtigen, dass wir tausend Meilen feinen Wüstensandes, und selten über Hunderte von Flossen mit dem Wasser bis 82 Grad, und über arktische Sümpfe und Hundewege, über Tausende von Meilen über stossende, rauhe Eisenbahnschwellen, so ist es wundervoll, wie diese importierten deutschen Lager aushielten. Trotz all diesen Stossens und der Extra-Beanspruchung durch 1500 Pfund Ueberlastung hatten wir niemals ein gebrochenes Lager oder eine Kugel zu ersetzen. Die Lager, die bei der Ausfahrt im Jahre 1910 montiert waren, sind jetzt noch in dem Wagen.

Deshalb verlangen Sie in Ihrem Wagen Fischer-Kugellager F*AG.

Kugelfabrik Fischer, Schweinfurt
 Begründerin der Schweinfurter Kugellagerindustrie.

FAG nimmt 1913 ein Dankschreiben Percivals zum Anlass, seine Abenteuer mit einem Markenset zu würdigen



auf die wahnwitzige Idee kommt, mit dem Automobil die USA zu durchqueren – und zwar sowohl von Süden nach Norden als auch von Osten nach Westen –, sind die Verkehrswege für motorisierte Fahrzeuge darauf überhaupt noch nicht ausgelegt. Dennoch startet der Abenteurer, der auch als Kriegsreporter, Mediziner und Geologe arbeitete, noch im selben Jahr im mexikanischen Monterrey zu seiner großen Reise. Sie soll schließlich knapp zwei Jahre dauern und ihn rund 50.000 Meilen (über 80.000 Kilometer) weit führen. Sein Fahrzeug, ein 30 PS starker Abbott-Detroit, von Percival liebevoll „Bulldog“ getauft, ist hoffnungslos überladen. Der Abenteurer hat einfach alles eingepackt, was er glaubt, auf der Reise gebrauchen zu können: Benzinkanister, Lebensmittel, Zelt, Angel, außerdem eine Pistole und einen Fotoapparat, mit dem er seine Abenteuer akribisch dokumentiert.

Große Strapazen für Mensch und Maschine

Dabei geht Percival, begleitet von sich abwechselnden Mechanikern, an die Grenzen des Machbaren. Im Imperial Valley in Kalifornien rollt er 50 Meter unter dem Meeresspiegel dahin, in den Rocky Mountains klettert er bis auf über 3.300 Meter empor. In Alaska fährt er jenseits des 62. Breitengrades – so weit im Norden war bis dahin noch kein Auto gekommen. Es wird bis 1978 dauern, bis dort wieder – nach dem Bau eines Highways – ein Auto ankommt. Vor allem die Routen dort und in der kanadischen Yukon-Region sind extrem strapaziös. Immer wieder fahren sich Percival und seine Begleiter im Herbstschlamm fest. Hungrig und durchgefroren buddeln sie das Auto dann stundenlang wieder frei, fällen Bäume, um mit dem Holz die Wege zu befestigen. Teilweise legen sie nur wenige Kilometer am Tag zurück und sind dabei im offenen „Bulldog“ Wind und Wetter ausgesetzt.

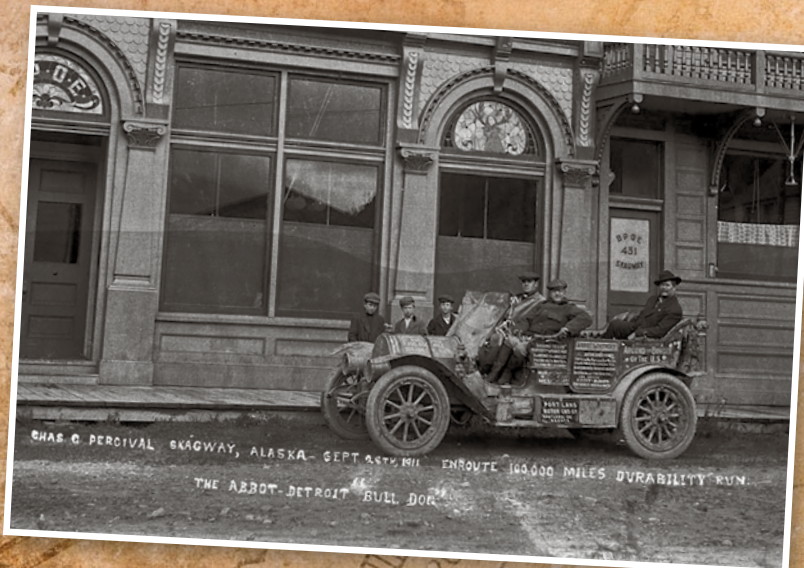
Aus Mangel an passierbaren Wegen fahren sie auch oft auf Bahntrassen.

Auf seiner Reise sorgt Percival überall für Aufsehen. Da er unterwegs regelmäßig Artikel für Zeitungen schreibt, sind die Amerikaner immer über seinen Fortschritt informiert. Wenn er in Orten eintrifft, sorgt er für einen Massenauflauf. Auch trifft er unterwegs den damaligen US-Präsidenten William Howard Taft, rund 40 Gouverneure und unzählige Bürgermeister. Schüler bekommen frei, da sie unbedingt den Visionär und sein Fahrzeug aus der Nähe betrachten wollen. Oft laufen sie kilometerweit neben seinem Auto her. Nach seiner Rückkehr vermarktet Percival seine Reise geschickt. Er schreibt ein Buch, in dem er seinen zahlreichen Sponsoren und Ausrüstern dankt. Einer davon ist auch die heutige Schaeffler-Marke FAG, mit deren Radlagern Percivals Abbott-Detroit ausgerüstet ist, und die „nicht einen Augenblick Schwierigkeiten bereiteten“. Der Historiker James H. Ducker schreibt 1999 über Percivals Werk, es sei eine „Erinnerung an eine leise Revolution (...), die das Ende vieler Eisenbahnlinien einläuten würde und eine neue Industrie im Großraum Detroit entstehen lässt, die die Geografie und das Leben Amerikas für immer veränderte“. Es beginnt die automobilen Revolution.



DER AUTOR

Ob er auch an solch waghalsigen Expeditionen teilnehmen würde, ist sich **Lars Krone** (39) nicht sicher. Der Redakteur aus Hamburg reist aber gerne. Vor allem Japan mit seiner abwechslungsreichen Landschaft und seiner besonderen Kultur hat es ihm angetan. Die fünfte Reise in das Land des Lächelns ist schon geplant.



Am 25. September 1911 trifft Percival in Skagway (Alaska) ein



An der Expedition „Croisière Noire“ nahmen 1924/25 acht Fahrzeuge mit jeweils 10 PS teil

AUTOABENTEUER

Auch nach Percival gibt es immer wieder Menschen, die mit Autos zu großen Abenteuern aufbrechen. Einer dieser Pioniere ist der Franzose André Citroën, der mit seinen Expeditionen vor allem die Bekanntheit seiner Marke steigern will. 1922/23 durchqueren seine Kettenfahrzeuge erstmals die Sahara. Später initiiert er die „Croisière Noire“ (Schwarze Kreuzfahrt), bei der die Teilnehmer 1924/25 rund 28.000 Kilometer quer durch Afrika von Algerien bis Madagaskar zurücklegen, und sechs Jahre später die „Croisière Jaune“ (Gelbe Kreuzfahrt) durch Zentralasien. Letztere muss jedoch nach der Überquerung des Himalajas abgebrochen werden, da der Expeditionsleiter Georges-Marie Haardt unterwegs an

einer Lungenentzündung stirbt. Zur gleichen Zeit sorgt die Deutsche Clärenore Stinnes für eine Sensation. Von 1927 bis 1929 umrundet sie als erster Mensch überhaupt in einem Pkw die Erde. Aber auch heute noch greift das Abenteuerfieber immer mal wieder um sich. So wagen sich 2007 die damaligen „TopGear“-Moderatoren Jeremy Clarkson und James May in Eis und Schnee und erreichen als Erste mit einem Auto den magnetischen Nordpol. Im Jahr 2009 legt der Deutsche Rainer Zietlow bei der „EcoFuel-Panamericana“ in einem Erdgas-angetriebenen VW Caddy rund 50.000 Kilometer in Nord- und Südamerika zurück und besucht dabei unter anderem Schaeffler-Standorte in Brasilien, Argentinien, Mexiko und den USA.

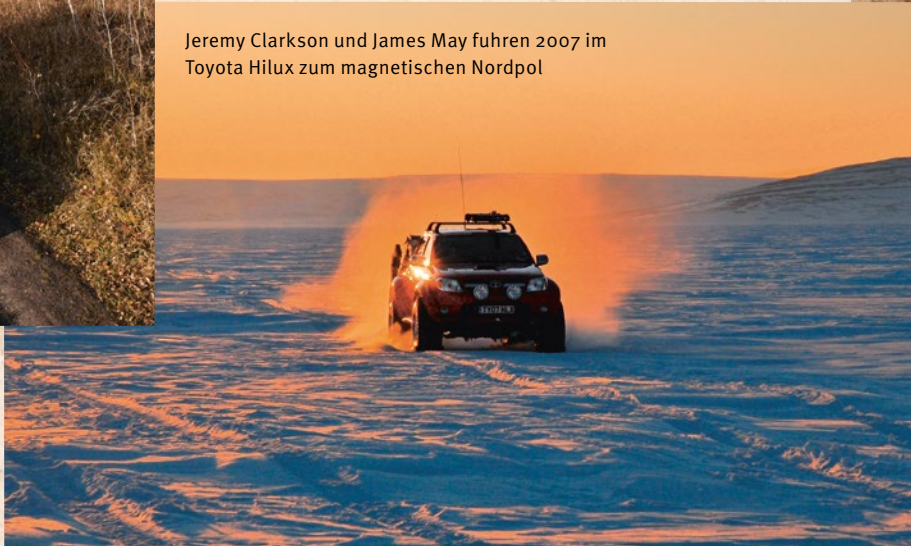


Klettertauglich: die Kettenfahrzeuge von Citroën im Himalaja



Rainer Zietlow machte 2009 auf die Vorteile von Erdgasantrieb aufmerksam

Jeremy Clarkson und James May fahren 2007 im Toyota Hilux zum magnetischen Nordpol





SCHWEBENDES VERFAHREN

Anno 1901 haben Autos noch Holzspeichen in den Rädern. Antriebsquelle Nummer eins ist Anfang des 20. Jahrhunderts das Pferd. Selbst vor Busse werden sie gespannt. Die Luftfahrt befindet sich ebenfalls noch in den Kinderschuhen, wenn nicht gar in der Wiege. In diese verkehrstechnisch überschaubare Gemengelage sticht in der westdeutschen Provinz ein Fortbewegungsmittel, das direkt aus einem Science-Fiction-Roman entsprungen scheint: die Wuppertaler Schwebebahn.

— von Laurin Paschek



Der Fortschrittsglaube im ausgehenden 19. Jahrhundert beschert der Menschheit wahre Wunder aus Stahl. Der Eiffelturm in Paris ist eines davon, die Schwebebahn in Wuppertal ein weiteres. Das Konstrukt in Deutschland – streng genommen eine Hängebahn, wohingegen der Transrapid in China eine Schwebebahn ist – wird bis heute als vollwertiges Verkehrsmittel genutzt und befördert 65.479 Menschen pro Tag – das entspricht 23,9 Millionen pro Jahr. Fast niemand eiferte den Wuppertalern nach: Die Schwebebahn in Dresden, ebenfalls Jahrgang 1901, führt nur zu einer 274 Meter entfernten Aussichtsplattform, eine Bahn in Memphis in den USA transportiert Besucher 518 Meter weit von der Innenstadt in einen Vergnügungspark.

In Wuppertal schlängelt sich die Bahn zehn Kilometer lang mit maximal 60 km/h oberhalb der Wupper, drei weitere Kilometer über dem

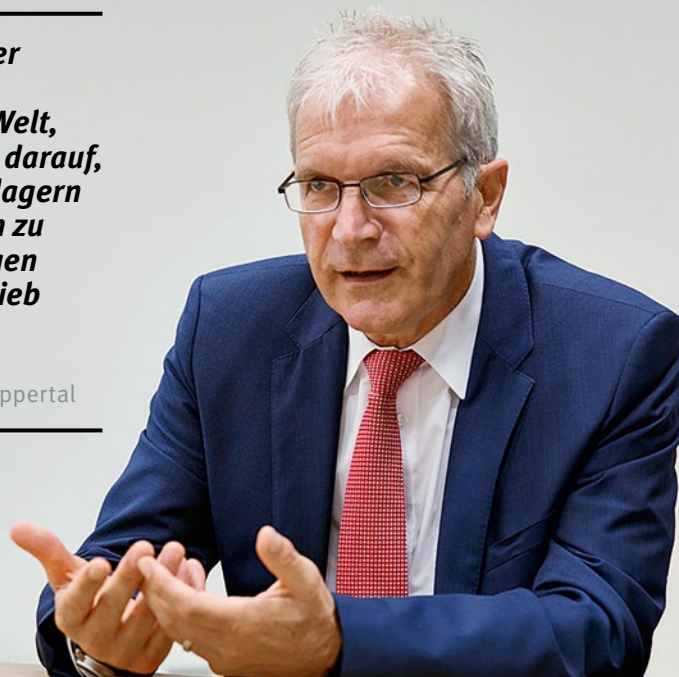
Straßenverkehr. Das war von Beginn an so. Die Anzahl der Haltestellen wächst indes im Laufe der Zeit von 18 auf 20 – jede von ihnen ist individuell gestaltet und wie die Bahn selbst an dem Stahlgerüst aufgehängt. 464 Stützrahmen halten die Konstruktion. In der Haupt- und Nebenverkehrszeit fahren 18 Züge, abends genügen elf Stück. Ein Gelenktriebwagen der neuesten Generation 15 ist 24,06 Meter lang, wiegt leer 23,4 Tonnen und bietet maximal 175 Personen Platz.

Besondere Umstände, besondere Technik

Die ungewöhnliche Lösung setzte sich durch, weil Ende des 19. Jahrhunderts eine Reihe besonderer Bedingungen in der Region herrschten. Die Wupperstädte, aus denen erst 1930 die Stadt Wuppertal entstand, verteilten sich als 15 Kilometer lange Bandstadt entlang des

» Die Wuppertaler Schwebebahn ist einmalig auf der Welt, und wir sind stolz darauf, mit unseren Wälzlagern und Komponenten zu einem zuverlässigen und sicheren Betrieb beizutragen

Hans Zirwes, Leiter des Schaeffler-Werks in Wuppertal



Flusses Wupper. Die Region zwischen Barmen und Elberfeld war zu diesem Zeitpunkt schon mit mehreren Hunderttausend Einwohnern dicht besiedelt. Eine U-Bahn erschien geologisch kaum denkbar, zu felsig und grundwasserdurchsetzt war der Untergrund. Auch waren die Städte nie Residenzstädte gewesen mit großzügigen Anlagen, Platz für eine klassische Straßenbahn gab es somit kaum. Vielmehr repräsentierten sie die pulsierende Epoche einer raschen Industrialisierung, für die das Ruhrgebiet so bekannt ist.

Wohin also mit all den Menschen? Die Idee zu einer Lösung der Transportprobleme entlang der Wupper kam Eugen Langen. Der rheinische Zuckerfabrikant, der schon mit Nicolaus Otto am Gasmotor gearbeitet hatte, ersann die Schwebbahn als platzsparendes Verkehrsmittel oberhalb des Flusslaufes. 1894 erhielt die Idee von Langen den Zuschlag, 1898 begann der Bau, und nach drei Jahren und 19.200 Tonnen verbautem Stahl war die Strecke fertig.

Heute wie damals unterhält Schaeffler ein Werk in Wuppertal, das seinerzeit noch unter dem Namen Jaeger auf Eisenbahn-Technologie spezialisiert war, bevor die



Schaeffler bekennt Farbe auf einer ungewöhnlichen Werbefläche – die bei einer Schwebbahn natürlich von unten lesbar sein muss

Schaeffler-Tochtergesellschaft FAG den Standort übernahm (siehe Infokasten rechts). Bereits die ersten Schwebbahnenwagen nutzten Lager und weitere Komponenten aus dieser Fertigung. Auch in der neuesten Wagengeneration ist Schaeffler

an entscheidender Stelle beteiligt. Einreihige Zylinderrollenlager wie auch zweireihige Kegelrollenlager sorgen für reibungslosen Lauf im Drehgestell mit integriertem zweirädrigen Antrieb, das Kabine und Fahrbahn verbindet. Zusammen mit

BAHNTYPEN – EINE ÜBERSICHT

— **Eisenbahn** Darunter versteht man ein schienengebundenes Verkehrssystem. Bau- und betriebsrechtlich gibt es in Deutschland Unterschiede etwa zwischen Straßenbahnen und Eisenbahnen, in Österreich hingegen werden sie vor dem Gesetz gleich behandelt, in der Schweiz gelten Straßenbahnen dagegen als Nebenbahnen.

— **Luftkissenschwebbahn** Solche Bahnen rollen nicht auf Rädern, sondern schweben auf einem Luftkissen, ähnlich einem Luftkissenboot. Der Antrieb kann über einen Starrseilzug oder einen Linearmotor erfolgen. Die Dorfbahn von Serfaus in Österreich und die Skymetro am Flughafen Zürich laufen beide auf Luftkissen und werden von Seilen angetrieben.

— **Magnetschwebbahn** Magnetische Kräfte halten diese spurgeführten Züge in der Schweben, führen sie in einer Spur, treiben sie an und bremsen sie ab. In Shanghai verbindet eine Magnetschwebbahn den Flughafen Pudong mit der Innenstadt.

— **Wasserkissengleitbahn** Eine Idee aus dem 19. Jahrhundert. Ein System presste Wasser durch Bohrungen in Gleitschuhe, die in einem flachen Trogprofil liefen. Dem geräuscharmen Lauf stand ein immenser Konsum von 125 Kubikmeter Tragwasser pro Stunde gegenüber, weshalb das Konzept unrealistisch blieb.

— **Hängebahn** Neben der Wuppertaler Schwebbahn, der Schwebbahn Dresden und der Schwebbahn Memphis gibt es auch die Hängebahn in Dortmund oder den SkyTrain in Düsseldorf.

— **Luftseilbahn** Die klassische Seilschwebbahn mit Kabinen, Gondeln, Sesseln oder anderen Fahrbetriebsmitteln.

— **Kabelbahnen** Sie entstanden vor elektrischen Straßenbahnen. Eine Kabelbahn ist eine Seilbahn auf Schienen, die nicht ständig mit dem Seil verbunden ist, sondern von einem stetig umlaufenden Seil gezogen wird, sobald sie sich mit ihm verbindet. Beispiel: Die Cable Cars in San Francisco.

— **Standseilbahnen** Üblicherweise Bergbahnen wie Kabinen- oder Gondelbahnen, die auf beiden Seiten eines umlaufenden Seils paarweise verkehren und fest mit dem Seil verbunden sind, um ein Gleichgewicht ihrer Massen herzustellen. Eine Standseilbahn im Straßenverlauf gibt es noch in Lissabon, wo das Kabel unter dem Straßenpflaster liegt. Das Kabel dient lediglich dem Massenausgleich zwischen Berg- und Talfahrt, der Antrieb erfolgt über die Räder der Wagen.

2017

wird die Schwebbahn mit dem internationalen IF DESIGN AWARD ausgezeichnet. Im Bereich „Automobil/Fahrzeuge“ wird die Schwebbahn von 60 Experten aus 20 Ländern unter 5.575 eingereichten Produkten auserkoren und mit dem renommierten Preis in die Riege der „exzellenten Design-Produkte“ aufgenommen.

Drehverbindungen, Radsatzlagergehäusen und Achsträgern liefert Schaeffler Komponenten im Auftragswert von rund einer Million Euro.

Auch nach 100 Jahren zukunftssträftig

Neuerdings wird jeder Wagenteil von einer eigenen Antriebselektronik gesteuert. Dann kann die Schwebbahn selbst beim Ausfall von einem der vier 75-Kilowatt-Motoren weiterfahren. Zuvor war das nur mit einem eigenen Notfahrt-Modus möglich. Und bei einem Getriebeschaden können künftig auch einzelne Räder aus dem System genommen werden, ohne dass gleich der ganze Zug ausfällt. Energetisch bestreitet die 15. Generation der Bahn ebenfalls neue Wege: Erstmals treiben Drehstrom-Asynchronmotoren das Beförderungsmittel an. Damit lässt sich beim Bremsen Energie zurückgewinnen. So entwickeln die heutigen Konstrukteure wie einst schon Ideengeber Eugen Langen immer neue Ideen, die zeigen, dass die legendäre Schwebbahn auch mehr als 100 Jahre nach ihrer Erfindung zukunftssträftig ist.

FÜR HÄRTESTE BEDINGUNGEN

Am Standort Wuppertal produziert Schaeffler neben Lagern für Bahnanwendungen auch Produkte für die Schwerindustrie, für Baumaschinen und für Windkraftanlagen.

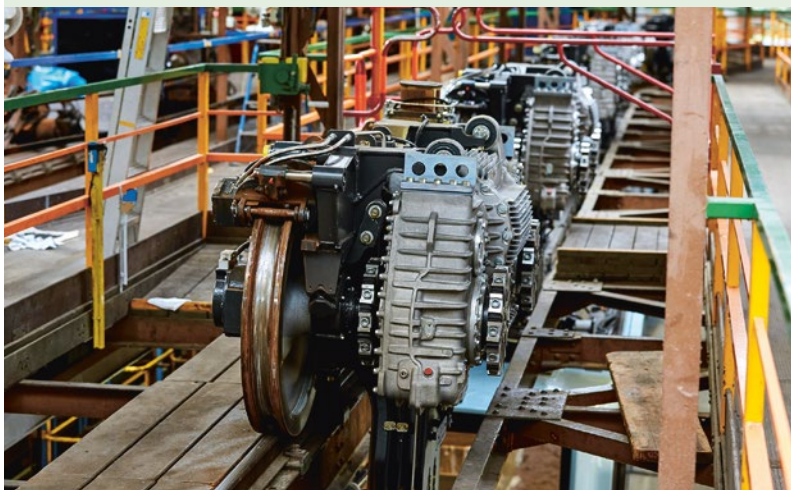
Dabei hat das deutsche Technologieunternehmen keineswegs nur einheimische Kunden. Ob Wuppertaler Schwebbahn oder Hochgeschwindigkeitszüge in Deutschland oder Frankreich, Bahnen in Russland, China oder Nordamerika oder auch Schwerlastwaggons für den Erztransport in Australien: Schaeffler ist weltweit vertreten. Die Radsatz- und Getriebelager aus Wuppertal bewähren sich unter den härtesten Bedingungen – auch dank einer ausgeklügelten Produkteinführung. Ein Launch Manager begleitet bei jedem Serienanlauf den gesamten Prozess. Es beginnt mit der Spezifikation, die die Anwendungsentwickler am Standort in Schweinfurt definieren, und endet beim fertigen Produkt.

Ist ein Lager fertiggestellt, untersucht Schaeffler mit einer zerstörungsfreien Prüfung jedes einzelne Objekt gründlich. Ultraschall offenbart Einschlüsse im Werkstoff, eine Fluxanlage weist mit magnetisiertem Metallpulver unter Ultraviolett-Licht auf mögliche Risse hin. Sicherheit ist oberstes Gebot. Im Fall der Schwebbahn geht dieser Aspekt über die reine Unfallvermeidung hinaus: Auch ein zuverlässiger Betrieb muss gewährleistet sein.



Das zu Schaeffler gehörende Unternehmen FAG liefert Lager für den Schwebbahn-Antrieb

Führen Ausfälle zu einem Stillstand, entsteht rasch eine sicherheitsrelevante Situation: Auf offener Strecke könnte eine Panik ausbrechen, da die Fahrgäste nicht aussteigen können. Außerdem fährt die Bahn im Karussellbetrieb: Am jeweiligen Streckenende wenden die Bahnen und fahren in die Gegenrichtung weiter. Fällt auch nur ein Zug aus, stehen also alle Bahnen still.





VON DER **DRAISINE** ZUM **BIO-HYBRID**

Karl Drais Freiherr von Sauerbronn erfand vor 200 Jahren das Fahrrad in seiner Urform – heute sind manche Pedalfahrzeuge hochkomplexe Hightech-Geräte. Eine Zeitreise.

— von Roland Löwisch



Der Schaeffler
Bio-Hybrid als
Hauptdarsteller im
mehrfach preisgekrönten
Video "Trailblazers"



— Der 12. Juni 1817 ist ein Donnerstag, und vermutlich scheint in Mannheim die Sonne. Hätte es aufmerksame Nachbarn gegeben, wären sie an diesem Tage Augenzeugen bei der Geburt der später am häufigsten gebauten Maschine der Welt gewesen: Der gelernte Forstwirt Karl Friedrich Christian Ludwig Freiherr Drais von Sauerbronn holt ein Vehikel aus der Garage seines Wohnhauses, das vorn und hinten je ein Rad besitzt und in der Mitte einen Sattel. Der

adlige Erfinder setzt sich auf die Konstruktion und läuft los. Oder fährt er?

Sicher ist: Mit seinem lenkbaren Laufrad hat Drais vor genau 200 Jahren den Beweis für die Nützlichkeit eines neuen Verkehrsmittels geschaffen – die des Fahrrades, das die selbststabilisierenden Kreiselkräfte der Räder nutzt. Zwar besitzt es noch keine Pedale, das Hauptmaterial ist Holz und die Reifen auf den



Hoch oben oder mittendrin: Das Fahrrad hat viele Evolutionsstufen erlebt, nicht alle waren ein Erfolg. Walter Nilssons Motor-Einrad aus dem Jahr 1935 auch nicht

27-Zoll-Rädern bestehen aus Eisen. Aber die ganze Konstruktion wiegt nicht mehr als rund 20 Kilo, sie besitzt bereits Schleifbremsen, ist vorn mit abklappbaren Parkstützen ausgerüstet und geölte Gleitlager rotieren in Messingbuchsen.

Gehrad schneller als die Postkutsche

Mit dieser Weltneuheit müht sich der Erfinder an jenem Donnerstag von seinem Heim zum Schwetzingen Relaishaus und zurück. Er schafft die Strecke, die Arme aufgestützt auf ein „Balancierbrett“, mit durchschnittlich 15 km/h. Und beweist damit, was er beweisen wollte: Dass er mit seinem Laufzeug schneller ist als die von Pferden gezogene Postkutsche. Drais' einziger niedergeschriebener Kommentar zu seiner bahnbrechenden Erfindung steht im „Badwochenblatt“: „Die Idee der Erfindung ist von dem Schlittschuhfahren genommen.“ Hintergrund: Schlittschuhfahrer waren damals bei idealen Bedingungen in bestimmten Gegenden schneller als Reiter.

Drais hatte sich wohl schon länger mit der Frage der persönlichen Fortbewegung beschäftigt. Bereits 1813 soll er einen vierrädrigen Tretwagen mit einer

Tretmühle gebaut haben, 1814 ein Fahrzeug mit einer Tret-Kurbelwelle zwischen den Hinterrädern. Er selbst nannte das neue Gerät „Laufmaschine“, im französischen Patent „Vélocipède“ („Schnellfuß“ nach der alten deutschen Redewendung „sich auf seinen Schnellfuß machen“, was für „entfliehen“ oder „ausreißen“ steht). Ihm zu Ehren wurde es auch „Draisine“ genannt. Erst ab 1885 hieß das Gerät „Fahrrad“ dank der Übereinkunft deutscher Radlervereine.

Ab 1650 wird vorwärts getreten

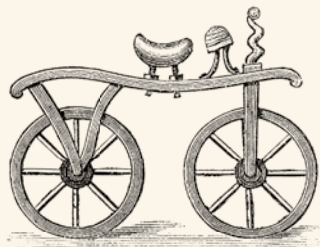
Muskelkraftvehikel waren allerdings schon vor Drais bekannt – jedoch waren die nur für sehr begrenzte Einsätze gebaut worden. So erfand Hans Hautsch um 1650 ein Tretgerät für den aufwendigen Umzug von Kaiser Ferdinand III., und Stephan Farfler wird um 1655 der erste Invalidenrollstuhl mit Handantrieb zugeschrieben. Auch Gartenwagen mit Fußantrieb durch Lakaien soll es gegeben haben, um die herrschaftlichen Gärten vor Zugtierkot zu bewahren. Doch noch nie vorher hatte jemand sich darum gekümmert, mittels eines Muskelkraftgerätes schneller als Pferde zu sein.

Die Draisine verhilft Drais zunächst zum Durchbruch: Wegen der recht genauen Beschreibung seiner Erfindung in der Presse bauen überall Handwerker das Fahrzeug nach – nur in Baden ist seine Erfindung für zehn Jahre geschützt, in Frankreich erhält er immerhin für fünf Jahre ein Brevet. Die plötzlich ansteigende Anzahl von Laufrädern führt jedoch schnell zu Konflikten: Suchen doch Velozipedisten naturgemäß ebene Fahrbahnen, die sie zu jener Zeit nur auf den von Fußgängern bevölkerten Fußwegen finden. Noch im Dezember 1817 verbietet Mannheim solches frevelhafte Tun. Mailand folgt mit seinem Verbot 1818, London, New York und sogar Kalkutta 1819.

Fahrrad-Fortschritte: Pedale, Kette, Gummireifen und Hunde-Pistolen

Trotzdem: Der Erfolg des Laufrades und vor allem dessen Weiterentwicklung lassen sich nicht aufhalten. Das erste Zweirad mit Tretkurbel am Vorderrad wird 1862 vermutlich von Pierre Michaux und seinem Sohn Ernest erfunden – die „Michauline“. Michaux ist auch derjenige, der Gusseisen statt Holz für den Rahmen verwendet. Andere nutzen bald darauf Schmiedeeisen. Die erste große Tour mit solchen neuartigen Fahrrädern unternehmen Aimé und René Olivier von Paris nach Avignon – 794 Kilometer in acht Tagen.

1865 erfindet vermutlich der Franzose Louis Sergent die Gliederkette (andere Quellen nennen den französischen Uhrmacher André Guilmet). Der französische Auswanderer Pierre Lallement lässt sich 1866 in den USA den



The Racer of 1818. ("Dandy," or "Hobby Horse.")

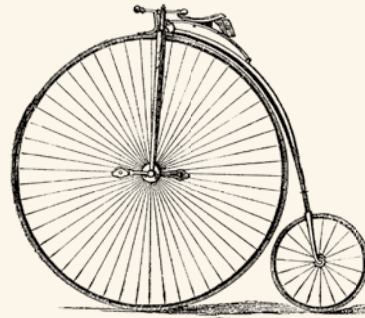


Fig. 1.—The Humber.

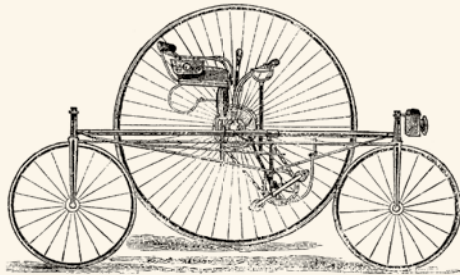


Fig. 3.—The "Coventry Rotary."

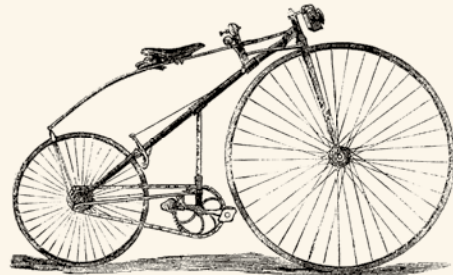


Fig. 4.—The Coventry "Bicyclette."

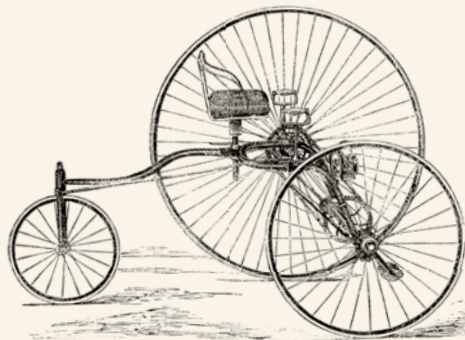


Fig. 6.—Singer & Co.'s "Challenge Tricycle," No. 3.

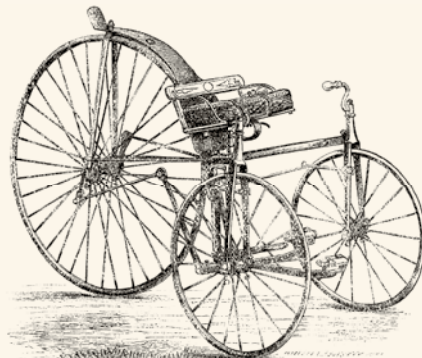


Fig. 7.—Singer & Co.'s "Challenge Tricycle," No. 1.

ZAHLEN & FAKTEN ZUM FAHRRAD

— Die **erforderliche Energie** (Joule pro transportiertem Kilogramm und Kilometer) ist bei keiner Fortbewegungsart von Mensch oder Tier niedriger als beim Radfahren.

— 50–80 Sek. Zeitersparnis bringen **rasierte Beine** bei einem 40-km-Profi-Zeitfahren.

Quelle: Radhersteller Spezialized

— 76.076 Meilen (ca. 122.430 Kilometer) hat Kurt Searvogel **binnen eines Jahres** (2015) mit dem Fahrrad zurückgelegt. Damit stellte der US-Amerikaner den 76 Jahre alten Weltrekord von Tommy Goodwins ein.

— 20 km/h ist die passende Durchschnittsgeschwindigkeit, um auf **Kopenhagens Radfahr-Highway** auf der „grünen Welle“ zu reiten.

— 844 € gibt ein Niederländer im Schnitt für ein neues Fahrrad aus – **EU-Spitzenwert**. Platz 2: Deutschland (528 €). Schlusslichter mit je 110 €: Kroatien, Zypern, Lettland, Litauen, Malta und Slowenien.

Quelle: EU bicycle industry & market profile 2015

— **Rund 40 % Marktanteil** werden E-Bikes 2024 weltweit haben, mehr als jede andere Fahrradkategorie.

Quelle: Persistence Market Research (Dez. 2016)

— 62,39 Mrd. \$ soll das **Volumen des weltweiten Fahrradmarktes 2024** betragen. Das sind 38 % mehr als im Vergleichsjahr 2015 (45,08 Mrd. \$). Die Region Asien-Pazifik hat daran einen Anteil von 63 %, gefolgt von Nordamerika/Europa mit 23 %.

Quelle: Persistence Market Research (Dez. 2016)

— **145.000.000 Fahrräder** sollen 2017 produziert werden – **doppelt so viele wie Autos**. 1965 lagen beide gleichauf bei 20 Millionen, seitdem setzt sich das Fahrrad stetig vom Auto ab.

Quelle: worldometers.info



Werkstattszene um 1900: Das Fahrrad ist das erste industriell in Massen gefertigte Fortbewegungsmittel der Menschheit

Tretkurbelantrieb für das Vorderrad patentieren. Bald tauchen in Frankreich fast 40 Kilo schwere Kurbelvelozipede mit hohen Sätteln auf, die durch Aufspringen erklommen werden müssen. Immerhin werden einige von ihnen mit Vollgummireifen bestückt – um den Lärm zu mindern. Gegen Hundeangriffe gibt es in den Anfangsjahren des Fahrrades Hundepeitschen, Hundepistolen oder sogar „Radfahrer-Petarden“ – kleine Sprengkörper.

In Frankreich entstehen auch die Hochräder, die ihre Blütezeit etwa von 1870 bis 1890 erleben – eine Folge der Umstellung von druckbelasteten Holzspeichenrädern auf zugbelastete Drahtspeichenräder. Kugellager finden Einzug ins Rad, ebenso hohle Rahmen. 1879 baut Harry John Lawson das erste Fahrrad mit Kettenantrieb über das Hinterrad und nennt es „Bicyclette Ordinary“ („gewöhnliches Zweirad“) – obwohl das hintere Antriebsrad noch deutlich kleiner ist als das vordere. Immerhin entkoppelt er somit erstmals die Lenkung vom Pedalantrieb. Den Durchbruch schafft John Kemp Starley, der mit Geschäftspartner William Sutton ein Zweirad unter dem Namen „Rover I“ am 30. Januar 1885 patentieren lässt. Als die bisherige Hohrad-Klientel es zunächst als „unsportlich“ verachtet, organisiert Starley ein Radrennen, bringt das weiterentwickelte „Rover II“ mit und zeigt den Herrschaften, wo der Radler die Pace holt. Das moderne Fahrrad ist geboren: Es besitzt Kettenantrieb aufs Hinterrad, einen verstellbaren Sattel, eine Löffelbremse für das Vorderrad, Drahtspeichen und Vollgummireifen.

Letztere sind allerdings nicht optimal. Das merkt auch der schottische Tierarzt John Boyd Dunlop im Jahr 1887, als sein Sohn beim Kinderrennen im Park auf seinem Dreirad keine Chance hat. Er erfindet daraufhin den Luftreifen neu, den zwar Robert Thompson 1845 zuerst entwickelte und sich patentieren ließ, der damals jedoch den Durchbruch nicht schaffte.

Stetig wird das Fahrrad moderner: 1889 lässt sich der Amerikaner A. P. Morrow den Freilauf patentieren – bis dahin musste man bei schneller Fahrt die Füße vom Antrieb nehmen. 1890 bringt Humber den noch heute üblichen Fünfeck- oder Trapezrahmen heraus, 1893 sichert sich Ernst Sachs ein Patent für die Hinterradnabe, die kurz danach mit Erfindung der Rücktrittbremse verbessert wird. Die ersten Fahrradbeleuchtungen tauchen auf, zunächst als Ölfunzeln, später als Karbidlampen. 1902 baut Wanderer in Chemnitz die erste Zweigangnabenschaltung. 1930 gibt es erste Vorversionen der Kettenschaltung, die aber erst 1946 marktreif ist.

Das Fahrrad ist auch das erste industriell in Massen produzierte Fortbewegungsmittel der Menschheit. Ende des 19. Jahrhunderts explodieren die Produktionszahlen geradezu. Wurden in Deutschland 1882 gerade einmal rund 2.500 Fahrräder gefertigt, sind es 15 Jahre

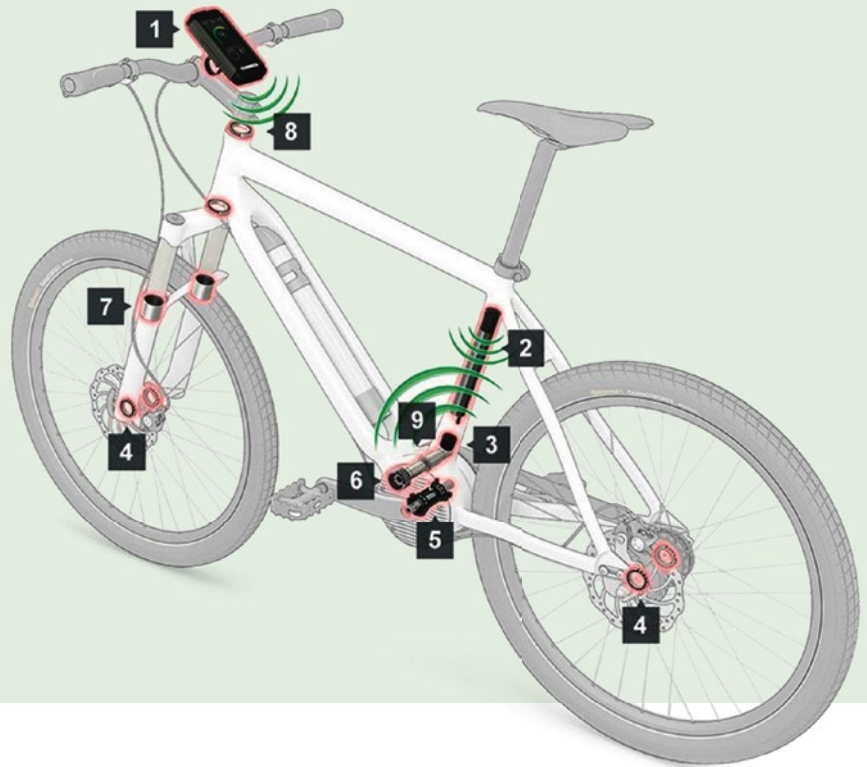


Selbst zur Gleichberechtigung der Frau hat das Fahrrad seinen Beitrag geleistet

EFFIZIENT RADFAHREN – MIT SCHAEFFLER

Schaeffler macht das Fahrradfahren leichter. Das garantieren die neuesten sensorischen und mechanischen Tretlagereinheiten sowie zahlreiche rotative Lagerlösungen für Elektroantriebe und Schaltungen. Highlight der Serie ist die Automatikschaltung FAG-VELOMATIC, die mit der Smartphone-App VELODAPTIC für exzellenten Fahrkomfort bei herkömmlichen Fahrrädern und bei E-Bikes sorgt.

- 1 | App VELODAPTIC
- 2 | Schaltautomatik FAG VELOMATIC
- 3 | Kommunikationsmodul
- 4 | Kugellager CRONITECT-HYBRID
- 5 | Leistungssensor
- 6 | Freiläufe
- 7 | Gleitlager
- 8 | Schrägkugellager
- 9 | Tretlagerwelle



später schon 350.000. In den USA sind es um die Jahrhundertwende bereits eine Million.

Motor der Gerechtigkeit

Die Mobilisierung der Massen per Pedale hat auch gesellschaftspolitische Bedeutung. Einem 1895 im „American Wheelman“ erschienenen Artikel zufolge beschleunigt das Fahrrad sogar die Gleichberechtigung der Frau. Die berühmte US-Frauenrechtlerin Elizabeth Cady Stanton prophezeite dort: „Das Fahrrad inspiriert Frauen zu mehr Mut, Selbstachtung und Selbstbewusstsein.“ 120 Jahre später ist das Fahrrad noch immer Beschleunigungsmittel für Gleichberechtigung, Demokratisierung und sozialen Aufstieg. Mit dem einfachsten „Drahtesel“ lässt sich fünfmal mehr transportieren als zu Fuß – und das mit der vierfachen Geschwindigkeit, rechnet die Hilfsorganisation World Bicycle Relief vor. Das Fahrrad schafft so Freiheiten in ärmeren (und dort besonders bei weiblichen) Bevölkerungsgruppen, wie etwa die Möglichkeit, eine sonst unerreichbare Schule anzusteuern.

Der Strom der Zeit spült Rennräder, Bonanza- und BMX-Räder oder andere Zweiräder für spezielle Einsätze auf unsere Straßen. Die jüngste Entwicklung betrifft die Zuhilfenahme von Strom zur Fortbewegung: Beim E-Bike

hilft ein Elektromotor per Handschalter bei der Fortbewegung, beim viel weiter verbreiteten Pedelec (Pedal Electric Cycle) ist ein zusätzlicher Elektroantrieb nur bei Pedalbenutzung möglich. Die nächste Evolutionsstufe in diesem Bereich auf dem Weg zur Mobilität für morgen: der vierrädrige Bio-Hybrid von Schaeffler für urbane Ballungsräume.

Dem Adligen von Sauerbronn haben die Draisine-Erfindungen (neben dem Laufrad entstammt auch das von Menschenkraft angetriebene, gleichnamige Schienenfahrzeug von ihm) weder Glück noch viel Geld gebracht: Drais stirbt – nachdem er es sich als überzeugter Demokrat mit der adligen Obrigkeit verscherzt hatte – verarmt am 10. Dezember 1851. Aber seine Erfindung wird immer an ihn erinnern.



DER AUTOR

Wenn es um sportliche Entspannung geht, fallen Motorredakteur **Roland Löwisch** spontan drei Dinge ein: mit dem Auto übers Land düsen, Squash spielen und Fahrrad fahren. Und – zugegeben – das Grinsen wird noch breiter, wenn er mit Muskelkraft schneller rollt als die gestressten Menschen im Stau.

» Die Polizei konnte den Verbrecher nicht fassen. Erst die Statistik erfasste ihn

Erhard Blanck (*1942),
deutscher Schriftsteller und Maler

AUF LEISEN PFOTEN

— Gesetzesbrecher aufgepasst: In den Vereinigten Staaten von Amerika setzt die Polizei zukünftig auf lautlose Verfolgung. Unter dem etwas sperrigen Modellnamen Police Responder Hybrid Sedan präsentierte Ford die erste behördlich auch für Verfolgungsjagden zugelassene Hybrid-Polizeilmousine. Hybridantriebe im Einsatz für Recht und Ordnung sind nichts Neues, doch Toyota Prius und Co eignen sich eher für Streife als zur Verbrecherjagd. Der Elektroantrieb des Ford und der Zweiliter-Turbomotor mit Atkinson-Zyklus – ein effizienter Verbrennungsprozess, bei dem das Verdichtungsverhältnis gezielt beein-

flusst werden kann – sind so abgestimmt, dass das Auto bis zum Tempo von 60 Meilen (96 km/h) rein elektrisch rollt. Bei Verfolgungsjagden vertrauen die Cops auf die kombinierte Kraft von Elektromotor und Verbrenner. Der Hersteller rechnet die Einsparungen in Heller und Pfennig vor: Bei 20.000 Meilen Jahresfahrleistung an 365 Tagen im Zweischichtbetrieb und 4,9 Stunden Leerlaufdrehzahl in einer Acht-Stunden-Schicht verbrennt der Motor rund einen Liter Kraftstoff pro Stunde weniger. Im Jahr spart der Staat bei aktuellen US-Treibstoffpreisen damit 3.900 Dollar Kraftstoffkosten.

jetzt-zeit

Leben mit dem Fortschritt



ELEKTRISCHE UND HYBRIDANTRIEBE BEI DER POLIZEI

<i>Einsatzfahrzeug</i>	<i>Einsatzort</i>	<i>1. Einsatz</i>	<i>Antrieb</i>
Nissan Altima	New York (USA)	2009	Hybrid
Toyota Camry	Arkansas (USA), Hanoi (VN)	2010	Hybrid
Mitsubishi i-Miev	Schottland	2011	Elektrisch
Ford Transit Connect Electric	Schottland	2011	Elektrisch
Toyota Prius	Berlin (D), Pamplona (E), Ukraine, Philippinen	2012	Hybrid
Nissan Leaf	West Midlands (GB), Cagliari (I)	2013	Elektrisch
Renault ZOE	Saint-Michel-sur-Meurthe (F)	2013	Elektrisch
Volvo V60 D6 AWD	St. Augustin und Pirna (D)	2013	Hybrid
VW e-Golf	Helgoland (D), Tirana (AL)	2014	Elektrisch
BMW i8	Dubai (UAE), Los Angeles (USA), Sydney (AUS)	2015	Hybrid
BMW C evolution	Cagliari (I)	2015	Elektrisch
BMW i3	Mailand (I), Los Angeles (USA)	2015	Elektrisch
Tesla Model S	Los Angeles (USA)	2016	Elektrisch
Mitsubishi Outlander	Ukraine	2017	Hybrid

VIELE WEGE,

Menschen wollen sich bewegen. Immer schneller, weiter, unkomplizierter. Dabei sollen die Belastungen für die Umwelt nicht wachsen, sondern im Idealfall sogar zurückgehen. Ein Spagat. Um ihn zu meistern, hat Schaeffler die Strategie „Mobilität für morgen“ entwickelt. Eine Bestandsaufnahme auf Vorstandsebene.

— von Volker Paulun

— Konfuzius sagte: „Auch der weiteste Weg beginnt mit einem ersten Schritt.“ Den ersten Schritt auf dem Weg zur „Mobilität für morgen“ unternahm Schaefflers Technologievorstand Prof. Peter Gutzmer im Alter von sechs Jahren. Damals bekam er ein Blech-Modellauto geschenkt. „Ein Porsche 356 von Distler mit Draht-Fernsteuerung“, erinnert sich Gutzmer, Jahrgang 1953, noch heute sehr detailliert an dieses besondere Ereignis, das ihn 24 Stunden lang nicht einschlafen ließ, so hingerissen war er von dem Gefährt. „Es hat mir den Weg zu faszinierenden Momenten in und um sowie bei der

Gestaltung von Fahrzeugen und deren Nutzung gezeigt“, so Gutzmer weiter.

Wer sich in der Schaeffler-Vorstandsrunde umhört, der stößt auf viele persönliche und emotionale „Mobilitätserlebnisse“ dieser Art. Auf der letzten Seite dieses Beitrags können Sie weitere nachlesen. Schnell merkt der Beobachter: Hier arbeiten Menschen, für die Mobilität mehr bedeutet als die bloße Fortbewegung von A nach B. „Mobilität gibt uns Menschen die Möglichkeit, unseren Erfahrungshorizont auszudehnen“, sagt

EIN ZIEL



» *Der fortschreitende Klimawandel, die zunehmende Urbanisierung und Globalisierung sowie die Digitalisierung werden unser Leben und Arbeiten nachhaltig beeinflussen und verändern. Das gilt besonders für den Bereich der Mobilität*

Klaus Rosenfeld,
Vorsitzender des Vorstandes der Schaeffler AG



MEGATREND URBANISIERUNG

Laut Prognosen werden bereits im Jahr 2050 70 Prozent der Weltbevölkerung in urbanen Ballungsräumen leben. Mit entsprechenden Konsequenzen für den Verkehr.

beispielsweise Prof. Peter Pleus, Automotive-Vorstand bei Schaeffler. Finanzvorstand Dietmar Heinrich schätzt an der Mobilität, „dass sie es uns ermöglicht, unser Leben so zu gestalten, dass unsere persönlichen Bedürfnisse erfüllbar sind.“ Auch wird das Wort „Freiheit“ oft im Zusammenhang mit Mobilität benutzt. Gerade deswegen, mahnt Pleus, dürfe „individuelle Mobilität nicht zum Luxusgut für Privilegierte werden.“

Vier Megatrends geben Handlungsrahmen vor

Dass die Mobilität von morgen eine andere sein wird als die von heute, zweifelt bei Schaeffler niemand an. Der Vorstandsvorsitzende Klaus Rosenfeld umreißt vier große Megatrends, die das Geschäft der von ihm geführten Schaeffler Gruppe in Zukunft maßgeblich bestimmen werden: „Der fortschreitende Klimawandel, die

zunehmende Urbanisierung und Globalisierung sowie die Digitalisierung werden unser Leben und Arbeiten nachhaltig beeinflussen und verändern. Das gilt besonders für den Bereich der Mobilität.“ Rosenfeld unterstreicht dabei, dass Schaeffler beim Gestalten der Mobilität von morgen nicht nur den Bereich Automobil betrachtet.

Die vier Handlungsfelder für die Mobilität für morgen

Bereits im Jahre 2014 hat der global aufgestellte Automobil- und Industrielieferer vier Handlungsfelder definiert, auf die er sich zukünftig fokussieren will. Das sind als erstes Handlungsfeld umweltfreundliche Antriebe für Industriemaschinen und für Fahrzeuge. Bei letzteren bietet Schaeffler sowohl für Autos mit Verbrennungsmotor als auch für die wachsende Nachfrage nach kompakten und leistungsstarken Elektroantrieben passende Lösungen. Fakt ist: Auch in Zukunft wird kein Weg an dieser Zweigleisigkeit vorbeiführen. Denn selbst wenn im Jahr 2030 jedes dritte neu produzierte Auto rein elektrisch angetrieben wird, bedeutet das im Umkehrschluss, das 70 Prozent einen Verbrennungsmotor an Bord haben werden, den 40-prozentigen Hybridanteil mit eingerechnet. „Wir müssen daher alles dafür tun, die Emissionen von Verbrennungsmotoren weiter abzusenken“, weiß Peter Gutzmer (Mehr zu diesem Thema können Sie in dem dieser Ausgabe beigelegten Fact Sheet „IAA“ lesen).

Im Bereich urbane Mobilität – dem zweiten Handlungsfeld – setzt Schaeffler darüber hinaus auf Zweiräder, innerstädtische Bahnen und ganz neue Mikromobilitätskonzepte wie den Bio-Hybrid oder E-Boards. Um die Bewegungsströme in den Metropolen dieser Welt im Fluss zu halten, setzt Yilin Zhang, Schaeffler-Regionalvorstand für Greater China, neben Energieeffizienz besonders auf die Digitalisierung. „Konnektivität und künstliche Intelligenz sind eine dringende Notwendigkeit, um diese Herausforderungen zu meistern.“

Bei der interurbanen Mobilität gilt es, den Schienen-, Luft- und Seeverkehr fit für die Zukunft zu machen. Auf der Schiene, aber gerade auch im Bereich der Luftfahrt wird das Verkehrsaufkommen erheblich zunehmen. Die International Air Transport Association (IATA) prognostiziert, dass sich das Passagieraufkommen von 3,8 Milliarden im Jahr 2016 auf 7,2 Milliarden im Jahr 2035 annähernd verdoppeln wird. Sowohl auf der Schiene als auch in der Luft stellt die Bereitstellung moderner und leistungsfähiger Mobilitätslösungen daher eine zentrale Herausforderung dar. Ein nicht zu vernachlässigender interurbaner Mobilitäts- und Industriebereich ist die Agrar- und Landmaschinentechnik, für die Schaeffler ebenfalls zukunftsweisende Lösungen erarbeitet. Und die sind notwendig, um den immer größer werdenden Nahrungsmittelbedarf einer wachsenden Weltbevölkerung

decken zu können. Immerhin werden Ende des Jahrhunderts laut UN-Schätzungen 11,2 Milliarden Menschen unseren Planeten bevölkern.

Ob umweltfreundliche Antriebe, urbane oder interurbane Mobilität: Sie alle eint der kontinuierliche Bedarf an möglichst sauberer Energie. Sowohl für die Nutzung von Wind- und Wasserkraft als auch von Solar-energie bietet Schaeffler schon jetzt Systeme und Komponenten an. Hier gilt es, das Leistungsangebot ebenso auszubauen wie bei der konventionellen Energiegewinnung und -umwandlung.

Dass sich Schaeffler entlang der gesamten Energiekette – von der Energiegewinnung über die Umwandlung bis hin zur Nutzung – mit seiner Kompetenz und seinen Produkten engagiert, gehört zur Unternehmensstrategie. Entsprechend bildet die Energiekette das vierte Handlungsfeld der Schaeffler-Strategie „Mobilität für morgen“.

„Wir setzen ganz bewusst auf spartenübergreifende Zusammenarbeit. Das gilt insbesondere für das Wälzlagergeschäft. So schaffen wir nicht nur Synergien, sondern auch wertvollen Know-how-Transfer“, sagt Industrievorstand Dr. Stefan Spindler.

Auch Matthias Zink, der sich den Automotive-Vorstandsbereich mit Prof. Pleus teilt, räumt einer hocheffizienten Energiekette einen hohen Stellenwert ein. Die Faszination und Individualität in der Mobilität kann seiner Ansicht nach nur erhalten bleiben, wenn Herausforderungen wie Umwelt- und Klimaschutz, Ressourcenschonung und Urbanisierung gemeistert werden.



Neue Verkehrsmittel wie der Bio-Hybrid von Schaeffler (Foto), verbesserte Konzepte wie Sharing und eine optimale Vernetzung sind wichtige Bausteine für die urbane Mobilität in zukünftigen Megacities mit ihrem gewaltigen Verkehrsaufkommen

Der interurbane Verkehr auf der Schiene und in der Luft wird signifikant zunehmen. Die Bereitstellung moderner und leistungsfähiger Mobilitätslösungen in diesen Segmenten ist daher eine zentrale Herausforderung





Die Mobilität für morgen kann nur gemeinsam mit verschiedensten Akteuren erfolgreich umgesetzt werden: Schaeffler-Technikvorstand Prof. Peter Gutzmer, die Gesellschafter Georg F. W. Schaeffler und Maria-Elisabeth Schaeffler-Thumann, Bundesverkehrsminister Alexander Dobrindt und Schaefflers Vorstandsvorsitzender Klaus Rosenfeld

» Nur im Zusammenspiel mit Gesellschaft, Politik und Wirtschaft kann es gelingen, die erforderliche Neugestaltung der individuellen Mobilität in all ihren Aspekten und Herausforderungen zu realisieren

Prof. Peter Gutzmer,
Vorstand Technik
und stellvertretender
Vorstandsvorsitzender

Noch flexibler, noch effizienter

Mobilität wird sich auch immer weiter diversifizieren. Die Grenzen zwischen öffentlichem Personennahverkehr und individueller Fortbewegung verwischen immer weiter. Sharing, People Mover, On-Demand-Dienste – die Digitalisierung, aber auch neue Antriebskonzepte wie Schaefflers Radnabenmotor eWheelDrive ebnen den Weg. Andreas Schick, Regionalvorstand Asien/Pazifik: „Ein Ziel muss es sein, Mobilität noch flexibler zu machen. Autonom und angenehm, wenn wir nur befördert werden wollen. Emotional, wenn wir Spaß am Fahren haben wollen.“

Bei allen eigenen Erfahrungen, Ideen, Konzepten und Produkten – eines ist dem Vorstand auch gewiss: Schaeffler kann die Mobilität von morgen nur mitgestalten. Sie im Alleingang umsetzen zu wollen, ist schlicht unmöglich – für jedes Unternehmen. Prof. Peter Gutzmer: „Nur im Zusammenspiel mit Gesellschaft, Politik und Wirtschaft kann es gelingen, die erforderliche Neugestaltung der individuellen Mobilität in all ihren Aspekten und Herausforderungen zu realisieren. Und nur dann können wir auch in Zukunft dem Menschen die Gelegenheit bieten, die Träume von Freiheit und Individualität in emotionalen Momenten leben zu können.“

MOBILITÄT SERLEBNISSE VON SCHAEFFLER-VORSTÄNDEN



» Meine erste Ausfahrt in einem Youngtimer durch Deutschland, Frankreich und Italien. Der Weg als Ziel und die Schönheit unseres Kontinents genießend

Prof. Peter Pleus,
Co-Vorstand Automotive



» Ein für mich einschneidendes Mobilitätserlebnis war der Erwerb meiner Vespa, (vor etwa 30 Jahren zum Studium), mit der ich mit gefühlter Leichtigkeit über Stadt und Land fuhr – begleitet mit dem unverkennbaren und wunderbaren Vespa-Sound. Der Roller steht immer noch bei mir in der Garage und wird hin und wieder gefahren

Corinna Schittenhelm,
Vorstand Personal und
Arbeitsdirektorin



» Anfahren am Steilhang mit dem Mountainbike – scheinbar einfache Aufgaben können extrem schwierig sein

Dr. Stefan Spindler,
Vorstand Industrie



» Die Fahrt von Xining nach Lahsa (Tibet) mit China Railway ist mir besonders in Erinnerung geblieben: 1.956 km auf schneebedeckten Bergen in 3.000–5.000 Metern Höhe. Ein Denkmal menschlicher Ingenieursleistung

Yilin Zhang,
Regional-Vorstand Greater China



» Meine schönsten Mobilitätserlebnisse habe ich auf meiner MV Agusta Brutale 800 im Schwarzwald

Matthias Zink,
Co-Vorstand Automotive



» Für mich unvergleichlich: mit einem Oldtimer-Cabriolet in den Abendstunden auf der Route 1, dem berühmten Pacific Coast Highway in Kalifornien, entlangzugleiten und dabei die Pazifikküste im Auge haben

Bruce Warmbold,
Regional-Vorstand Americas



» Mit dem Motorrad von Genf nach Nizza über die Alpenpässe fahren. Ein unvergessliches Erlebnis

Oliver Jung,
Vorstand Produktion





DA BEWEGT SICH WAS

In Ländern wie Vietnam, Thailand, Indonesien und Malaysia greifen über 80 Prozent aller Haushalte in Sachen Mobilität auf Zweiräder zurück – Grund genug, sich das Thema einmal genauer anzuschauen.



„Einfach losgehen.“ Anh Nyguen schaut stets in ungläubige Gesichter, wenn er Touristen erklärt, wie sich diese im wuseligen Treiben auf den Straßen Ho-Chi-Minh-Stadts fortbewegen sollen. „Einfach losgehen. Mit gleichmäßigem Tempo. Die Mopedfahrer weichen aus.“ Und tatsächlich, es funktioniert. So wie das Meer Moses gewichen ist, teilt sich die Moped-Flut und macht den Fußgängern Platz. Aber Vorsicht: „Der Trick funktioniert nur bei Mopeds, nicht bei Autos“, schiebt Nyguen warnend hinterher.

7,4 Millionen Zweiräder sind in Ho-Chi-Minh-Stadt registriert, eine Million weitere sollen sich dort tummeln – bei acht Millionen Einwohnern. Die Zweiräder prägen das Stadtbild wie kein anderes Verkehrsmittel. Und damit ist das ehemalige Saigon kein Einzelfall. Insbesondere in Südostasien beflügeln Kleinkrafträder die Sehnsucht nach individueller Mobilität.

Geht nicht gibt's nicht

Gerade Besucher aus westlichen Ländern staunen immer wieder, welche Transportwunder die zarten Vehikel vollbringen. Egal ob in Jakarta, Hanoi, Bangkok, Kuala Lumpur oder Pune, überall entdeckt man ganze Familien, die damit durch die Stadt surren, die Kleinsten

ZWEIRAD-KNOW-HOW VON SCHAEFFLER



Mit Anwendungen in den Bereichen Motor, Antriebsstrang und Fahrwerk bietet Schaeffler ein umfangreiches Portfolio an, um Zweiräder effizienter und langlebiger zu machen. Weitere Informationen finden Sie hier:



irgendwo zwischen Lenkrad und Sattel auf dem Tank kauern. Kioskbesitzer stapeln sich mannshoch Bierkisten im Rücken und noch zwei zwischen den Beinen. Baustellenmannschaften rücken mit Zwittergefährten an, vorn Mofa, hinten Pick-up. Wieder andere koppeln einen üppig bepackten Anhänger an, doppelt so groß wie das zweigetaktete Zuggerät.

Indien legt mit Vollgas nach

In Indien werden jeden Tag 48.000 neue Zweiräder zugelassen, 17,7 Millionen waren es 2016 insgesamt. Damit ist der Subkontinent der mittlerweile größte Moped-Markt der Welt – noch vor China (16,8 Millionen) und Indonesien (sechs Millionen). Und er soll weiter wachsen, wie die „Times of India“ berichtet.



Zum einen weil die indische Regierung massiv in die ländliche Infrastruktur investiert und damit auch dort den Wunsch nach Individualverkehr nährt. Zum anderen weil sich Aufsteiger, die sich mittlerweile ein Auto leisten können, ein wendiges Moped als Zweitfahrzeug zulegen, um durch die dauerverstopften Innenstädte wuseln zu können. Dabei schätzen nicht nur Männer speziell die einfach handzuhabenden Motorroller als unkomplizierte und preiswerte Cityflitzer. Beim indischen Roller-Marktführer Honda ist schon jeder dritte Kunde weiblich.

Die Zweiradschwärme, die durch viele Metropolen in Entwicklungs- und Schwellenländern knattern, sind eine massive Belastung für die Umwelt. Zumal viele davon Zweitakt-Stinker sind. Das treibt Sorgenfalten auf die Stirn vieler Stadtoberer. Vietnams Hauptstadt Hanoi

– wie so viele andere Megacitys stets am Rande des totalen Verkehrskollapses – hat sich zum Ziel gesetzt, die Zweiradflut ab 2030 aus der Stadt auszuschließen.

Ursachen, Probleme und Lösungen

Da ein Umsteigen der Verbannten ins Auto nicht zielführend ist, gibt es eigentlich nur ein probates Mittel: den Ausbau einer soliden Nahverkehrsinfrastruktur. Gerade der Mangel daran ist aber – neben den günstigen Anschaffungs- und Unterhaltskosten – ein entscheidender Grund, warum die Kleinkraftschwärme zur Plage angewachsen sind.

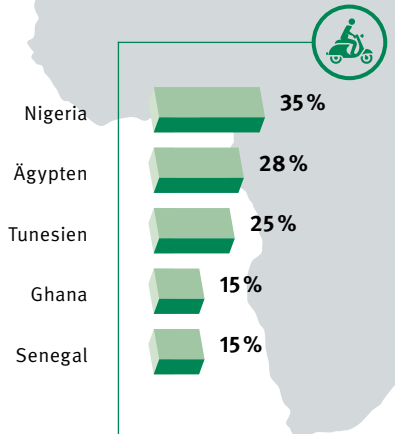
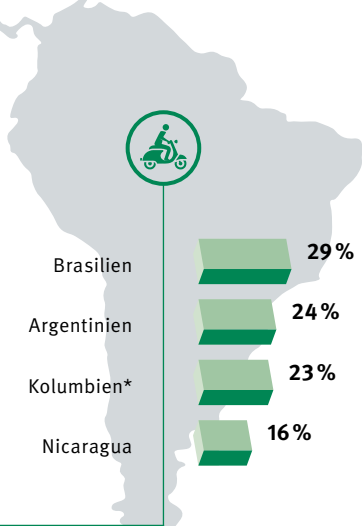
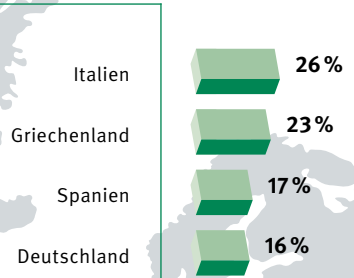
In China zeigt sich schon heute ein zweiter Lösungsweg auf: Elektrozweiräder, vom Pedelec bis zum



135 Mio.

neue Motorräder wurden 2016 weltweit verkauft. Das sind etwa 50 Prozent mehr als Autos und leichte Nutzfahrzeuge (88,1 Millionen). Beides sind Rekordwerte.

HEISSE ÖFEN & KNATTRIGE MOFAS HAUSHALTE MIT MOTORISIERTEN ZWEIRÄDERN



*ohne Motorroller
Quelle: pewresearch.org

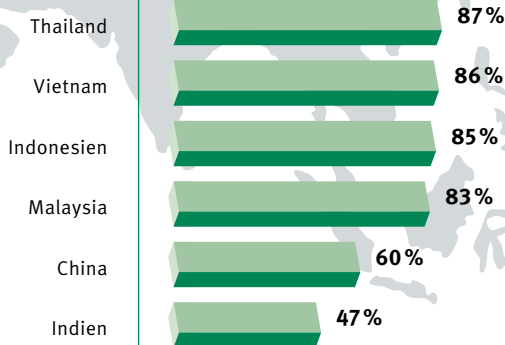
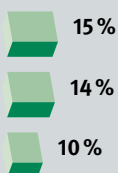


Auch beim Kleinkraftrad sind Elektrifizierung und Sharing Themen. Das Foto zeigt das Mobilitätskonzept des Anbieters Gogoro mit E-Scooter und Akku-Wechselstation



MITTLERER OSTEN

- Palästinensische Autonomiegebiete
- Israel
- Libanon



ASIEN-PAZIFIK

Motorrad. Im Jahr 2004 wurden in dem Riesenreich 40.000 Stück der kleinen Stromer verkauft, aktuell sind es 20 Millionen pro Jahr. Wobei bei der Klasseneinteilung die 20/40-Regel gilt: Alles unter 20 km/h und 40 Kilo gilt als Fahrrad und darf ohne Zulassung und Führerschein bewegt werden, aber eben auch nur mit den entsprechenden Einschränkungen. Alles darüber gilt als Motorrad und braucht entsprechende Lizenzen.

Sharing macht Roller auch in Europa attraktiv

Als Antwort auf die dicke Luft hat der taiwanische Anbieter Gogoro ein elektrisiertes Roller-Konzept auf die Räder gestellt, bei dem man Akkus an Stationen tauschen kann. Energy to go, sozusagen. Gogoro setzt auch auf das Sharing-Prinzip, besonders in Europa. Nach einem erfolgreichen Start in Berlin nimmt man Paris ins Visier. Mit Emmy gibt es – neben Anbietern mit Verbrenner-Rollern – bereits einen E-Scooter-Sharing-Konkurrenten, der ebenfalls die urbanen Ballungsräume erobern will. Die Wachstumsraten in der Branche deuten darauf hin, dass weitere Anbieter folgen werden. In China will sich Zeebike in 30 Städten mit 100.000 Mietrollern ausbreiten. Der spanische Elektroroller-Bauer Scutum hat mit dem Energieriesen Repsol einen starken Partner gefunden, der auch im Sharing-Bereich aktiv werden will. Repsol-Manager Carlos Bermúdez García ist sich sicher, mit dem Einstieg bei Scutum gut investiert zu haben: „Alle Studien deuten darauf hin, dass der E-Scooter-Markt in den kommenden Jahren ein deutliches Wachstum erleben wird.“ Grund genug, das Thema im Auge zu behalten.

DER AUTOR



Hamburg, Berlin, Rom, Mykonos – Autor **Volker Paulun** hat zwar keinen Motorrad-Führerschein, aber wann immer es geht, schwingt er sich auf einen Roller-Sattel. Bei einem eintägigen Stopover in Vietnam juckte der Gasgriff auch, allerdings entschied er sich seiner Reisebegleitung zuliebe doch für einen Stadtrundgang.

BINDEGLIEDER

Sie überwinden Flüsse und Täler, verbinden Stadtteile, queren andere Wege – wann immer Bewegung ins Stocken geraten könnte, ebnen Brücken den Weg. So wie diese Musterbeispiele ihres Metiers.

— von Volker Paulun

SIZE MATTERS

Name Jiaozhou Bay Bridge.

Ort Die Brücke quert die Bucht von Jiaozhou und verbindet die chinesischen Millionenstädte Qingdao und Huangdao.

Typ Spannbeton-Balkenbrücke für den Autoverkehr (je drei Spuren pro Richtung). Es gibt ein Auobahnkreuz und drei Durchlässe für den Schiffsverkehr, der größte davon hat eine Spannweite von 260 Metern.

Ausmaße Über 5.000 Pfeiler tragen die 42,5 Kilometer lange Brücke, die laut Guinnessbuch die längste über Wasser gebaute der Welt ist. Der Gigant verdrängte bei seiner Eröffnung 2011 die Lake Pontchartrain Bridge (USA, 38,4 Kilometer) vom jahrzehntelang verteidigten Spitzenplatz. Die längste aller Brücken auf unserem Planeten ist die chinesische Schnellzugbrücke, die sich über 164,8 Kilometer von Danyang nach Kushan erstreckt (siehe „tomorrow“ 01/2015).

Auch wissenswert Das über 1 Milliarde Euro teure Konstrukt aus 450.000 Tonnen Stahl und 2,3 Millionen Tonnen Beton soll Erdbeben der Stärke 8 und Kollisionen mit einem 300.000-Tonnen-Schiff aushalten können.



US-KLASSIKER

Name Brooklyn Bridge.

Ort New York (USA), zwischen den Stadtteilen Manhattan und Brooklyn.

Typ Hängebrücke über den Hudson River mit zwei Fahrbahnebenen, unten sechsspuriger Autoverkehr (bis 1950 auch Bahnverkehr), oben mittig Fuß- und Radweg.

Ausmaße Das insgesamt 1,83 Kilometer lange Wahrzeichen war bei Fertigstellung im Jahr 1883 die längste Hängebrücke der Welt. Die Stützweite zwischen den beiden über 40 Meter hohen Granitträgern beträgt 485 Meter.

Auch wissenswert Mit 120.000 Fahrzeugen, 4.000 Fußgängern und 3.100 Radfahrern pro Tag gehört die Brooklyn Bridge zu den Lebensadern New Yorks. Als Liebesbeweis wird der alten Lady seit 2010 eine umfangreiche Schönheitskur spendiert. Kostenpunkt: rund 800 Millionen Dollar.

DIE LÄNGSTE IHRER ART

Name Akashi-Kaikyo-Brücke.

Ort Die Brücke verbindet seit 1998 Kobe auf der japanischen Hauptinsel Honshu mit der südlich gelegenen Insel Awaji-shima.

Typ Sechsspurige Drahtseil-Hängebrücke für Autoverkehr.

Ausmaße Mit 3.911 Metern Gesamtlänge und einer Weite von 1.991 Metern zwischen den beiden Stützpfeilern ist der japanische Inselverbinder die längste Hängebrücke der Welt. Die beiden Stützpfeiler standen ursprünglich einen Meter dichter zusammen, aber ein Erdbeben während der Bauphase rückte sie auseinander.

Auch wissenswert Die erste an Pfeilern aufgehängte Brücke war die 1430 in Tibet erbaute Chagsam-Brücke. Lange Zeit dienten Ketten als tragendes Element. Die 1823 in Genf eingeweihte Passerelle de Saint-Antoine gilt als die erste dauerhafte Drahtseil-Hängebrücke der Welt. Berühmte Nachfahren sind die New Yorker Brooklyn Bridge, die Golden Gate Bridge in San Francisco, die Ponte 25 de Abril in Lissabon oder die Storebæltsbroen in Dänemark.



HIGHTECH ANNO 1894

Name Tower Bridge.

Ort Im Herzen Londons führt die Brücke die Hauptstraße A100 über die Themse.

Typ Kombinierte Hänge- und Klappbrücke mit zusätzlichem Fußgängersteg in 43 Meter Höhe.

Ausmaße Mehr als die 244 Meter Länge des 1894 eingeweihten Wahrzeichens beeindruckt die schlossturmartigen, 65 Meter hohen Brückenpfeiler.

Auch wissenswert In den neugotischen Türmen wurde – aus Sicht des ausgehenden 19. Jahrhunderts – Hightech verbaut: Ein von Dampfmaschinen unter Druck gesetztes Wasser-Hydrauliksystem drückte die beiden je 30 Meter langen Klappenelemente nach oben. Erst 1974 wurde das System durch ein elektrohydraulisches ersetzt.

DURCH STÄHLERNE SCHWINGEN

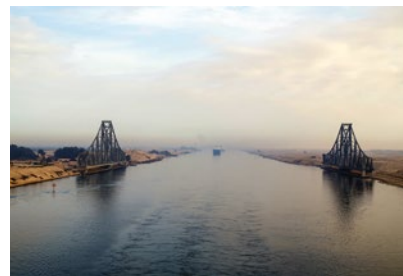
Name El Ferdan Bridge.

Ort Auf halber Länge des Suezkanals verbindet die Brücke den Sinai mit dem westlichen Ägypten.

Typ Zweiflügelige Drehbrücke für Eisenbahn- (eingleisig) und Autoverkehr (zweispurig).

Ausmaße Die beiden 340 Meter langen Drehsegmente machen die 13.200 Tonnen schwere Stahlkonstruktion zur längsten Drehbrücke der Welt.

Auch wissenswert Neben der El Ferdan Bridge queren noch ein Tunnel, eine vierspurige Schrägseilbrücke und 14 Fährverbindungen den 193 Kilometer langen Kanal.





DIE STÄTTLICHSTE

Name Pol-e Chadschu.

Ort Die Brücke führt über den Fluss Zayandeh Rud und verbindet zwei Stadtteile der iranischen Millionenstadt Isfahan.

Typ Zweigeschossige Steinbrücke mit 23 Bögen und Staudamm-Funktion. Nur Fußgänger dürfen sie nutzen.

Ausmaße Der um 1650 entstandene Prachtbau erstreckt sich über eine Länge von 128,7 Metern. Das Zentrum der Anlage bildet ein Vergnügungspalast, den der Bauherr Schah Abbas II. als Aussichtsturm nutzte. Heute ist die Brücke ein beliebter Treffpunkt für jedermann.

Auch wissenswert Lord George Curzon, einst Vizekönig von Indien, adelte die Pol-e Chadschu als „stättlichste Brücke der Welt“.



FÜR MUTIGE

Name Hussaini Bridge.

Ort Die Brücke verbindet die Ufer des Flusses Hunza beim Dorf Hussaini im Norden Pakistans.

Typ Drahtseil(akt)-Hängebrücke mit Holzplanken.

Ausmaße 194 Meter lang.

Auch wissenswert Die 1968 fertiggestellte Hussaini Bridge – eine von mehreren ähnlichen Konstruktionen in der Region – geistert als gefährlichste Brücke der Welt durchs Internet. In der Tat sieht die löchrige Beplankung auf dem Foto wenig vertrauenserweckend aus, doch die Brücke ist sicherer, als es ihr Ruf vermuten lässt. Genauer gesagt: Sie war sicherer. Denn ein Monsun zerstörte die wichtige Verbindung 2010. Die Bevölkerung musste bei Hochwasser einen 20-Kilometer-Umweg in Kauf nehmen – bis 2017 endlich ein (weniger löchriger) Nachfolger über den Fluss gespannt wurde.

JAPANISCHER STEILHANG

Name Eshima Ohashi Bridge.

Ort Die Brücke überspannt den See Nakaumi zwischen den Städten Matsue und Sakaiminato.

Typ Zweispurige Rahmenbrücke für den Autoverkehr.

Ausmaße 1,7 Kilometer lang und 44,7 Meter hoch, damit weltweit die drittgrößte Brücke ihrer Art.

Auch wissenswert Das Bauwerk trägt den Spitznamen „Achterbahn“-Brücke. In der Tat sind die Anstiege mit 6,1 bzw. 5,1 Prozent Neigung eindrucksvoll, wenn gleich weniger spektakulär als es viele Fotos glauben machen.



FRENCH CONNECTION

Name Viaduc de Millau.

Ort Im südfranzösischen Zentralmassiv bei Millau. Die Autobahn A75 überspannt hier in bis zu 270 Meter Höhe das Tal des Tarn.

Typ Schrägseilhängebrücke.

Ausmaße Mit 2,46 Kilometern die weltweit längste reine Schrägseilbrücke und mit 343 Metern Frankreichs höchster Bau.

Auch wissenswert Bauherr der 400 Millionen Euro teuren Brücke ist der von Gustave Eiffel gegründete Konzern Eiffage.



H₂, OH!

Name Wasserstraßenkreuz Magdeburg.

Ort Vor den Toren Magdeburgs, wo sich Elbe (unten) und Mittellandkanal (oben) kreuzen.

Typ Kanalbrücke in Trogbauweise.

Ausmaße Die 918 Meter lange Brücke wiegt gefüllt 156.000 Tonnen – doppelt so viel wie der Luxusliner „Queen Mary“. Dank dreier Schleusen und eines Hebwerks können Schiffe zwischen Elbe, Mittelland- und Elbe-Havel-Kanal wechseln.

Auch wissenswert In westliche Richtung wartet bei Minden ein zweites großes Wasserstraßenkreuz auf die Schiffe. Dort kreuzt der Mittellandkanal die Weser.



AUTORS LIEBLING

„tomorrow“-Redaktionsleiter **Volker Paulun** wohnt bei Hamburg, der Stadt, die mit 2.485 Brücken mehr hat als Venedig, Amsterdam und Stockholm zusammen. Seine Lieblingsbrücke befindet sich allerdings 130 Kilometer weiter nördlich, im kleinen Ort Lindaunis. Dort quert seit 90 Jahren eine Klappbrücke die Schlei, bei der sich Bahn, Autos, Radfahrer und Fußgänger eine einzige Fahrspur teilen müssen.

GUT GELAGERT

Brücken müssen ohne großen Wartungsaufwand funktionieren – ganz gleich, ob es sich um Dreh-, Klapp-, Zug-, Hub-, Hänge- oder Schrägseilbrücken handelt. Für diese Anforderungen eignen sich Schaeffler-Trockengleitlager mit Elgoglide-Beschichtung besonders. Sie sind reibungsarm, stark belastbar, wartungsfrei und in Brücken rund um den Globus im Einsatz. Hier eine Auswahl:



Izmir (TR)

Die viertgrößte Hängebrücke der Welt überspannt das Marmarameer im Golf von Izmir. Über 100 wartungsfreie Gelenklager von Schaeffler sind bei der 2,6 Kilometer langen Osman-Gazi-Brücke verbaut. Sie verbinden an den Knotenpunkten die Fahrbahn mit den Hängeseilen.



Barcelona (E)

Die Hafenbrücke ist die weltgrößte Doppelklappbrücke. Die vier Klappendrehpunkte sind mit Großgelenklagern (Bohrung 670 mm) bestückt. Die Anbindungen der hydraulischen Antriebszylinder sind ebenfalls als wartungsfreie Gelenke ausgeführt. Jede Klappe misst 70 Meter und wiegt circa 2.000 Tonnen.



Kappeln (D)

Wartungsfreie INA-Großgelenklager sorgen für Funktionssicherheit bei der 23,5 Millionen Euro teuren Klappbrücke in Kappeln an der Schlei. Die 1.400 Tonnen schweren Klappenelemente öffnen sich bis zu 3.000-mal im Jahr.



Rotterdam (NL)

Die Klappbrücke Van Brienenoord 2 wurde 1990 fertiggestellt. Die circa 80 Meter lange und 1.900 Tonnen schwere Klappe bewegt sich in vier FAG-Pendelrollenlagern. Das Öffnen und Schließen besorgt ein Zahnstangenantrieb – ebenfalls mit FAG-Pendelrollenlagern und vollrilligen Zylinderrollenlagern bestückt. Um die Drehlager vor Stillstandserschütterungen zu schützen, wurde ein Stützmechanismus in die Brückenkonstruktion integriert, dessen Anlenkpunkte und Stützrollen sich auch in FAG-Pendelrollenlagern bewegen.



Storebælt (DK)

Eine der längsten Hängebrücken der Welt ist die Storebæltbrücke in Dänemark. Bei ihr sorgen zwölf Gelenklager in den Dämpfungs- und Verbindungssystemen dafür, dass die Brücke alle durch Wind und Verkehr verursachten Schwingungen ausgleichen kann.



Buenos Aires (RA)

Die Fußgängerbrücke Puente de la Mujer im alten Hafen der Metropole ist architektonisch und technisch eine Meisterleistung. Für die Lagerstellen des schwenkbaren Brückenteils sind 50 Jahre absolute Wartungsfreiheit gefordert. Ein typischer Fall für INA-Großgelenklager mit Lagerbohrungsdurchmessern von bis zu einem Meter.



Rügen (D)

Die Ziegelgraben-Zugbrücke für Straßen- und Schienenverkehr verbindet die Insel Rügen mit dem Festland. Sie besteht aus drei Teilen: zwei festen Brücken mit je 52 Meter Stützweite und dem klappbaren Mittelteil (29 Meter). FAG hatte schon den Vorgänger aus dem Jahr 1937 mit Pendelrollenlagern ausgerüstet. Beim Umbau in den 1990er-Jahren wurden in allen Drehpunkten (Klappe, Waagebalken, Zugstangen) Elgoglide-beschichtete Gelenklager verbaut.



Oude Maas (NL)

Die Hubbrücke Spijkenisse besteht aus vier 100-Meter-Segmenten. Die beiden mittleren können unabhängig voneinander in sogenannten Hissrahmen um 45 Meter angehoben werden. Die Laufrollen des Hissrahmens arbeiten mit insgesamt 168 FAG-Pendelrollenlagern. 16 Seiltrommeln – gelagert in je zwei FAG-Pendelrollenlagern – sorgen für den Antrieb. Die 64 FAG-Pendelrollenlager der 32 Seilscheiben müssen ein Gewicht von circa 170 Tonnen bei einer Drehzahl von 3 U/Min. tragen.



Falsterbo (S)

Die bei der Falsterbo-Brücke in Südschweden verbauten FAG-Pendelrollenlager müssen circa alle fünf Jahre gedreht werden, um eine einseitige Abnutzung zu vermeiden. Die Brücke quert seit 1992 den Falsterbro-Kanal. Die Vorgängerin wurde 1940 an gleicher Stelle installiert, nachdem sie 50 Jahre lang in Kopenhagen ihren Dienst getan hatte.



Kampen (NL)

Einen im wahrsten Sinne des Wortes glänzenden Eindruck machen die vergoldeten Seilscheiben in der Stadtbrug. Zweireihige Pendelrollenlager mit zylindrischer Bohrung übertragen die gewaltige Last des beweglichen Brückenteils, der sich in regelmäßigen Zeitabständen hebt und senkt, damit Schiffe freie Fahrt haben.



BEWEGENDE LANDSCHAFTEN

Gehen – die Urform der Fortbewegung. Frei von technischen Hilfsmitteln, ökologisch korrekt und überaus gesund. Autor Michael Vogeley entschleunigte auf einem bretonischen Zöllnerpfad, der im 18. Jahrhundert an den zerrissenen Küsten angelegt wurde, um Schmuggler zu überwachen.

— von Michael Vogeley

— Eine prächtige, farbige Flora und eine reiche Fauna über schier endlosen, blendenden Sandstränden sind die fast täglichen Begleiter auf dieser langen Tour auf den Spuren der „Douaniers“, der Zöllner. Und bunte Häfen mit Flair. Wanderers Traum ist es, die Schönheit der wilden und herausfordernden Bretagne-Küste zu erkunden. Ein gewaltiger Tidenhub lässt das Küstenbild der Bretagne zu jeder Tageszeit anders erscheinen. Das Meer zieht sich an manchen Stellen bis 20 Kilometer zurück.

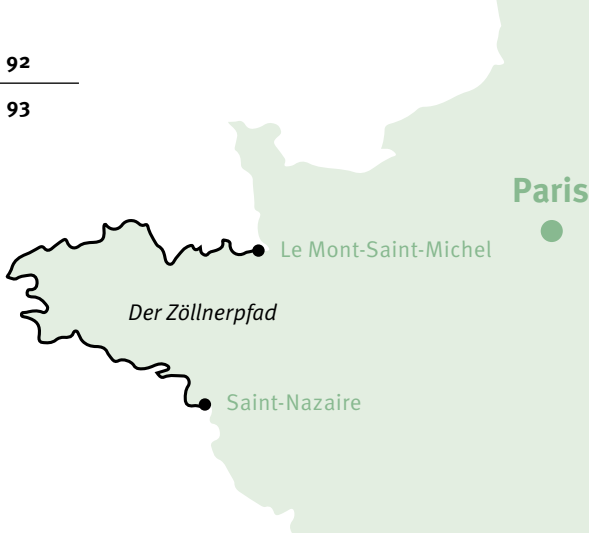
Fitness als Grundbedingung

In Saint-Nazaire, unserem Ausgangspunkt, treffen wir unseren französischen Freund Emile, der uns zu dieser 1.300-Kilometer-Tour eingeladen hat. Er orakelt: „Wer diese außergewöhnliche Tour angeht, sollte gut drauf sein.“ Er muss es wissen, hat er doch diese Herausforderung schon zweimal angenommen: einmal zu Fuß und das andere Mal mit dem Bike. Der Fußgänger braucht für die „Grande Randonnée“, die große Wanderung rund um die Bretagne, etwa zwei Monate, der Biker immerhin noch fast die Hälfte.

Der etwas nüchtern auch GR 34 genannte Fernküstenweg schlängelt sich zwischen Heide und Hinkelsteinen, zwischen Sandstrand und Ozean von Saint-Nazaire im Süden bis zum Mont-Saint-Michel im Norden. Ein Projekt, das viel Zeit in Anspruch nimmt. Aber wenn die Zeit knapp ist, pickt man sich „Rosinen“ aus dem Naturwunder Bretagne heraus. Zum Beispiel die raue, felsige Landzunge Pointe du Raz am Cap Sizun ganz im Westen, mit ihrer gewaltigen Brandung, die an die siebzig Meter hohen Klippen donnert und eingerahmt wird von leuchtend gelbem Ginster und purpurn blühendem Heidekraut. Emile schwärmt besonders von der beeindruckenden Kulisse der aufgetürmten Granitbrocken der Nordküste. In der sagenhaften Felsenwelt der rosa Granitküste liegen riesige Blöcke wie von lässiger Hand hingeworfen. Oft scheinen sie den Gesetzen der Schwerkraft zu



Dank guter Beschilderung können sich Wanderer einfach orientieren. Immer wieder gern fotografiert: durch die Ebbe aufs Trockene gelegte Boote und das „Haus zwischen den Felsen“



trotzen und regen mit ihren Formen die Fantasie an. So tummeln sich am besuchenswerten Strand von Coz Porz „Schildkröten“ und „Hexen“.

Von Schmugglern und Plünderern

Die nüchterne Bezeichnung GR 34 kommt Einheimischen nicht über die Lippen. Sie nennen den Weg „le sentier des douaniers“, Pfad der Zöllner. Staatsdiener überwachten von dem 1791 angelegten Weg aus die zerklüftete Küste, um dem lebhaften Schmuggel in den vielen kleinen, versteckten Buchten Einhalt zu gebieten. Zölle waren seinerzeit eine wichtige Einnahmequelle. Denn Frankreichs Könige hatten mit gigantischen Ausgaben für luxuriöses Leben am Hof, den Bau prächtiger Schlösser und die Kriegsführung die Staatsfinanzen arg strapaziert. Tag und Nacht, bei Wind und Wetter, überwachten bis ins 20. Jahrhundert hinein Zollbeamte die Küste. Jeder Abschnitt wurde dreimal am Tag abgegangen. Die Zöllner mussten dabei schwindelfrei und trittsicher gewesen sein. Wo der Pfad den Klippen nahekommt, schaut man besser auf den Weg als auf das blaue Meer. Das gilt auch für die Wanderer heutzutage. Als sich der Handelsverkehr im Laufe des 20. Jahrhunderts immer weiter liberalisierte, verließen die bretonischen Zöllner ihre Posten. Ihr Pfad wurde nach und nach von der Natur zurückerobert – bis sich ein paar Enthusiasten dafür einsetzten, den Weg für Wanderungen offen zu halten. 1968 wurde das erste Teilstück des GR 34 wieder freigegeben. So viel zur Geschichte.

Geschützt und gehegt

Über uns kreischen Möwen, als wir nach einem der seltenen „Verhauer“ wieder auf die rot-weiße Markierung stoßen. Heute ist der GR 34 fast durchgehend gut beschildert und markiert. Wir umlaufen fjordähnliche Buchten, lagern auf rauen Felsen, erfrischen uns im kühlen Meer. Mal dominieren weiße Sandbuchten, mal tiefe Fjorde, die aufgelockert sind mit bunten Fischerbooten. Wir folgen einer wild bewachsenen Flussmündung, wandern vorbei an alten Schlössern, einer Gezeitenmühle und bretonischen

Bauernhäusern mit knallbunten Hortensienhecken. Emile erzählt: „Diese Naturlandschaft steht unter strengster Bewachung des französischen Küstenschutzamts, des Conservatoire du littoral. Es wurden Wanderwege angelegt, beschädigte Gebiete restauriert und der Autoverkehr weitestgehend eingeschränkt.“ Tatsächlich zählt das Gestade zu den schönsten Europas, und das nicht zuletzt wegen seiner Vielfältigkeit.

Wir trekken weiter über wilde Klippen mit großartigen Ausblicken. Vorbei an alten Kriegsstellungen zum Kap mit dem Traumblick auf die Inseln Les Tas de Pois, was so viel wie Erbsenhaufen bedeutet, die als eine „site de France“ – ein besonders schützenswertes Naturdenkmal – ausgewiesen sind. Nach dem „maison entre deux rochers“, dem Haus zwischen zwei Felsen – dem wahrscheinlich meistfotografierten Motiv der Bretagne – gibt es eine Tourenverpflegung der besonderen Art. Bei einem Fischer schlürfen wir frisch geerntete Austern, hier wachsen die besten Frankreichs. Überhaupt: Die vielfältige, oft deftige bretonische Küche ist dem angestregten Wanderer sehr willkommen.

Großes Finale

Sind wir wirklich schon sechs Wochen unterwegs? Kein Tag war langweilig, und kein Tag glich dem anderen. Emile setzt den Rucksack ab und zeigt zum Horizont. Schemenhaft zeichnet sich die weltberühmte Silhouette des Klosters auf dem Mont-Saint-Michel ab. Gleichermäßen Pilgerziel und Touristenmagnet, verlieh die UNESCO diesem einmaligen architektonischen Ensemble 1979 das Label „Kulturerbe der Menschheit“. Hier erreichen Ebbe und Flut mit 15 Metern den höchsten Tidenhub Europas.

Vom Hafen von Saint-Nazaire bis hierher haben wir die Bretagne fast vollständig umwandert und sind dabei rettungslos dem Reiz der Meereslandschaften verfallen. Wir haben „le sentier des douaniers en Bretagne“, den GR 34, geschafft. Danke, Emile.

 bretagne.visite.org



DER AUTOR

Mit dem Kajak durch die Magellanstraße, auf Skiern quer durch Grönland, so tief wie nie ein Mensch zuvor hinab in die Gletscherhöhlen des Inlandeises, mit dem Segelboot von Grönland nach Island, mit dem Kanu in die Sahara, zu Fuß zum Nordpol: Autor Michael Vogeley hat die ganze Welt durchstreift und dabei auf naturgegebene Vortriebskräfte gesetzt.

Die nicht einmal 40 Einwohner der Felsinsel Mont-Saint-Michel werden pro Jahr mit 3,5 Millionen Besuchern konfrontiert. Der weltberühmte Ort ist nicht nur Etappenpunkt für Wanderer des Zöllnerpfads, sondern auch des Jakobswegs, des berühmtesten aller Pilgerpfade



GEHEN ZAHLEN & FAKTEN

— Die Vorfahren des heutigen Menschen bewegten sich erstmals vor rund 7 Mio. Jahren im **aufrechten Gang** vorwärts – das einschneidendste Ereignis in der Evolution des Menschen.

— Der aufrechte Gang führte zur **Arbeitsteilung der Gliedmaßen**: Beine und Füße übernahmen die Fortbewegung, Arme und Hände wurden frei zum Greifen und Halten.

— Bei einem Schritt, den die Wissenschaft in **2 Phasen** unterteilt, berührt ein Fuß 60% der Zeit den Boden, 40% ist er in der Luft.

— Die übliche **Schrittlänge** beträgt 63 bis 73 cm. Die Weltgesundheitsorganisation WHO empfiehlt, täglich **10.000 Schritte** zu gehen, umgerechnet also 6,3 bis 7,3 km.

— Sowohl beim Abdrücken während des Gehens als auch beim Landen entstehen **Stoßkräfte** bis zum 1,5-Fachen des Körpergewichtes.

— Beim Gehen verbraucht man rund **280 kcal/h**, beim Nordic Walking dagegen, bei dem 90 Prozent der Körpermuskulatur beansprucht werden, sind es 400 kcal/h.

IN ALLE RICHTUNGEN

— Wer hat nicht schon einmal davon geträumt? Ein Auto, bei dem sich die vier Räder beliebig einschlagen lassen, um das Einparken so einfach wie möglich zu machen. Schaeffler erforscht jetzt mit seinen Projektpartnern Paravan und Hella sowie dem FZI Forschungszentrum Informatik des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) die Grundlagen. Gefördert wird das Projekt OmniSteer – also die elektrisch gesteuerte Lenkung aller Räder bis zu einem Winkel von 90 Grad – vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. Dabei geht es nicht nur um neue Radaufhängungen und Lenkungen, sondern auch um Abstands- und Spurassistenten. Rangieren, Abbiegen, Spurwechsel im Stau, Zustelldienste, die einfach quer einparken können: Mit vier gelenkten Rädern wird der Verkehrsfluss besser, der Stress sinkt, auch Sicherheit, Komfort und Energieeffizienz profitieren davon. Ebenso steht die Automatisierung im Mittelpunkt. Ein geplantes Demonstrationsfahrzeug agiert dabei selbstständig, während der Fahrer Funktionen nachvollziehen, auswählen oder eingreifen kann.

ERLEICHTERUNG BEI PARKVORGÄNGEN

1951

Servolenkung

Chrysler

1959

Peilstege, Heckflossen zur Orientierung

Mercedes-Benz

1982

Abstandsmessung beim Parken per Ultraschall

Toyota

1991

Peilstäbe, am Heck pneumatisch ausfahrbar

Mercedes-Benz

1991

Rückfahrkamera

Toyota

2003

Geführtes Parken (Parkassistent)

Toyota

2005

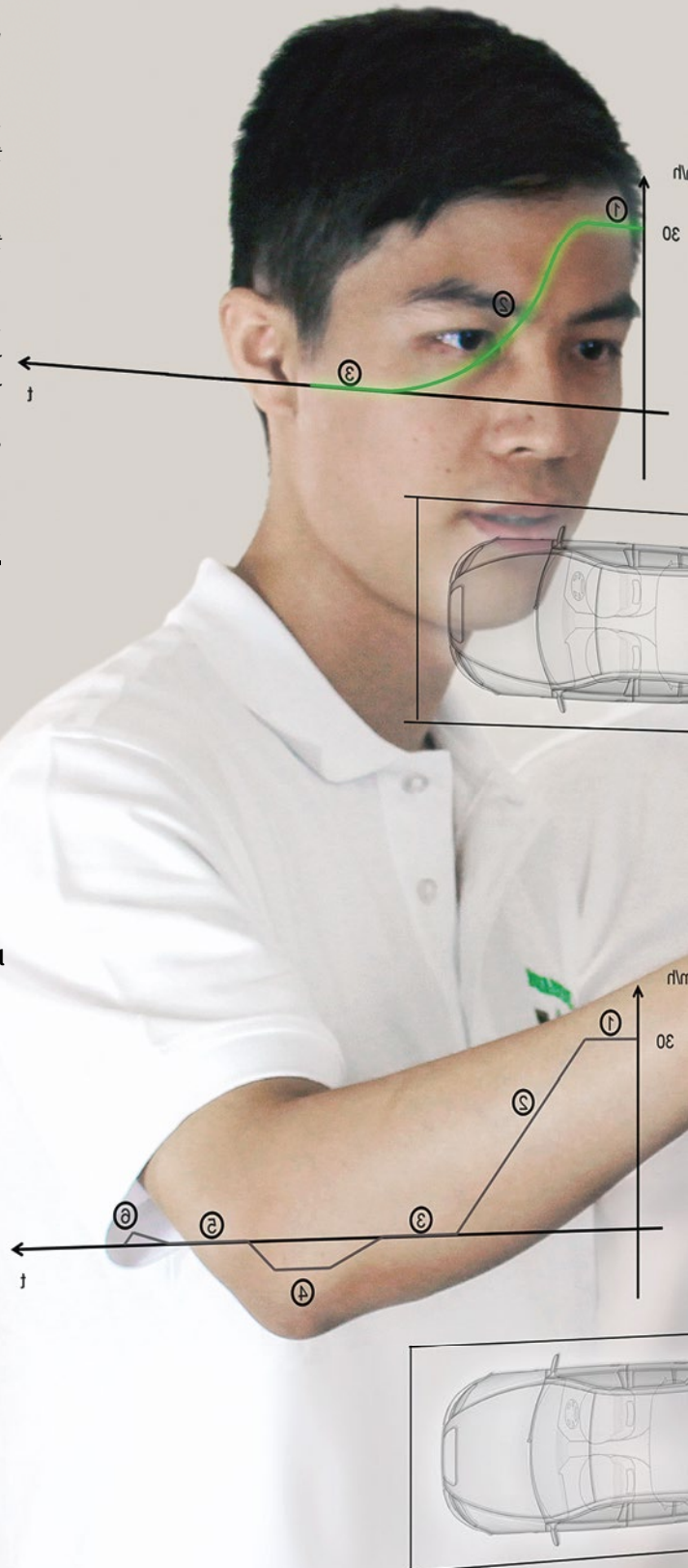
Abstandsmessung per Radar beim Parken

Mercedes-Benz

2015

Selbstständiges, ferngesteuertes Parken

BMW



ausblick

Technik für morgen

» Unser Kopf ist rund, damit das Denken die Richtung wechseln kann

Francis Picabia (1879–1953), frz. Schriftsteller und Maler



SCHNELLER UND INDIVIDUELLER

Routenplanung scheint ein längst gelöstes Problem zu sein. Doch Staus, Sperrungen und die Kombination von verschiedenen Verkehrsmitteln machen die einfache Aufgabe kompliziert. Informatiker arbeiten daran, dass wir auch dann den schnellsten Weg finden, wenn es knifflig wird.

— von Denis Dilba



— Küchentischgroße Karten, zentimeterdicke Autoatlanten und Kursbücher mit Abfahrts- und Ankunftszeiten in endlosen Tabellen – wer vor dem Zeitalter des Computers eine Reise planen wollte, brauchte mitunter einigen Platz, viel Geduld und auch etwas Glück. Denn „von so einem mühsam per Hand gesuchten und passend scheinenden Weg konnte man nicht wirklich sagen, ob er tatsächlich auch der schnellste ist, da man die Informationen über die Fahrzeiten auf den einzelnen Straßenabschnitten damals einfach noch nicht hatte“, sagt Dorothea Wagner, Professorin für Theoretische Informatik am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Kam dann noch ein Stau oder ein gesperrter Straßenabschnitt dazu, wurde Mobilität schnell zum ungewollten Abenteuer. Heute ist das glücklicherweise anders: Wer am schnellsten von A nach B kommen möchte, schaltet das Navigationsgerät ein oder zückt einfach kurz das Smartphone und befragt bahn.de, Google Maps oder die App der örtlichen Verkehrsbetriebe.

Dass Mobilität heute so viel schneller, komfortabler und individueller geworden ist, verdanken wir der Verfügbarkeit von genauen Daten aus digitalen Karten und vor allem modernen Routenplanungs-Algorithmen. Deren Siegeszug begann mit dem Algorithmus der kürzesten Wege, der bereits 1959 vom Niederländer Edsger Wybe Dijkstra entwickelt wurde. Und tatsächlich arbeiten die aktuellen Fahrplanauskunftssysteme und Routenplaner im Kern noch immer mit dem sogenannten Dijkstra-Algorithmus.

Da er zum Bestimmen des kürzesten Weges von Stadt A zu Stadt B aber die Verbindungen zu allen Städten auf der Karte berechnet und damit praktisch die gesamte Karte durchsucht, bekommt der Ur-Algorithmus bei großen Datensätzen Probleme. „Bei einer digitalen Straßenkarte von ganz Europa braucht der Dijkstra-Algorithmus mehr als eine Sekunde – und das ist heute zu langsam“, sagt Wagner. Denn wenn – wie heute üblich – mehrere Tausend solcher Abfragen von Smartphones und Computern aus gleichzeitig an einen Server gehen, summieren sich die Sekunden und werden so zum Knackpunkt.

Berechnungen in Millisekunden

„Für solche Szenarien braucht man daher Berechnungen, die innerhalb weniger Millisekunden durchgeführt werden können“, sagt Wagner. Daher musste der Dijkstra-Algorithmus in den vergangenen Jahrzehnten gehörig beschleunigt werden. „Dazu werden grundsätzlich Berechnungen genutzt, die die Karte vorab mit Informationen anreichern, um bei der Abfrage möglichst viele Wege logisch ausschließen zu können“, erklärt Olaf Meng, Produktmanager Traffic bei Garmin, dem Weltmarktführer für Navigationslösungen mit Sitz in der Schweiz. Welche Verfahren dabei zum Einsatz kommen, sei allerdings Betriebsgeheimnis, schließlich sind die Algorithmen, an deren Optimierung permanent mehrere Hundert Ingenieure

programmieren, wertvollstes Firmen-Know-how. Sie funktionieren aber ähnlich wie die simple und bekannte Lösung der Einteilung der Karte in quadratische Regionen. Mit dem Vorwissen, in welcher Region eine Zielstadt liegt, können sofort alle Berechnungsschritte für Städte, die nicht in der Zielregion liegen, eingespart werden. Wissenschaftler wie Wagner sprechen bei solchen Verfahren vom „Verkleinern des Suchraums“.

Für Routenplanung, bei der man keine aktuellen Komponenten, wie Staus oder Sperrungen infolge von Unfällen, einbezieht, sei die Berechnung damit heute schnell genug, so Wagner. „Interessant wird es, wenn wir Echtzeitdaten und komplexere Szenarien wie intermodale Mobilität betrachten. Da sind die Algorithmen oft noch nicht schnell genug“, sagt die Wissenschaftlerin. Denn bei einer Routenplanung, die vom Zu-Fuß-Gehen und dem Radfahren über Busse, Bahnen, Taxen und Carsharing-Anbieter bis hin zum Flugzeug alle Verkehrssysteme mit einbezieht, handelt man sich auf einen Schlag alle Probleme ein, die in den Einzellösungen vorkommen. „Der mathematische Aufwand, hier die optimale Route zu finden, ist daher auch bedeutend höher“, sagt Wagner.

Datengröße (noch) ein Problem

Die bestehenden Angebote, die andere Verkehrssysteme mit einbeziehen, wie beispielsweise die Apps Qixxit der Deutschen Bahn oder Moovel von Daimler, haben daher noch keine wirklich eigenständige algorithmische Lösung. Hier werde die Route typischerweise noch aus den separat abgefragten Verkehrssystemen nachträglich zusammengebaut, erklärt Wagner. Da laufe aber die Berechnung langsam und liefere zudem nicht zwangsläufig die schnellste Verbindung von A nach B, so die Informatikerin. Denn solche Apps arbeiten nur mit ausgewählten Partnerfirmen zusammen und nicht mit wirklich allen Verkehrsbetrieben, wodurch manche schnellere Alternative von vornherein nicht betrachtet wird.

Einerseits geschieht diese Auswahl, um keine Konkurrenzunternehmen zu fördern. So ist in die Daimler-App Moovel nur der eigene Carsharing-Dienst Car2Go eingebunden, nicht aber DriveNow von BMW. Andererseits erfolgt eine Beschränkung auf wenige Partner auch deshalb, weil die Datengröße bereits mit einer kleinen Auswahl extrem ansteigt. Wo es geht, wird daher der Suchraum für die Algorithmen begrenzt. Bahn.de schränkt beispielsweise den Radius der Fußwege auf ein bestimmtes Höchstmaß ein. Hier fielen zwar auch Verbindungen weg, bei denen ein längeres Stück zu Fuß zu einer insgesamt schnelleren Route führen kann, sagt Wagner. Das sei aber quasi Selbstverteidigung, da bei einer Erweiterung des Radius für Fußwege die Datengröße sofort explodiert.

Daran, diese Herausforderungen zu lösen, werde gerade überall gearbeitet, sagt die Informatikprofessorin. Erst vor einer Woche habe beispielsweise ein Doktorand an ihrem Institut zu diesem Thema eine Arbeit abgegeben. „Die intermodalen Angebote werden schrittweise schneller, in drei bis fünf Jahren erwarte ich wirklich gute Ergebnisse“, sagt Wagner. Besonders spannend sei auch die Routenplanung für Elektroautos, sagt Garmin-Manager Meng. Da müssten auch der Stromverbrauch und die Verteilung von Ladestationen einberechnet werden. Auch Wagner beschäftigt sich mit diesem Thema. Zukünftig werde es bei der Routenplanung generell auch mehr individuelle Einstellungsmöglichkeiten geben, die schnell und zuverlässig maßgeschneiderte Routen liefern. Dann wird man zusätzlich nach Kriterien wie Aussicht auf der Strecke, Zwischenstopps bei bestimmten Restaurants und dem Vorzug der Landstraße gegenüber der Autobahn filtern können.

Für sich selbst hat Wagner das Optimum in Sachen Mobilität übrigens schon gefunden: Zur Arbeit geht es jeden Tag auf dem gleichen Weg mit dem Fahrrad. „Da ist die Berechnungszeit gleich null.“



DER AUTOR

*Nach seinen Recherchen zu Routenplanungs-Algorithmen weiß **Denis Dilba** die Navigations-Apps auf seinem Handy noch mehr zu schätzen als vorher. Beim Wandern hat er auf Themen aus Wissenschaft und Technik spezialisierte Journalist aber vorsichtshalber immer auch noch Karte und Kompass dabei: Denen geht auf keinen Fall der Akku aus.*



SO FÜTTERT SCHAEFFLER ALGORITHMEN MIT DATEN

Schon heute sind viele Produkte von Schaeffler in der Lage, Daten zu sammeln, aus denen mit Echtzeitanalysen und kognitiven Systemen wichtige Informationen abgeleitet werden.

Ein gutes Beispiel dafür ist der elektromechanische Wankstabilisator, der fahrdynamische Daten erfassen kann, die vielfältig für ein vernetztes Fahren genutzt werden können. Fleißige Datensammler sind auch Sensorsysteme, die Schaeffler für den Schienenverkehr anbietet. Beim Cloud-basierten Condition Monitoring analysieren solche Hightech-Lösungen anhand verschiedener Parameter wie Temperatur, Vibration und Geschwindigkeit den Zustand des Bauteils und warnen, bevor ein Defekt zu Ausfällen führt.

Der Radsatzgenerator als autarke und sehr zuverlässige elektrische Energieversorgung für Güterwagen ermöglicht die Erweiterung der heute bereits realisierten Digitalisierungsansätze.

Experten von Schaeffler überwachen aber auch die Zustände von Tausenden fest montierter Maschinen und Anlagen. Über flexible Schnittstellen

oder die Schaeffler-Pre-Processing-Einheit werden Messdaten aufbereitet und können in die Schaeffler-Cloud übertragen werden. Die Analyse, Vorhersage und Optimierung erfolgt mittels neuer Algorithmen und kognitiver Methoden. Auffälligkeiten und Handlungsbedarfe werden aufgezeigt, Maßnahmen werden entsprechend eingeleitet.

Cloud-basiertes Condition Monitoring: Hightech-Lösungen analysieren Zustände von Bauteilen und warnen, bevor ein Defekt auftritt



WIE ALGORITHMEN UNS LENKEN

Jeder von uns nutzt sie im Alltag, doch fast niemandem ist bewusst, wie allgegenwärtig und mächtig die Rechenvorschriften heute sind. Eine Auswahl.

Der Google-Algorithmus ist neben dem von Facebook der meistgenutzte Algorithmus auf unserem Planeten. Was wir in der Vergangenheit gesucht und geklickt haben, soll bei der Anzeige der Suchergebnisse genauso eine Rolle spielen wie der Standort der Nutzer und die Vertrauenswürdigkeit der Treffer. Kritiker mahnen, dass eine Manipulation der Trefferliste unsere Entscheidungen beeinflussen kann. Außerdem könnte unser Leben vorhersehbarer werden, wenn wir nur noch tun, was Algorithmen uns vorschlagen.

Ob wir einen Kredit bekommen, einen Handyvertrag abschließen oder ein

Girokonto eröffnen können, entscheidet heute der Computer. Der Schufa-Score, also die Bewertung unserer Kreditwürdigkeit, berechnet sich aus Daten über bereits abgeschlossene Kreditverträge, Zahlungsverzögerungen oder nicht bezahlte Rechnungen. Manche Unternehmen bewerten die Zahlungsfähigkeit auch anhand von Facebook-Profilen.

Nicola Casagli, Geologe von der Universität Florenz, kombiniert Wetterdaten, Regenmengen, Satellitenbilder und Informationen über die Hangneigung eines Gebietes, um Erdbeben vorherzusagen. In besonders gefährdeten Regionen setzt er zusätzlich auf ein hochpräzises Bodenradar, das kleinste Erdbewegungen registriert. Bewohner betroffener Gebiete können durch den Algorithmus rechtzeitig gewarnt werden.

Sogenannte Predictive-Policing-Algorithmen berechnen aus Daten zu Tatort, Tatzeit, Art der Beute und dem Tathergang die Wahrscheinlichkeit von Einbrüchen in der Nachbarschaft des letzten bekannten Delikts. Da, wo das Risiko hoch ist, erhöht die Polizei ihre Präsenz. Ob die gesunkenen Einbruchszahlen in solchen Gebieten auf die Algorithmen zurückgeführt werden können, ist allerdings umstritten.

Sicher ist aber, dass Algorithmen darüber entscheiden können, ob wir einen Job bekommen oder nicht. Online-Bewerbungsportale prüfen so, ob die Bewerbungen vollständig ausgefüllt wurden, und lassen sie nach Schlüsselwörtern durchsuchen. Eine Bewerbung auf Papier ist dagegen übrigens nicht gefeilt: Auch diese kann digitalisiert und anschließend per Algorithmus analysiert werden.



AUS MASSE WIRD KLASSE

Sartre, die Suche nach Außerirdischen und was Ameisen mit vollen Autobahnen zu tun haben: Schwarmintelligenz kann für verbesserte Mobilität und mehr Sicherheit auf unseren Straßen sorgen.

— von Kay Dohnke

— Technische Entwicklungen und Problemlösungen an der Natur zu orientieren, setzt sich im Konzept der Bionik immer stärker durch – warum ein Rad neu erfinden, das sich in der Natur bereits seit Jahrhunderten oder länger erfolgreich dreht? Daher verwundert es nicht, wenn auch soziale Phänomene in der Tierwelt immer häufiger auf mögliche Anleihen für technische Prozesse studiert werden.

Wenn riesige Heringschwärme wie ein einziger gigantischer Körper durchs Wasser gleiten und angreifende Robben irritieren oder Bisons sich bei der drohenden Attacke eines Raubtiers – die Hörner nach außen – sternförmig rings um die Jungtiere stellen, wird gern von Schwarmintelligenz gesprochen. Tatsächlich steckt

derselbe Vorgang dahinter: Individuen werden durch ihr Verhalten zu einem Kollektiv, das Eigenschaften besitzt, die allen nützen, aber nicht von einem Einzelwesen erzeugt werden können. Lässt sich daraus etwas lernen?

***Alle an einem Strang –
ist das schon intelligent?***

Gern werden auch Seti und Wikipedia als Beispiel für Schwarmintelligenz angeführt. Bei Seti („Search for Extraterrestrial Intelligence“) durchsuchen viele Tausende private Rechner im Verbund die von Radioteleskopen aufgezeichneten Signale aus der Tiefe des Universums nach Hinweisen auf



außerirdische Intelligenz. Und bei Wikipedia kann jedermann Artikel zur weltgrößten Online-Enzyklopädie beisteuern oder vorhandene Beiträge korrigieren bzw. weiterschreiben.

Zwar zeugen Wikipedia-Texte von der Intelligenz ihrer Autoren. Doch weder bei Fischen und Bisons noch bei ET-Suchern oder klugen Schreibern entsteht aufgrund ihres Schwarmverhaltens tatsächlich „Intelligenz“ im engeren Sinn. Richtiger wäre, von Synchronisationsvorteilen zu sprechen: Die Tiere reagieren instinktiv als Gruppe, und die kollektive Beteiligung an Wikipedia oder Seti erzeugt keine nur auf diese Weise erreichbare Qualität, sondern vorrangig einen Zeitgewinn.

Scheinbar bedeutungslose Daten – für das Kollektiv wichtig

Der Schlüssel zum Verständnis echter Schwarmintelligenz liegt in der Frage, ob koordiniertes Verhalten Daten hervorbringt, die dem Kollektiv nützen und so einen Mehrwert erzeugen. Das demonstrieren Ameisen tagtäglich: Sie schaffen es in kurzer Zeit, den optimalen Weg vom Nest zur Futterstelle zu finden. Jede Ameise sondert während der Futtersuche und bei der Rückkehr Pheromone ab. Wer auf einem kurzen Hin- und Rückweg also mehrere Duftmarken setzt, markiert den Weg intensiver, als es eine Ameise auf dem Weg zu einer fernen Quelle kann. Die Pheromone locken andere Ameisenkollegen auf diese Fährte, die den Weg ebenfalls markieren. Je schneller das Duftmarken-Cluster wächst, desto mehr Ameisen nehmen den kurzen Weg zum Futter. Ein sich selbst steuernder Prozess setzt ein; individuell erzeugte Informationen werden mit zunehmender Menge sinntragend und nützen dem Kollektiv. Eine einzelne Ameise könnte das nicht leisten.

Einen ähnlichen Vorgang können wir am Steuer unserer Autos erleben: Stauhinweise basieren oft auf Positionsmeldungen von Handys. Jedes einzelne teilt mit, dass es sich derzeit nicht bewegt. Und wenn davon sehr viele hintereinander gleichzeitig signalisieren „Ich bewege mich nicht“, sind der exakte Ort und die Länge eines Staus schnell zu errechnen. Diese Daten zur Nicht-Mobilität nützen der Mobilität des Kollektivs – aus einer ausreichend großen Menge an Informationen entsteht ein neuer Zusammenhang. Keines der Telefone gibt mehr preis als seinen Standort und seine derzeitige Immobilität. Kombiniert entsteht ein Abbild der

Verkehrssituation, auf das andere intelligent reagieren können. Diese Information als Mehrwert kann kein Individuum hervorbringen, aber jedes ist unverzichtbar am Zustandekommen beteiligt.

30 Beine und 42 Räder im Platoon

Bei Ameisen auf Wanderschaft kann man ein besonderes Verhalten beobachten – eines, von dem sich für unsere Mobilität viel lernen lässt. Zwei Dinge fallen auf: Ameisen sind stets in kleinen Gruppen zu fünf, sechs Individuen unterwegs, die einen Abstand zur vorauswandernden Gruppe halten, sie aber nie überholen. Das garantiert eine weitgehend unterbrechungsfreie Bewegung, auch wenn es vorne mal kurzzeitig stockt. Und: Wird es mal eng, nehmen die Tiere direkten Fühlerkontakt auf und können so auch auf engem Raum gleichmäßig vorankommen.

VORTEILE VON „PLATOONING“

— Von 50 auf bis zu zehn Meter kann der Sicherheitsabstand innerhalb eines Lkw-Platoons schrumpfen. Der Platzbedarf eines Dreier-Konvois würde sich halbieren.

— Elf Prozent Verbrauchsvorteil kann das Windschattenfahren im Platoon bringen.

— Wegen des „Ziehharmonika“-Effekts beim Bremsen und Beschleunigen sehen Experten zehn Lkw in einem Platoon als Obergrenze.

— Sollten 50 Prozent der jährlichen Fahrleistung von 150.000 km eines Lkw im Konvoi gefahren werden, könnte jeder angekoppelte Lkw knapp 2.000 Liter Diesel pro Jahr einsparen.

— Circa 90 Prozent aller Lkw-Unfälle beruhen ganz oder teilweise auf menschlichem Versagen. Platooning könnte die Zahl deutlich reduzieren.





Wie sich das auf den Straßenverkehr übertragen ließe, hat Volvo bereits 2012 mit dem Projekt Sartre („Safe road trains for the environment“) getestet, indem mehrere untereinander abgestimmte Fahrzeuge im Konvoi fuhren. Und 2016 bewiesen alle europäischen Nutzfahrzeughersteller bei der Platooning Challenge, dass der Betrieb mittels elektronischer Datenübermittlung gekoppelter Lastzüge funktionieren kann. Entwickler intelligenter Fahrzeug-Steuerungssysteme wie etwa Highway Pilot Connect haben das Verhalten der Ameisen in Form des Platooning – die Fortbewegung in kleinen Zügen – auf den Straßenverkehr übertragen. Dabei reihen sich mehrere Fahrzeuge hinter einem Leitfahrzeug ein. Über WLAN fast wie mit einer elektronischen Deichsel miteinander verbunden, geben die Assistenzsysteme des ersten Fahrzeugs alle wichtigen Informationen an die Folgefahrzeuge weiter.

Weniger Platz, weniger Verbrauch

Das Fahren in solchen Konvois – testweise werden meistens drei Sattelzüge eingesetzt – bringt gleich

mehrere Vorteile, wie Thomas Grimm, bei Schaeffler Leiter Produktmanagement Nutzfahrzeuge, ausführt: „Es senkt den Luftwiderstand der im Windschatten fahrenden Folgefahrzeuge, erhöht die Sicherheit und reduziert den benötigten Straßenraum.“ Tatsächlich kann Platooning die CO₂-Emissionen und den Kraftstoffverbrauch um bis zu elf Prozent senken. Statt normalerweise ca. 150 Meter ist ein Konvoi nur noch etwa 80 Meter lang. Der Straßenraum wird besser ausgenutzt, die Bewegung erfolgt sehr gleichmäßig. Das Leitfahrzeug gibt ein Signal, wenn Eingriffe der Fahrer der Folgefahrzeuge nötig werden. Dabei erhöht sich die Sicherheit: Ein Fahrer hat 1,2 Sekunden Reaktionszeit, elektronische Systeme geben Hinweise in 0,1 Sekunden an die Assistenzsysteme der Folgefahrzeuge weiter. Aber selbst die besten Reaktionszeiten erfordern ein zuverlässig verzögerndes Bremssystem – gerade auch hinsichtlich der minimalen Abstände in einem Platoonverband. „Schaeffler liefert wichtige Komponenten für die Zuverlässigkeit von Bremsen“, so Grimm. „Auch die Achslasterkennung und die darauf beruhende Warnung bei Fehlbelastungen, die verlängerte Bremswege und kritische Bremsverhalten in

Notsituationen zufolge haben können, sind Themen, mit denen wir uns bei Schaeffler beschäftigen.“

Schwarmintelligenz auf den Straßen

Platooning ist eine Form angewandter Schwarmintelligenz – der Nutzen sind reduzierter Kraftstoffverbrauch, verbesserter Verkehrsfluss und erhöhte Sicherheit. Für den Praxisbetrieb sind alle nötigen Technologien verfügbar und teilweise bereits in den Fahrzeugen vorhanden. „Denkbar ist“, erklärt Grimm, „dass sich smarte Lkw in naher Zukunft autonom koordinieren und streckenweise Platoons bilden, ohne dass eine übergeordnete Koordination nötig ist“ (siehe auch Infokasten unten). Der ökologische Nutzen, die verbesserte Straßennutzung und eine auf breiter Datenbasis optimierte Fahrstrategie sprechen für die Einführung solcher Systeme.

Dem breiteren Einsatz der Platooning-Systeme stehen allerdings vielerorts noch die Verkehrsvorschriften

entgegen: Sie schreiben für Lastwagen häufig einen Mindestabstand vor, der deutlich über den 15-Meter-Lücken eines Platoons liegt. Angesichts der großen Vorteile dürfte die rechtliche Anpassung außer Frage stehen, und dann werden Lastwagen-Platoons auf unseren Autobahnen so selbstverständlich werden, wie es die kleinen Ameisentrupps auf dem Waldboden schon immer sind.



DER AUTOR

Kay Dohnke ist freier Journalist in Hamburg mit den Arbeitsschwerpunkten Nachhaltigkeit und Mobilität. Bei allem Verständnis für einen reibungslos fließenden Verkehr: Dass beim Platooning die ökologischen Vorteile gleichrangig neben anderen Nutzaspekten stehen, ist für ihn ein besonderes Plus dieser Technologie.

SCHWARMINTELLIGENZ BEI SCHAEFFLER

„In der Schwarmintelligenz liegt aus Sicht von Schaeffler ein Schlüssel für Zukunftskonzepte im Straßenverkehr“, sagt Thomas Grimm, Leiter Produktmanagement Nutzfahrzeuge. „Auf unseren Straßen sind ständig Hunderttausende datenproduzierender Nutzfahrzeuge unterwegs. Wir als KomponentenhHersteller, aber auch Speditionen und Fahrzeughersteller sehen eine Aufgabe darin, diese Daten zu sammeln und auszuwerten, um größtmöglichen Nutzen für die Umwelt, die Verkehrsteilnehmer und die Fahrzeugbetreiber zu erzielen.“

Grimm erläutert es an vier Beispielen:

Sicherheit: Kritische Fahrbahnzustände oder Witterungsbedingungen (Eis, Aquaplaning, Starkregen, Nebel) können sensorisch erkannt und über eine Datencloud an den nachfolgenden Verkehr weitergegeben werden. Gleiches gilt für Änderungen im Verkehrsfluss (Staubildung, Stauende). Grimm: „Wer schon mal

ein Verkehrstraining im Lkw gemacht und erfahren hat, wie lang Bremswege werden können und wie hilflos man als Fahrer in einer solchen Situation ist, der weiß auch um die Wichtigkeit dieses Themas.“

Fahrstrategie und Schaltverhalten: Wenn Fahrzeuge intelligent Daten sammeln und ihre Fahrstrategien aufeinander abstimmen, lassen sich Umweltbelastungen verringern. „Jeder zusätzliche Schaltvorgang unter Vollast an harten Steigungen kostet etwa einen Liter Kraftstoff“, erklärt Grimm. „Und jede unnötige Bremsung kostet ebenfalls unnötig Energie. Je vorausschauender und gleichmäßiger sich ein Fahrzeug bewegt, desto effizienter und umweltschonender ist es“

Wartungsintervalle: „Sensordaten und Fahrwerte können von Fahrzeugen gesammelt und allen Nutzern zur Verfügung gestellt werden.“, erläutert Grimm. „Die Sicherheitsfenster von Verschleißteilen ließen sich optimieren und an das jewei-

lige Fahrzeug anpassen. Bauteile würden nicht mehr nach Zeit- oder Kilometerintervallen ausgetauscht werden, sondern erst am Ende ihrer tatsächlichen Nutzbarkeit. Das kann Betreibern großer Flotten erhebliche Kosteneinsparungen bringen und die Sicherheit erhöhen.

Straßeninstandhaltung: Über Sensoren der Fahrzeuge, z. B. in Wälzlager, können Schäden in Straßen erkannt und in einem frühen Stadium repariert werden. Das kann helfen, große, teure und langwierige Komplettsanierungen zu vermeiden.

Fazit: Fahrzeuge werden immer intelligenter, neue Märkte entwickeln sich. „Schaeffler bringt dort seine langjährige Erfahrung als Zulieferer ein und kombiniert diese mit neuen Technologien der Digitalisierung“, so Grimm. „Darin stecken ebenso Geschäftsmodelle der Zukunft wie in dem Sammeln und Aufarbeiten von Daten und dem Bereitstellen für Partner.“



VISION AUTONOMMOBIL

Eine Branche in Bewegung. An der modernen und vernetzten Zukunft des Automobils wird rund um den Globus geforscht und geprobt. Besuch in vier Epizentren der Bewegungs-Moderne.

CHINA ZWISCHEN SHANGHAI UND SHENZHEN

EINE NEUE IT-AUTOMOBILINDUSTRIE

„Wir sind chinesisch geprägt und haben chinesische Investoren an Bord“, sagt der Mann aus Deutschland. Sein Büro liegt in Hongkong, aber er ist ständig rund um den Globus unterwegs. Entsprechend weltläufig klingt es, wenn Carsten Breitfeld über die Zukunft des Autos spricht: „Wir glauben, dass die beiden Bereiche IT und Automotive im Auto gleichberechtigt sein müssen. Deshalb soll unser Fahrzeug die nächste Generation des Mobile Smart Devices werden. Dafür bauen wir eine digitale Plattform.“ Entwickelt wird der Computer auf Rädern dort, wo vor 40 Jahren bloß ein paar Fischerhütten standen. Dann wurde die Stadt gegenüber von Hongkong zur Sonderwirtschaftszone ernannt und explodierte förmlich. Heute leben offiziell zwölf Millionen Menschen in Shenzhen, wahrscheinlich sind es aber fast 20 Millionen.

„Wir wollen das Apple der Autoindustrie werden“, sagt Carsten Breitfeld. Klingt reichlich forsch für den Chef eines Start-ups – und liegt doch ziemlich nahe, wenn man sich genau-

er mit Future Mobility (FMC) beschäftigt. Breitfeld hatte sich als Projektleiter des BMW i8 international einen Namen gemacht. Als er die Münchner Anfang 2016 verließ, nahm er die halbe Führungsriege von BMW i mit. Hinzu kamen führende Köpfe aus dem Silicon Valley, die für Mercedes und Google an Mensch-Maschine-Schnittstellen und dem autonomen Fahren gearbeitet haben. Nicht zu vergessen Top-Manager von Tesla.

Future Mobility ist bisher nur Insidern bekannt. Zumal ein Jahr nach dem Start erst 100 Mitarbeiter an Bord sind. Dafür stehen die Expats-Chinesen ganz schön auf dem Gas: In Shanghai wird noch in diesem Jahr der Grundstein für eine Fabrik mit einer Kapazität von 300.000 Fahrzeugen jährlich gelegt. Ab 2019 soll ein elektrisches Crossover-Modell der Mittelklasse ab 40.000 Euro für die Auslastung sorgen. „Wir haben die Verträge mit einem Investitionsvolumen von rund 1,5 Milliarden Euro in Nanjing gerade unterschrieben“, freut sich Breitfeld. China will mit Elektroautos zu einer führenden

Automotive werden. Mehr Dynamik als ein cleveres Start-up mit einem riesigen Staat im Rücken geht wohl kaum.

Der Unterschied zwischen Hoffnung, Hype und harten Fakten beruht auch auf den Investoren. Hinter Future Mobility stehen die Elektronikkonzerne Foxconn und Tencent. Mit rund einer Milliarde Nutzern ist Tencents 2011 eingeführter Messenger-Dienst „WeChat“ die erste Adresse in China für Mitteilungen und das Versenden von Fotos. Hinzu kommen digitale Dienste wie das Reservieren von Taxis, Flugtickets oder Restaurantischen über das WeChat-Konto. Mit satten Gewinnen aus Gebühren und Werbung sowie 200 Milliarden Euro Börsenwert ist Tencent mittlerweile eines der 50 wertvollsten Unternehmen weltweit. Foxconn wurde als Auftragsfertiger von Apple berühmt-berüchtigt. Unbestreitbar verfügen beide Unternehmen über große Tech-Kompetenz.

Neue Start-ups aus China wie Borgward, Linq, Faraday Future oder





Schaeffler ist seit Jahren einer der bevorzugten Technologiepartner der chinesischen Autohersteller. Regionalvorstand Dr. Yilin Zhang kennt den Markt in Fernost genau und treibt das Geschäft dort voran

» Der chinesische Markt bietet großes Potenzial. Mit der Kombination von Mechanik, Elektromotoren und Elektronik steigern wir unseren Wertanteil im Fahrzeug

Dr. Yilin Zhang
Regionalvorstand Greater China der Schaeffler AG

eben Future Mobility setzen auf Elektrofahrzeuge. Der Moment scheint günstig: China ist in kurzer Zeit zum größten Markt für Elektroautos geworden. Mit erschwinglichen Stromern will die Regierung den Sprung an die Spitze machen. Klar, dass die

neuen Modelle auch komplett vernetzte digitale Plattformen sind: Chinesen lieben Hightech-Spielzeuge. Sie stehen für die Aufbruchstimmung in einem riesigen Land, das vor wenigen Dekaden technologisch noch weit zurücklag.

Es wird spannend zu sehen, ob China den Aufstieg zu einer führenden Automation schafft.

Denn natürlich haben die klassischen „Autoländer“ die Signale vernommen: Es wird bereits am elektrisch-digitalen Automobil für morgen entwickelt. Audi-Chef Rupert Stadler bringt es auf den Punkt: „Das Rennen um die Zukunft tragen wir elektrisch aus.“ Alle etablierten deutschen Fahrzeughersteller wie Audi, BMW, VW, Porsche und Mercedes haben ebenfalls mit ihrer ganzen Wucht und Auto-Expertise große E-Auto-Initiativen gestartet – und verkünden ein elektrisches Modell-Feuerwerk für die nächsten – im Markt entscheidenden – Jahre.

Und es mischt auch die „klassische“ chinesische Autoindustrie mit. Zum Beispiel Great Wall Motors will auch ein Stück vom vorhersehbar großen Elektroauto-Kuchen.

SCHAEFFLER IN CHINA: WACHSTUMSKURS SEIT 1995

Effizienz und Elektrisierung – zwei der wichtigsten Themen für das Automobil der Zukunft. Schaeffler ist wegen der Kompetenz in diesen Feldern auch in Asien gefragter Entwicklungspartner und bereits seit 1995 in China aktiv. In acht Werken, zahlreichen Verkaufsbüros sowie einem Forschungs- und Entwicklungszentrum sind mehr als 11.000 Mitarbeiter beschäftigt. Ende 2018 wird Schaeffler Greater China in Xiangtan in der Provinz Hunan die nächste, etwa 20 Hektar große Produktionsstätte in Betrieb nehmen. In Planung ist auch ein Kompetenzzentrum E-Mobilität, um der wachsenden Bedeutung des chinesischen Marktes im Bereich Elektromobilität Rechnung zu tragen. Schaefflers Ziel in China: eine Verdoppelung des Umsatzes in den kommenden fünf Jahren. Aktuell kommen drei der acht großen Schaeffler-Serienaufträge für E-Achsen und Hybridmodule aus China.

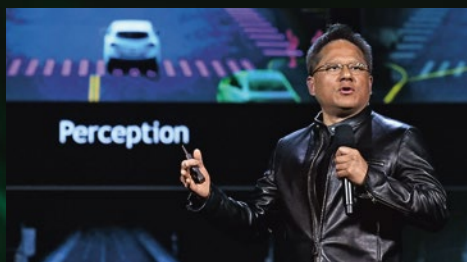
SAN FRANCISCO BAY AREA

DIE SUPERWELLE VON DER WESTKÜSTE

California Dreamin' ist ein Bestseller. Nicht nur als Popsong aus den 60er-Jahren. Sondern auch als Businessmodell des 21. Jahrhunderts. Es gibt nur wenige Gegenden in der Welt, in denen so viel Wagniskapital unterwegs ist wie im Silicon Valley. Tech-Milliardäre investieren ihren Gewinn direkt in neue digitale Start-ups. Neun von zehn Ideen floppen, doch jeder hofft auf das „next big thing“. So wie das iPhone von Apple, das soziale Netzwerk Facebook oder die Suchmaschine Google.

In der digitalen Welt geht es immer darum, die Kundenschnittstelle zu besetzen. Fast egal, ob sie in ein Auto, einen vernetzten Lautsprecher mit Mikrofon oder ein Smartphone verpackt ist. Google hat es idealtypisch vorgemacht: Mit dem Android-Betriebssystem für Smartphones zogen sie an Apple vorbei und beherrschen heute rund 80 Prozent des Marktes. „Dasselbe erleben wir jetzt beim Thema künstliche Intelligenz“, erklärt Arwed Niestroj, der das Daimler-Entwicklungszentrum im Silicon Valley leitet: „Momentan sehen wir erste Geschäftsmodelle wie die natürlichsprachlichen Assistenten Google Home oder Amazon Alexa. Die Nachfrage ist so hoch, dass jetzt auch Facebook und viele andere intelligente Systeme entwickeln.“

California Dreamin' bedeutet also, sich von der nächsten (Technologie-) Welle emportragen zu lassen. Ganz an die Spitze. Es ist eine Frage der Energie und der Geschwindigkeit, um die neuen Märkte so schnell zu besetzen, dass die Nachahmer das Nachsehen haben. Bei den Smartphones ist das gelungen. Jetzt geht die digitale Party in die nächste Runde. Und jeder versucht, in dieser Gründerphase ein eigenes Ökosystem rund um die künstliche Intelligenz aufzubauen. „Je erfolgverspre-



Mit seiner Firma Nvidia gilt Jen-Hsun Huang als einer der Big Player, wenn es um die Entwicklung von künstlicher Intelligenz geht

chender eine Plattform erscheint, desto mehr kreative Köpfe zieht sie an“, so Niestroj.

Hier ist es also, das „next big thing“. Programmierer, die bisher an Apps oder Computerspielen gearbeitet haben, sollen nun mit überschaubarem Aufwand auch autonome Anwendungen entwerfen. Der Hype ist riesig, auf der Elektronikmesse CES ist von fast nichts anderem mehr die Rede. IT-Giganten wie Alphabet (Google), Microsoft oder Nvidia ebnen mit vorbereiteten Software-Tools den Weg zur künstlichen Intelligenz. „Nvidia bietet nicht nur die Hochleistungs-Chips für neuronale Netzwerke an, sondern auch die Entwicklungsumgebung für derartige Programme“, erklärt Niestroj. Google

und andere sorgen zudem für günstige und beinahe unbegrenzte Rechenkapazitäten beim Maschinenlernen.

Die Geschäftsaussichten sind verlockend, weil sich künftig alles intelligent vernetzen lässt: Ob Autos oder (fliegende) Roboter – in den Startup-Communitys wird weltweit mit allen möglichen Anwendungen experimentiert. Auch Häuser und ganze Städte sollen sich intelligent selbst steuern. Zwischen diesen Systemen gibt es eine Menge Verbindungen. Es geht also nicht nur um das Auto als kompliziertestes mobiles Endgerät, sondern letztlich um das gesamte Internet der Dinge. Kein Wunder, dass in Kalifornien gerade mal wieder Goldgräberstimmung herrscht.

SCHAEFFLER UND IBM: STRATEGISCHE PARTNER

Digitalisierung ist ein wesentlicher Aspekt bei der strategischen Ausrichtung von „Mobilität für morgen“. Schaeffler hat sich hierbei für IBM als idealen Partner bei der digitalen Transformation entschieden. Komponenten von Schaeffler wie Lager oder Kupplungssysteme befinden sich in Autos genau dort, wo wichtige Zustands- oder Bewegungsinformationen entstehen. Nachdem Schaeffler in den vergangenen Jahren in Forschung und Entwicklung investiert hat, um klassisch mechanische Bauteile für das „Internet of Things“ (IoT) um Sensoren, Aktuatoren und Steuergeräte zu erweitern, gilt es, diese Daten zu verarbeiten und mittels Künstlicher Intelligenz (KI) auszuwerten und zu nutzen. IBM unterstützt mit seiner Expertise dabei, um die Daten, die in modernen Schaeffler-Bauteilen generiert werden, in wertvolle Informationen umzuwandeln. Das Ziel: vernetzte Autos.

TEL AVIV, ISRAEL

TECH-TOURISMUS AM MITTELMEER

Auf der Suche nach Partnern in Israel kommt in der Autobranche niemand an Amnon Shashua vorbei. Der Mathematiker hat 1999 Mobileye mitgegründet. 2016 arbeitete das einstige Start-up mit 27 Autoherstellern weltweit zusammen, jüngst kam die Partnerschaft mit Volkswagen hinzu. Mobileye ist eines der führenden Tech-Unternehmen bei der Bildverarbeitung. Relativ preisgünstige Monokameras mit überschaubarer Rechenleistung generieren dank schlanker Algorithmen höchste Datenqualität.



Brian Krzanich (Intel), Mobileye-Chef Amnon Shashua (M.) und BMW-Vorstand Klaus Fröhlich (r.) präsentieren das „Interior of the Future“

„Wir sind in der Pole-Position, um beim autonomen Fahren eine entscheidende Rolle zu spielen“, erklärt Shashua. Mit BMW und Intel – inzwischen nach Zahlung von 15,3 Milliarden Dollar Besitzer von Mobileye – arbeitet man an einer offenen Plattform für vollautomatisiertes Fahren (Level 4). 2021 soll sich der BMW iNext als erstes Produkt dieser Kooperation auch in Städten selbstständig zurechtfinden.

SCHAEFFLER UND AUTOMATISIERTES FAHREN: E-WHEEL-DRIVE ALS INNOVATIVER ANTRIEB

Emissionsfreie, intermodale und urbane Mobilität stehen bei Schaeffler groß auf der Agenda. Mit dem elektrischen Radnabenantrieb hat man eine Technologie entwickelt, die prädestiniert ist für automatisiertes Fahren. Der sogenannte „eWheelDrive“ zeigt, wie sich Antriebstechnik ins Rad verlegen lässt. Beim Radnabenantrieb sind alle Komponenten, wie Elektromotor, Leistungselektronik, Bremse oder Kühlung, in der Felge verbaut. Dies spart Platz und ermöglicht Spielraum für neue Raumkonzepte. Damit sind Radnabenantriebe prädestiniert, in Robo-Taxis eingesetzt zu werden – agile und automatisiert fahrende Personenwagen, die Bewohner großer Städte auf kurzen Strecken transportieren könnten. Im Visier der Entwickler sind auch sogenannte „People Mover“ – ultrakompakte, autonom fahrende Fahrzeuge, die Nutzer von öffentlichen Verkehrsmitteln auf der sogenannten „letzten Meile“ nach Hause bringen. „Wir haben die Vorentwicklung des eWheelDrive so weit vorangetrieben, dass wir jetzt mit konkreten Projekten in die Umsetzung gehen können“, betont Sebastian Wielgos, der bei Schaeffler das Entwicklungsprogramm eWheelDrive leitet.



Der hoch integrierte eWheelDrive erlaubt gänzlich neue Fahrzeugkonzepte mit Vorteilen bei der Raumnutzung

HERZOGENAURACH, DEUTSCHLAND

DAS LAND, IN DEM DAS AUTO ERFUNDEN WURDE

Die Sätze könnten von einem modernen Gründer stammen: „Meine ganze Leidenschaft ist auf Erfindungen gerichtet, die uns Menschen voranbringen können“, schrieb vor 140 Jahren ein gewisser Carl Benz an seine spätere Frau Bertha: „Selbst wenn am Ende nicht das Gelingen, sondern nur ein Scheitern stünde: Es ist mein Weg, den ich gehen muss.“

Tollkühne Vor- und Querdenker wie der damals 25-Jährige haben das Automobil gegen alle Widerstände ins Rollen gebracht. Wer es mit den Möglichkeiten der Mikroelektronik neu erfinden will, muss allerdings Mannschaftssport betreiben. Sich wie Carl Benz allein in einer kleinen Werkstatt abzuplagen, funktioniert nicht mehr. Deshalb wird auch am Traditionsstandort Deutschland an neuen Partnerschaften geschraubt.

Luxusautos made in Germany sind ein Exportschlager in der ganzen Welt. Nahezu die Hälfte des Umsatzes im hiesigen Fahrzeugbau wird mit Produktinnovationen erzielt – ein unangefochtener Spitzenwert im Branchenvergleich. Entsprechend gut gerüstet seien die hiesigen Zulieferer für die Herausforderungen der Zukunft, meint Matthias Wiss-

mann: „Die deutschen Zulieferer sind Innovationstreiber. Ihr Wertschöpfungsanteil am Automobil beträgt 75 Prozent. Ein Drittel der Forschungs- und Entwicklungsausgaben der deutschen Automobilindustrie wird durch Zulieferer gestemmt“, betonte der VDA-Präsident im vergangenen Jahr.

Klare Stärke der eng vernetzten Automation ist der Maschinenbau. Innovationen sind zwar schon in den vergangenen zehn Jahren stark von der Mechatronik getrieben worden. Aber es waren immer noch Bauteile, aus denen ein Datenkabel hing. Der nächste Schritt führt darüber hinaus in die datengetriebenen Dienstleistungen. „Künftig wird das Auto Teil einer Informationskette, wie wir sie im Smartphone schon erleben. Der untergeordnete Erfolgsfaktor liegt in der Hardware. Der eigentliche Erfolg beruht auf Software und Analytik“,

sagt Prof. Peter Gutzmer. Der Entwicklungschef von Schaeffler ist kein Computer-Nerd, sondern promovierter Maschinenbauer. Umso erstaunlicher, was der Experte für Verbrennungsmotoren auf der CES erzählt.

Schaeffler war Anfang 2017 auf der weltgrößten Messe für Unterhaltungselektronik vertreten. Längst ist Las Vegas zum Top-Treffpunkt der IT-Branche mit den Automobilisten geworden. „Die Software-Giganten erkennen, dass die Welt der komplexen Maschinen noch weitgehend unbearbeitet ist. Als Schaeffler suchen wir genau hier den Kontakt, weil wir wissen, dass die Schnittstelle und die Modelle, die daraus entstehen, noch völlig offen sind“, sagt Gutzmer. Der 63-Jährige ist zugleich Vordenker und stellvertretender Vorsitzender des Vorstands – eine Art Revolutionär von oben: „Wälzlager wird das Auto auch in Zukunft noch

» **Wälzlager wird das Auto auch in Zukunft noch brauchen. Wir wollen sie so smart machen, dass sie Bedeutung für das Internet der Dinge bekommen**

Prof. Peter Gutzmer,
Entwicklungschef Schaeffler



Prof. Peter Gutzmer
steht bei der CES 2017
Rede und Antwort



Auf der CES 2017 in Las Vegas zieht Schaeffler mit dem Thema E-Mobilität zahlreiche Besucher in seinen Bann



Auf dem Weg in die schöne neue Autowelt nutzt Schaeffler die IBM-Plattform Watson, die mit dem Bus „Olli“ die Möglichkeiten des autonomen Fahrens demonstriert

brauchen. Wir wollen sie so smart machen, dass sie Bedeutung für das Internet der Dinge bekommen.“

Schaeffler nutzt die IBM-Plattform Watson, um die Betriebsdaten intelligent auszuwerten. Das Lager wird so zum Sensor mit Cloud-Verbindung – und zur Grundlage für digitale Geschäftsmodelle. „Wenn wir Sensordaten in bestimmten Formaten zur Verfügung stellen, um sie in den neuen Netzwerken integrierbar zu machen – dann können wir einen Teil der digitalen Dienstleistungen, die da drinstecken, ja auch selbst machen“, erklärt Gutzmer. Klingt logisch, ist aber ein ziemlicher Paradigmenwechsel in der Branche. Bisher werden mechatronische Bauteile von den Fahrzeugherstellern inklusive der Software gekauft. Datendienste, für die extra bezahlt wird, sind weitgehend Neuland.

„Das, was wir an analytischer Kompetenz in der Auslegungssoftware entwickelt haben, nutzen wir in Zukunft für den realen Betrieb als Vorhersage und machen daraus ein ergänzendes digitales Geschäftsmodell“, so der Technik-Vorstand.

Zur schönen neuen Autowelt fehlen nur noch die entsprechenden Programmcode-Artisten.

„Bis 2020 werden wir 500 Software-Spezialisten einstellen“, verrät Gutzmer. Die Resonanz sei gut, Partnerschaften wie mit dem Gründer-Campus Factory Berlin und Universitäten weltweit machen

Schaeffler in der Szene bekannt. Bei allem Mut zum Wandel bleibt der Entwicklungsvorstand Realist: „Wir dürfen in der Zeit nicht nur Kosten verursachen, sondern müssen auch Geschäftsmodelle schaffen, die Ertrag bringen.“ Denn Geld verbrennen – das wird in Deutschland wohl nie so populär sein wie im Silicon Valley.

SCHAEFFLER UND FACTORY BERLIN: PARTNERSCHAFTLICHE KOOPERATION BESCHLOSSEN

Austausch mit Start-ups, mittelständischen Unternehmen und Konzernen – das erhofft sich Schaeffler von einer neuen Kooperation: Vertreter des Unternehmens und des Gründer-Campus Factory Berlin unterzeichneten Anfang 2017 eine Partnerschaft für ein sogenanntes „Innovation Hub“. Dieses soll Schaeffler ein professionelles Umfeld und optimale Ressourcen für seine Digitalisierungs- und Innovationsinitiativen bieten.



Von links: Gerhard Baum, Chief Digital Officer Schaeffler AG, Prof. Dr.-Ing. Tim Hosenfeldt, Leiter Zentrale Innovation Schaeffler AG, Sebastian Müller, Senior Innovation Strategist Factory Berlin und Florian Flick, Venture Manager Zentrale Innovation Schaeffler AG



DIE TANKSÄULEN DER ERDE

Dass es die Tankstelle weiterhin geben wird, steht außer Frage. Aber sie wird anders aussehen als heute. Und sie wird deutlich mehr Leistungen anbieten als Shop, Waschen und Tanken. Wohin die Reise führen kann, ist schon heute zu beobachten.

— von Frank Urbansky



Einkaufen, Tanken, Laden, Meetings, Banking und Sharing-Station z. B. für den Bio-Hybrid von Schaeffler: Die Tankstelle von morgen bietet alles unter einem (Solar-)Dach

— Ein gutes Beispiel, wie die Tankstelle für die Mobilität von morgen aussehen könnte, findet sich unter anderem in der deutschen Hauptstadt Berlin. Nahe dem Messegelände in der Jafféstraße bietet der französische Total-Konzern seit 2014 ein breit gefächertes Energie-Angebot. Dort können Treibstoffe für alle aktuellen Antriebsarten getankt werden. Selbst Wasserstoff für Brennstoffzellenfahrzeuge ist verfügbar. Und mehrere Standards für die zahlreicher werdenden E-Autos: Schnellladesäulen, die in 15 bis 30 Minuten die Batterien „volltanken“ sowie der EU-verordnete Mennekes-Stecker und auch der aus Japan exportierte CHAdeMO-Standard. Andere Energiekonzerne wie Shell, BP oder ExxonMobil haben ähnliche Pilotprojekte am Start oder zumindest in der Planungspipeline.

Bei einem immer breiter werdenden Antriebsmix von Elektro, Hybrid und Brennstoffzelle bis zu den diversen Verbrennern ist es nur konsequent, dass Energie-Vielfalt auch an der Tankstelle der Zukunft Trumpf ist. Wobei nicht nur Experten bei Schaeffler davon ausgehen, dass im übernächsten Jahrzehnt noch 70 Prozent aller Autos (bei Nutzfahrzeugen eher noch mehr) einen Verbrennungsmotor an Bord haben werden – und sei es

nur, um Strom für den E-Antrieb zu generieren. Analog dazu schätzt auch der Energiekonzern Shell, dass selbst 2040 noch der übergroße Teil der Kraftstoffe an der Tankstelle flüssig sein wird.

Bei der flüssigen Kraft für Verbrennungsmotoren handelt es sich dabei nicht mehr ausschließlich um fossiles Benzin und Diesel und deren Blends mit Biokraftstoffen der ersten Generation. Die Biokraftstoffe der zweiten Generation verursachen keine „Tank-Teller-Problematik“, also die Treibstoffgewinnung zulasten der Nahrungsmittelproduktion. Die neuen Synfuels werden aus Reststoffen oder via Elektrolyse aus Luft und Wasser hergestellt. Der große Vorteil: Sowohl die Tankstelleninfrastruktur als auch die Logistik von der Raffinerie übers Großlager bis zur Tankstelle kann beibehalten werden.

Strom – (k)ein Geschäftsmodell

Gerade an Überlandstrecken werden sich auch E-Säulen an Tankstellen ausbreiten. Ob das Geschäftsmodell in urbanen Ballungsräumen für Tankstellenbetreiber sinnvoll ist, wird sich zeigen müssen. Denn Strom

SCHRUMPFEN UND WACHSEN

Jede zweite britische Tankstelle hat in den vergangenen 25 Jahren dichtgemacht, in den USA in einem ähnlichen Zeitraum jede vierte. Ähnlich sieht es in Kanada, Japan und Deutschland aus. Während sich das Tankstellennetz in den meisten Industrienationen in den letzten Jahrzehnten massiv ausgedünnt hat, verdichtet es sich aktuell in Schwellenländern. Das gilt insbesondere für Indien. Nachdem sich der dortige Markt für private Anbieter geöffnet hat, ist ein regelrechter Boom ausgebrochen. BP will schnellstmöglich 3.500 Stationen eröffnen, der russische Konkurrent Rosneft 1.000. Indian Oil, einer der drei bislang allein herrschenden staatlichen Anbieter, kontert mit ebenfalls 1.000 neuen Tankstellen – pro Jahr. Bei einem Marktvolumen von 116 Mrd. US-Dollar wundert es nicht, dass jeder ein möglichst großes Stück abbekommen möchte.

Quellen: Daily Mail, National Association of Convenience Stores, Wikipedia, BP, Bloomberg



So futuristisch sehen Wasserstofftankstellen von Linde schon heute aus

kann man schließlich auch zu Hause tanken. Oder am Arbeitsplatz, wenn das der Arbeitgeber akzeptiert. Patrick Carré, Shell-Tankstellenchef für Deutschland, Österreich und die Schweiz, sagte gegenüber der Zeitung „Die Welt“: „Ladestationen an den Tankstellen sind für uns erst dann als Geschäftsmodell denkbar, wenn die Zeit zum Stromladen deutlich auf wenige Minuten verkürzt und die Nachhaltigkeit eines Elektroantriebs erwiesen ist.“

Kraftstoffgeschäft schrumpft

Für die Tankstellen bleibt der Verkauf von Treibstoffen, egal welcher Sorte, – so zukunftssicher er auch sein mag – ein schwieriges Geschäft. Nach massiven Marktberichtigungen in den vergangenen Jahrzehnten scheint die Zahl der Tankstellen in den Industrienationen zwar die Talsohle erreicht zu haben (siehe Infokasten), aber wachsende Elektrifizierung, effizientere Motoren, andere Mobilitätsangebote und geringere Margen nagen am Umsatz. Der „Outlook for Energy“ von ExxonMobil geht davon aus, dass sich der weltweite Durchschnittsverbrauch von Autos und leichten Nutzfahrzeugen von 9,4 Liter pro 100 Kilometer im Jahr 2014 auf 5,2 Liter im Jahr 2040 reduziert. Gut für die Umwelt, schlecht für die Kasse, die sich anderweitig füllen muss. Schon jetzt decken die Tankstellen von Deutschlands Branchenprimus Aral über 60 Prozent ihres Einkommens

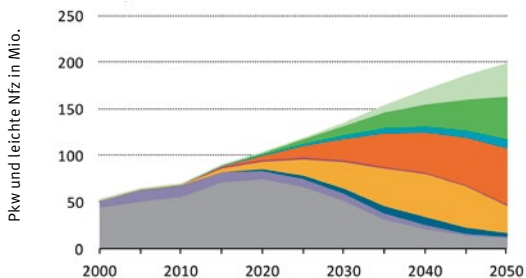


Charge and go: E-Tankstellen-Vision mit induktivem Laden von Siemens



WER TANKT WAS IM JAHR 2050?

Mit diesem **Zulassungsmix** könnte das Klimaziel „Erderwärmung maximal +2 Grad“ trotz insgesamt steigender Fahrzeugverkäufe erreicht werden.



Quelle: Global Transport Outlook 2050/Internationale Energie Agentur

- Benzin**
- Diesel**
- Gas (CNG/LPG)**
- Benzin-Hybrid**
- Diesel-Hybrid**
- Plug-in-Hybrid Diesel**
- Plug-in-Hybrid Benzin**
- Elektrisch**
- Brennstoffzelle**

aus dem Shop-Geschäft. Und auch bei Shell kauften nur 35 Prozent aller Kunden ausschließlich Kraftstoff.

Also sind zusätzliche Serviceangebote und damit Einnahmequellen willkommen. Und die entwickeln sich. Zum Beispiel Kooperationen mit Paketdiensten. So deponiert UPS schon jetzt bei einigen Star-Tankstellen unzustellbare Sendungen. Shell will ein ähnliches Projekt mit Amazon aufziehen. Der große Vorteil sind dabei die Öffnungszeiten der Tankstelle, die vielerorts deutlich über die des örtlichen Einzelhandels hinausgehen. Bankgeschäft, Backwaren, Kaffee – all das ist schon heute Tankstellen-Alltag. Mancherorts sogar schon Friseur oder andere Dienstleister des täglichen Bedarfs.

Mobilität bleibt Kerngeschäft

IT-Spezialist T-Systems hat eine Zukunftsvision entwickelt, bei der die Tankstelle noch viel mehr kann. Sie stellt den Tankenden Arbeitsplätze, auch für Meetings, zur Verfügung. Diese sind natürlich mit WLAN ausgestattet. Abgerechnet wird vollautomatisiert mit Mobile Payment – und zwar die Miete für den Arbeitsplatz, das Tanken und eventuelles Autowaschen sowie die Einkäufe, die man ja ebenfalls in der Tankstelle erledigen kann. So bleibt die Tankstelle auch in Zukunft das, was sie immer war – ein kommunikativer Treff.

Natürlich hat die Tankstelle auch oder vor allem bei Dienstleistungen rund ums eigentliche Kerngeschäft Mobilität eine Zukunft. Warum sollten sich Tankstellen nicht zum Mobilitätsdienstleister wandeln, Autos und gar Fahrräder vermieten oder im Carsharing aktiv sein? Einen Vorteil hat die Tankstelle: Man erwartet von ihr alles rund um die Mobilität. Also quasi gelerntes Verhalten. Eine Vision, die der ungarische Energiekonzern MOL in zehn bis 15 Jahren real werden lassen will, sieht so aus: Der Kunde lässt sich per App ein Carsharing-Fahrzeug an der Tankstelle bereitstellen, in dem bereits alle ebenfalls im dortigen Shop-Sortiment online geordneten Einkäufe deponiert sind. Keine schlechten Aussichten – Tanke schön!



DER AUTOR

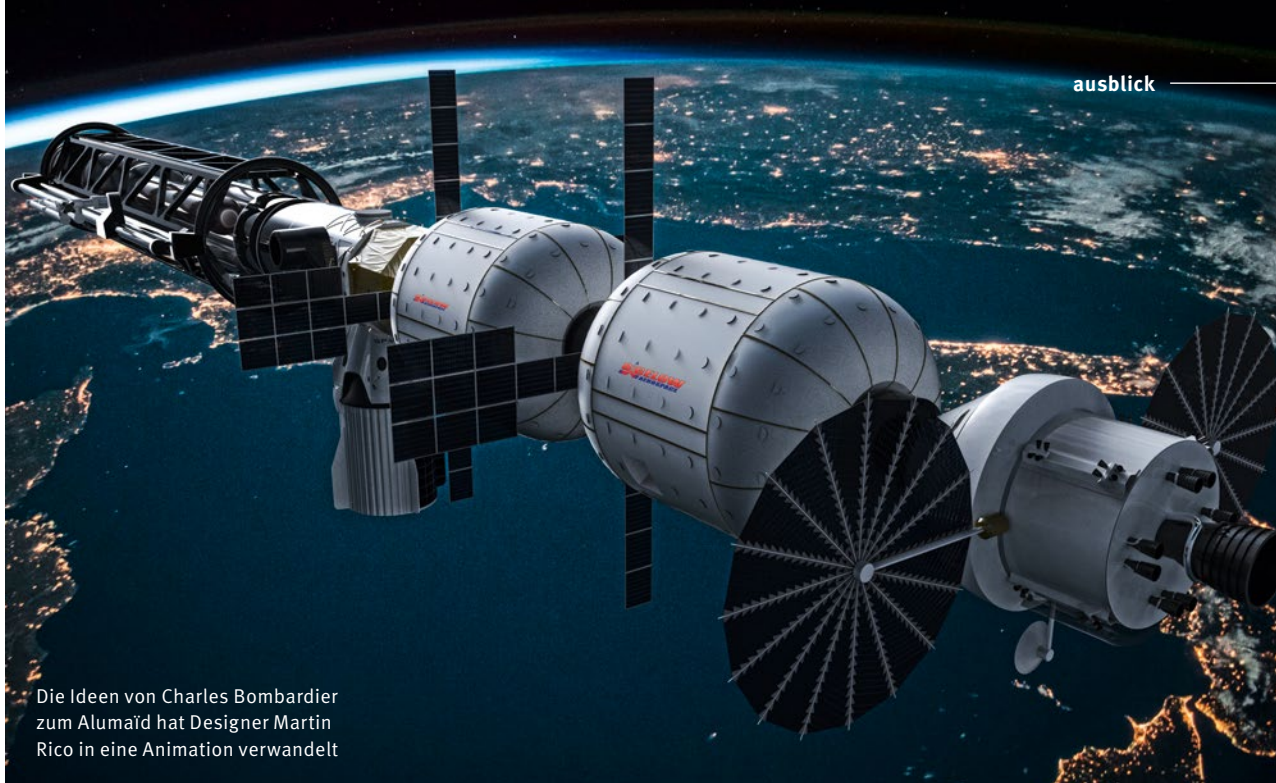
Frank Urbansky arbeitet seit 2014 als Fachautor und gründete den Blog „EnWi-Po“. Seine Schwerpunkte sind alternative Antriebe, Energiewirtschaft und -märkte. Er schreibt unter anderem für das „Autogas Journal“ und den „Brennstoffspiegel“. Zudem betreute er die Website der Fachzeitschrift „tankstellenWelt“. Eine besondere Affinität hat er zum Motorradrennsport.

HÖHER, **SCHNELLER**, WEITER

Transportkonzepte für die Zukunft? Das klingt schon fast abgegriffen in einer Zeit, in der sich Automobilhersteller primär als Mobilitätsdienstleister verstehen. Doch für Charles Bombardier (links) ist die Welt der Bewegung eine regelrechte geistige Olympiade. Er denkt gleich mehrere Schritte weiter: Von seriennahen Lösungen bis zu fantasiereichen Mitteln für die Fortbewegung auf der Erde, aber auch zwischen den Sternen entwirft er gewagte, witzige, verblüffend naheliegende, bisweilen aber auch utopische Ideen.

— von Alexander von Wegner





Die Ideen von Charles Bombardier zum Alumaïd hat Designer Martin Rico in eine Animation verwandelt

— Sein Thinktank nennt sich Imaginative, die Ideen lassen aufhorchen: Mit der Leichtigkeit eines Futuristen, aber dem Know-how eines gelernten Ingenieurs macht sich Charles Bombardier Gedanken über die Mobilität der Menschheit. Gemeinsam mit Industriedesignern aus aller Welt veröffentlicht er Renderings seiner Konzepte und erlaubt somit der gesamten Menschheit einen kostenlosen Zugriff auf seine Ideen. Vom viersitzigen Snowmobil für Kanada über eine innerstädtische Gondelbahn bis zum raumfahrttauglichen Überschallflugzeug ersinnt der Erfinder Hunderte Konzepte für die nähere und fernere Zukunft. Realisierung? Ungewiss. Aber darauf kommt es ihm auch nicht an.

Das Tüftler-Gen liegt in der Familie. Sein Großvater Joseph-Armand Bombardier gründete das gleichnamige Industrieunternehmen und erfand 1937 das Snowmobil. Von Flugzeugen und Zügen bis zu den Quads, Motorschlitten, Wasserfahrzeugen und dem Can-Am Spyder der Tochter Bombardier Recreational Products steht das kanadische Unternehmen für Mobilität auf Schienen, Straßen, Schnee, im Wasser und in der

Luft. „tomorrow“ stellt fünf Ideen von Charles Bombardier vor und hat Schaeffler-Ingenieur Prof. Dr.-Ing. Tim Hosenfeldt um sein Urteil gebeten.

ALUMAÏD

Das Raumgefährt Alumaïd kombiniert bestehende Technologien zu einem neuen System. Ein Orion-Raumschiff, zwei Bigelow-Raumstationsmodule, eine Axiom-Raumfahrtstation, ein Crew-Dragon-Raumschiff und ein Frachtraum mitsamt einem Canadarm2-Roboter bilden eine Einheit.

Der Clou: Das Gebilde schwebt nicht einfach in einer Umlaufbahn, sondern zwei Raketen von Masten Space Systems an jedem Ende der Konstruktion könnten Alumaïd zu neuen Zielen im Sonnensystem bringen. „Die Erforschung des Weltraums interessiert mich sehr“, sagt Bombardier. „Der Alumaïd ist ein Baustein dieser Zukunft. Natürlich ist das ein fortlaufender Prozess. Wir wollen damit eine Vision entwerfen, wie die Weltraumforschung in den nächsten 20 Jahren aussehen könnte.“

Die Besatzung bestünde aus vier Astronauten, bis zu acht Passagiere fänden im Zeitalter der kommerziellen Raumfahrt an Bord Platz. Dem Erfinder schweben bis zu 160 Tage lange Reisen zum Mars vor. Das Crew-Dragon-Raumschiff wäre strahlensicher und diente als Rettungsfahrzeug, die Bigelow-Module wären die Schlafkabinen. Für die täglichen Aktivitäten wäre die Axiom-Station geeignet. Der mit dem Canadarm2-Roboter erreichbare Frachtraum schließlich enthielte die Vorräte, die von Schwerlast-raketen ins All transportiert werden könnten.

Weitere Konzepte unter
 www.imaginative.org

PARADOXAL

Während seit dem Verschwinden der Concorde kein ziviles Überschallflugzeug mehr in Betrieb ging, will Charles Bombardier in seinem Paradoxal gleich zwei Geschwindigkeitsarten jenseits des Schalls miteinander kombinieren. Der Nurflügler ist für Überschall ebenso wie für Hyperschall – also fünffache Überschallgeschwindigkeit – konzipiert.

Er soll sich im kommerziellen Luftverkehr auf suborbitalen parabelförmigen Flugbahnen bewegen. Anders gesagt: Um beispielsweise die 12.000 Kilometer lange Strecke von

Los Angeles nach Sydney zurückzulegen, würde der Paradoxal bis auf 70 Kilometer über dem Meeresspiegel abheben und nach nur drei Stunden sein Ziel erreichen.

Ein R4E-Rotations-Staustrahl-Triebwerk, erfunden an der Universität de Sherbrooke von Jean-Sébastien Plante, David Rancourt und Mathieu Picard, übernimmt den Vortrieb bis 60.000 Fuß Höhe und Mach 3. Im Bereich darüber würde Flüssigsauerstoff (LOX) in den Gasaustrittsbereich eingespritzt werden, sodass ein Raketenantrieb entstünde. Zwei

gegenläufig verlaufende Luftstrahlen an den Anströmkanten des Flugzeugs verringern die Hitzeentwicklung und den Luftwiderstand beim Aufstieg und dem Wiedereintritt in die Erdatmosphäre. Diese Strahlen erzeugen sogenannte LPM-Düsen (Long Penetration Mode) mit Luft aus den Triebwerken oder aus Druckluftspeichern, erfunden von der NASA.

Die bildliche Gestaltung des Paradoxal-Konzepts von Juan Garcia Mansilla



ESCATEK

Schlange stehen am Flughafen: Das ist vor allem bei internationalen Reisen eine Prozedur, die Zeit und Nerven kostet, und das gleich mehrfach. Personen und Gepäck einchecken, Passkontrolle wie auch die Einwanderungsbehörde erfordern viel Geduld.

Charles Bombardier will diese Vorgänge während der Fahrt auf der Rolltreppe zu den Flugsteigen in einem einzigen Prozess integrieren. „Die Idee dazu hatte meine Ehefrau Pascale“, sagt der Kanadier. „Wir reisen oft, und sie fragte mich, ob man nicht bestehende Technologien und Infrastrukturen nutzen kann, um diese Prozesse zu verbessern.“

Statt an einer Personenkontrolle Schlange zu stehen, begeben sich die Reisenden ins nächstgelegene Escatek. Ihren Pass legen sie auf einer Vorrichtung links ab, ihr Gepäck rechts. Ein linearer Roboter kontrolliert den Reisepass, prüft seine Gültigkeit und klärt, ob der Passagier einen Flug gebucht hat. Dann würde das System alle weiteren Prüfungen absolvieren und den Passagier einchecken oder aber Flughafenpersonal und Sicherheitsbehörden alarmieren, falls etwas nicht in Ordnung wäre. Das parallel laufende Gepäckband würde die Gepäckstücke auf gefährliche Güter überprüfen, fotografieren, wiegen und dem Besitzer zuordnen. Großes Gepäck wandert in die Abfertigung, Handgepäck wird dem Passagier zurückgegeben. Bei Problemen könnte am Ende des Bandes wie bisher schon Personal zum Einsatz kommen. Das Escatek könnte sogar Fragen an die Passagiere richten und die Antworten aufzeichnen. Neben Flughäfen sieht Charles Bombardier Einkaufsmalls, Theater oder Sportstätten als Abnehmer einfacherer Versionen des Escatek.



PERCEPTOR

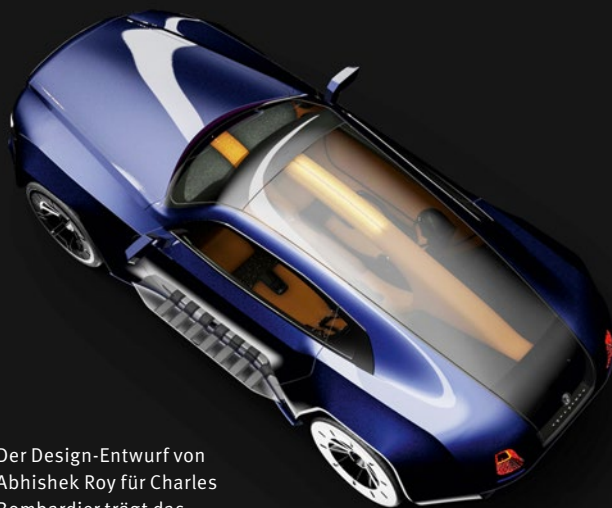
Der Perceptor ist nicht etwa ein einfaches Coupé mit einem Stilmix aus Retro und Avantgarde. Vielmehr versteht der Erfinder darunter ein neuartiges System, das verschiedene Autos in sich tragen können. Künstliche Intelligenz ist das Stichwort.

„Das System begleitet Sie auf jeder Fahrt, erfasst Ihr Verhalten und passt sich ihm an“, beschreibt Charles Bombardier. „Wenn man in ein anderes Auto steigt, würde die künstliche Intelligenz des Perceptor mitkommen und Sie jederzeit unterstützen. Ich wollte dem Fahrer eine einzigartige Erfahrung vermitteln, die über autonomes Fahren hinausgeht.“

Die Daten dieser künstlichen Intelligenz wären in einer Cloud beheimatet und theoretisch für alle Fahrzeugarten verfügbar – auch Motorräder, Boote oder Hubschrauber. Zunächst würde Perceptor die Vorlieben seines Benutzers erlernen: landschaftlich schöne Routen oder schnelle Verbindungen, bevorzugte Wege, Vermeidung bestimmter Orte oder Straßen.

Anschließend könnte das System Empfehlungen geben und dabei auch Stimmungslagen des Fahrers erkennen.

Ebenso ließe sich ein autonomer Modus aktivieren, wenn der Fahrer unter dem Einfluss von Drogen oder Alkohol stünde. Zudem könnte die künstliche Intelligenz das Fahrzeug autonom zur Wartung in eine Werkstatt fahren, während sein Besitzer bei der Arbeit ist.



Der Design-Entwurf von Abhishek Roy für Charles Bombardier trägt das Perceptor-Konzept in sich



Der Industriedesigner Ashish Thulkar hat diese Vision des Escatek-Systems nach den Vorgaben des Erfinders entworfen



URBANIA

Kein Parkplatz im eigenen Stadtteil, keiner am Arbeitsplatz? Überfüllte Straßen? Unzureichender öffentlicher Nahverkehr? Dann bleibt außer dem Zweirad – sei es mit Motor oder ohne – nicht mehr viel übrig. Es sei denn, Metropolen erkennen den Sinn des Mobilitätskonzeptes Urbania und sind bereit, in eine neue Infrastruktur zu investieren.

Auf den ersten Blick sieht die Gondelbahn aus, als sei sie von einem Freizeitpark oder einem Skigebiet in die Innenstadt verpflanzt worden. Einfache Kabinen mit einem Sitzplatz würden entlang einer Schiene hängend geführt werden. Charles Bombardier stellt sich ein modernes Führungssystem vor, das in großen Metropolen entlang wichtiger Verkehrsarterien gebaut werden könnte – für Pendler, aber auch Menschen mit Gehbehinderungen oder Touristen. Dem Erfinder schwebt ein elegantes, multifunktionales Design vor: Als Träger könnten Säulen funktionieren, die auch als LED-Straßen-

laternen geeignet sind und Elektrikanlüsse für Autos und Busse beinhalten.

Per Smartphone-App könnten Passagiere eine Kabine buchen, die sich zum Be- und Entsteigen absenkt, während der Fahrt aber über den Köpfen von Fußgängern und Radfahrern schwebt. Der Antrieb könnte elektrisch über einen Radantrieb auf der Schiene erfolgen oder mit einem elektromagnetischen System ähnlich einer Magnetschwebbahn. Von einer Notbremse bis zu einer ausklappbaren Leiter hat der Erfinder an alles gedacht.

INTERMODALE ZUKUNFT

Der Leiter Zentrale Innovation von Schaeffler bewertet die fünf Ideen.



Prof. Dr.-Ing.
Tim Hosenfeldt

„Bei Schaeffler bedeutet Mobilität für morgen in erster Linie, dass wir uns sicherer, sauberer und intelligenter auf der Erde und in deren Atmosphäre bewegen. Als Mitglied der astronomischen Gesellschaft bin ich zugleich aber auch

fasziniert von den Konzepten für die Bereiche Luft- und Raumfahrt. Schaeffler hat als Lieferant etwa für das Space Shuttle und den Mars Rover bereits erfolgreiche Erfahrungen mit extraterrestrischer Mobilität gesammelt. Das Konzept Alumaid schafft aus der Kombination bestehender Lösungen eine Innovation. Der Nurflügler Paradoxal eröffnet wichtigen Persönlichkeiten aus Wirtschaft und Politik, die zwischen Kontinenten pendeln müssen, die Chance, fast jeden Punkt der Erde in maximal einem halben Tag zu erreichen. Für die Mobilität der Allgemeinheit aber sind Raumfahrt und Überschall aus unserer Sicht kein großer Gewinn.

Wir glauben, dass die Intermodalität im Mittelpunkt steht, also die Verbindung von Individual- und Massenverkehr. Der rein ebenerdige Verkehr in zwei Dimensionen wird künftig nicht mehr ausreichen. Insofern ist das Konzept Urbania eine attraktive Lösung über der Erde. Der zweite Weg führt unter die Erde, etwa mit Aufzügen und unterirdischen People Movern. Urbania müsste so ausgelegt sein, dass der übrige Verkehr darunter fortgeführt werden kann. Ebenso darf ein Zu- oder Aussteigender die Nachfolgenden nicht aufhalten. Vielleicht nimmt man in größeren Urbania-Kapseln sogar kleine Fahrzeuge wie unseren Bio-Hybrid mit. In Zukunft werden auch Drohnen kommen, sei es für Lasten, Transportkapseln oder Personen.

Beim intermodalen Verkehr kommt auch das Konzept Perceptor ins Spiel. Die Menschen wollen ihr Verkehrsmittel wählen, um von Tür zu Tür zu gelangen. Ein Bedienkonzept zum Mitnehmen erleichtert dabei den Umstieg. Eine große Vereinfachung könnte zudem mit Escatek gelingen. Wer häufig in Flughäfen Schlange steht, wird das als einen großen Effizienzgewinn erleben.“



Industriedesigner Adolfo Esquivel hat die Ideen zu Urbania grafisch umgesetzt

DER AUTOR



In den Weltraum zieht es Autor **Alexander von Wegner** zwar nicht, doch am Escatek oder dem Urbania könnte er sehr wohl Gefallen finden. Die Beschäftigung mit allen Konzepten aber war gleichermaßen faszinierend.

Die Beschäftigung mit allen Konzepten aber war gleichermaßen faszinierend.

IMPRESSUM

Herausgeber

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

Kommunikation und Marketing

Christoph Beumelburg (Leitung)
Jörg Walz (Automotive)
Thorsten Möllmann (Corporate)

Konzeption

Jörg Walz (Schaeffler)
Thomas Voigt (Speedpool)

Chefredaktion

Jörg Walz (v. i. S. d. P.)

Redaktionsleitung

Volker Paulun, Stefan Pajung (Stv.)

Technische Beratung

Michael Krüger

Koordination

Carina Chowanek,
Anke von Lübken, Julia Schneider

Redaktion und Produktion

Speedpool GmbH
www.speedpool.com

Druckvorstufe

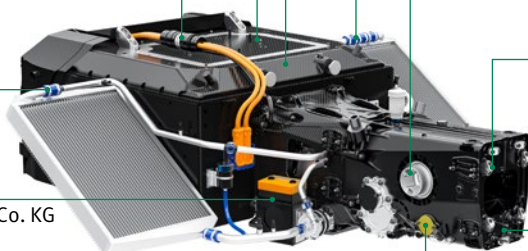
Julien Gradtke, Karolina Krywald,
Mathias Mayer, Diana Schröder

Schlussredaktion

David Feist,
Volker Hummel,
Christoph Kirchner

Druck

Hofmann Druck Nürnberg GmbH & Co. KG



Autoren

Denis Dilba, Kay Dohnke, Dr. Christian Heinrich, Lars Krone, Roland Löwisch,
Christel Trimborn, Frank Urbansky, Michael Vogeley, Alexander von Wegner

Grafik

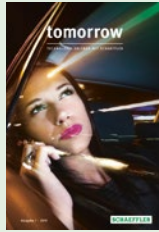
Manuela Mrohs (Ltg.),
Gökhan Agkurt, Jana
Herbst, Mariessa Rose,
Thomas Wildelau

Fotos/Illustrationen

Titel: Yiu Yu Hoi/Getty; S. 3: Schaeffler; S. 4/5: DISSING+WEITLING architecture, Getty, Ford, Schaeffler;
S. 6/7: DISSING+WEITLING architecture; S. 8: Layne Kennedy/Getty; S. 9: privat, Rolls-Royce, Stratolaunch, Shutterstock;
S. 10: Shutterstock, Bugatti; S. 11: Clouds Architecture, Artefact Group, ThyssenKrupp, Indian Ministry of Railways, Valder37/
Wikipedia; S. 12: Schaeffler, NASA; Liu Shangwen/Getty; S. 13: Sergey Denisov/Colourbox.de, Vincent van Zeijst/Wikipedia;
S. 14–21: Michael Kunkel/Hoch Zwei (14), Stereoscreen (1), shidhartha.de (1); S. 22/23: EyesWideOpen/Getty, privat; S. 24: Emir
Memedovski/Getty; S. 25/26: Schaeffler (2); S. 27: Haseef Rafiel; S. 28–31: Golden Sikorka/Fotolia; S. 32–34: Hapag-Lloyd
AG; S. 33: Hulton Archive, Lesley Wang/Getty; S. 36: Hapag-Lloyd AG; S. 38/39: Transcendental Graphics/Getty; S. 40/41:
vmiloserdov1981/Fotolia; S. 42: Leemage/Getty, Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH; S. 43: Ford (2), Audi, Getty, Porsche;
S. 44: Getty (2); S. 46: Heritage Images, Klemantaski Collection, Getty, Schaeffler, Porsche, Hoch Zwei; S. 47: Porsche; S. 48:
Getty (1); S. 49: Getty (2), Opel; S. 50/51: G. Dagli Orti/Getty; S. 52: Wikipedia, Schaeffler; S. 53: Schaeffler, Getty; S. 54/55:
Schaeffler (4); S. 57: Schaeffler, Colourbox.de; S. 59: Citroën (3), Schaeffler (1), Toyota (1); S. 60: Vossloh-Kiepe; S. 61–63:
Schaeffler (5); S. 64: Alexander Scheuber/Getty; S. 65: Stereoscreen; S. 66–68: Getty (4); S. 69: Schaeffler; S. 70/71: Ford;
S. 72: Spaces Images/Getty; S. 73: Schaeffler; S. 74: Naufal MQ/Getty; S. 75: Stereoscreen, Yongyuan Dai/Getty; S. 76:
Schaeffler; S. 77: Lynn Yeh/Fotolia; Schaeffler (7); S. 78/79: Rob Whitworth/Getty; S. 80: Schaeffler; S. 81: Arutthaphon
Poolsawasd/Getty; S. 82: Ed Freeman/Getty, Voenny/Colourbox.de, Maurio Lima/Getty, Thomas Imo/Getty; S. 83: Michel
Setboun/Getty, Thomas Janisch/Getty, Gogoro; S. 84/85: Getty (2); S. 86 (Getty (2), Balou46/Wikipedia; S. 87: Getty (2);
S. 88: Getty (2), Andree Stephan/Wikipedia, Andreas Lander/PA; S. 89: Erdmkiliic/Wikipedia, Igor Terekhov/Colourbox.de,
Canonier/Wikipedia, Wilbrink/Wikipedia, Henrik Sendelbach/Wikipedia, Jorge Lâscar, Darkone/Wikipedia, Lanting/Wiki-
pedia, Arando41/Wikipedia; S. 90: Jean Pierre Cudenec/Getty; S. 91 Michael Vogeley; S. 93: Lubosz/Wikipedia; S. 94/95:
Schaeffler; S. 96–99: Shutterstock (2), Schaeffler (1); S. 100–103: Getty (2), Continental (1); S. 104–111: Getty (5), Josekdesign
(1), Schaeffler (4), S. 112/113: Ivo Christov; S. 114/115: Siemens, Linde; S. 116: Christinne Muschi; S. 117–120: Imaginative

tomorrow

Alle bisher erschienenen Ausgaben



01/2015
**Mobilität
für morgen**



02/2015
Produktivität



03/2015
Unterwegs



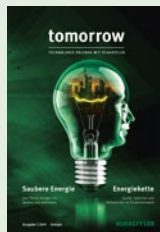
01/2016
Innovationen



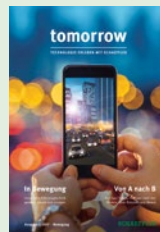
02/2016
Nachhaltigkeit



03/2016
Digitalisierung



01/2017
Energie



02/2017
Bewegung

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

tomorrow

im Internet



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



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

tomorrow

wurde ausgezeichnet



Silver Winner
„Custom Publications/
Corporations:
Technology“



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



Special Mention
Communications
Design
Editorial



Special Mention
für „herausragende
Markenführung“



Silber
Sonderpreis
„Internationale
Kommunikation“





WEB-WELTEN

*Die Mobilität für morgen
sowie weitere Megatrends
finden Sie auf
schaeffler.com*