

tomorrow

TECHNOLOGIE ERLEBEN MIT SCHAEFFLER

» **Geniale Menschen
beginnen große Werke,
fleißige Menschen
vollenden sie** Leonardo da Vinci

LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

waren Sie heute schon mobil? Mit dem Fahrrad, der Bahn, dem Flugzeug, dem Bus oder dem Auto? Dann heißen wir Sie herzlich willkommen in der Welt von Schaeffler. Denn die Wahrscheinlichkeit ist sehr hoch, dass in einem der von Ihnen genutzten Fahrzeuge Produkte der Schaeffler Gruppe im Einsatz sind. Auch wenn die Bauteile oft sehr klein sind, so sind sie doch von entscheidender Bedeutung. Manche unserer Innovationen sind bereits seit Jahrzehnten im Einsatz. Aber auch zukünftige Generationen sollen von unserem Know-how profitieren. Aus diesem Grund arbeiten wir schon heute an der „Mobilität für morgen“.

Mobil zu sein ist ein Grundbedürfnis. Von uns allen. Wie essen, schlafen und atmen. Die Mobilität mit all ihren Facetten ist das Schwerpunktthema des Technologie-Kompandiums von Schaeffler, das Sie in den Händen halten.

Mobilität ist Teil unseres Lebens und – geprägt durch viele Faktoren – ebenso vielfältig: Während in westlichen Industriestaaten selbst die Reise im Flugzeug fast so alltäglich ist wie eine Taxifahrt, schielen viele Erdenbürger noch immer neidvoll auf das klapprige Fahrrad des Nachbarn, das finanziell außer Reichweite ist.

Wohlgermerkt: noch. Denn in sogenannten Schwellen- und Dritte-Welt-Ländern wachsen Wohlstand und der Drang, (auto-)mobil zu sein, im Gleichschritt. Die damit verknüpften globalen Herausforderungen sind gewaltig. Laut den Vereinten Nationen verdoppelt sich der weltweite Bestand an Nutzfahrzeugen und Pkw von 750 Millionen im Jahr 2010 auf 1,5 Milliarden im Jahr 2030. In den Sektoren Bahn, Schiff- und Luftfahrt sieht es ähnlich aus. Doch woher kommen die Rohstoffe und die Energie, die für die Herstellung und den Antrieb all dieser Fahrzeuge benötigt werden?

Ein Schlüssel ist das Thema „Effizienz“, eine Kernkompetenz von Schaeffler. Und als global tätiger Technologiekonzern sind wir mit Entwicklungs- und Produktionsstandorten sowie maßgeschneiderten Lösungen auch dort vor Ort, wo die größten Herausforderungen auf uns warten: in Asien und in Südamerika. Ob



Start-Stopp-Automatik, variable Ventilsteuerung oder Zylinderabschaltung für Verbrennungsmotoren, Antriebslösungen für E-Mobilität wie eDifferenzial oder eWheel-Drive oder andere verborgene Sparkünstler – immer wieder werden Sie auf den folgenden Seiten erfahren, dass die Mobilität der Zukunft bei Schaeffler längst begonnen hat. Und das nicht nur im Automobilsektor.

Denn in den großen Städten, aber auch bei der Vernetzung globaler Zentren sowie im Bereich der Energiegewinnung sind neue Konzepte und Lösungen gefragt. Der Personen-, aber auch der Güterverkehr müssen effizienter werden. Staus verhindern, Leerfahrten reduzieren, Verkehrsmittel besser vernetzen, Verkehrsraum optimal nutzen – um nur vier Stichworte zu nennen. Das Angebotsspektrum von Schaeffler reicht neben Komponenten und Systemen für den Antriebsstrang im Automobil bis hin zu Produkten für Hochgeschwindigkeitszüge, von innovativen Lösungen für die Luftfahrt bis hin zu Wälzlagern für Sonnenenergie- und Windkraftanlagen.

Mobilität ist und bleibt ein spannendes Thema. Auch als Lesestoff. In diesem Sinne wünsche ich Ihnen einen ebenso vergnüglichen wie informativen Streifzug durch die folgenden 112 Seiten.

Klaus Rosenfeld
Vorsitzender des Vorstandes

global

Andere Länder –
andere Mobilitätsbedürfnisse

8

KULT AUF DREI RÄDERN

Die etwas andere Art, Indien hautnah kennenzulernen: **Tuk-Tuk-Rallye** durch den Subkontinent

14

AUF DEN STRASSEN DER WELT

Kreuzende Affen, halsbrecherischer Gegenverkehr: Erfahrungen des viel gereisten Rennprofis **Mark Webber**

18

UNTERWEGS AUF DEM MARS

Neugieriger Mobilist: **Der Mars-Rover Curiosity** erforscht, was ihm unter die Räder kommt

24

ALLTÄGLICHE MOBILITÄT

5 von über 80.000: Schaeffler-Mitarbeiter berichten aus dem **Pendleralltag** in ihrer Heimat



in bewegung

Mobilität im Laufe der Zeit

38

MOBILITÄT ANNO DAZUMAL

Zeitreise in Sachen Fortbewegung: Vor 130 Jahren begann die Ära des Autos, aber was war davor?

44

ZEITENWANDEL

Schneller, sicherer, effizienter: der **Reifeprozess einer Modellreihe**, aufgezeigt am Beispiel des VW Golf

52

IN DER STAUFALLE

Mexiko-Stadt, L.A., London, Tokio, Kopenhagen: wie Metropolen den **Verkehrsinfarkt** kurieren wollen

60

DER WEG IST DAS ZIEL

Die Mutter aller Fernzüge: unterwegs durch Mütterchen Russland mit der **Transsibirischen Eisenbahn**



jetzt-zeit

Ein Streifzug durch unser mobiles Leben

68

SPRITSPARER

Fahrzeug-Studien: Schaeffler zeigt praxisnah, wie **Autos effizienter** werden

76

WELTREKORDE

Bauwerke extrem: imposante Immobilien für unsere Mobilität

82

MOTORSPORT 2.0

Aufbruch in eine neue Epoche: Die rein elektrisch angetriebene **Formel E** revolutioniert den Motorsport

86

EXTRASCHUB FÜRS RAD

Die neue Leichtigkeit: Bei **E-Bikes** unterstützt Akku-Power die Pedalarbeit und eröffnet ganz neue Möglichkeiten

mobilität morgen

So sind wir in der Zukunft unterwegs

92

VIELFALT IST TRUMPF

Trendforscher im Interview: „Wir dürfen bei neuen Lösungswegen nicht eurozentristisch denken“

98

FLUG IN DIE ZUKUNFT

Mehr Verkehr, weniger Emissionen: Mit neuen Ideen will die **Luftfahrtbranche** „grüner“ werden

104

EIN AUTO, ZWEI MOTOREN

Platz geschaffen: Schaeffler lässt den **E-Antrieb ins Rad** wandern und ermöglicht neue Fahrzeugkonzepte

108

VON DER NATUR ABGESCHAUT

Vom Strömungsverhalten bis zu Bewegungsmustern: was Techniker aus der **Tier- und Pflanzenwelt** lernen können

110

SO ODER LIEBER SO?

Von **Verbrenner bis vollelektrisch:** Schaeffler zeigt verschiedene Wege zu automobilener Effizienz auf

114

IMPRESSUM



» *Auch die längste Reise beginnt
mit dem ersten Schritt* Laotse



global

Andere Länder –
andere Mobilitätsbedürfnisse

MOBILES UNGLEICHGEWICHT

— Mit 872 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohner ist Brunei das bestmotorisierte Land der Erde. Schlusslicht: der Sudan mit 3 Fahrzeugen pro 1.000 Einwohner. Auch der indische Subkontinent hat in Sachen Mobilität noch gewaltigen Nachholbedarf: Die Quote dort liegt bei 18 motorisierten Fahrzeugen auf 1.000 Einwohner. Zum Vergleich: In Nordamerika sind es 647, in Südamerika 160, in Europa 563, in Russland 317, in Japan und Südkorea 539, in China 79 und auf dem australischen Kontinent 713. —

Quelle: Int. Organization of Motor Vehicle Manufacturers (Stand 2012)

A vibrant street scene in India. In the foreground, a motorcycle with two passengers is seen from behind, moving along a road. The passenger in the back is wearing a white shirt and dark trousers. To the right, a yellow auto-rickshaw is visible, with a license plate that reads 'AP 11 0 9892'. In the background, a large, ornate white minaret with multiple tiers and arches stands prominently against a clear blue sky. The street is bustling with people, including women in colorful saris and men in various attire. The overall atmosphere is one of a busy, everyday scene in a major Indian city.

MIT 3 RÄDERN DURCH DEN SUBKONTINENT

Taxi, Transporter, Familienkutsche – das Tuk Tuk ist die mobile Allzweckwaffe Indiens. Waghalsige Touristen starten mit dem skurrilen Dreirad sogar zu Rallye-Rundfahrten.





1.300 €

kostet ein neues **Tuk-Tuk-Basismodell**. Das Jahreseinkommen im Durchschnitt liegt bei 1.022 Euro.

80 %

der Inder **mieten ihr Tuk Tuk** – um Reglementierungen bei der Zulassung zu umgehen.

Quelle: indiagovernance.gov.in

1,5 Mio.

motorisierte Rikschas fahren durch Indien. **Jährlich werden es 15 % mehr**. Indiens Anteil am weltweiten Tuk-Tuk-Bestand liegt bei 75 %.

Quellen: globalfootprints.org, embarqindia.org

— Es regnet in Strömen. Tiefe Spurrillen im spröden Asphalt verwandeln sich in Flüsse, unnachgiebig spritzt das matschgraue Monsun-Wasser bei voller Fahrt die Hosensbeine hinauf bis zum Bauch. Eine Tür zum Schutz? Sicherheitsgurte? Fehlanzeige. Wozu auch? Wer sich im klapprigen Tuk Tuk seinen Weg durch Indiens Straßenhölle bahnt, darf nicht zimperlich sein. Schmutz, Smog und hupende Blechlawinen gehören ebenso zu einer Abenteuerreise durch das Land der Gegensätze wie der Anblick friedlich grasender Rinder am Straßenrand.

Tuk-Tuk-Fahrer sind das Chaos gewohnt. Mit stoischer Gelassenheit schlüpfen sie auf ihrem dreirädrigen Gefährt in jede noch so kleine Lücke, klemmen sich an die Stoßstange des Vordermanns und überholen sogar, wenn im Gegenverkehr längst der nächste verbeulte Lkw auf sie zurollt. Bloß nicht anhalten. Getreu dem Motto „Wer bremst, verliert“ wird unaufhörlich gehupt, bis der

Weg frei ist. In einer 13-Millionen-Metropole wie Mumbai, durch die sich täglich rund 150.000 kreischende Auto-Rikschas, wie die Gefährte in Indien genannt werden, schlängeln, ist der Lärm kaum auszuhalten. Dennoch will der Inder nicht auf sein geliebtes Transportmittel verzichten. Es gehört zum Stadtbild wie der Käfer einst in Deutschland.

***Es wird unaufhörlich gehupt,
bis der Weg endlich frei ist***

Auch Touristen kommen in Indiens Großstädten nur schwer um die rund sechs PS starken City-Mobile herum, die Nachfahren des italienischen Piaggio Ape aus den Nachkriegsjahren sind. Es gibt bequemere Arten des individuellen Reisens, aber kaum billigere. Mit

ASIEN FÄHRT AUF ZWEI RÄDERN AB

Keine andere Fahrzeugkategorie wächst so rasant wie das motorisierte Zweirad.

Weltweit stieg die Zahl der motorisierten Zweiräder (Motorrad, Kleinkraftäder, Scooter, Dreiräder etc.) laut einer Erhebung der Weltgesundheitsorganisation WHO aus dem Jahr 2013 von 200 Millionen im Jahr 2002 auf 455 Millionen im Jahr 2010. Geradezu beeindruckend ist der Anteil Asiens an dieser Entwicklung. Fast 80 Prozent aller Motorräder sind auf dem Kontinent zugelassen, vornehmlich in Südostasien.

Vietnam (358 Motorräder pro 1.000 Einwohner), Malaysia (332), Indonesien und Thailand (je 251) sind die Länder mit der höchsten Motorrad-Dichte weltweit. In Bezug auf die Gesamtzulassungszahlen liegt China (110 Mio. Stück) vor Indien (82 Mio.), Indonesien (60 Mio.) und Vietnam (31 Mio.). In Vietnam machen Motorräder 96 Prozent aller Fahrzeuge aus. In Kambodscha, Indonesien, Myanmar, den Malediven und Laos sind es noch über 80 Prozent, in Indien 72 und in Thailand 61.

Ein Hauptgrund für den Markterfolg des Motorrads in diesen Ländern liegt auf der Hand: Im Gegensatz zum Auto ist ein motorisiertes Zweirad halbwegs erschwinglich. Eine Low-Budget-Honda (110 ccm, 8,25 PS, 86 km/h) kostet in Indien rund 530 Euro, das Einstiegsmodell von Auto-Marktführer Maruti Suzuki mindestens das Zehnfache. Und anders als in vielen westlichen Nationen ist das Motorrad in diesen Regionen kein Spaßmobil für die Freizeit, sondern Hauptfortbewegungsmittel – wenn nötig mit einem Bataillon Hühnerkäfige beladen.

Die Masse an Fahrzeugen, häufige Nutzung, chaotische Sicherheitsbedingungen und eine mangelnde Disziplin beim Tragen von Helmen drücken sich auch verheerend in der Zahl der Unfalltoten aus. Analog zum Marktanteil verbucht Asien auch 80 Prozent der jährlich rund 300.000 tödlichen Motorradunfälle für sich.

Nicht unerheblich sind auch die Umweltbelastungen, die von den Zweirad-Horden verursacht werden. Hier steuert Schaeffler mit effizienzsteigernden Entwicklungen gegen. Mehr dazu ab Seite 68.



Wieselflinke Cityflitzer, Zugmaschinen oder Schwerlasttransporter – gerade in Asien sind Kleinkraftäder, Motorroller und -räder preiswerte Allzweckwaffen urbaner Mobilität

RICKSHAW CHALLENGE

Der Klassiker Ab 1.125 Euro geht es auf drei Rädern sieben, neun oder 14 Tage quer durchs Land. Im Preis inkludiert ist auch die Unterstützung durch Mechaniker entlang der Reiseroute.

 rickshawchallenge.com

RICKSHAW RUN

Für Feierfreudige Für rund 1.000 Euro pro Team stehen drei jeweils 3.500 Kilometer lange Routen zur Auswahl. Im Ziel gibt es eine riesige Party.

 theadventurists.com/rickshaw-run

Kilometerpreisen von unter zehn Cent kann man sich im Tuk-Tuk-Taxi durch Indiens Städte chauffieren lassen. Wobei unbedarften Touristen gern das Dreifache abgeknöpft wird. Mit seinen Passagieren an Bord lenkt der Fahrer das Tuk Tuk im Zweitakt des kleinen Motörchens durch den Verkehr. Selten kommen die Mitfahrer in den Genuss der Höchstgeschwindigkeit von 50 km/h – zu dicht ist das Geschiebe im subkontinentalen Stadtverkehr.

Wer Indien komplett auf eigene Faust erkunden will, muss natürlich auch selbst ans Tuk-Tuk-Lenkrad. Möglich machen es zahlreiche Veranstaltungen wie die „Rickshaw Challenge“, eine der bekanntesten Tuk-Tuk-Rallyes des Landes. Fünfmal im Jahr treffen sich bis zu 25 Zweier-Teams in Panaji, Mumbai, Chennai oder Trivandrum und knattern in bunten Auto-Rikschas durchs Land. Auf den Starterlisten: abenteuersüchtige Individualisten aus der ganzen Welt. Kaum ein Einheimischer

MIT 2,55 MIO.

Pkw-Neuzulassungen ist Indien schon jetzt der sechstgrößte Automarkt der Welt. Die Analysten von J.D. Power prognostizieren einen Anstieg auf 11 Mio. Pkw-Zulassungen im Jahr 2020 und den Sprung auf Rang drei der Weltrangliste. Aktuell bevorzugt der indische Autokäufer kleine, preiswerte Autos. Bei den vier Weltmarktführern wird er kaum fündig, daher kommt keiner von ihnen auf mehr als 5 % Marktanteil. Von den Global Playern ist nur Hyundai mit einem zweistelligen Marktanteil vertreten (10 %). Topseller ist die indische Suzuki-Tochter Maruti, die je nach Fahrzeugsegment einen Marktanteil von 48 % aufweist.

Quellen: Credit Suisse, The Financialist, OICA



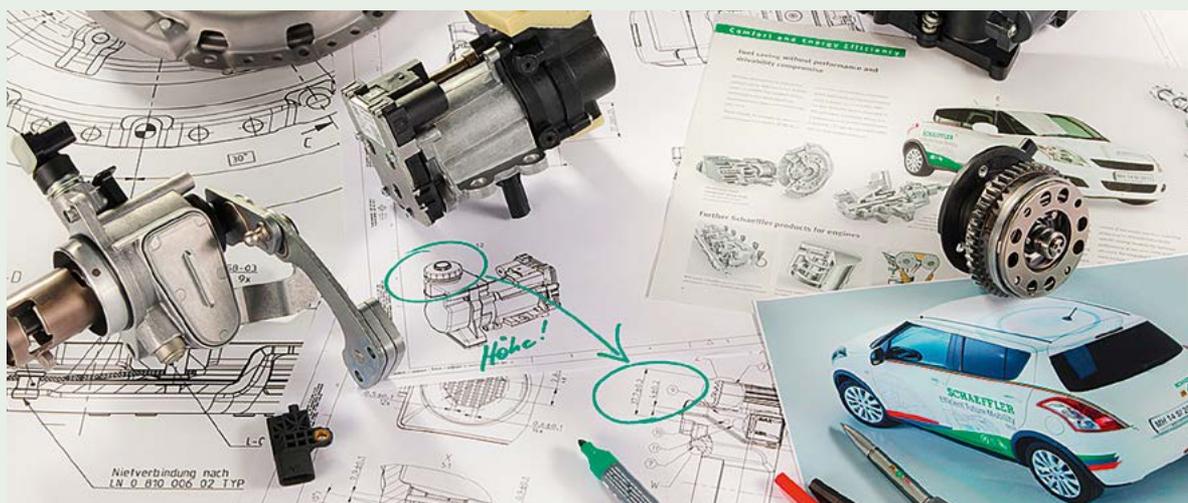
Auto, Motorrad, Tuk Tuk, Fuhrwerke, Fußgänger, Fahrräder – Indiens Straßenverkehr ist ein bunter Mobilitätsmix

kommt auf die zugegebenermaßen etwas absurde Idee, mit einem Tuk Tuk auf die Langstrecke zu gehen. Ein intensives Erlebnis ist so ein Roadtrip aber ohne Frage.

Bevor man sich als Ausländer in den latent chaotischen Verkehr und auf Straßen in dazu passendem Zustand stürzt, gilt es, sich mit seinem Gefährt vertraut zu machen: Wie lenkt man ein Tuk Tuk? Wie schaltet man? Und wie war das noch mit dem Linksverkehr? Zwei Tage lang heißt es lernen, lernen, lernen, bevor die Reise starten kann. Mit den nötigen Anfänger-Tipps im Gepäck werfen sich die Abenteurer ins Getümmel der Großstadt. Allzu übermütig sollte dennoch niemand sein. Auf der Internetseite warnt der Veranstalter deutlich: „Ein Tuk Tuk erzielt keine Bestnoten in Crashtests.“ Aber dafür so einige Auszeichnungen für die kreativste Gestaltung. Denn wer wie ein echter Inder reisen will, muss sein Tuk Tuk vor dem Start noch ordentlich „pimpen“. Beim Griff in den Farbeimer wird nicht gespart. Noch ein paar kitschige Gardinen für die Windschutzscheibe, Kunstblumen für den Außenspiegel – und schon verwandeln sich die grauen Karosserie-Mäuse in schicke Unikate à la Bollywood. Auch die Teams verkleiden sich. Als James Bond, Hippies, Bonny und Clyde oder Gandhi. Erlaubt ist, was Spaß macht und möglichst viel Aufmerksamkeit erregt.

Sind alle Vorbereitungen getroffen, kann die Reise losgehen. Besonders beliebt: der Mumbai Express. Eine Rallye über 1.900 Kilometer, vom westlichen Mumbai ins östliche Chennai, vorbei an heiligen Flüssen, Tempelanlagen, Elefanten und Gewürzhändlern der Regionen Maharashtra, Goa, Karnataka und Tamil Nadu. Fahrzeit: zwei Wochen – vorausgesetzt, jeder findet sein Ziel. Ein Navigationsgerät oder eine ausführliche Wegbeschreibung auf Papier? Gibt es nicht. Schließlich will sich niemand in seinem Tuk Tuk verbarrikadieren, sondern Land und Leute hautnah kennenlernen. Und wie ginge das besser als damit, sich zu verfahren? Wer sich nicht mindestens einmal pro Tag im Gewirr der engen Gassen verliert, fährt am Herz von Indien vorbei.

Acht bis zehn Stunden Fahrt stehen täglich auf dem Programm. Nur so können die Teilnehmer ihr Pensum schaffen und sich zwischendurch auch mal eine Pause gönnen. Schon nach dem Frühstück zeigt das Thermometer weit über 30 Grad. Die schweißgetränkten Körper kleben nach wenigen Minuten Fahrt so sicher am Plastiksitz wie der charakteristische Aufkleber „Please horn“ (Bitte hupen!) am Heck. Die Luft ist stickig, konzentrieren fällt schwer. Doch so schnell döst niemand am Steuer eines Tuk Tuk ein. „Fahrad! Kuh! Kind!“, brüllen die Beifahrer im Sekundentakt. Dass sie sich dabei angesichts Dutzender Matsch- und Schlaglöcher nicht permanent auf die Zunge beißen, ist neben Ruhe zu bewahren die zweite hohe Kunst des Rikscha-Fahrens. Am Ende gewinnt, wer sich was traut – und unter der Dusche am Abend die meisten blauen Flecken zählt.



INNOVATIONEN FÜR INDIEN

Motorrad, Tuk Tuk oder gar ein Auto – mit steigendem Wohlstand (im Jahr 2025 soll eine halbe Milliarde Inder der Mittelschicht angehören) wächst bei Millionen von Indern der Wunsch nach einem eigenen Fahrzeug. Neben der individuellen Mobilität gewinnt auch der öffentliche Personenverkehr und der Gütertransport auf der Straße, der Schiene und in der Luft an Bedeutung. Mit entsprechender Belastung von Ressourcen und Umwelt. Die Schaeffler-Marken FAG, INA und LuK, die zum Teil schon ein halbes Jahrhundert auf dem Subkontinent präsent sind, helfen, dem wachsenden Energiebedarf mit effizienten Antriebslösungen entgegenzusteuern.

Das Hamburgische WeltWirtschafts-Institut geht davon aus, dass sich allein der Pkw-Bestand in Indien bis zum Jahr 2030 auf rund 65 Millionen Stück verdreifachen wird. Im Zweirad- und Nutzfahrzeugmarkt werden ähnliche Zuwachsraten erwartet. Angesichts dieser Zahlen zählt jeder Tropfen Treibstoff und jedes Gramm Schadstoffausstoß, die sich beim einzelnen Fahrzeug einsparen lassen. Mit dem auf dem indischen Marktführer Maruti Suzuki Swift basierenden Konzeptfahrzeug „Future Mobility India“ beispielsweise demonstriert

Schaeffler, dass sich bereits durch den Einsatz erprobter und kostengünstiger Technologien aus dem aktuellen Schaeffler-Produktportfolio (z. B. Thermomanagement, variable Nockenwelle, elektronische Kuppelung) der Ausstoß von CO₂-Emissionen um zehn Prozent gegenüber einem vergleichbaren Serienfahrzeug reduzieren lässt.

Auch im Zweiradsegment arbeitet Schaeffler India an einem verbrauchs- und emissionsenkenden Konzept für Motorräder. Neue, reibungsarme Lager für Motoren und Räder stellen wichtige Meilensteine auf dem Weg hin zu einem reibungsarmen Kettenantrieb und Ventiltrieb dar. „Mit unserer Fertigungs- und Entwicklungskompetenz können wir unseren Kunden im Fahrzeugbereich modernste Technologien für Motoren, Getriebe und Fahrwerke liefern“, sagt Dharmesh Arora, CEO von Schaeffler India.

Mit einem breiten Spektrum an Lagerlösungen, Systemen und Dienstleistungen hat sich Schaeffler darüber hinaus zu einem wichtigen Partner weiterer zentraler Wirtschaftsbereiche in Indien entwickelt, darunter Schwerindustrie, Werkzeugmaschinen, Windenergie und Schienenverkehrswesen.



Dharmesh Arora,
CEO Schaeffler India

SCHAEFFLER IN INDIEN

— Seit 1962 ist Schaeffler in Indien vertreten

— Nach China und Korea ist Indien der drittgrößte Markt der Schaeffler Gruppe in Asien

— 23 Prozent der weltweit verkauften Schaeffler-Produkte gehen nach Asien. Bis 2015 soll der Absatz auf 25 Prozent erweitert werden

— In drei Fabriken und 13 Niederlassungen werden von 2.300 Mitarbeitern Produkte der Marken LuK, INA und FAG hergestellt und vertrieben



ANDERE **LÄNDER,** ANDERE **SITTEN**

Seit rund 20 Jahren reist der australische Profimotorsportler Mark Webber durch die ganze Welt und weiß aus eigener Erfahrung: Sich im Straßenverkehr zu bewegen kann ebenso herausfordernd sein wie auf der Rennstrecke.

— von Torben Schröder

— Dass Profimotorsportler ausschließlich am Steuer ihrer Rennautos oder auf der Rückbank einer chauffierten Luxuslimousine sitzen, ist ein Gerücht. Bestes Beispiel ist Mark Webber, der sich nicht zu schade ist, wie du und ich am regulären Straßenverkehr teilzunehmen. Und zwar weltweit. Sein Privatwagen: ein Porsche 911 Turbo S.

Webbers mobile Wurzeln liegen in seiner Heimat Australien. 1990, im Alter von 14 Jahren, startet seine Motorsportlaufbahn im Kart. Mit 16 Jahren erwirbt er seinen Führerschein für den öffentlichen Straßenverkehr und geht es – wie so viele Teenager auf der ganzen Welt – gleich forsch an. „Ich bin mit meinen Freunden über Felder gebrettert. Da kam es unweigerlich zu brenzligen Situationen. Aber ich habe alle ohne größere Unfälle gemeistert. Das war eben die Art und Weise, wie ich in Australien das Autofahren erlernt habe“, so der heute 38-Jährige. „Generell sollte man das Rennfahren und das Fahren im Straßenverkehr natürlich nicht vermischen.“

Australien – weites Land mit vielen Regeln und wenig ÖPNV

Webbers erstes eigenes Auto: ein abgerockter Toyota Corona, den er für 500 Australische Dollar kauft. Fürs Umherrollen im australischen Verkehr reicht er: „Die Infrastruktur ist gar nicht so schlecht. Alle Haupt- und Küstenstraßen sind asphaltiert und in einem guten Zustand. Es gibt sehr viele lange und gerade Straßen. Das Fahren ist nicht besonders aufregend. Außer in unseren Großstädten, wie Sydney. Da ist sehr viel los.“ Einen Tipp gibt Webber jedem an die Hand, der sich in den australischen Verkehr begibt: „Haltet euch an die Regeln.“ In kaum einem anderen Land hat er eine so strenge und engmaschige Überwachung kennengelernt. „Gerade in den Städten sind sehr viele Kameras installiert. Falschparken und Geschwindigkeitsvergehen werden mit hohen Strafen geahndet.“ Und auch das ist Webber im Gedächtnis geblieben: In Australien ist es nicht unüblich, dass innerhalb von nur wenigen Kilometern die Geschwindigkeitsbegrenzungen zwischen 40 und 110 km/h wechseln. Typisch für ein Flächenland: Das Auto ist in Australien das mit Abstand wichtigste Verkehrsmittel. „Es ist bei uns nicht wie in Europa, wo es einen gut ausgebauten öffentlichen Personennahverkehr oder Radwege gibt“, so Webber.

1996 zieht Webber nach Großbritannien, um seine Motorsportkarriere voranzutreiben. Über diverse Formel-Nachwuchsserien schafft er 2002 den Sprung zum Stammpiloten in der Formel 1, wo er als Bestplatzierter dreimal WM-Dritter wird. Die große Weltreise beginnt, die auch nach seinem Wechsel Ende 2013 als Porsche-Werkspilot in die Langstrecken-WM (siehe Kasten rechts) weitergeht. Unzählige Länder hat Webber seitdem bereist – und unzählige Interpretationen von Mobilität kennengelernt.



Auch unterwegs gut informiert: Mark Webber bereitet sich mit dem Schaeffler Fact Sheet auf seinem iPad auf den nächsten Renneinsatz vor

Beispielsweise in London: Ganz im Gegensatz zu Australien könne man in der Hauptstadt seiner neuen Heimat England laut Webber komplett auf ein Auto verzichten, da der öffentliche Nahverkehr dort extrem gut ausgebaut sei. Auch im dicht besiedelten Japan lässt er das Auto gern stehen: „In keinem anderen Land fühle ich mich als Fußgänger sicherer.“

Das komplette Gegenteil ist der Verkehr in Indien. Egal, wie man sich dort bewegt: Es ist gefährlich. „Gibt es da überhaupt Regeln? Einen chaotischeren Straßenverkehr habe ich nirgendwo erlebt. Da kommt es schon mal vor, dass dir auf der Schnellstraße ein Fahrzeug auf der falschen Spur entgegenkommt. Zum Glück hatte ich immer einen Fahrer. Die bekommen das irgendwie hin.“ Ungewöhnliche Verkehrsbegegnungen vermeldet Webber aus Indien auch mit Elefanten und freilaufenden Hunden, Letztere haben auch in Brasilien schon des Öfteren seinen Weg gekreuzt. In Malaysia muss man eher mit wilden Affen rechnen, „was das Autofahren dort durchaus interessant macht“, so Webber unaufgeregt. Kein Wunder: Als Australier ist er auch mit Wildwechsel vielerlei Art aufgewachsen.

Gewohnheit, so hat Webber in all den Jahren festgestellt, sei ohnehin ein guter Fahrlehrer, und er blickt auf sein erstes Jahr in Europa zurück. Der hitzeerprobte Australier sah sich am Steuer seines alten Fiesta 1.1 erstmals

den Tücken des Winters ausgesetzt, von Eiskratzen über Startprobleme bis hin zum Fahren auf Eis und Schnee. „Für mich komplett ungewohnt, aber als ich dann beispielsweise in die Schweiz kam, stellte ich fest, dass die Leute dort mit solchen Bedingungen komplett locker umgehen.“

Noch etwas ist ihm in der Schweiz und den Nachbarländern Österreich und Deutschland aufgefallen: wie sauber und gepflegt die Autos dort sind. Echte Statussymbole. Ganz anders als in Südeuropa oder auch ärmeren Regionen wie Afrika oder Indien, wo Autos eher reine Fortbewegungsmittel sind, die einen hauptsächlich von A nach B befördern sollen.

Als Motorsport-Globetrotter wird Webber auch mit einem ständigen Wechsel zwischen Rechts- und Linksverkehr konfrontiert. Auch hier macht die Übung den Meister: „Ich mache das jetzt ja schon ein paar Jahre, entsprechend ist das kein Drama für mich. Aber wenn man das nicht gewohnt ist, sollte man die ersten Kilometer schon sehr vorsichtig fahren, um sich auf die ungewohnten Bedingungen einzuschließen.“

Ein weltweit gleichermaßen nützliches Mittel, Straßenverkehr für alle Teilnehmer sicher und reibungslos zu gestalten, ist: Toleranz. Das spürt Webber auch, wenn er mit dem Rennrad unterwegs ist. Während Zweiradsportler in anderen Ländern oft von Autofahrern als rollende Verkehrshindernisse gegängelt werden, sind sie gerade in Frankreich und Italien gleichberechtigte Verkehrsteilnehmer: „Möglicherweise, weil in diesen beiden Nationen der Profiradrennsport sehr populär ist“, spekuliert Webber.

Eines steht aber fest: Im Straßenverkehr ist im Gegensatz zur Rennstrecke das Mit- und nicht das Gegenüber der Trumpf. Ein Leitfaden, der überall auf der Welt gelten sollte.

HERAUSFORDERUNG LE MANS

Mit dem Hybridboliden 919 meldete sich Porsche nach 16 Jahren Pause zurück in der höchsten Fahrzeugklasse des Langstreckenrennsports – und damit auch bei den 24 Stunden von Le Mans. Wieder mit dabei: Schaeffler. In den 1970er-Jahren nutzte der Automobilzulieferer Porsches Le-Mans-Siegerauto 917 als Entwicklungsträger für Ventiltriebselemente, die später in Großserie gingen und das Fundament legten für das umfangreiche Portfolio verbrauchsreduzierender Bauteile bei Schaeffler. Seit 2014 ist Energieeffizienz so wichtig wie nie in Le Mans. „Die Parallelen zwischen Motorsport und Serie machen die Langstrecken-WM WEC und die Kooperation mit Porsche für Schaeffler daher zu einer idealen Plattform“, sagt Prof. Peter Gutzmer, Entwicklungsvorstand bei Schaeffler. Porsche setzt seit 2014 bei den WEC-Rennen rund um den Globus zwei Autos des Typs 919 ein, die unter anderem vom ehemaligen F1-Piloten Mark Webber pilotiert werden. Ein V4-Turbobenziner mit rund 370 kW (500 PS) treibt die Hinterachse an, ein rund 185 kW (250 PS) starker E-Motor die Vorderachse.



Weltweit im Renneinsatz: der Porsche Hybrid sportwagen 919

KLISCHEE – JA ODER NEIN?

In Italien fahren sie wie die Besengten – dachten Sie das auch schon mal? Es stimmt. Zumindest laut einer Umfrage des französischen Meinungsforschungsinstituts Ipsos. Hier die Spitzenreiter in den einzelnen Kategorien.

SCHWEDEN

Verantwortungsvoll



ITALIENER

Rowdys



DEUTSCHE

Schimpfen



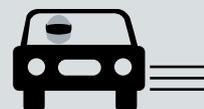
SPANIER

Hupen



BRITEN

Raser





GALAKTISCHER GEOL

Einsatzort Mars: Seit August 2012 untersucht das Forschungsfahrzeug „Curiosity“ das Gestein, die Atmosphäre und die Strahlung des Roten Planeten. Mit an Bord: Technik von Schaeffler. Eine außerirdische Leistung.

— von Volker Paulun und Tom Teßmer

OGE



MEILENSTEINE DER MISSION



November 2011 In Cape Canaveral wird am 26.11. die US-Mission „Mars Science Laboratory“ (MSL) in einer Centaur-Oberstufe per Atlas V(541)-Rakete in den Orbit geschossen. Nach acht Monaten im All landet Curiosity am 6. August 2012 im Gale-Krater. Für die 248 Mio. km Entfernung vom Mars zur Erde braucht das Signal 13.48 Minuten.



September 2012 Curiosity entdeckt die Überreste eines seit mehreren Milliarden Jahren ausgetrockneten Flussbettes. Form und Größe der abgeschliffenen Kieselsteine lassen Geologen auf Fließgeschwindigkeit (0,9 m/s) und Tiefe des Flusses (10 cm bis max. 1 m) schließen.



März 2013 Auf dem Mars könnte primitives Leben existiert haben. Die Analyse einer Probe ergibt, dass die Gesteine in der untersuchten Region Schwefel, Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Phosphor und Kohlenstoff enthalten. Diese Elemente gelten als die Grundbausteine des Lebens.



Nicht nur auf dem Mars ist der Mensch mobil, sondern auch auf dem Mond – mit beschaulichem Tempo. Der Rekord liegt bei 18 km/h, aufgestellt 1972 von Eugene Cernan mit dem Mondauto „Lunar Roving Vehicle“. Kurios: Cernan stellte zusammen mit Astronauten-Kollegen bereits 1969 einen weiteren bis heute gültigen Temporekord auf, diesen allerdings im Highspeed-Bereich: Die Landekapsel von Apollo 10 erreichte auf dem Weg zurück zur Erde 39.897 km/h. Nie zuvor und auch danach waren Menschen schneller mobil.

— Der Weltraum, unendliche Weiten. Wir schreiben das Jahr 2015. Dies ist das vor über zwei Jahren begonnene Mobilitätsabenteuer des Mars-Rovers Curiosity. 248 Millionen Kilometer von der Erde entfernt dringt das unbemannte Hightech-Auto auf dem Mars mit gemächlichen 0,10 km/h Spitzengeschwindigkeit in planetare Ecken vor, die nie ein Mensch betreten hat. Mit seinem Forscherdrang wird Curiosity seinem Namen gerecht, der ins Deutsche übersetzt Neugierde bedeutet. Ein entscheidender Faktor beim Erfolg der Mars-Erkundungsmission ist die Standfestigkeit der Technik. Genau wie auf der Erde ist ein Auto, das nicht fährt, auch im Weltall nicht einmal die Hälfte wert. Im Falle von Curiosity läge der finanzielle Schaden eines irreparablen Defekts sogar im zehnstelligen Bereich. Immerhin taxiert die NASA die Gesamtkosten des Projekts auf 2,5 Milliarden Dollar. Auf einen Pannenservice müsste das 3,1 Meter lange Mars-Auto, das mit einer Masse von 900 Kilo das bislang mit Abstand schwerste von Menschen geschaffene Objekt auf der Marsoberfläche ist, sehr lange warten. Das gilt bei einer Signalübertragungsdauer von 14 Minuten selbst für eine Funkwartung.

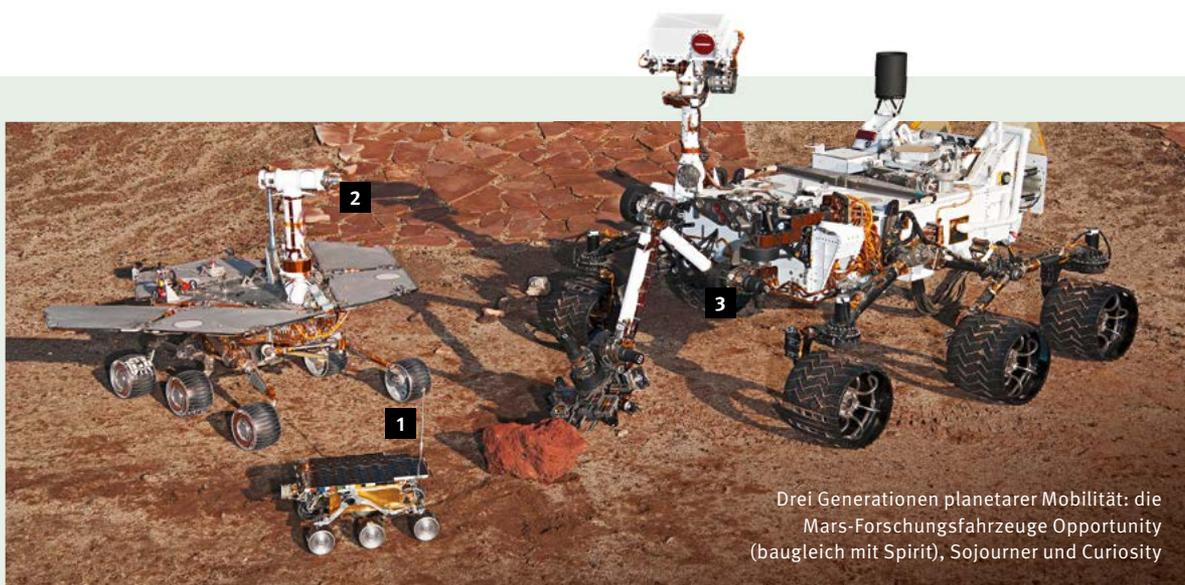
Umso wichtiger ist es, dass alle Funktionsketten bis ins kleinste Glied klaglos den im wahrsten Sinne des Wortes überirdischen Anforderungen standhalten. Sonst droht Curiosity ein ähnliches Schicksal wie dem glücklosesten seiner vier Vorgänger: Spirit lebte mit fünf Jahren zwar länger als erwartet, legte in dieser Zeit aber gerade einmal acht Kilometer auf dem Mars zurück. Sein Leiden begann mit einem humpelnden Vorderrad, dann blieb das malade Fahrzeug in einer Düne stecken und strich wegen einer ausgelaugten Batterie schließlich endgültig die



September 2013 Curiosity findet Spuren von Methan. Das Gas kann ein Hinweis auf biologische Aktivitäten sein – allerdings ist der Anteil von Methan in der Atmosphäre des Mars sechsmal geringer als angenommen.

Dezember 2013 Bei Untersuchungen eines urzeitlichen Gewässers entdeckt Curiosity eine breite Palette an lebenswichtigen Elementen. Erneut gibt es Hinweise darauf, dass vor rund 3,5 Milliarden Jahren in dem Süßwassersee Mikroorganismen gelebt haben könnten.

September 2014 Curiosity erreicht nach gut zwei Jahren sein Hauptziel, den Mount Sharp. Vom Fuße aus soll sich der Rover langsam den Berg hocharbeiten und unterwegs immer neue Proben sammeln. Ziel ist es, eine Abfolge von Schichten zu beproben, um mehr über die Entstehungsgeschichte des Berges zu erfahren.



Drei Generationen planetarer Mobilität: die Mars-Forschungsfahrzeuge Opportunity (baugeleich mit Spirit), Sojourner und Curiosity

CURIOSITY UND SEINE VORFAHREN – GENERATIONEN IM VERGLEICH

	1 Sojourner	2 Opportunity/Spirit	3 Curiosity
Startjahr	1996	2003	2011
Masse (kg)	10,6	174	900
Wissenschaftliche Instrumente	4	5	10
Max. Geschwindigkeit (cm/s)	1	5	4
Daten (MB/Tag)	max. 3,5	6–25	19–31
Rechenleistung (MIPS)	0,1	20	400
Arbeitsspeicher (MB)	0,5	128	256
Schaeffler-Teile an Bord	–	Hochpräzisionslager	Hochpräzisionslager

MARS UND ERDE IM VERGLEICH

228.000.000 km	<i>durchschnittliche Entfernung zur Sonne</i>	150.000.000 km
6.792 km	<i>Durchmesser</i>	12.742 km
687 Tage	<i>Jahreslänge (in Erdentagen)</i>	365 Tage
3,72 m/s	<i>Schwerkraft am Äquator</i>	9,78 m/s
-63 °C	<i>Durchschnittstemperatur</i>	15 °C
ca. 22 km	<i>höchste Erhebung (Vulkan Olympus Mons vs. Mt. Everest)</i>	8,848 km
ca. 7 km	<i>tiefster Graben (Grabensystem Valles Marineris vs. Marianengraben)</i>	11,034 km
2 Monde	<i>Phobos und Deimos (griech. für Furcht und Schrecken)</i>	1 Mond

Segel. Das Schlimmste: Die wissenschaftliche Ausbeute war wegen eines falsch ausgewählten Einsatzgebietes ebenso mau wie die zurückgelegte Wegstrecke. Der passende Soundtrack dieser Mission: „Money for nothing“ von den Dire Straits.

Curiosity dagegen funktioniert bislang tadellos – von ein paar zu vernachlässigenden Wehwechen einmal abgesehen. Seit August 2012 legte der galaktische Geologe knapp 5,2 Kilometer im Kriechgang zurück. Zugegeben, schnell ist auch hier anders. Aber dafür kann der wendige Rover auf der Stelle eine 360-Grad-Drehung hinlegen und er beherrscht die Kunst des autonomen Fahrens – ein Mobilitätsthema, das auch auf der Erde zukünftig eine immer größer werdende Rolle einnehmen dürfte. Auch in Sachen Antriebstechnologie ist Curiosity en vogue: Jedes

seiner sechs Räder wird von einem eigenen Gleichstrommotor bewegt. Durch den Allradantrieb und einen Raddurchmesser von 51 Zentimetern ist Curiosity ein echter Klettermaxe: Bis zu 75 Zentimeter hohe Hindernisse kann er überwinden. Energiequelle für sämtliche Gerätschaften und die 2,9 kW/4 PS starken E-Motoren ist eine Radionuklidbatterie, die eine durch radioaktiven Zerfall gewonnene Wärmeenergie von 2.000 Watt in 110 W elektrische Leistung umwandelt. Ihren niedrigen Wirkungsgrad von gerade einmal sechs Prozent, der auch den eiskalten Temperaturen auf dem Mars von -50 Grad geschuldet ist, macht der Stromspender durch seine Robustheit wett: Das kleine Kraftwerk kommt komplett ohne bewegliche Teile aus.

Der riesige Gale-Krater gilt als das steinerne Mars-Lexikon

Neben Bohrer und Bagger gehört auch die Bürste zu Curiositys höchst irdischen Werkzeugen



Die Mobilität des Mars-Rovers ist zweckgebunden. Er soll über den Mars streifen und Informationen sammeln. Sein Revier: der Gale-Krater, in dem er auch abgesetzt worden ist. Die Senke gilt mit einem Durchmesser von 154 Kilometern, dem 5,5 Kilometer hohen Aeolis Mons (oder auch „Mount Sharp“) im Zentrum und einem Alter von fast vier Milliarden Jahren als das steinerne Lexikon des Mars. Hier dürfte der Forschungs-Rover seine Neugier befriedigen können. Zwei Extremitäten helfen ihm dabei: ein mit diversen Kameras, Navigationshilfen und Messapparaten versehener Mast sowie ein knapp zwei Meter langer Multifunktions-Arm. In diesem sind verschiedene Gerätschaften untergebracht. Ein Bohrsystem, eine Baggerschaufel, eine Bürste und ein Sieb mit verschiedenen Auffangbehältern



bilden die Werkzeug-Einheit zur Bodenanalyse. Die Schaeffler-Tochter Barden sorgt mit Hochpräzisionslagern vom Typ 36HX320 und S200HDL auch an diesen wichtigen „Gliedmaßen“ des Rovers für Beweglichkeit. Kompaktes Design, geringstmögliches Gewicht, niedrigste Reibung, höchste Präzision und größtmögliche Zuverlässigkeit genießen Priorität. Die Bauteile sind maßgeschneidert für die extremen Anforderungen auf dem Mars und trotzen auch -90 Grad Celsius oder Sandstürmen mit Spitzengeschwindigkeiten von bis zu 140 km/h. Bei der Konstruktion und Produktion solcher Bauteile greifen Barden und Schaeffler auf eine lange außerirdische Erfahrung zurück (siehe auch Infokästen auf dieser und auf den vorigen Seiten).

Seine Schöpfer hoffen, dass Curiosity deutlich länger als das bereits erreichte Minimalziel von zwei Jahren auf Erkundungstour gehen kann. Ihre Zuversicht fußt auf dem Mars-Dauerläufer Opportunity. Im Gegensatz zum früh gescheiterten Spirit ist sein ebenfalls mit Schaeffler-Lagern bestückter Zwilling Opportunity nicht kaputtzukriegen. Aus der veranschlagten Lebensdauer von 90 Tagen sind mittlerweile zehn Jahre geworden, in denen der Rover über den Mars rollt und wissenschaftliche Daten zur Erde sendet. Im Juli 2014 vermeldete Opportunity mit rund 40 bislang gefahrenen Kilometern einen neuen Distanzrekord für Weltraumautos, den seit 1973 das sowjetische Mondauto Lunochod 2 innehatte. Im Jahr 2020 will die NASA den nächsten Rover zum Mars schicken. Der Curiosity-Nachfolger soll sieben Forschungsgeräte an Bord haben, die „zuvor nie dagewesene wissenschaftliche Untersuchungen“ ermöglichen, teilte die NASA mit, darunter ein UV-Laser und ein Gerät zur Herstellung von Sauerstoff. Gut möglich, dass Curiosity dann auch noch auf dem Mars mobil ist.

WUSSTEN SIE, DASS ...

... Schaeffler-Produkte

auch in Raketen abheben? So rüstete

FAG Aerospace die NASA-Rakete Delta IV Heavy, die am 29. Juni 2012 von Cape Canaveral ins Weltall startete, mit hochpräzisen Schrägkugellagern aus.

Die Bauteile halten den hohen Drehzahlen und Temperaturen der Triebwerke stand.

Welche Kräfte dort wirken, zeigt ein Blick ins Datenblatt: Die mit Flüssigwasserstoff angetriebenen Aggregate entwickeln einen Gesamtschub von 9.400 Kilonewton oder umgerechnet rund $8,15$ Millionen PS. Für eine reibungslose Funktion der Lager erwiesen sich der Spezialstahl Cronidur 30 und Walzkörper aus Keramik als ideale Paarung. Auch das Spaceshuttle verließ bis zur Einstellung des Programms die Erde mit FAG-Wälzlagern in den Turbopumpen. Gleiches gilt für die Ariane-Raketen der europäischen Raumfahrtbehörde ESA.



HIN & WEG

Jeder der mehr als 80.000 Schaeffler-Mitarbeiter begibt sich Tag für Tag für den Weg zur Arbeit in die Welt der Mobilität. Erfahrungsberichte aus verschiedenen Metropolregionen rund um den Globus.





„KEINE AUSGEBAUTEN FAHRRADWEGE, KAUM ÖFFENTLICHE VERKEHRSMITTEL“

Richard Neilson (56), Birmingham/Michigan, USA
Schaeffler-Mitarbeiter seit 1989

Position Marketing-Manager

Arbeitsweg 15 km (Dauer 20 Min.)

Fahrzeug zur Arbeit Privatwagen

Verfügbare Fahrzeuge im Haushalt

2 Autos, Fahrräder

Ausgaben für Mobilität pro Jahr

5.000–7.000 US-Dollar (ca. 3.650–5.100 Euro)

— „In meiner Freizeit gehe ich gern spazieren und radeln. Bei schönem Wetter würde ich auch gern mit dem Fahrrad zur Arbeit fahren, aber es gibt keine anständigen Radwege auf der Strecke zu Schaeffler.“

Öffentliche Verkehrsmittel sind auch nur sehr spärlich vorhanden. Also steige ich jeden Morgen um 7.30 Uhr in meinen Ford Escape und fahre von meiner Heimatstadt Birmingham, einem 20.000-Einwohner-Vorort von Detroit, ins benachbarte Troy zu Schaeffler. Da die Straßen im Berufsverkehr recht voll sind, brauche ich für die paar Kilometer rund 15 bis 20 Minuten. Dabei weiche ich extra schon auf Nebenstraßen aus, um dem Stau auf dem Freeway aus dem Weg zu gehen. Generell verstopft sind die Straßen in und rund um Detroit zwar nicht, aber es ist schon viel los. Das hängt auch mit dem bereits angesprochenen dünnen Angebot des öffentlichen Personennahverkehrs zusammen. Kino, Einkaufen, Arztbesuche – ohne eigene Autos wären wir hier komplett aufgeschmissen.“

M-1 RAIL

heißt ein 2013 begonnenes und größtenteils privat finanziertes Straßenbahnprojekt in Detroit. Es soll den City-Bezirk um die Woodward Avenue (125.000 Arbeitsplätze, 275.000 Anwohner) an das bislang aus Bahnen und Schnellbuslinien bestehende dünne Netz der öffentlichen Verkehrsmittel anschließen. Darüber hinaus plant das Verkehrsministerium von Michigan, Detroit mit einem der modernsten Verkehrssysteme der Welt auszustatten, das Busse, Bahnen, Auto- und Radfahrer sowie Fußgänger perfekt miteinander vernetzt. Dieses moderne Verkehrssystem soll dazu beitragen, Detroit wieder attraktiver zu machen.



Die „Großen Drei“ der US-Autoindustrie (Ford, GM, Chrysler) haben Detroit einst reich und zur viertgrößten

Stadt der USA gemacht. Die Maschinerisierung der Arbeitsplätze und schrumpfende Marktanteile haben zu einem massiven Jobabbau geführt, der vor Ort nicht kompensiert wurde. Die Konsequenz: Detroit hat in den letzten 60 Jahren über 60 % seiner einst 1,9 Millionen Einwohner verloren. 35 % des Stadtgebiets sind inzwischen unbewohnt.

SCHAEFFLER IN NORDAMERIKA

Schaeffler verfügt über 13 Standorte in den USA und Kanada. Neben reinen Vertriebsstützpunkten gibt es auch Fertigungsstätten und Entwicklungszentren für Lager- und Motorelemente. Mit dem in den USA ansässigen Dreigespann FAG Aerospace, Winsted Precision Ball und Barden ist Schaeffler ein wichtiger Zulieferer der Luft- und Raumfahrtindustrie. Mit dem Konzeptfahrzeug „Efficient Future Mobility North America“ zeigt Schaeffler, wie sich mit ausgewählten Produkten auch bei einem der in Amerika beliebten SUV kostengünstig die Verbrauchsvorschriften für 2020 einhalten lassen.

5.456.428

Einwohner leben in der **Metropolregion Detroit**, die nach Chicago und Toronto die drittgrößte im Bereich der Großen Seen ist.

50 %

der Wirtschaftskraft Michigans **wird im Export erzielt**. Eine gute Infrastruktur ist daher für den Bundesstaat überlebenswichtig.

Juli 2013

musste **Detroit als erste US-Großstadt Konkurs** anmelden. Heute spülen viele junge Start-ups wieder frisches Steuergeld in die leeren Kassen der ehemaligen „Motor City“.



FACTS USA

Einwohner 316,1 Mio. (Platz 3 weltweit)

Urbanisierung 82,9 % (Platz 51)

Lebenserwartung ♂ 76 (Platz 35), ♀ 81 (Platz 37)

Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt 53.143 \$ (Platz 15)

Pkw/1.000 Einwohner 403 (Platz 37)

Fahrzeuge/1.000 Einwohner 786 (Platz 4)

Das Eisenbahnnetz der USA hat eine Strecke von **228.513 km** und ist damit das längste der Welt. Die drei in dieser Rangliste folgenden Länder – Russland, China und Indien – kommen zusammen auf 215.505 km.

15.000

Busse transportieren jeden Tag rund 10.000.000 Passagiere.

20.781.000

Einwohner leben in der **Metropolregion São Paulo**. Damit ist die Stadt der sechstgrößte urbane Ballungsraum der Welt und die bevölkerungsreichste Stadt der Südhalbkugel.



Als Alternative zur Straßenbahn setzt São Paulo auf elektrische

Oberleitungsbusse. Fast 200.000 Passagiere nutzen die rund 270 Fahrzeuge, die von zwei Betrieben eingesetzt werden.

2015

soll São Paulos U-Bahn-Netz die 100-km-Marke durchbrechen. Zum Vergleich: Berlin U-/S-Bahn 475 km, London Underground 403 km, New York City Subway 390 km.



FACTS BRASILIEN

Einwohner 200,4 Mio. (Platz 5 weltweit)

Urbanisierung 85,1% (Platz 37)

Lebenserwartung ♂ 69 (Platz 101), ♀ 76 (Platz 90)

Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt 11.208 \$ (Platz 77)

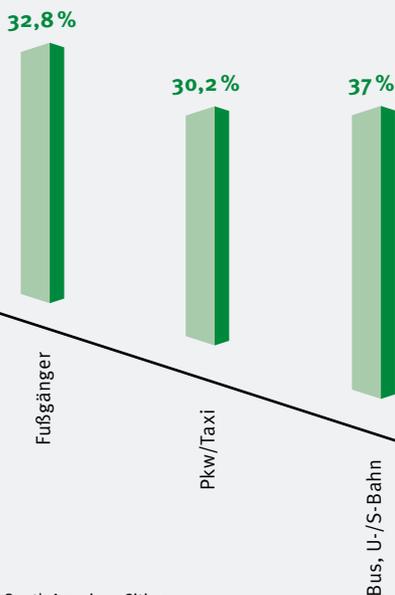
Pkw/1.000 Einwohner 179 (Platz 67)

Fahrzeuge/1.000 Einwohner 210 (Platz 68)

Von Brasiliens 1,6 Mio. Straßenkilometern sind weniger als **15% asphaltiert**.

Eine der **wichtigsten Verkehrsadern** des Landes ist der Amazonas, der wasserreichste Fluss der Erde.

VERKEHRSVERTEILUNG SÃO PAULO



Quelle: South American Cities – Securing an Urban Future. Urban Age 2008

SCHAEFFLER IN BRASILIEN

Schaeffler ist seit 1958 in Brasilien vor Ort. Heute werden in dem Werk bei São Paulo Produkte für die Bereiche Automotive, Schwerindustrie, Bahn und Luftfahrt hergestellt. Außerdem versorgt Schaeffler Aftermarket von dem Standort aus Handel und Werkstätten mit Kupplungen, Radlagern und anderen Teilen.

„SCHNELLER, BEQUEMER UND BILLIGER ALS MIT DEM SCHAEFFLER-BUS KOMME ICH NICHT ZUR ARBEIT“

*Priscilla Freitas (31), Sorocaba, Brasilien
Schaeffler-Mitarbeiterin seit 2012*

Position Marketing-Analystin

Arbeitsweg 15 km (Dauer 20 Min.)

Fahrzeug zur Arbeit Firmenbus von Schaeffler

Verfügbare Fahrzeuge im Haushalt Auto

Ausgaben für Mobilität pro Jahr

ca. 3.000 Real (976 Euro)

— „Ich wohne im Zentrum von Sorocaba, einem 600.000-Einwohner-Vorort von São Paulo. Um 6.20 Uhr am Morgen steige ich in den Schaeffler-Firmenbus und lasse mich die 15 Kilometer in den Nordosten von Sorocaba zur Arbeit kutschieren. 20 Minuten später bin ich dort. Schneller, bequemer und billiger ginge das mit keinem anderen Fahrzeug. Alternativ könnte ich auch mit dem Taxi fahren oder mit dem öffentlichen Bus, aber beide nutze ich nur im Notfall, wenn ich den Schaeffler-Bus verpasst habe. Da ich sehr früh unterwegs bin, sind die Straßen zu dem Zeitpunkt noch leer. Am Nachmittag, wenn ich nach Hause fahre, sieht das ganz anders aus. Entsprechend braucht der Bus fast doppelt so lange. Und das in einem Vorort von São Paulo. In der Stadt selbst ist alles noch viel schlimmer. In meiner Freizeit fahre ich hingegen meistens mit dem eigenen Auto. Diese individuelle und zügige Mobilität ist mir sehr wichtig, zumal ich manchmal das Gefühl habe, an zwei Orten gleichzeitig sein zu müssen.“ —

„IN STÄDTEN WIE TURIN UND MAILAND KANN ES BIS ZU 45 MINUTEN DAUERN, BIS MAN DIE AUTOBAHN ERREICHT“

Valentina Temporelli (37), Arona/Mailand, Italien
Schaeffler-Mitarbeiterin seit 2006

Position Marketing-Managerin Automotive
Arbeitsweg 28 km (Dauer 30 Min.)

Fahrzeug zur Arbeit Auto

Verfügbare Fahrzeuge im Haushalt

2 Autos, 2 Fahrräder

Ausgaben für Mobilität pro Jahr 5.000 Euro

— „Ich bin viel im Norden Italiens unterwegs, um Kunden zu besuchen. Da ist das Auto als extrem flexibles Verkehrsmittel sehr hilfreich – solange es nicht in die chronisch verstopften Zentren von Städten wie Mailand oder Turin geht. Wenn ich dort hin muss, versuche ich, am Stadtrand zu parken und auf öffentliche Verkehrsmittel oder Carsharing-Angebote umzusteigen. Meinen festen Arbeitsplatz habe ich bei Schaeffler in Momo. Das liegt 23 Kilometer nördlich vom Mailänder Flughafen Malpensa und 28 Kilometer von meiner Heimatstadt Arona entfernt. Die 30-minütige Autofahrt ist oft das erste Highlight meines Tages: wenn es zum Beispiel einen Sonnenaufgang zu bestaunen gibt oder Reiher, die durch die schöne Natur stolzieren. Da mein Wohnort Arona in einer Tourismusregion liegt, quillt die Stadt zwischen März und Oktober oft über. Daher fahre ich zu Hause viel mit dem Fahrrad oder gehe zu Fuß. Für längere Strecken, ob in die Berge oder an den Strand, nutze ich auch in der Freizeit hauptsächlich das Auto. Es gibt zwar einen Bahnhof in Arona, aber insgesamt ist das Netz des öffentlichen Nahverkehrs außerhalb der Großstädte nicht gut ausgebaut. Mobilität ist mir sehr wichtig. Meine Idealvorstellung von Mobilität ist es, dass ich stets wählen kann, wie ich mobil sein möchte. In der Stadt hat man dabei eine größere Auswahl als auf dem Land.“ —



MAILAND

ist Italiens größter Verkehrsknotenpunkt. Hier kreuzen sich die Autobahnen A1 (nach Rom und Neapel), A4 (Turin-Triest), A7 (nach Genua) sowie die A8/A9 (Verbindung zur Schweiz). Sie münden allesamt in die Mailänder Ringautobahn, die sich aus den Autobahnen A50 (Westtangente), A51 (Osttangente) und A52 (Nordosttangente) zusammensetzt.



Das
Straßenbahnnetz
Mailands zählt
mit 115 Kilometern
zu den größten in
Europa.

FACTS ITALIEN

Einwohner 59,8 Mio. (Platz 23 weltweit)

Urbanisierung 68,8 % (Platz 78)

Lebenserwartung ♂ 79 (Platz 9), ♀ 84 (Platz 6)

Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt 34.619 \$ (Platz 35)

Pkw/1.000 Einwohner 605 (Platz 7)

Fahrzeuge/1.000 Einwohner 682 (Platz 10)

6.621 Autobahnkilometer hat Italien. Analog zum Grad der Industrialisierung und der Wirtschaftskraft ist der Norden deutlich besser ausgebaut als der Süden.

Seit 2009 verfügt Italien über eine **durchgängige Schnellzugverbindung** von Norden nach Süden.

Mit 74,6 km

ist **Mailands U-Bahn-Netz** das längste Italiens.

2008

führte Mailand eine wochentags geltende **City-Maut für Pkw, Lkw und Reisebusse** ein, um Luftverschmutzung und Verkehrsstaus zu verringern.

3 Flughäfen hat die Metropolregion Mailand: Linate, Malpensa und Orio al Serio bei Bergamo.

1,3 Mio.

Menschen leben in Mailand, **der zweitgrößten Stadt Italiens nach Rom**. Die Metropolregion liegt mit über 8 Mio. Einwohnern sogar an der Spitze der bevölkerungsstärksten Ballungsräume vor Neapel (5 Mio.).

SCHAEFFLER IN ITALIEN

Seit über 50 Jahren ist Schaeffler in Italien präsent. Vom Standort Momo bei Mailand erfolgt einbautechnische Beratung und Vertrieb von Wälzlagern, Motorelementen und Lineartechnik. Gemeinsam mit Fiat entwickelt und produziert die Schaeffler Gruppe „UniAir“, die weltweit erste vollvariable elektrohydraulische Ventilsteuerung. Kraftstoffverbrauch und Schadstoffemissionen werden damit um bis zu 25 Prozent gesenkt.

94 km

lang ist der **Mumbai Pune Expressway**, Indiens erste sechsspurige Schnellstraße. Durchschnittlich 43.000 Fahrzeuge nutzen die mautpflichtige Straße täglich. Die Regierung des Bundesstaats Maharashtra plant bereits den Ausbau in eine achtspurige Schnellstraße.

57.000.000 Euro

kostete Indiens 2014 erfolgreich abgeschlossene **erste Mars-Mission** – weniger als die meisten Passagierflugzeuge. Als Nächstes soll 2016 erstmals ein indisches Roboterfahrzeug auf dem Mond landen.

4,7 Mio. km

misst **Indiens Straßennetz** insgesamt, etwas mehr als die Hälfte ist asphaltiert. Nach den USA (6,5 Mio.) ist es das zweitlängste Straßennetz weltweit.

SCHAEFFLER IN INDIEN

Vor einem halben Jahrhundert eröffnete FAG als erste der drei Schaeffler-Produktmarken eine Niederlassung in Indien. INA und LuK folgten im Laufe der Jahre. Heute ist Schaeffler mit drei Fabriken und 13 Niederlassungen vertreten. 2.300 Mitarbeiter stellen Produkte der Marken LuK, INA und FAG her oder vertreiben diese.



Nur drei Städte in Indien verfügen über ein U-Bahn-Netz

mit zusammengerechnet rund 260 Kilometer Länge: **Delhi, Kolkata (Kalkutta) und Bangalore. Pune soll ebenfalls eine U-Bahn erhalten, allerdings wird der Termin Jahr für Jahr verschoben, aktuell auf 2021.**

MIT 3,1 MIO.

Einwohnern (5 Mio. im Ballungsraum) ist Pune nach Mumbai die zweitgrößte Stadt des Bundesstaats Maharashtra und das Industriezentrum (Automobile, Leichtindustrie, Software, Maschinenbau) sowie kultureller Mittelpunkt der Region.



FACTS INDIEN

Einwohner 1,252 Mrd. (Platz 2 weltweit)

Urbanisierung 32 % (Platz 175)

Lebenserwartung ♂ 63 (Platz 136), ♀ 67 (Platz 142)

Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt 1.499 \$ (Platz 162)

Pkw/1.000 Einwohner 11 (Platz 150)

Fahrzeuge/1.000 Einwohner 18 (Platz 153)

Indiens Flughäfen Neu-Delhi und Mumbai leisten zusammen die **Hälfte des zivilen Luftverkehrs** Südasiens.

Indien ist **eines von 59 Ländern** weltweit und 16 Ländern Asiens, in denen Linksverkehr gilt.



„MIT DEM BUS ZUR ARBEIT, MIT DEM AUTO INS FREIZEIT- VERGNÜGEN“

Rahul Kumar (31), Pune, Indien
Schaeffler-Mitarbeiter seit 2013

Position Assistent der Geschäftsführung
Schaeffler India

Arbeitsweg 36 km (Dauer 55 Min.)

Fahrzeug zur Arbeit Firmenbus von Schaeffler

Verfügbare Fahrzeuge im Haushalt Auto, Motorrad,
Motorroller

Ausgaben für Mobilität pro Jahr
ca. 118.400 Rupien (1.500 Euro)

— „Als Schaeffler-Mitarbeiter genieße ich das Privileg, mit einem Firmenbus zur Arbeit gefahren zu werden. Von meinem Wohnort in der Innenstadt von Pune breche ich um 7.15 Uhr auf und gehe zehn Minuten zur Bushaltestelle an der Schnellstraße nach Mumbai. Für die 35 Kilometer zur INA-Niederlassung am Stadtrand braucht der Bus 45 Minuten. Schneller, billiger und bequemer geht es nicht. Nicht einmal mit der Bahn oder dem Sammeltaxi, was theoretisch auch möglich wäre. Mit dem eigenen Auto fahre ich nur zur Arbeit, wenn ich zeitlich flexibel sein muss. Privat nutze ich indes hauptsächlich das Auto, obwohl man auf den chronisch verstopften Straßen kaum schneller als 40 km/h fahren kann. Aber von mir zu Hause bis zum nächsten Supermarkt oder Freizeitangebot sind es ein paar Kilometer. Zu Fuß ist das einfach zu weit. Für Distanzen über 100 Kilometer steige ich auf Bus oder Bahn um. Insgesamt ist es mir sehr wichtig, mobil zu sein, sowohl privat als auch beruflich.“



„ICH LASSE DAS AUTO, WANN IMMER ES GEHT, STEHEN UND FAHRE U-BAHN“

Luyi Wang (30), Shanghai, China
Schaeffler-Mitarbeiterin seit 2011

Position Marketing-Managerin

Arbeitsweg 35–40 km (Dauer 90 Min.)

Fahrzeug zur Arbeit U-Bahn

Verfügbare Fahrzeuge im Haushalt Auto

Ausgaben für Mobilität pro Jahr

4.000 US-Dollar (ca. 3.100 Euro)

— „Obwohl ebenfalls ständig überfüllt, ist die U-Bahn in Shanghai immer noch das beste, weil pünktlichste Verkehrsmittel. Auf der Straße gibt es oft kein Durchkommen mehr. Besonders wenn man

in die Rushhour kommt. Fünf Minuten zu spät losgefahren heißt, wenn man Pech hat, 45 Minuten später ankommen. Viele Autofahrer nehmen sogar große Umwege in Kauf, nur um nicht im Stau stecken zu bleiben. Ich selbst fahre mit dem Auto oder dem Taxi nur ins Büro, wenn ich mal sehr früh dort sein muss. Ich habe auch das Gefühl, dass der Verkehr in Shanghai immer schlimmer wird. Es gibt einfach keinen Platz für Autos, weder auf der Straße zum Fahren noch zum Parken. Daher nutze ich auch privat hauptsächlich die U-Bahn und lasse meinen Ford Focus stehen, wann immer es geht. Das U-Bahn-Netz ist mittlerweile sehr gut ausgebaut in Shanghai. Innerhalb der Stadt kommt man überall hin.“



SIEBEN

der zehn größten Häfen weltweit befinden sich in China. Seit fünf Jahren in Folge belegt Shanghai den Spitzenplatz. Im Jahr 2014 wurde das Volumen von 35,3 Millionen 20-Fuß-Containern umgeschlagen – mehr als das Handelsvolumen der drei größten europäischen Häfen Rotterdam, Hamburg und Antwerpen zusammen.



Während die Neuwagenverkäufe in China insgesamt immer weiter steigen, wird in vielen Metropolen die Zahl der Zulassungen gedeckelt. In Shanghai werden neue Zulassungen über Auktionen vergeben. Die Zuschläge sind mitunter teurer als der Kaufpreis des Fahrzeugs.



FACTS CHINA

Einwohner 1,359 Mrd. (Platz 1 weltweit)

Urbanisierung 53,1% (Platz 121)

Lebenserwartung ♂ 73 (Platz 49), ♀ 76 (Platz 95)

Pro-Kopf-Bruttoinlandsprodukt 6.807 \$ (Platz 97)

Pkw/1.000 Einwohner 54 (Platz 110)

Fahrzeuge/1.000 Einwohner 69 (Platz 120)

Schätzungen zufolge wird sich der Fahrzeugbestand in China bis 2050 **vervierfachen**.

Anders als Festland-China haben Hongkong und Macau Linksverkehr. An der Lotus Bridge nach Macau wird der Straßenverkehr daher über eine **360°-Schleife** in den Rechtsverkehr überführt.

16,3 Mio.

neue **Pkw** rollten **2013** auf Chinas **Straßen**. Weit mehr als in jedem anderen Land der Welt.

6.380 km

misst der **längste Fluss Chinas** – der Jangtsekiang. Von der Stadt Yibin bis zur Mündung in den Pazifik im Norden Shanghais ist der Strom auf 2.800 km schiffbar. Er ist nach dem Nil und dem Amazonas der drittlängste Fluss der Welt.

1.066 km²

hat Shanghai in den letzten 55 Jahren **an Fläche zugelegt**. Das ist mehr als die Größe Berlins. Heute ist die Stadt 6.340 km² groß und wächst durch Landgewinnung am flachen Ufer des Jangtsekiang stetig weiter.

SCHAEFFLER IN CHINA

Seit 1955 ist Schaeffler in China vertreten, wo das Unternehmen 2013 das größte Wachstum verzeichnen konnte. Heute arbeiten knapp 8.000 Mitarbeiter in über 29 Standorten für Schaeffler Greater China: Neben 20 Vertriebsstützpunkten gibt es acht Fertigungsstätten und ein Entwicklungszentrum (Anting).



» Die weltweite Nachfrage nach Kraftfahrzeugen wird eine Million nicht überschreiten – allein schon aus Mangel an verfügbaren Chauffeuren

Gottlieb Daimler

in bewegung

Mobilität im Laufe der Zeit

DEN MENSCHEN ZIEHT'S IN DIE STADT

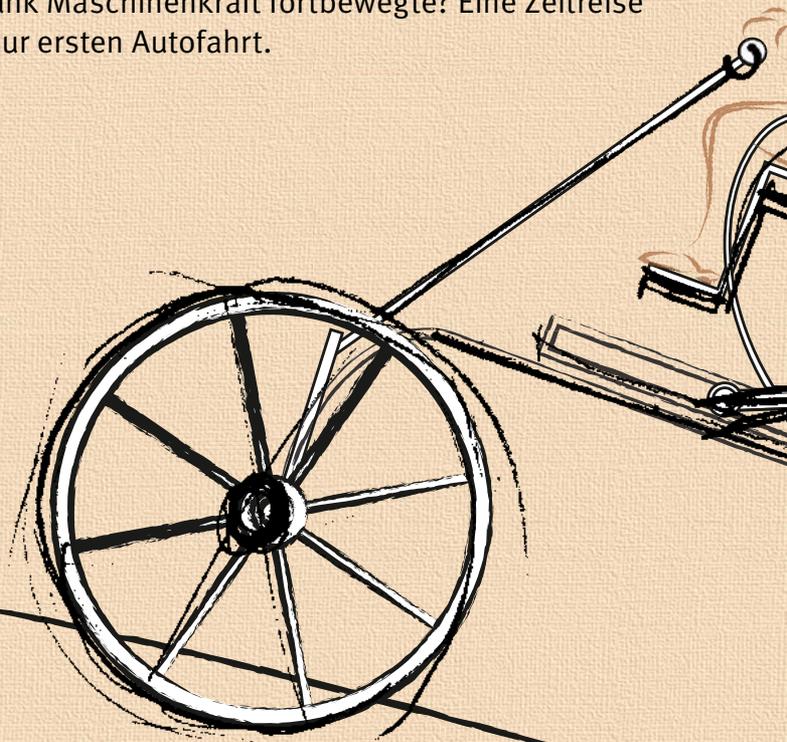
— Obwohl Shanghai schon 1930 über drei Millionen Einwohner hatte, ging es im Verkehr auf Schiene, Straße und Wasser recht beschaulich zu – siehe Fotobeweis. Kein Vergleich zu dem unüberschaubaren Gewusel dieser Tage. Allein die Zahl der privaten Pkw hat in Shanghai mit über drei Millionen schon jetzt die einst von Gottlieb Daimler prognostizierte weltweite Nachfrage nach Autos (siehe Zitat links) um das Dreifache überschritten. Und der Verkehr in Städten wie Shanghai wird weiter zunehmen. Nicht zuletzt deshalb, weil immer mehr Menschen urban leben werden. Aktuell wohnt jeder zweite der sieben Milliarden Erdenbürger in einer Stadt, im Jahr 2050 werden es laut einer Shell-Studie zwei Drittel der dann zehn Milliarden Menschen sein. Und jeder will irgendwie von irgendeinem A zu irgendeinem B kommen. Ob das Auto in solch dicht besiedelten Gebieten dafür noch erste Wahl sein wird oder welches andere Verkehrsmittel bevorzugt wird, muss sich zeigen. —

DER LANGE WEG ZUM AUTO

Wann begann Mobilität auf Rädern? Wie wurde die erste Rushhour bekämpft? Wer baute das erste Vehikel, das sich dank Maschinenkraft fortbewegte? Eine Zeitreise von der Entdeckung des Rades bis zur ersten Autofahrt.

— von Roland Löwisch

Vm 1800 tüftelt der Brite Richard Trevithick mit dampfbetriebenen Selbstbewegern wie dem „London Steam Carriage“.

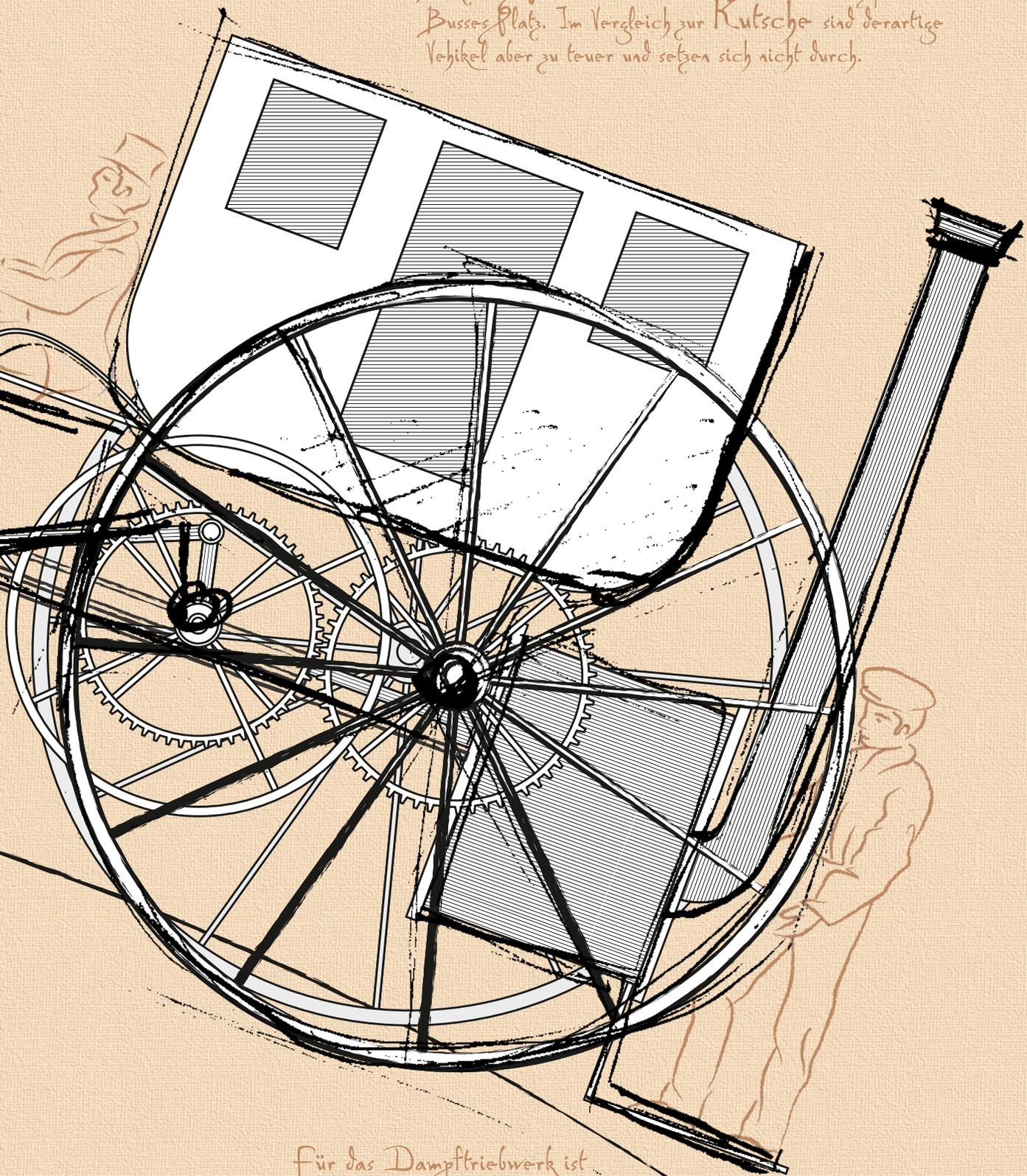


— Julius Cäsar war genervt. Hatte der Herrscher doch gerade für seine Stadt Rom die Wagenlasten auf 250 Kilogramm beschränkt, musste er nun zusehen, wie immer mehr Fuhrwerke seine Hauptstadt verstopften. Und das gefiel ihm gar nicht. Flugs erließ er um 50 v. Chr. in seiner neuen Stadtordnung („lex iulia municipalis“) das erste Fahrverbot der Weltgeschichte: Zwischen Sonnenaufgang und der 10. Stunde durfte niemand innerhalb der Welthauptstadt einen Wagen bewegen. Ausnahmen ausgenommen – Tempelbauhelfer, Schutttransporteure, Vestalinnen und Priester sowie alle Teilnehmer von Siegesmärschen und öffentlichen Spielen durften sich weiterhin auf Rädern fortbewegen. Also er auch, schließlich verpasste er ungern öffentliche Huldigungen und nette Spielchen.

Cäsars neue Verordnung hat wohl den einen oder anderen römischen Geschäftsmann in seiner Karriere behindert, die Entwicklung der individuellen Mobilität konnte sie allerdings nicht wirklich aufhalten. Dass es überhaupt schon Rushhours gab, ist eindeutig der Entdeckung der Vorzüge des Rades irgendwann um das Jahr 5000 vor Christus zu verdanken. Etwa 1.500 Jahre später rütteln – vermutlich bei den Sumerern – die ersten Radfahrzeuge über unbefestigten Grund. Nach weiteren rund 500 Jahren ziehen die Mesopotamier nach – wohl immer noch mit Holzscheiben als Räder.

So praktisch die Erfindung auch ist, sie hat einen bedeutenden Nachteil: Verschleiß. Doch die Sumerer erfinden auch dagegen etwas: Um 2500 v. Chr. werden sie

Bis zu 8 Personen finden im Abteil des Dampf-Busses Platz. Im Vergleich zur Kutsche sind derartige Vehikel aber zu teuer und setzen sich nicht durch.



Für das Dampftriebwerk ist ein Maschinist zuständig.



Dass es überhaupt schon *Rushhours* gab, ist eindeutig der Entdeckung der Vorzüge des Rades irgendwann um 5000 v. Chr. zu verdanken.

mit Lederriemen umspannt und mit Holzstreben verstärkt, um langlebiger zu sein – die Speichen bahnen sich ihren Weg. Um 2000 v. Chr. sind Kreter, Griechen und Römer führend im Wagenbau. Ihre Wege und Straßen werden so angelegt, dass pro Fahrtrichtung zwei vorgespannte Tiere nebeneinander Platz haben. Das ergibt eine Fahrbahnbreite von etwa zwei Metern – noch heute erinnern die Ausmaße unserer Pkw an diese Vorgabe.

Eine frühe Verkehrsregel lautet: Männer rechts, Frauen links

Ägyptische Sklaven hantieren um 1880 v. Chr. erstmals mit Schmiermitteln, 400 Jahre später werden mit Fett die ersten Achslager von Kampfswagen geschmiert. Die Chinesen haben zu dieser Zeit andere Sorgen: Sie machen sich bereits über Links- und Rechtsverkehr Gedanken. Im „Buch der Riten“ wird festgelegt, dass die rechte Seite einer Straße stets den Männern vorbehalten ist, die linke den Frauen und die Mitte den Fuhrwerken.

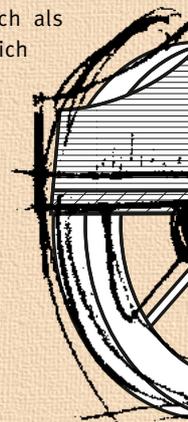
Die wohl erste wirklich unangenehme Strafe, die ein Herrscher für die verbotene Benutzung einer Straße ausspricht, endet garantiert tödlich: Wer die Königsstraße des assyrischen Herrschers Sanherib in Ninive entweicht, wird standrechtlich gepfählt. Woanders vergnügt man sich inzwischen bei Wagenrennen – der älteste Hinweis darauf ist in Homers „Ilias“ zu finden.

Um etwa 600 v. Chr. benutzen die Römer das „sizilianische Petroleum“, um ihre Häuser zu beleuchten – es

ist nichts anderes als Erdöl. Und der alexandrinische Erfinder und Wissenschaftler Heron ebnet um 200 v. Chr. als erster der Dampfkraft den Weg, die später die industrielle Revolution massiv vorantreibt – eine „Aeolipile“ (Windkugel) gilt mit 1.500 Umdrehungen pro Minute als schnellstes Drehobjekt seiner Zeit. Kaiser Hadrian erinnert sich im Jahr 125 n. Chr. an Cäsars hartes Durchgreifen und limitiert die Anzahl der Fahrzeuge, die nach Rom hineindürfen – 55 Jahre später gilt das sogar für alle großen Städte des Römischen Reiches.

Doch auch das kann den Siegeszug von Mobilien nicht aufhalten, auch wenn es noch dauert, bis es Automobile sind. König Phillip II. sorgt in Frankreich 1184 für das erste urkundlich belegte Steinpflaster, der „Sachsenspiegel“ des Heiligen Römischen Reiches regelt im Jahr 1220 die Vorfahrt in einer frühen Straßenverkehrsordnung. Allerdings ist es eine schlechte Zeit für fantasierende Visionäre: Der Engländer Roger Bacon sagt im Jahr 1270 Streitwagen voraus, die „mit unglaublicher Geschwindigkeit und ohne Hilfe von Tieren fahren werden“. Sein Franziskanerorden lässt den Mann, der (vermutlich als Erster) öffentlich „Selbstbeweger“ für möglich

Vm 1700 v. Chr.
kommen an Kampfswagen
die ersten fettgeschmierten
Achslager zum Einsatz.



hält, daraufhin 14 Jahre lang in einem Kerker verschwinden. Ob er danach der Abwegigkeit abschwor und wieder an die Kraft der Beine glaubte, ist nicht überliefert.

Nur 150 Jahre später baut der Italiener Giovanni Fontana einen Muskelkraftwagen, der über ein Endlosseil angetrieben wird. Für einen gewissen Leonardo da Vinci, geboren am 15. April 1452, ist das nichts als Spielerei. Der Wissenschaftler ist einer der ersten Menschen, die (neben Hubschrauberprinzipien, Panzern etc.) einen Dampfkesel sowie einen selbst fahrenden Wagen zeichnen, später erfindet er nebenbei das Kugellager.

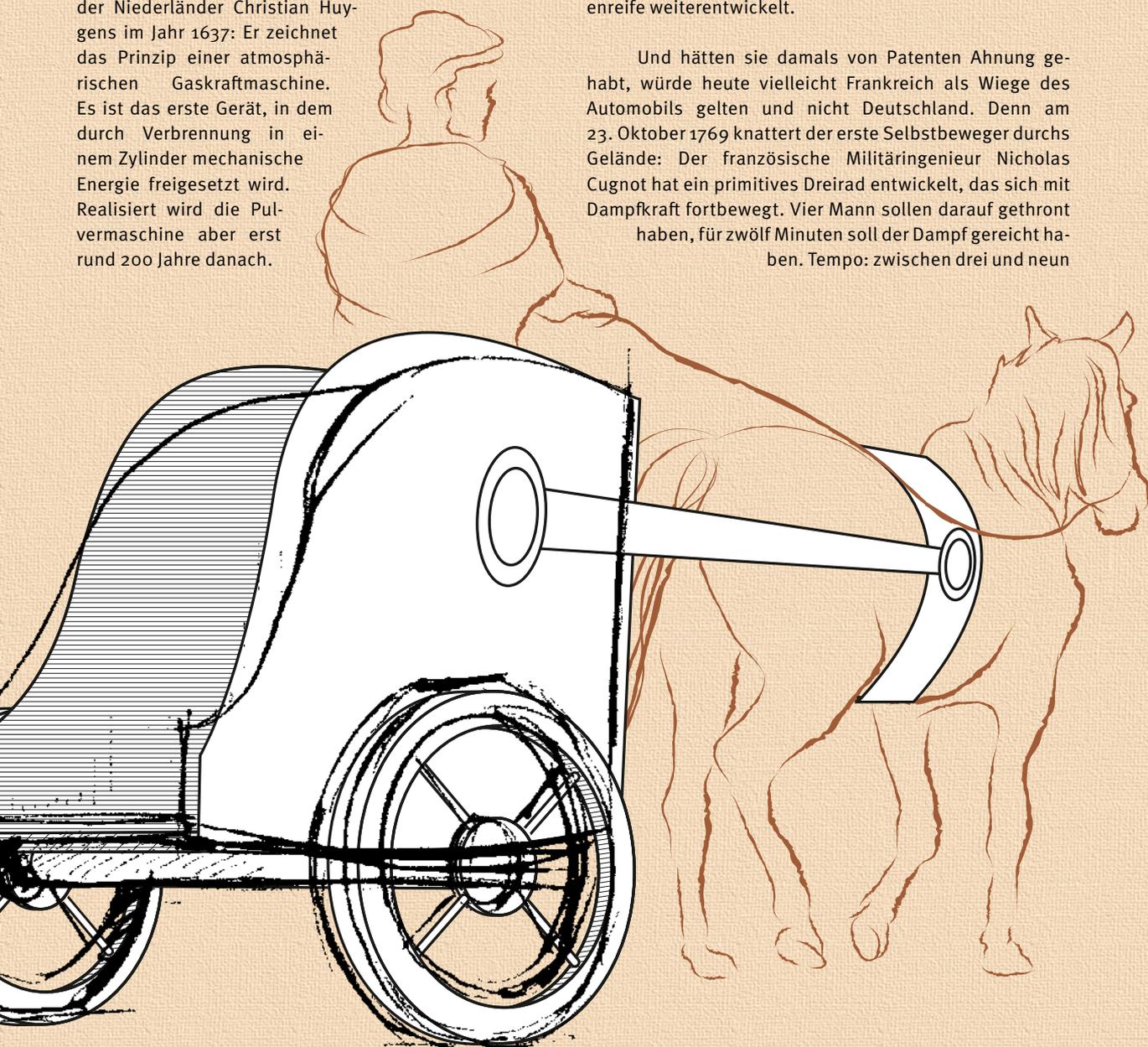
Die ersten halbwegs bequemen Kutschen tauchen Mitte des 16. Jahrhunderts auf, gefedert (mit Ledergurten an eisernen, C-förmigen Blattfedern) werden die Fahrzeuge erst später. Für einen großen Schritt in Richtung muskelkraftlose Fortbewegung sorgt der Niederländer Christian Huygens im Jahr 1637: Er zeichnet das Prinzip einer atmosphärischen Gaskraftmaschine. Es ist das erste Gerät, in dem durch Verbrennung in einem Zylinder mechanische Energie freigesetzt wird. Realisiert wird die Pulvermaschine aber erst rund 200 Jahre danach.

15 Jahre später legt Isaac Newton den Entwurf eines rückstoßgetriebenen Dampfwagens vor. Jetzt ist der Siegeszug der Dampfmaschine nicht mehr aufzuhalten: Die ersten Maschinen – allesamt mit einer gruseligen Energiebilanz – werden zunächst stationär eingesetzt.

Maschinen erobern die Straßen

Um 1705 entwickeln der englische Schmiedemeister Thomas Newcomen und der französische Physiker Denis Papin die ersten problemlos funktionierenden Dampfmaschinen. Newcomens Gerät pumpt erstmals im Jahr 1712 Grundwasser aus Steinkohleminen in England. Der schottische Universitätsmechaniker James Watt bekommt 1763 eine von Newcomens Maschinen zur Reparatur in die Hand und ist so fasziniert davon, dass er dank seiner Erfindung des Kondensators die Dampfmaschinen zur Serienreife weiterentwickelt.

Und hätten sie damals von Patenten Ahnung gehabt, würde heute vielleicht Frankreich als Wiege des Automobils gelten und nicht Deutschland. Denn am 23. Oktober 1769 knattert der erste Selbstbeweger durchs Gelände: Der französische Militäringenieur Nicholas Cugnot hat ein primitives Dreirad entwickelt, das sich mit Dampfkraft fortbewegt. Vier Mann sollen darauf gethront haben, für zwölf Minuten soll der Dampf gereicht haben. Tempo: zwischen drei und neun



Stundenkilometer. Bereits am 20. November zeigt Cugnot sein zweites Fahrzeug: „Grand Fardier“ ist ein vierrädriges Holzmonster mit Vorderradantrieb und einem riesigen Dampfkessel als Stoßstange, kaum lenkbar und mehr eine Spielerei als ein ernsthaftes Transportmittel. Auch Amerika macht Dampf: Oliver Evans entwickelt dort kurz darauf ebenfalls einen Dampfwagen.

Jetzt ist die Entwicklung zum „modernen“ Auto nicht mehr aufzuhalten: Watt meldet ein Getriebe zum Patent an (1781), Evans bekommt in Amerika das erste US-Motorfahrzeug-Patent für einen Hochdruck-Dampfwagen (1792), für speicherbaren Strom sorgt Alessandro Volta mit der Entdeckung der Batterie (1800). Am 24. Dezember 1801 erprobt der britische Ingenieur Richard Trevithick die Möglichkeiten eines dampfbetriebenen öffentlichen Nahverkehrs in London mit seinem „London Steam Carriage“, einem Dampfbus für acht Personen. Der Schweizer Tüftler Isaac de Rivaz geht da bereits einen Schritt weiter: Er arbeitet am zwei-zylindrigen Explosionsmotor. 1813 fährt er mit seinem „Auto“ samt atmosphärischem Verbrennungsmotor am Genfer See entlang.

Auch andere sind nicht faul: Georg Lankensperger erfindet im Jahr 1818

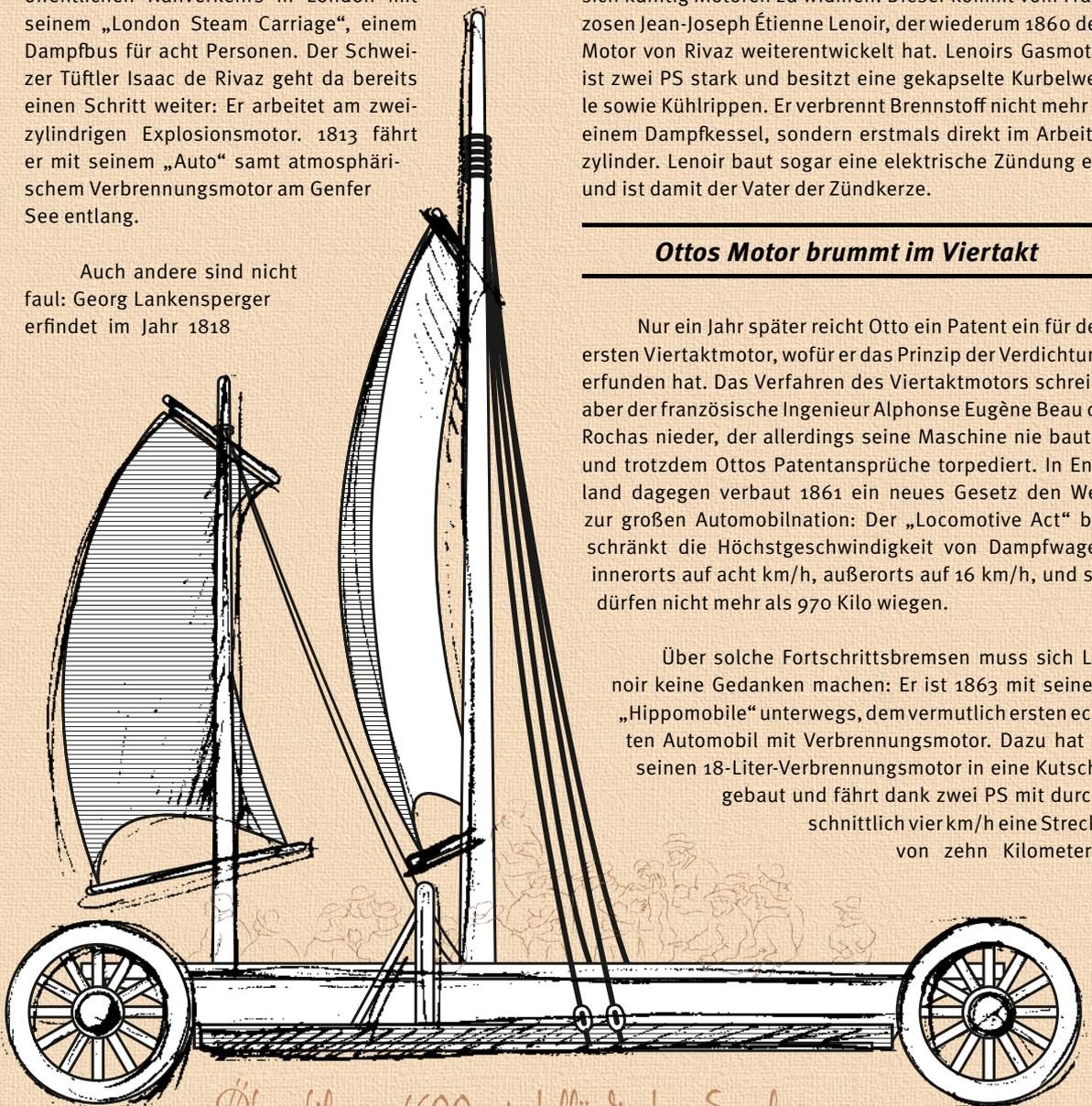
die Achsschenkellenkung, John McAdam die befestigte Schotterstraße (1823), Joseph Aspidin den Zement (1824), William Sturgeon die Anwendung des Elektromagnetismus als Grundlage für die Existenz von kurz darauf verwirklichten Elektromotoren (1825), Charles Goodyear die Vulkanisierung von Gummi (1839), Luigi de Cristoforis Motoren, die erstmals Rohbenzin als flüssigen Kraftstoff vertragen (1841) und Eugenio Barsanti sowie Felice Matteucci die Ventilsteuerung und Wasserkühlung (1856). In diese Entdeckerzeit werden später bekannte Autogenies wie Nicolaus August Otto (10. Juni 1832), Gottlieb Daimler (17. März 1834), Carl Benz (25. November 1844), Wilhelm Maybach (9. Februar 1846) und Rudolf Diesel (18. März 1858) geboren.

Selbst der große Otto braucht einen Anstoß, um sich künftig Motoren zu widmen. Dieser kommt vom Franzosen Jean-Joseph Étienne Lenoir, der wiederum 1860 den Motor von Rivaz weiterentwickelt hat. Lenoirs Gasmotor ist zwei PS stark und besitzt eine gekapselte Kurbelwelle sowie Kühlrippen. Er verbrennt Brennstoff nicht mehr in einem Dampfkessel, sondern erstmals direkt im Arbeitszylinder. Lenoir baut sogar eine elektrische Zündung ein und ist damit der Vater der Zündkerze.

Ottos Motor brummt im Viertakt

Nur ein Jahr später reicht Otto ein Patent ein für den ersten Viertaktmotor, wofür er das Prinzip der Verdichtung erfunden hat. Das Verfahren des Viertaktmotors schreibt aber der französische Ingenieur Alphonse Eugène Beau de Rochas nieder, der allerdings seine Maschine nie baut – und trotzdem Ottos Patentansprüche torpediert. In England dagegen verbaut 1861 ein neues Gesetz den Weg zur großen Automobilnation: Der „Locomotive Act“ beschränkt die Höchstgeschwindigkeit von Dampfwagen innerorts auf acht km/h, außerorts auf 16 km/h, und sie dürfen nicht mehr als 970 Kilo wiegen.

Über solche Fortschrittsbremsen muss sich Lenoir keine Gedanken machen: Er ist 1863 mit seinem „Hippomobile“ unterwegs, dem vermutlich ersten echten Automobil mit Verbrennungsmotor. Dazu hat er seinen 18-Liter-Verbrennungsmotor in eine Kutsche gebaut und fährt dank zwei PS mit durchschnittlich vier km/h eine Strecke von zehn Kilometern.



*Ökomobil anno 1600: ein holländischer Segelwagen.
In China sind solche Fahrzeuge seit 500 v. Chr. im Einsatz.*

Noch allerdings ist das nur der Durchbruch für den Motor, den er danach rund 500 Mal verkauft für den stationären Einsatz. Sylvester Roper baut derweil in den USA das wohl erste Serienfahrzeug: ein vierrädriger Zweisitzer mit Dampfmaschinenantrieb, der trotz nur zwei PS Stärke 40 km/h erreicht haben soll.

Tempolimit: 3,3 km/h

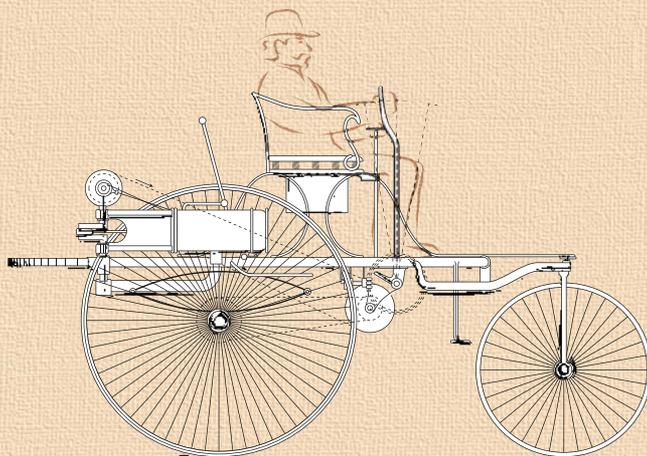
Der Mecklenburger Siegfried Marcus erholt sich noch von seiner ersten 200-Meter-Fahrt in seinem selbst gebauten Motorwagen, da verschärft Großbritannien mit dem „Red Flag Act“ den Einsatz für Dampfwagen im Lande: Ab sofort muss vor jedem Vehikel in 55 Meter Entfernung ein Mann mit einer roten Flagge gehen. Alle Dampfwagen müssen außerdem mit drei Mann besetzt werden, das Höchsttempo wird innerorts auf 3,3 km/h gedrosselt, außerorts auf 6,6 km/h. Folglich hat niemand mehr Lust, Gehirnschmalz auf die Fortentwicklung von Automobilen zu vergeuden.

Otto hat dagegen gemeinsam mit Eugen Langen die Gasmotorenfabrik Deutz gegründet und stellt 1872 den genialen Konstrukteur Wilhelm Maybach an. Gottlieb Daimler wird dort Gesellschafter. Fast zur gleichen Zeit bringt der Uhrmachermeister Christian Reithmann seinen Viertaktmotor zum Laufen, was später zum Patentstreit mit der Deutzer Firma führt: Am 18. Mai 1876 erstellt Otto das erste Diagramm eines Viertaktmotors – dieses Datum gilt als Geburtstag des Viertakt-Verbrennungsmotors. Drei Jahre später ist Carl Benz noch dabei, seinem Zweitaktmotor Manieren beizubringen. Doch mit nur 120 bis 130 Umdrehungen kann die Maschine keinen Wagen antreiben.

1881 zeigt der Franzose Gustave Trouvé auf einer elektrotechnischen Ausstellung ein sehr frühes Elektromobil. Das Dreirad besitzt wiederaufladbare Blei-Akkumulatoren und soll bis zu zwölf km/h schnell sein. Benz indessen gründet 1883 die Rheinische Gasmotorenfabrik und baut nun Viertakter mit 0,75 PS bei 450 Umdrehungen pro Minute. Im selben Jahr konstruiert Friedrich Fischer, Gründer der späteren Fischer Aktien Gesellschaft (kurz FAG), die „Kugelmühle“. Mit ihr ließen sich gehärtete Stahlkugeln absolut gleichmäßig rund schleifen – und das auch noch in großen Stückzahlen. Dank dieser Innovation des „Kugelfischers“ trat das Kugellager seinen Siegeszug um die Welt an und half den Pionieren des Automobils, ihre Ideen ins Rollen zu bringen.

Das Rennen um den ersten reinen Auto-Motor aber gewinnt Gottlieb Daimler, der am 3. April 1885 ein Patent für seine Petroleumkraftmaschine bekommt. Sie wiegt 50 Kilo, leistet ein Kilowatt bei 360 U/min und wird wegen ihrer Form „Standuhr“ genannt. Daimler baut sie ein in ein Fahrzeug, das einem hölzernen Motorrad mit Auslegern gleicht. Er bekommt am 29. August das Patent für den

„Reitwagen“ – als erstes Auto wird das Gefährt nicht anerkannt. Das wiederum stellt Carl Benz im Oktober des gleichen Jahres fertig: das 260 Kilo wiegende Dreirad namens „Benz-Patent-Motorwagen“. Er bekommt am 29. Januar 1886 das Deutsche Reichspatent 37435 darauf – die Geburtsstunde des modernen Automobils. Und damit der Start für die Automobilität. Der Rest ist bekannt – oder nicht?



Mit Schaeffler-Technik an Bord:
der Benz-Patentwagen von 1886.

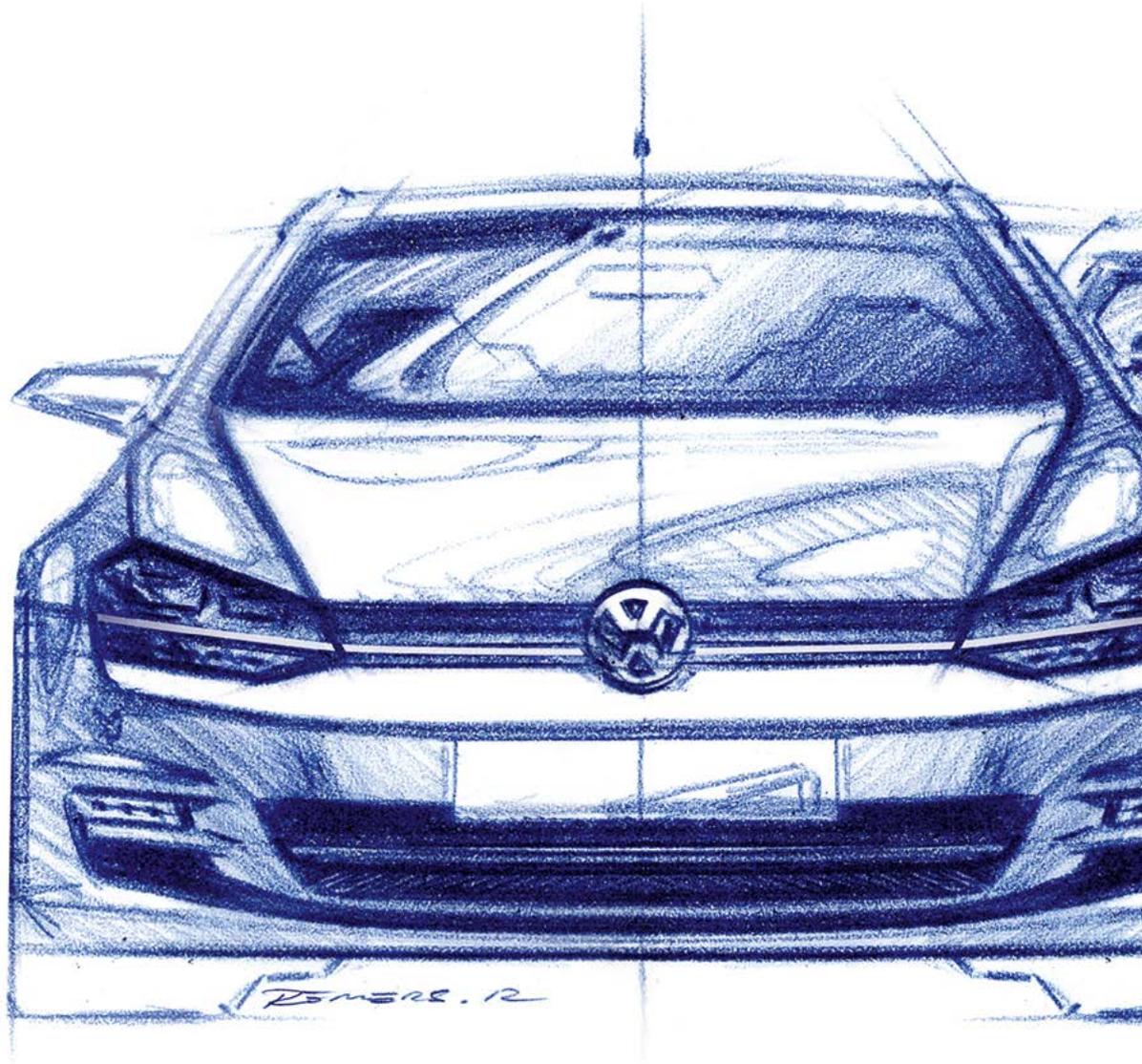


504 SEITEN MOBILE WELTGESCHICHTE

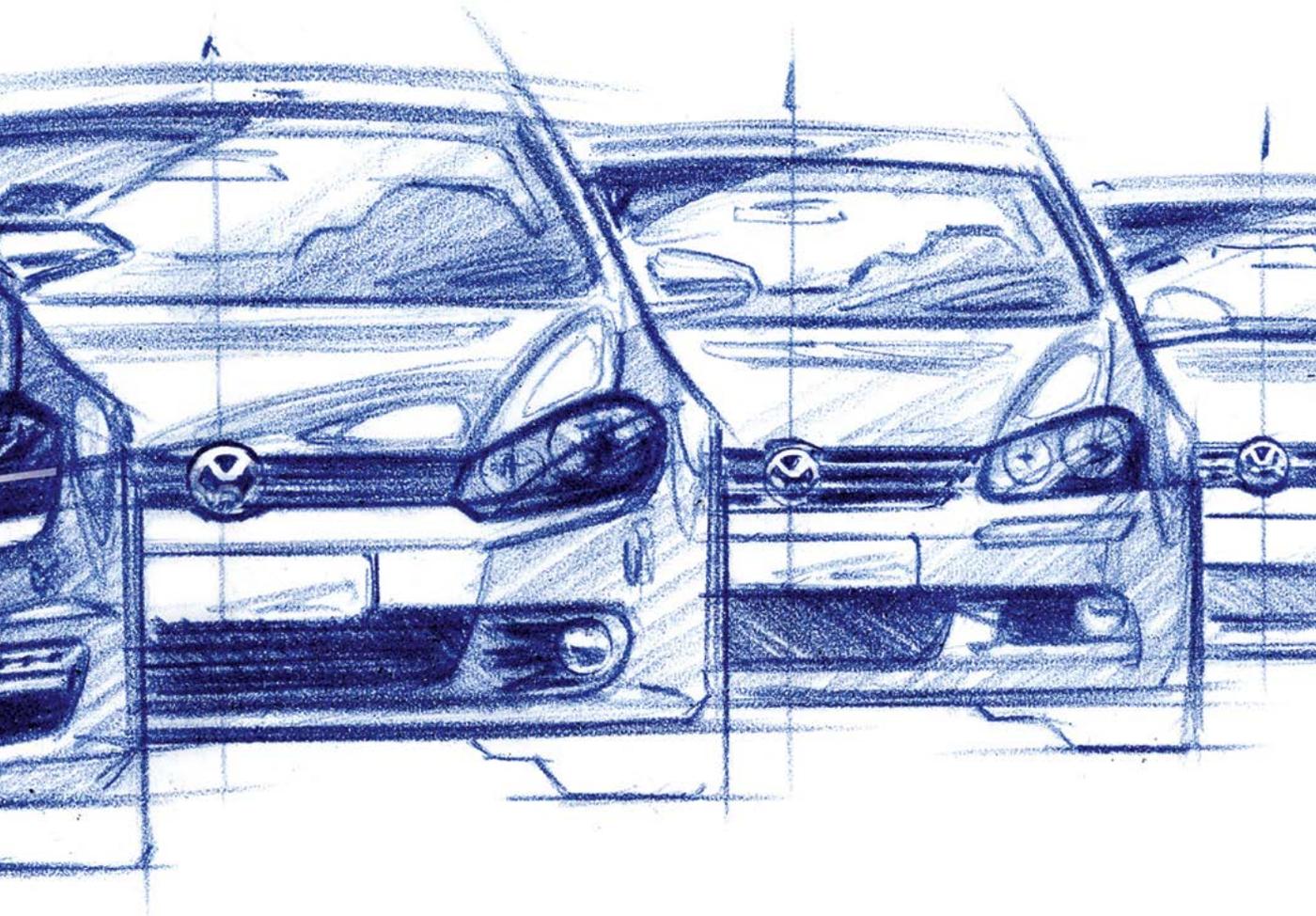
Wen es interessiert, wie die Geschichte weitergeht und wie viele weitere Nebenschauplätze die Geschichte des Automobils bis heute beeinflussen:

Roland Löwisch – Auto-Mobilität. Wie der Mensch das Laufen verlernte. 500.000 v. Chr. bis heute.

Verlag Mosenstein & Vannerdat
ISBN 978-3-942153-04-1
504 Seiten mit vielen Abbildungen
149,00 Euro



FORTSCHRITT

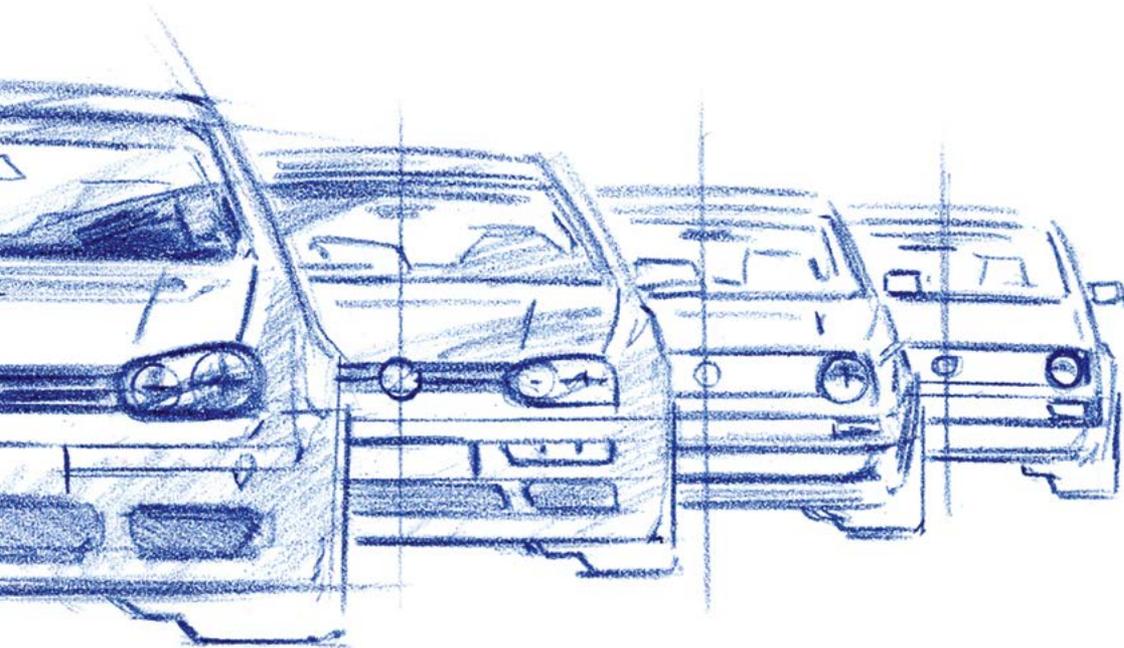


AUF GANZER LINIE

Die Entwicklungsgeschwindigkeit im
Automobilbau ist enorm.
Ein Schnelldurchlauf durch vier
Jahrzehnte am Beispiel des VW Golf.

— von Michael Specht

Radlager, Federbeinlager, Schleppebel, hydraulische Tassenstößel, Wasserpumpenlager, Zylinderkopf – die Liste der Bauteile, die Schaeffler für die Produktion des VW Golf zuliefert und zugeliefert hat, ist lang. Eine Schlüsselstelle im Antriebsstrang des Golf besetzt Schaeffler von der ersten Stunde an: die Kupplung im Schaltgetriebe. Von Golf-Generation zu Golf-Generation entwickelt Schaeffler die Schaltheife weiter, vom konventionellen Bauteil über ein selbstnachstellendes bis hin zur Weltneuheit im Golf V, der trockenen Doppelkupplung im 7-Gang-Direktschaltgetriebe (DSG).



AUTOMOTIVE-MEILENSTEINE VON SCHAEFFLER

1883



erfindet Friedrich Fischer die Kugelschleifmaschine und ermöglicht die Erfolgsgeschichte des Wälzlagers. Ursprünglich für Fahrräder konzipiert, revolutionierte das Wälzlager bald auch die Herstellung von Motorrädern, Autos, Flugzeugen und Eisenbahnen. Seit 2001 gehört FAG Kugelfischer zu Schaeffler.

1910

bricht Dr. Charles Percival zu einem damals schier unglaublichen Mobilitätsabenteuer auf: Zwei Jahre und



80.000 km müht er sich von Mexiko nach Alaska. Mit an Bord: FAG-Lager, die die Tortur ohne einen einzigen Defekt überstehen.

Früher war alles besser. Ein Satz, der sich am Stammstisch stets einer gewissen Beliebtheit erfreut. Besonders, wenn es um das Thema Auto geht. Da fallen dann gern mal so Bemerkungen, dass man heute nichts mehr selbst reparieren könne, viel zu viel Elektronik an Bord sei und überhaupt Autos ja sowieso viel zu teuer geworden seien. An allem ist sicher etwas dran. Kostete ein Standard-Golf I (50 PS) 1974, in seinem ersten Erscheinungsjahr, umgerechnet rund 4.000 Euro, ist heute für einen Golf VII (85 PS) mehr als viermal so viel zu bezahlen. Doch stiegen die durchschnittlichen Bruttolöhne lediglich um den Faktor 3,5. Aber wer so rechnet, verkennt die Realität. Wir bekommen heute auch deutlich mehr Auto für unser Geld. Golf I und Golf VII trennen nicht nur Lichtjahre in Sachen Technik und Sicherheit, sondern auch in Sachen Qualität, Ausstattung und Komfort.

Dabei galt der erste Golf, Nachfolger des legendären Käfers, bereits als bahnbrechender Fortschritt in der Automobilindustrie. Mit ihm beginnt in Wolfsburg der größte Umbruch in der Unternehmensgeschichte. Aus rund wird eckig, aus Luft- wird Wasserkühlung, aus Boxer- wird Reihenmotor, aus Heck- wird Frontantrieb. Der Käfer, robuster Dauerläufer und automobiles Wirtschaftswundersymbol der Deutschen, fährt schon Ende der 60er-Jahre in eine technische Sackgasse. Längst überholen ihn modernere Fahrzeuge wie Opel Kadett und Ford Escort sowie Modelle von Fiat, Renault und Peugeot. Zu den größten Nachteilen des wohl sympathischsten Volkswagens aller Zeiten zählen seine schlechte Funktionalität, die schwachen Fahrleistungen, die miese Heizung, der laute Motor und der hohe Verbrauch.

Ein Auto vom anderen Stern

Aus dieser Perspektive betrachtet platzt der Golf in die Welt der Wolfsburg wie ein Auto von einem anderen Stern. Der quer eingebaute Frontmotor, wassergekühlt, sparsam und leise, schafft mehr Platz im Innenraum, die Wahl von vier Türen beendet die Qual, nur mit Verrenkungen auf die enge Rücksitzbank zu gelangen. Im Golf ist sie sogar umlegbar – für mehr Kofferraum und einfach zu beladen durch eine praktische Heckklappe. Ideal für den Einkauf im Möbelhaus. Die Wohnungen schmücken geblümte Tapeten. Abba gewinnt 1974 den Grand Prix d’Eurovision

und Deutschland die Fußballweltmeisterschaft. Es ist das Jahr, in dem Willy Brandt geht und Helmut Schmidt kommt. Normalbenzin kostet umgerechnet 40 Cent.

Doch der Golf I, so modern er zu seiner Zeit auch scheint, ist nicht mehr als ein dünnhäutiger Kleinwagen (Länge: 3,70 Meter) mit nach heutigen Maßstäben katastrophaler Crashesicherheit und demzufolge minimalem Insassenschutz. Draußen auf bundesdeutschen Straßen sterben damals jährlich fast 20.000 Menschen. Zum Vergleich: 2014 sind es im wiedervereinten und damit gewachsenen Bundesgebiet 3.368. Und dies bei deutlich dichterem Verkehr (43 gegenüber 17 Millionen Pkw im Jahre 1974) und höheren Jahreskilometerleistungen. Dieser Erfolg geht klar auf das Konto der Sicherheitsentwicklung und der immer wichtiger werdenden Crashtests. Würde man heute einen Golf I, der übrigens noch bis 2009 in Südafrika vom Band lief, und einen Golf VII unter gleichen Bedingungen (64 km/h, offset, 40 Prozent Überdeckung) gegen die genormte Euro-NCAP-Barriere prallen lassen, hätten die Insassen im Golf VII beste Chancen, ohne oder nur mit leichten Verletzungen davonzukommen. Im Golf I wären sie tot.

Die wichtigste Rolle unter den passiven Rückhaltesystemen spielt anfangs ohne Zweifel der Dreipunktgurt. Am 1. Januar 1976 wird in Westdeutschland die Anschnallpflicht eingeführt, ab 1984 sogar unter Androhung eines Bußgeldes. Als Sonderausstattung bietet VW den Gurt im Golf von Beginn an auch als automatisch aufrollbare Version an. Ein großer Komfortgewinn. Vom Airbag allerdings ist man in dieser Fahrzeugklasse noch fast 20 Jahre entfernt. Ein Lenkrad mit kleinem Pralltopf muss zunächst reichen.

Sicherheitssprung bei Generation III

Viel besser sieht die Situation in Sachen Insassenschutz auch im Golf II nicht aus. Erst für die dritte Generation, die ab 1991 an den Start geht, demokratisiert Volkswagen die Sicherheit im Automobilbau. Die Struktur der Fahrgastzelle gerät deutlich steifer – damit leider auch schwerer –, bessere Knautschzonen im Vorderwagen schlucken einen

1949

entwickeln die Brüder Dr. Wilhelm und Dr. Georg Schaeffler das käfiggeführte INA-Nadellager – für die Konstruktion kleiner, leistungsfähiger und kostengünstiger Automobile ist die Erfindung ein unschätzbare Beitrag. Automobilgetriebe sind bis heute ohne diese Nadellager kaum denkbar.



1965

bringt LuK als erster Kupplungshersteller in Europa die Tellerfederkupplung auf den Markt. Heute rollt weltweit jedes dritte neue Auto mit einer LuK-Kupplung vom Band.

1970 UND 1971

gewinnt Porsche in Le Mans. Im Siegerauto arbeiten Tassenstöbel von INA. Renneinsätze wie diese beschleunigen den Aufstieg von Schaeffler zum führenden Spezialisten für Komponenten und Systeme im Ventiltrieb.



renden Spezialisten für Komponenten und Systeme im Ventiltrieb.

ZWEI GENERATIONEN – ZWEI WELTEN



Golf I & VII im optischen Vergleich. Die 60% Gewichtszunahme sieht man. Gegenüber dem aktuellen Modell kommt der „Einser“ fast schon zerbrechlich flüchtig daher. Typisch Golf seit 40 Jahren: die breite C-Säule.



Basis-Instrumentierung, dünne Türblätter, magersüchtiges Lenkrad – Golf I fahren hieß verzichten. Ganz anders der Golf VII. Auf den ersten Blick könnten sich die Insassen auch in einem VW Phaeton wähen.



Großteil der Aufprallenergie, Verstärkungen in den Türen sorgen für höheren Flankenschutz. Erstmals steckt im Golf-Lenkrad ein Airbag, ab 1993 gibt es ihn auch für die Beifahrerseite. Drei Jahre später kann der Kunde – wenn auch nur gegen Aufpreis – sogar Seitenairbags bekommen. Der Luftsack, das zeigt sich anhand der realen Unfallauswertungen, entwickelt sich nach dem Gurt schnell zum Lebensretter Nummer zwei. Heute schlummern in einem Golf bis zu acht Airbags, darunter auch einer für die Knie des Fahrers. Mercedes ergänzt die passive Sicherheit in der neuesten Generation der S-Klasse sogar noch um ein aufblasbares Gurtband (Beltbag) für die Fondpassagiere.

Der Preisverfall in der Elektronik öffnet in den 80er-Jahren die Tür für ein weiteres wichtiges Sicherheitselement, das Antiblockiersystem. Das ABS verhindert bei einer Vollbremsung das Blockieren der Räder. Das Auto bleibt damit lenkfähig, auch der Bremsweg verkürzt sich. In der Oberklasse steht das ABS vereinzelt zwar schon Ende der 70er-Jahre als Sonderausstattung zur Verfügung, doch serienmäßig und vor allem in den kleineren Fahrzeugklassen ist es erst Mitte der 90er an Bord. VW baut das ABS ab 1996 aufpreisfrei in jeden Golf ein.

Ein Jahr später sorgt ein spektakuläres Fahrmanöver („Elchtest“) einer schwedischen Zeitung für die wohl größte sicherheitstechnische Revolution im Automobilbau. Bei einem simulierten Ausweichmanöver landet eine Mercedes A-Klasse auf der Seite. Der Mini-Van, gerade einmal 3,72 Meter kurz, ist der erste Versuch der Stuttgarter Marke, ein Fahrzeug in der Kompaktklasse auf den Markt zu bringen. Das Debüt gerät ins Schlingern – Mercedes fängt es mit dem elektronischen Stabilitätsprogramm (ESP) wieder ein. Den bislang nur vereinzelt in den oberen Fahrzeugklassen angebotenen Schleuderschutz bekommt der kleine Benz serienmäßig an Bord, bereits ausgelieferte Fahrzeuge werden nachgerüstet. Droht die A-Klasse nun zu schleudern, greift ESP gezielt über die Bremsen ein und beugt so einem unkontrollierten Ausbrechen vor.

Die aus der Not geborene Sicherheitsoffensive von Mercedes setzt die Wettbewerber im Segment unter Zugzwang, ebenfalls ESP aufpreisfrei anzubieten. Der Golf zählt dazu. In vierter Generation verfügt er ab 1998

1974

bringt LuK im Nutzfahrzeugsektor als erster Kupplungshersteller der Welt Tellerfeder-Doppelkupplungen auf den Markt.



1985

läutet Schaeffler mit der Fertigung des Zweimassenschwungrades eine neue Ära in der Antriebstechnik ein.



1986

führt Schaeffler automatische Riemenspannsysteme ein. Der Riementrieb im Pkw lebt länger und wird deutlich leiser.

1990

ermöglichen hydraulische Nockenwellenversteller von INA erstmals die stufenlose Änderung der Ventilsteuerzeiten. Kraftstoffverbrauch und Emissionen sinken.



erstmal über ESP. Bis heute gilt unter Unfallexperten das Elektronische Stabilitätssystem neben Gurt und Airbag als der dritte große Lebensretter. Seit dem 1. November 2011 müssen neu konstruierte Autos in der Europäischen Union mit ESP ausgerüstet sein.

Neben ESP halten Ende der 90er-Jahre auch Gurtstraffer und Gurtkraftbegrenzer Einzug, Kindersitze lassen sich fortan an speziellen Verankerungspunkten (Isofix) sicher befestigen. Auf der aktiven Seite wird der Bremsassistent eingeführt. Weil Autofahrer trotz Notsituation meist nicht beherzt genug aufs Pedal treten, übernimmt dies der Kollege Computer und löst automatisch eine Vollbremsung aus. Der Bremsweg verkürzt sich dadurch um viele wertvolle Meter.

Das Ziel der Autohersteller für die Zukunft heißt: Unfälle vermeiden, zumindest aber Unfallfolgen mindern. Volvo lehnt sich dabei am weitesten aus dem Fenster und behauptet, 2020 werde kein Mensch mehr in einem Volvo ums Leben kommen. Schaffen will man dies durch intelligente Assistenzsysteme, die Gefahren frühzeitig erkennen. Doch diese Hilfe setzt eine gigantische Rechenleistung der Prozessoren voraus. Welche Entwicklung diese Bausteine in wenigen Jahrzehnten gemacht haben, wissen wir von unserem Mobiltelefon und vom Computer zu Hause. Gleiches gilt für die Bits und Bytes im Auto. Steckten im ersten Golf bereits 200 Meter Kabel und 170 Kontakte, aber nicht ein einziges Steuergerät, sind es heute acht Mal so viele Kabel und Kontakte sowie 35 über Datenbus vernetzte Steuergeräte. Ein aktueller Golf VII in Vollausstattung hat mehr Elektronik an Bord als früher eine Apollo-Rakete.

Assistenten für alles

Mehr als ein Dutzend Assistenzsysteme können heute in einem Oberklasse-Fahrzeug eingebaut sein. Es ist nur eine Frage der Zeit, bis diese Dinge auch in Kompakt- oder gar Kleinwagen zu finden sind. Einige sind es schon. Sensoren, Radar, Laserscanner, Ultraschall und Stereo-Multifunktionskameras arbeiten dabei je nach Situation einzeln oder in perfektem Zusammenspiel. So wird der Fahrer gewarnt, wenn sich ein Auto im toten Winkel befindet.

DIE 10 MEISTVERKAUFTEN AUTOS

1974 trat der Golf das Erbe des VW Käfer an und wurde zu einem weltweiten Bestseller. Bereits 2002 hat der Golf seinen kugeligen Vorfahren in der ewigen Verkaufshitliste überholt und sich den vierten Gesamtplatz erkämpft. Das sind die Top-Ten-Bestseller der Automobilgeschichte:

1. **Toyota Corolla/Auris: 40 Mio. seit 1966**
2. **Ford F-Serie Pick-up: 35 Mio. seit 1948**
3. **Ford Escort/Focus: 30 Mio. seit 1968**
4. **VW Golf (ohne Jetta, Caddy etc.): 27,5 Mio. seit 1974**
5. **VW Käfer/Beetle: 23,5 Mio. seit 1946**
6. **Honda Civic: 18,5 Mio. seit 1972**
7. **Honda Accord: 17,5 Mio. seit 1975**
8. **Ford T-Model: 16,5 Mio. von 1908 bis 1927**
9. **VW Passat: 16 Mio. seit 1973**
10. **Chevrolet Impala: 14 Mio. seit 1958**

Sensoren erkennen Verkehrsschilder oder ob der Fahrer müde wird und eine Pause benötigt. Sie registrieren, wenn der Wagen die Spur verlässt und lenken gegen, sei es direkt oder über einseitigen Bremsengriff. Eine 360-Grad-Kamera ermöglicht das Rangieren mit Rundumblick. Auf dem Display erscheint der Wagen aus der Vogelperspektive. Zudem setzt ein Parkpilot das Auto selbsttätig in die Parklücke, längs wie quer zur Fahrbahn. Im Dunkeln kann der Autofahrer permanent sein Fernlicht anlassen, trotzdem blendet er niemanden, weil die entgegenkommende Lichtquelle geschickt „umstrahlt“ wird. Beim Nachtsicht-Assistenten ermöglicht Infrarotlicht, dass Menschen und Tiere erkannt werden, noch bevor sie im Scheinwerferkegel auftauchen. Die Elektronik warnt den Fahrer bei

1999

präsentiert LuK CVT-Komponenten für hohe Drehmomente. Die damit ausgerüstete Audi Multitronic ist das erste effiziente CVT-Getriebe für mehr als 300 Nm. Neue FAG-Mechatronik-Sensorlager ermöglichen auf kleinstem Einbauraum die Ansteuerung und Überwachung von Elektroantrieben in Fahrzeugen. Die Emissionen sinken.

2000

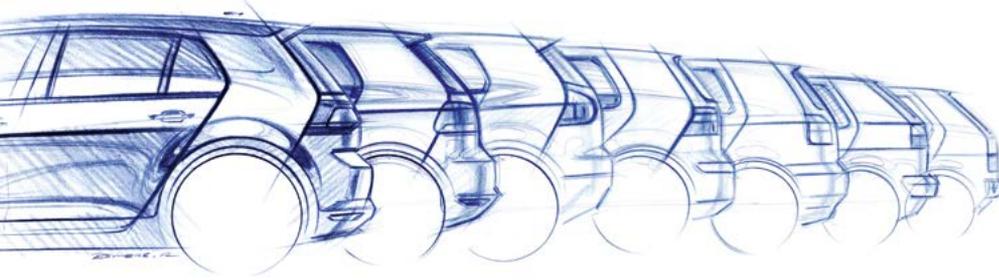


geht im Opel Corsa das automatisierte Schaltgetriebe von LuK als Easytronic in Serie – eine technische Weltpremiere.

2003

erhält LuK auf der Equip Auto in Paris den Innovationspreis für die trockene Doppelkupplung. 2007 beginnt die Großserienfertigung.





zu dichtem Auffahren und kann durch eine autonome Teilbremsung eine Kollision verhindern oder zumindest abschwächen. Sie erkennt bei Stadtgeschwindigkeit Fußgänger und löst automatisch eine Vollbremsung aus. Im Stop-and-go-Verkehr folgt das Auto bereits selbstständig dem Vordermann, auch in Kurven. Bei akuter Unfallgefahr werden automatisch präventive Insassenschutzmaßnahmen ausgelöst, vor allem wird der Gurtstraffer angezogen. Das passiert in 120 Millisekunden. Selbst Querverkehr kann das Auto mittlerweile erkennen und bremst bei Gefahr eigenständig ab. Eine S-Klasse muss man schon lange nicht mehr kaufen, um in den Genuss solcher Extras zu kommen. Autos der Golf-Klasse wie ein Honda Civic reichen völlig aus. Da ist der Schritt zum autonomen Fahren selbst in dieser Fahrzeugkategorie nicht mehr groß. Audi, BMW, Mercedes, Volvo und VW haben bereits erste Vorstöße in Sachen eigenständiges Fahren unternommen. Selbst der Internetkonzern Google hat ein autonomes Auto auf die Räder gestellt. Experten rechnen mit einer Serieneinführung der ersten selbstfahrenden Autos ab 2020.

50 Prozent mehr Auto, 50 Prozent weniger Verbrauch

So enorm die Elektronik die Sicherheit in unseren Autos auch erhöht hat, sie hat im gleichen Maße Emissionen und Verbrauch gesenkt sowie den Komfort verbessert. Erwähnt sei hier der Katalysator, den der Golf I noch nicht kannte und ohne den er fast die hundertfache Menge an Schadstoffen ausgestoßen hat wie heute ein Golf VII. Zur Reduzierung beigetragen haben auch die modernen Benzin- und Dieseleinspritzsysteme (TSI und TDI), die wesentlich effizienter mit dem Kraftstoff umgehen als je zuvor. Ein

Golf TDI BlueMotion leistet heute so viel wie der stärkste Golf (GTI) von 1976, verbraucht aber weniger als die Hälfte, obwohl er deutlich größer ist und 50 Prozent mehr wiegt. Und nie zuvor konnte der Kunde für den Golf mehr Antriebsformen wählen als in diesem Jahr. Neben Diesel und Benzin mit Front- oder Allradantrieb stehen auch Erdgas- und Elektroantrieb sowie Plug-in-Hybrid zur Verfügung.

Es sind aber nicht die Autobauer allein, die ihre Fahrzeuge immer effizienter werden lassen. Großen Anteil haben auch Zulieferbetriebe, die mit eigenen Entwicklungsabteilungen die Evolution auf vier Rädern vorantreiben. So lagen in der deutschen Rangliste der Patentanmeldungen 2013 die beiden Zulieferer Bosch und Schaeffler als Spitzenreiter deutlich vor der drittplatzierten Daimler AG. Zu den wichtigsten Innovationen aus dem Hause Schaeffler in den vergangenen Jahren zählen das trockene Doppelkupplungsgetriebe, die elektrohydraulische vollvariable Ventilsteuerung sowie zahlreiche Komponenten für die E-Mobilität.

Den technischen Fortschritt im Automobilbau spiegeln aber auch vermeintlich unwichtige Dinge wider. Inspektionsintervalle sind deutlich länger geworden, Karosserien sind verzinkt, Rost ist kein Thema mehr. Wir fahren sicherer und sauberer. Zentralverriegelung, elektrische Fensterheber, Servolenkung, elektrisch einstellbare Außenspiegel, elektrisches Schiebedach, höhenverstellbare Sitze, Regensensor, Bordcomputer, Getränkehalter und Klimaanlage gehören heute fast zur Grundausstattung und machen uns das Autofahren angenehmer, bequemer und komfortabler. Käufer des Golf I konnten davon noch nicht einmal träumen. So gesehen haben sie damals ihren Neuwagen im Verhältnis viel zu teuer bezahlt.

2006

präsentiert LuK erstmals eine Mehrscheibenkupplung mit Selbstnachstellung für die Serienanwendung.



2009

feiert die von der Schaeffler Gruppe zur Serienreife entwickelte elektrohydraulische vollvariable Ventilsteuerung UniAir im Alfa MiTo 1.4 MultiAir Premiere.



2010

Schaeffler entwickelt mit Porsche auf dem Cayenne die Fahrzeugstudie „CO₂ncept-10%“. Neuartige und optimierte Bauteile reduzieren Verbrauch und CO₂-Emissionen um 10%.

40 JAHRE GOLF-GESCHICHTE IM SCHNELLDURCHLAUF



Golf I (1974–1983), 6,7 Mio. Käufer, Länge 370 cm, Gewicht 750 kg

Das italienische Studio Giugiaro entwirft den Käfer-Nachfolger, in Wolfsburg wird das Design versachlicht. Die Preise starten bei 7.995 DM. Wegweisende Modelle, die die Rolle des Golf als Klassenprimus untermauern: der Sportler GTI (ab 1976), das Henkel-Cabrio (ab 1979) und die Diesel-Sparfüchse D (1976) und GTD (1982). Bis 2009 als Citi-Golf in Südafrika gebaut.



Golf II (1983–1992), 6,4 Mio. Käufer, Länge 398 cm, Gewicht 845 kg

Mehr Radstand, bauchigere Form, Preise ab 13.490 DM. Das Ganze dank besseren Rostschutzes langlebig verpackt. Erstmals lieferbar: ZV (490 DM), Servolenkung (800 DM), E-Fenster (4-fach 995 DM), ABS (1.800 DM) und Katalysatoren. Seiner Zeit voraus: der damals belächelte SUV-Golf Country. Topmodell: Rallye-Golf mit Allrad, G-Lader und 160 PS für 44.500 DM.



Golf III (1991–1997), 4,9 Mio. Käufer, Länge 402 cm, Gewicht 960 kg

Die dritte Generation (ab 19.975 DM) übernimmt Motorblöcke, Elektrik und Abmessungen vom Vorgänger, ist aber windschnittiger (c_w 0,30) und sicherer – damit aber auch schwerer. Neu: Airbags, Diesel-Direkteinspritzer und Sechszylinder (VR6). Neues Cabrio auf „Dreier“-Basis, außerdem gibt es erstmals einen Kombi. Innovatives Highlight: Kleinserie mit Elektroantrieb.



Golf IV (1997–2003), 4,9 Mio. Käufer, Länge 415 cm, Gewicht 1.050 kg

Geringe Spaltmaße, hochwertige Kunststoffe, verzinkte Karosserie: Der Golf macht den nächsten Qualitätssprung. Preise ab 25.700 DM. Ab 1999 serienmäßig mit ESP. 2002 folgt das neue Familienoberhaupt: der Golf R32 mit 241 PS. Stichwort Plattform: Der „4er“ liefert die Basis für VW Beetle und Bora, Škoda Octavia, Seat Leon und Toledo sowie Audi A3 und Audi TT.



Golf V (2003–2008), 3,3 Mio. Käufer, Länge 420 cm, Gewicht 1.155 kg

Fünf Jahre nach dem Ford Focus bekommt auch der Golf V (ab 15.200 Euro) eine aufwendige Vierlenker-Hinterachse für ein besseres Fahrverhalten. Neu in der Klasse: Doppelkupplungsgetriebe, Xenonlicht und andere Goodies aus der Oberklasse. Das Topmodell R32 ist der vorerst letzte Sechszylinder-Golf. Neue Hochdach-Variante Golf Plus und SUV-Ableger Tiguan.



Golf VI (2008–2012), 2,9 Mio. Käufer, Länge 420 cm, Gewicht 1.217 kg

Die 6. Generation (ab 16.500 Euro) ist mehr Facelift als neues Modell. Kunden freuen sich über die jetzt serienmäßige Klimaanlage. Alle Benziner und Diesel erfüllen die Euro-5-Norm. Erstmals kann der Golf selbstständig einparken (Parkassistent). Ökovariante BlueMotion mit Start-Stopp-Automatik und Energierückgewinnung. Neues Golf-VI-Cabrio.



Golf VII (seit 2012), Länge 425 cm, Gewicht 1.205 kg

Der Platzhirsch muss sich mittlerweile mit 130 direkten Gegnern auseinandersetzen – statt einst mit zehn. Ausstattungsberieinigt erleichtert VW den Golf um 100 kg und spendiert seinem Bestseller eine Armada neuer, teils serienmäßiger Assistenzsysteme. In der Preisliste (ab 16.975 Euro) finden sich auch ein Elektro- und ein Plug-in-Hybrid-Golf.

2011

erhält Schaeffler für die wälzgelagerte Leichtbau-Ausgleichswelle den renommierten PACE-Award und bündelt im Systemhaus eMo-



bililität Kompetenzen zum Thema Elektromobilität.

2012

werden Schaeffler weltweit so viele Quality-Awards verliehen wie nie zuvor (u. a. von



Renault, Nissan und GM). Für das signifikant komfortverbessernde und verbrauchsenkende Fliehkraftpendel erhält Schaeffler den „Stahl-Innovationspreis“.

2013



entwickelt Schaeffler zusammen mit Ford ein Konzeptfahrzeug mit elektrischem Radnabenantrieb auf Basis des Fiesta. Honda nutzt in seinem i-DCD-Hybridsystem Doppelkupplungstechnologie von Schaeffler.



STAUFALLE MEGACITY

Kilometerlange Blechlawinen, Abgase, Smog und fehlende Parkplätze – in vielen Millionenstädten wird der wachsende Autoverkehr zu einem ernstem Problem. Gefragt sind innovative Verkehrskonzepte.

— von Andrea Neumeyer

LOS ANGELES (USA)

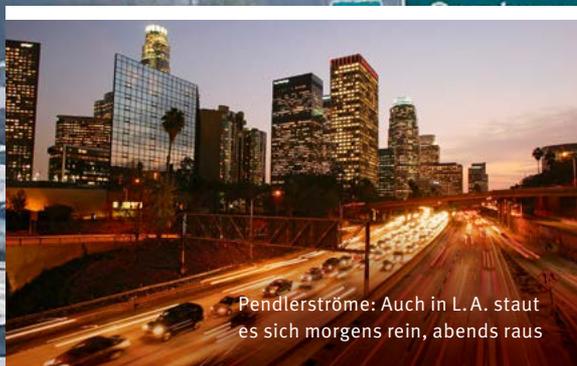
Gegründet 1781

Einwohner 3,8 Mio. (Stadtgebiet), 13,1 Mio. (Metropolregion)

Ausdehnung 1.290 Quadratkilometer

U- und Stadtbahn 140 km

Autos 540 pro 1.000 Einwohner



Pendlerströme: Auch in L. A. staut es sich morgens rein, abends raus

— Mehr als 330 Millionen Kilometer legen die Autofahrer in Los Angeles täglich zurück – das entspricht der doppelten Entfernung von der Erde zur Sonne. 72 Stunden im Jahr verbringt jeder Pendler in L. A. im Schnitt im Stau. Auch andere Megastädte wie Tokio, São Paulo, Shanghai und London drohen im Autoverkehr regelrecht zu ersticken: Smog wird vielerorts zu einem Problem. Doch der Stau schadet nicht nur der Umwelt, sondern auch dem Geldbeutel. Die gesamtwirtschaftlichen Kosten für die 234 Millionen Stunden Stillstand allein auf deutschen Straßen beziffert die Bundesanstalt für Straßenwesen auf 3,5 Milliarden Euro pro Jahr.

Wachsende Zersiedlung und steigender Wohlstand in Schwellenländern lassen die Verkehrsprobleme weiter ansteigen. Das renommierte Fraunhofer Institut geht davon aus, dass bis 2050 über zwei Milliarden Fahrzeuge auf der Erde rollen. Bei Staugeplagten wird der Ruf nach mehr Straßen laut. „Jede neue Autobahn erhöht den Gesamtverkehr“, lautet jedoch das Fazit von kanadischen Mobilitätsforschern. Nach dem Motto „Wer Straßen sät, wird Verkehr ernten“ locken neue Straßen nur noch mehr Pendler ins Auto – also erreicht man den gegenteiligen Effekt.

Das Wundermittel gegen Stau von Austin bis Zagreb gibt es nicht. Vielmehr entwickeln

TOKIO (J)

Gegründet 1446

Einwohner 9,1 Mio. (Stadtgebiet), 37 Mio. (Metropolregion)

Ausdehnung 622 Quadratkilometer (Stadt), 13.572 (Region)

U- und Stadtbahn 290 km

Autos 450 pro 1.000 Einwohner



Unter Kontrolle: Im ITS-Leitzentrum in Tokio wird jeder Stau registriert



Verkehrsplaner maßgeschneiderte Konzepte, die regionale, geografische und auch kulturelle Gegebenheiten berücksichtigen.

Modernste Verkehrstechnik verhindert Staus in Tokio

So hat auch Tokio ein maßgeschneidertes Konzept: Mehr als 37 Millionen Menschen leben im Großraum der japanischen Hauptstadt, rund eine Million

Autofahrer stauen sich täglich ins Zentrum. Platz für neue Highways gibt es nicht. In dem Land mit einer starken Autoindustrie verzichten die Pendler nur ungern auf das eigene Auto. Steuerbegünstigte Kleinwagen (Kei-Cars) sparen Platz.

Mithilfe modernster Technik schafften es die Verantwortlichen, die Blechlawine am Rollen zu halten. Die Präfektur von Tokio investierte sieben Milliarden Euro in das neue Verkehrsleitsystem ITS (Intelligent Transport System), das alle Systeme der Mobilitätssteuerung mit neuen Möglichkeiten der Navigationstechnik vernetzt. Über 800 Kameras und 1.600 sogenannte ITS-Spots erfassen jeden Winkel der

MEXICO CITY (MEX)

Gegründet 1521

Einwohner 8,8 Mio. (Stadtgebiet), 20 Mio. (Metropolregion)

Ausdehnung 1.500 Quadratkilometer (Stadt), 7.800 (Region)

U- und Stadtbahn 250 km

Autos 360 pro 1.000 Einwohner



Mexico City: Obwohl viele Menschen Bus- oder Moped fahren, gibt es Staus



300 Kilometer Stadtautobahn. In Echtzeit werden Informationen in die Autos gesendet: Es wird vor Unfällen und Staus gewarnt, sogar vor Erdbeben. Seit 2011 hat sich die Verkehrssituation in Tokio deutlich entzerrt.

Effizient und günstig: die Schnellbusse von Mexico City

Ganz anders die Situation in Mexico City: Jeden Morgen strömen fünf Millionen Menschen in die

Innenstadt der 20-Millionen-Metropole. Bereits jetzt nutzt jedoch die Mehrheit den öffentlichen Personennahverkehr – vor allem alte Busse. Ein neues Schnellbusssystem mit eigenen Fahrspuren und eine neue U-Bahn-Strecke sollen die Luftverschmutzung lindern und den Verkehr beschleunigen. Wie in vielen Schwellenländern ist der Schnellbus die Alternative zum Bau einer U-Bahn: Der Bau ist pro Kilometer 10- bis 50-mal günstiger, zudem ist die Schnellbuslinie früher betriebsbereit. Höhere Steuern und Parkgebühren sollen zudem das Auto unattraktiver machen. Und die Stadt wirbt fürs Radfahren: Jeden Sonntag von 7 bis 14 Uhr ist die

verkehrsreichste Avenue der Stadt, der Paseo de la Reforma, für alle Autos gesperrt. Zugleich kämpft Mexico City gegen eine weitere Zersiedlung: Rund 400.000 Einwohner sind in den vergangenen Jahren aus der Stadt gezogen, diesen Trend will man mit neuen gemischten Wohn- und Geschäftszentren im Zentrum stoppen.

London soll zum Paradies für Radler werden

Autos raus aus der Stadt – so lautet das Motto in London. Die 2003 eingeführte City-Maut von rund 12,50 Euro hat Fahrten in die Innenstadt zu einem teuren Vergnügen gemacht. Seit Einführung der Maut ist der Verkehr um 30 Prozent gesunken, doch er stockt noch immer. Und das, obwohl der Nahverkehr gut ausgebaut ist: London besitzt die älteste U-Bahn der Welt mit dem längsten Streckennetz Europas sowie ein engmaschiges Bussystem.

Der ehrgeizige Londoner Bürgermeister Boris Johnson hat es sich zum Ziel gesetzt, die Millionenmetropole an der Themse zusätzlich in ein Paradies für Radfahrer zu verwandeln. Eine schwierige Aufgabe, denn zuvor genoss London keinen guten Ruf unter Radlern: enge und verstopfte Straßen, kaum Radwege und ein Drängeln zwischen Doppeldeckerbussen auf den schmalen Busspuren. Inzwischen hat sich das Bild gewandelt: Immer mehr Londoner entdecken die Freiheit auf zwei Rädern. In den kommenden Jahren soll eine Milliarde Euro in das Radwegenetz investiert werden. Nach Plänen des Stararchitekten Norman Foster sollen die wichtigsten Verkehrsadern der Stadt auf 220 Kilometern Länge mit Fahrradautobahnen überdacht

Stelzen-Trasse: So könnte nach Entwürfen von Foster + Partners der Rad-Highway in London aussehen



LONDON (GB)

Gegründet 47 n. Chr.

Einwohner 8,4 Mio. (Stadtgebiet), 13,6 Mio. (Metropolregion)

Ausdehnung 1.572 Quadratkilometer

U- und Stadtbahn 402 km

Autos 304 pro 1.000 Einwohner



werden. Zehn Routen sollen die wichtigsten Punkte in der Stadt verbinden. Die sechs Millionen Einwohner im Einzugsgebiet des Systems könnten nach Berechnungen der Stadtplaner bis zu 29 Minuten gegenüber Auto und öffentlichen Verkehrsmitteln einsparen.

Bis 1930 besaß Los Angeles ein dichtes Straßenbahnnetz

Los Angeles ist weltweit ein Synonym für eine Autostadt. Die rasante Entwicklung der Pazifikküsten in Los Angeles und Long Beach führte zu einem starken Anstieg im Güterverkehr. Zudem hat sich die Fahrleistung der Pendler seit 1982 fast verdoppelt, damit dehnen sich die Spitzenzeiten so stark aus, dass die morgendliche Rushhour fast in den Feierabendverkehr übergeht. Das Durchschnittstempo auf Autobahnen in L. A. wie dem Interstate 405 sinkt zu Stoßzeiten auf bummelige 22,8 km/h. Die Topografie mit einem Talkessel im Osten und dem Pazifik im Westen erlaubt nur wenige Ausweichrouten. Um den Verkehr zu bewältigen, wurden Autobahnspuren ausgebaut, Engpässe beseitigt und eine intelligente Ampelsteuerung eingeführt. Je nach Verkehrszustand müssen Straßenbenutzungsgebühren gezahlt werden. Einzelne Fahrspuren sind Fahrgemeinschaften vorbehalten.

Doch die Fehler der Verkehrsplaner aus der Vergangenheit lassen sich nur schwer beheben: Um 1930 besaß Los Angeles mit 2.500 Kilometern eines der längsten Straßenbahnnetze der Welt. Danach erhielt der Autoverkehr Priorität: Eine Straßenbahnlinie nach der anderen wurde stillgelegt, breite Freeways wurden gebaut. Inzwischen investiert Los Angeles zwar in eine neue Stadtbahn, besitzt aber nicht einmal ein Zehntel des alten Streckennetzes. Und es ist ein Umdenken nötig: Bahn, Bus und Radfahren sind nicht beliebt. Fußgänger machen sich

mancherorts sogar verdächtig, wie ein Polizist erklärt: „Auf diese Weise sind sonst nur Prostituierte und Dealer unterwegs.“

Kopenhagen ist weltweites Vorbild für Velo-Mobilität

In Kopenhagen hingegen gehören Fußgänger und Radfahrer zum typischen Stadtbild. In Sachen Velo-Mobilität ist die dänische Hauptstadt globaler Vorreiter: Grüne Welle für Fahrräder, Blinklichter, die Autofahrer auf nahende Radfahrer hinweisen, abgeschrägte Mülleimer für den treffsicheren Wurf des Coffee-to-go-Bechers – viele kleine Annehmlichkeiten erleichtern in der dänischen Hauptstadt den Umstieg auf das Fahrrad. Im englischen Sprachgebrauch hat sich sogar das Wort *copenhagenize* (dt. „kopenhagensieren“) für die radfreundliche Umgestaltung von Städten eingebürgert. Filmemacher Mikael Colville-Andersen erklärt: „Jahrelang wurde den Menschen gepredigt, aus Umweltgründen aufs Rad umzusteigen. Gebracht hat es nichts. Nur wer das Gefühl hat, schneller und günstiger ans Ziel zu kommen, steigt auf.“

Und das macht in der für Autofahrer traditionell teuren Dänen-Metropole inzwischen die Mehrheit: In der 570.000-Einwohner-Stadt gibt es 650.000 Fahrräder und nur 125.000 Autos. Auf einigen Zufahrtsstraßen in die City werden pro Tag mehr als 35.000 Radler gezählt. Teilweise ist das Verkehrsaufkommen auf den „Radler-Autobahnen“ so hoch, dass sich an Ampeln Staus bilden, weil es nicht alle Zweiräder bei einer Grünphase über die Kreuzung schaffen. Mit verkehrsflussgesteuerten Ampeln, dreispurigen Wegen und Radfahrbrücken über viel befahrene Kreuzungen will Kopenhagen auch dieses Problem meistern. Aus Sicht der dauerverstopften Megacitys dieser Welt ist das natürlich ein Luxusproblem.

KOPENHAGEN (DK)

Gegründet 1167

Einwohner 0,57 Mio. (Stadtgebiet), 1,25 Mio. (Metropolregion)

Ausdehnung 86,2 Quadratkilometer

U- und Stadtbahn 27,9 km

Autos 219 pro 1.000 Einwohner



Heute nutzen in Kopenhagen schon 36 Prozent der Pendler das Fahrrad, das Ziel sind 50 Prozent



TRANSKONTINENTAL EXPRESS

Eine Fahrt auf der Trasse der Transsibirischen Eisenbahn zählt seit 100 Jahren zu den größten Mobilitäts-Abenteuern. Autor Bastian Hamacher hat die Mammut-Tour auf sich genommen – und viel zu berichten.

— Das Erste, was ich in dem schummrigen Zugabteil wahrnehme, ist das leise Schnarchen aus den oberen Kojen. Auf dem Bahnsteig vor dem Fenster werden noch Taschen und Koffer geschleppt, eine Schaffnerin wacht darüber. Der klassizistische Bahnhof von Krasnojarsk dämmert im Halbschlaf, die Sonne geht gerade über der Millionenstadt am Jennisej auf. Das Abteil liegt im Halbdunkel, es ist nicht leicht, das Gepäck unter den Sitzen zu verstauen, ohne Schlafende zu wecken. Der erste Eindruck soll gut sein: Immerhin, ich weiß nicht, wie lange ich auf dieser dreitägigen Bahnreise mit ihnen das Abteil teilen werde. Rund 6.000 Kilometer wird mich dieser Zug der Transsibirischen Eisenbahn auf der Baikal-Amur-Magistrale nach Osten bringen. Am Ende warten an einem kleinen Bahnhof in Ust'-Nyukzha ein einheimischer Jäger und seine deutsche Ehefrau auf mich, bei denen ich einige Wochen in der Taiga leben will. Aber bis dahin führt die Trasse über eine der legendärsten Eisenbahnstrecken der Welt. Durch unendliche Wälder, über namenlose Flüsse und vorbei an auch im kurzen Sommer noch schneebedeckten Berghängen geht es am Nordende des Baikalsees entlang tief in den Osten, bis das Ochotskische Meer und Wladiwostok keine 2.000 Kilometer mehr entfernt sind – rund 10.000 Kilometer von Moskau ist das ein Katzensprung.

Rückgrat und Lebensader

Seit über 100 Jahren bildet dieser Schienenstrang Rückgrat und Lebensader des russischen Reiches. Die Kosaken hatten die undurchdringlichen Wälder jenseits des Urals für die russischen Zaren erobert. Ohne eine regelmäßige Verbindung wäre es ein wertloses Unterfangen geblieben. Für sich allein wäre Sibirien das größte Land





80⁺ 2022



1891 wurde mit dem Transsib-Bau begonnen. Zeitweise schufteten bis zu 90.000 Menschen auf den Baustellen

der Erde – größer als Kanada, China oder Australien. Nicht mal zwei Menschen leben dort auf einem Quadratkilometer. Trotz der Einsamkeit ist das Land von unschätzbarem Wert: Edelmetalle, Kohle, Gas, Öl und nicht zuletzt das Holz der Wälder. All diese Schätze Sibiriens gelangen per Eisenbahn nach Ost und West, nach China und Europa.

Nachdem alle Taschen verstaut und neue Fahrgäste eingestiegen sind, setzt sich der Zug ruckelnd in Bewegung. Draußen ziehen Industriestädte vorbei: Brachen, Schlote, Wohnblöcke. Danach werden die Wiesen größer, staubige Straßen und Datschen, kleine Holzhäuser inmitten von Bauerngärten aus Kartoffeln, Bohnenstangen und Gurken. Sibirien hat eine kurze Vegetationsphase – im Mai bricht das Eis der Flüsse auf, im Oktober sinkt die Temperatur schon wieder unter null Grad. Jetzt im August ist es tagsüber noch 30 Grad warm, im Zug noch zehn Grad heißer.

Gegen zehn Uhr endet das Schnarchen über meinem Kopf und eine Wade samt Fuß baumelt plötzlich vor meinem Gesicht. Eine Frau um die 60 in einer Kittelschürze klettert hinunter, grinst kurz, sagt zwei knappe Worte und geht. Noch bevor sie wiederkommt, schaut die bullige Schaffnerin vorbei und kontrolliert schon wieder Pässe und Fahrkarten. Dann reicht sie frische Wäsche, Handtuch und Waschlappen. Sie sehen nicht sonderlich vertrauensnerweckend aus. Aber kaum eine halbe Stunde später ist mir das egal – es ist heiß geworden, der Zug fängt an zu schwitzen. Irina – so heißt das Mütterchen, lerne ich bald – kommt wieder. Sie setzt sich, klappt den Tisch hoch und packt aus: getrockneten Fisch, Brot, Tomaten, Gurken, Tee. Frühstück. Wortlos schiebt sie alles zu mir hin. Irina ist Ukrainerin, wie ich mit Händen, Füßen und einem russischen Wörterbuch mit lateinischen Buchstaben in Erfahrung bringe, und auf dem Weg zu ihrer Tochter, tief in Sibirien. Sechs Tage dauert ihre Reise.

Die Transsib muss wie ein Uhrwerk funktionieren

Draußen hat sich die Landschaft gewandelt: überall Tannen, Kiefern, Birken. Manchmal ein Fluss, manchmal eine Straße. Die Taiga ist der größte Waldgürtel der Erde, er erstreckt sich auf dem Permafrostboden rund um den Nordpol. Im Sommer taut dieser etwa 50 Zentimeter tief auf. Viele Häuser entlang der Bahnstrecke stehen deswegen auf Stelzen, Flugfelder sind in den Wäldern kaum offen zu halten, Asphaltpisten halten keine zwei Winter. Straßen liegen sechs Monate im Jahr bei bis zu minus 40 Grad unter Metern Schnee. Alles – Menschen, Material,

DIE ROUTE DER TRANSSIBIRISCHEN EISENBAHN



25 Jahre

dauerte der 1891 begonnene Bau der Transsibirischen Eisenbahn. **Die Kosten beliefen sich auf über 500 Mio. Rubel** (rd. 10 Mrd. € nach heutigem Wert). Als Denkmal für die Bauarbeiter wurde 1904 in Sljudjanka am Baikalsee der einzige Marmor-Bahnhof der Welt errichtet.

10.267 km

misst die **längste umsteigefreie Zugverbindung der Welt**. Sie führt von Moskau nach Pjöngjang in Nordkorea und nutzt weite Teile der Transsib.

80 %

der Transsib-Strecke **verlaufen durch Asien**, 20 % durch Europa. Bei Kilometer 1.777 von Moskau kommend überquert der Zug die Kontinentalgrenze.

Waren und Industrieerzeugnisse – muss über die Transsib-Trasse geschafft werden. Deswegen wird sie einwandfrei in Schuss gehalten.

Die Transsib muss funktionieren wie ein Uhrwerk. Ihr Rhythmus schleicht sich langsam in mein Bewusstsein: das von deutschen Bahnstrecken schon vergessen geglaubte Rattern der Räder über die Schienenstöße. Immer der gleiche Rhythmus, immer die gleiche Geschwindigkeit. Über Stunden und Tage. Auf die Sekunde genau nach Fahrplan rollen die Züge in die Bahnhöfe, auf die Sekunde genau verlassen sie sie wieder. Auch die Waggons erinnern ein wenig an alte IC-Züge. Die Kunstledersitze in Rotbraun,

Wandvertäfelungen in Holzimitat, Netze für Kleinkram über den Köpfen, ein Klapp Tisch unter den Fenstern. Die Ähnlichkeit kommt nicht von ungefähr: Die Züge wurden bis in die letzten Jahre der DDR in einem Wagenbau-VEB produziert und als Reparatur an den Bruderstaat geliefert.

Der gute Zug-Geist Irina zeigt mir alles, was ich über eine Reise mit der Transsib wissen muss: wo angeschlagen steht, wie lange der Zug wo hält (nicht an jedem Bahnhof kann man aussteigen), dass die Uhren auf der Strecke nach Moskauer Zeit gehen, wie man sich auf bestimmten Bahnsteigen mit allem Notwendigen versorgt. Die Schaffnerin ist der andere gute Geist des Zuges. Und das im Schichtbetrieb:



Die Transsibirische Eisenbahn ist ein rollendes Schaufenster auf das russische Riesenreich

Immer zwei Schaffnerinnen teilen sich die Aufsicht in Zwölf-Stunden-Schichten. Sie sorgen für heißes Wasser und machen die Einlasskontrolle, sie zählen ihre Schäfchen, wenn die sich die Beine vertreten, und sammeln sie pünktlich wieder ein. Sie saugen und wischen täglich den Flur und die Abteile und sorgen manchmal für Ordnung.

Ein rollender Intensivkurs in Sachen Russland

Die Transsibirische Eisenbahn ist bei alledem nicht nur eine Trasse, sie ist ein Unternehmen, ein Name. Sie sollte im 19. Jahrhundert eine Landverbindung von Moskau über die Mongolei nach Peking bilden. Dann wurde die Trasse entlang des Amur nach Nowosibirsk gelegt. Als der Wettstreit zwischen der Sowjetunion und China zu Grenzkonflikten zu führen drohte, wurde die Trasse von der Grenze weg als Baikal-Amur-Magistrale im Norden um den Baikalsee herumgeführt. Die Züge der Transsib verkehren heute unterschiedlich oft auf den Teilstrecken, man kann

in Köln oder Warschau einsteigen und in die Ukraine, nach Ulan-Bator, Peking oder Shanghai fahren.

Wer Russland kennenlernen möchte, wie es sich alltäglich präsentiert, kommt um eine Reise auf den Trassen der Transsibirischen Eisenbahn nicht herum. Nicht das prunkvolle Moskau und Sankt Petersburg und deren mondäne Bewohner trifft man hier, sondern Öl- und Gasarbeiter, die beim Wechsel der Bohrfelder nachts einsteigen und wieder weg sind, bevor die Sonne aufgeht; Studenten auf dem Weg nach Hause, Jäger auf dem Weg in die Wälder und Familien auf Urlaubsreise. Auch Reisende aus aller Herren Länder mit Rucksack auf dem Rücken trifft man. Sie steigen in den großen Städten entlang der Trasse zu und aus. Historische Städte, die abenteuerlustige Leser schon als Jugendliche mit dem „Kurier des Zaren“ bereist haben: Omsk und Tomsk, Jekaterinburg und Irkutsk. Städte mit Geschichte und Kultur und gastfreundlichen Menschen. Um Wodka mit Essiggurken, laute Lieder und Rührseligkeit kommen auch Touristen auf der Transsibirischen Eisenbahn nicht herum – wenn sie Glück haben.





MOBILE ZUKUNFT AUF SCHIENEN

Die Bedeutung der Bahn im internationalen Mobilitäts-Mix wächst. Im Personen-, aber noch mehr im Güterfernverkehr. Die Schaeffler-Marken FAG und INA unterstützen die Entwicklung mit innovativen Produkten – und das seit über 100 Jahren.

Im Vergleich zum Jahr 2005 soll sich der Bahngüterverkehr in der Europäischen Union bis 2050 nahezu verdoppeln (+87%). Utopisch? Keinesfalls. In anderen Ländern spielt die Bahn schon heute eine größere Rolle als in der EU. Zwar wächst der Marktanteil der Bahn am Güterverkehr beispielsweise in Deutschland kontinuierlich, dennoch liegt er noch bei dünnen 17,5 Prozent (Stand 2014). Zum Vergleich: Über die Straße werden 70,4 Prozent abgewickelt, auf dem Wasserweg 9,3 und über Rohrleitungen 2,8. Europaweit sieht es ähnlich aus. Andere Länder sind deutlich weiter. Flächenstaaten wie Australien, China, Russland und die USA sind schon dort, wo die EU hin will: bei einem Bahnanteil am Güterverkehr von bis zu 45 Prozent.

Auch im Personenverkehr soll die Bahn der Straße und dem Flugzeug Passagiere abspenstig machen. So wie es in den letzten Jahren bereits respektabel gelungen ist: Zwischen 1994 und 2011 haben Länder wie Groß-

britannien (+95%), Frankreich (+51%), die Schweiz (+47%) und Deutschland (+30%) deutliche Zuwachsraten im Personenschienenverkehr verbucht. Die großen Eisenbahnnationen China, Japan, Kanada, Russland und die USA, die zusammen 50 Prozent der globalen Personenverkehrsleistung auf der Schiene verantworten, haben mit Ausnahme Russlands im letzten Jahrzehnt ebenfalls nachgelegt. Allein in China stieg die Leistung um 7,6 % pro Jahr.

Das Branchenmanagement Bahn von Schaeffler ist Entwicklungspartner und Zulieferer bei zahlreichen Projekten für den Ausbau des Hochgeschwindigkeits-Fernverkehrs, des Güterverkehrs und des Nahverkehrs in den wachsenden Megastädten. So ist Schaeffler für das Highspeed-Projekt CRH3 in China ebenso Entwicklungspartner wie für den in Russland eingesetzten Hochgeschwindigkeitszug Velaro RUS. Im Nahverkehr sind es etwa die Metro Singapur oder Projekte in China.

Zum Portfolio der Marken FAG und INA gehören Radsatzlager sowie Lager und Komponenten für Fahrmotoren und Getriebe, für Gelenke und Neigetech-nik, für Türen und Schiebewände.

Eine Hürde beim grenzüberschreitenden Schienenverkehr ist der Einsatz



Der Generator des TSS-F-Radlagers liefert Energie für Monitoring-Systeme

von fünf verschiedenen Spurweiten in Europa und Asien. Die Lösung: Mit Umspuranlagen und Spurwechselradsätzen am Fahrzeug lassen sich die Radabstände auf der Achse schnell anpassen. Gleitlager der Schaeffler Gruppe Industrie unterstützen den Umspurmechanismus und verlängern die Wartungsintervalle der komplexen Verstell-einrichtungen.

Für mehr Sicherheit im Passagierverkehr entwickelt Schaeffler das Monitoring-System TSS-P, das die Funktionsfähigkeit verschiedener Komponenten überwacht. Die Variante TSS-F für den Frachtverkehr sendet zusätzlich GPS-Daten zur Positionsbestimmung einzelner Waggons als Diebstahlssicherung, aber auch um logistische Abläufe zu optimieren.



» **Kein Mensch besteht für sich allein,
wir müssen all uns hilfreich sein**

Johann Wolfgang von Goethe

jetzt-zeit

Ein Streifzug durch unser mobiles Leben

WER GEHT, GEHT. WER FÄHRT, STEHT

— 37,5 Millionen Menschen leben in der Metropolregion Tokio und sind dort mobil. Einer der größten Bahnhöfe ist die Station Shibuya im gleichnamigen Stadtteil. Über zwei Millionen Fahrgäste steigen hier Tag für Tag ein, aus oder um. Entsprechend voll sind die Straßen rundherum. Nur ein gut funktionierendes Miteinander verhindert dabei einen Mobilitätskollaps. Positives Beispiel: Die Kreuzung am nördlichen Bahnhofsvorplatz, die als verkehrsreichster Fußgängerknotenpunkt der Welt gilt, in keinem Tokio-Reiseführer fehlt und in den Filmen „Lost in Translation“, „Resident Evil“ und „The Fast and the Furious“ sogar zu Hollywood-Ehren gelangt ist. Haben die Fußgänger grün, fluten Hunderte, zur Rushhour sogar Tausende die Kreuzung und überqueren diese zeitgleich in jede Richtung, auch diagonal. Im Schnitt sind es 90.000 Menschen pro Stunde, so viele, wie Tübingen Einwohner hat. Der Autoverkehr ruht währenddessen diszipliniert und geduldig an jeder Einmündung. Ein Schauspiel, das Scharen von Touristen mit ihren Kameras anlockt und das als gelebtes Vorbild eines harmonischen Miteinanders im Straßenverkehr gelten darf.

FAHRENDES EFFIZIENZ-ABC

Die Komponenten von Schaeffler verstecken sich in Auto und Motorrad. Klug kombiniert, leisten sie Erstaunliches: Um bis zu 15 Prozent senken sie den Kraftstoffverbrauch. Vier Konzeptfahrzeuge zeigen auf, wie Schaeffler den richtigen Technologiemix für den jeweiligen Markt findet.

A WIE ATLANTA

Konzeptfahrzeug Efficient Future Mobility North America

— Die Straßen sind weit, das Benzin ist billig, die große Freiheit nah. Und dennoch: Sparsamer Umgang mit dem Kraftstoff gehört angesichts strengerer Verbrauchsvorschriften künftig auch in den USA zu den automobilen Tugenden. Das Demofahrzeug „Efficient Future Mobility North America“ von Schaeffler zeigt, wie mit heute verfügbaren Technologien 15 Prozent Kraftstoff gespart werden kann. —



STOP IN THE NAME OF FUEL

START-STOPP MIT EINGESPURTEM GENERATOR

Plötzlich geht nichts mehr, Stoßstange an Stoßstange wälzt sich der Verkehr über den achtspurigen nordamerikanischen Highway. Wer jetzt ein Fahrzeug mit Start-Stopp-Automatik hat, spart signifikant Treibstoff, weil der Motor nicht sinnlos im Leerlauf vor sich hin brummt. Dafür, dass die Fahrer ein solches System wirklich akzeptieren, sorgt eine pfiffige Idee von Schaeffler: Der Starter (oberes Bauteil über dem Drehmomentwandler) bleibt immer eingespurt, sodass der Wiederstart des Motors deutlich schneller und komfortabler funktioniert.



NO TIME FOR LOSERS

DIVERSE REIBUNGSMINDERUNGEN

Reibung erzeugt Wärme, also für die Fortbewegung verlorene Energie. Im Nordamerika-Demofahrzeug zeigt Schaeffler, wie unnötige Reibung in allen Ecken des Autos vermindert werden kann. Zum Beispiel, indem die Ausgleichswelle für Motorschwingungen in Wälz- statt in Gleitlagern läuft. Oder indem auf Schlupf im Drehmomentwandler (Foto) des Automatikgetriebes verzichtet werden kann, ohne dass das Geräuschniveau steigt. Viele auf den ersten Blick kleine Maßnahmen addieren sich so zu einer stattlichen Verbrauchseinsparung.



HANG ON, BABY

AWD-TRENNKUPPLUNG

Wer neues Terrain erobern will, muss befestigte Wege manchmal verlassen. In solch einer Situation ist man mit einem Allradantrieb sicher unterwegs. Aber in vielen Fahrsituationen, zum Beispiel bei Fahrt auf trockenen, asphaltierten Straßen, führt der Antrieb von zwei Achsen zu unnötig erhöhtem Kraftstoffverbrauch. Daher hat Schaeffler eine elektronisch geregelte Kupplung entwickelt, mit der eine Achse immer dann vom Triebstrang getrennt werden kann, wenn sie gerade nicht gebraucht wird. Die Verbrauchseinsparung beträgt bis zu sechs Prozent.



HARMONISCH

ELEKTRONISCHES KUPPLUNGSMANAGEMENT

Nur 15 km/h beträgt die Durchschnittsgeschwindigkeit in indischen Metropolen. Ständiges Bremsen und Wiederanfahren gehören zum Autofahrer-Alltag, damit auch Kuppeln und Schalten, denn Automatikgetriebe können sich nur wenige leisten. Deutlich höheren Komfort zu moderaten Kosten bietet das elektronische Kupplungsmanagement (Kupplung Foto 1) von Schaeffler. Ein kleiner, elektronisch geregelter Aktor (Foto 2) übernimmt die Arbeit des Fahrerfußes. Durch Kombination mit einer Gangerkennung (Foto 3) in der Schaltung kann außerdem eine harmonische Start-Stopp-Funktion realisiert werden.



ANPASSUNGSFREUDIG

VARIABLE NOCKENWELLENVERSTELLUNG

Auf und zu, immer wieder. Auch in Indien hat die Nockenwelle keine andere Aufgabe, als die Öffnungs- und Schließzeiten der Ventile zu kontrollieren. Im Schaeffler-Demofahrzeug sind diese Zeitpunkte nicht fest, sondern können von einer am Motor verbauten Einheit variabel an die jeweilige Fahrsituation angepasst werden. Schaeffler baut solche Verstellsysteme, auch als Nockenwellen-Phasenversteller bezeichnet, heute bereits in großen Stückzahlen.

B WIE BANGALORE

Konzeptfahrzeug Efficient Future Mobility India

— Die Hauptstadt der indischen Software-Industrie kommt nie zur Ruhe, auch nachts um drei sind die Straßen voller Fahrzeuge und Menschen. Mobilität ist für die Inder überlebenswichtig, doch sie muss bezahlbar sein. Wie 10 Prozent weniger CO₂-Emissionen sich mit erprobten, kostengünstigen Technologien erreichen lassen, zeigt Schaeffler mit dem Demofahrzeug „Efficient Future Mobility India“.



AUSGEGLICHEN

THERMOMANAGEMENT-MODUL

Schnee in den Bergen, Hitzeblimmern im Landesinneren. Nicht nur der Fahrer im Innenraum, sondern auch Motor und Getriebe sollen immer unter idealen Bedingungen arbeiten. Dazu gehört, dass nach einem Kaltstart die zunächst spärlich fließende Abwärme des Motors optimal verteilt wird. Dafür sorgt ein neues Thermomanagement-Modul von Schaeffler. Werden Motor und Getriebe schneller warm, sinken nicht nur Reibleistung und Verbrauch, sondern auch die Emissionen von Abgasschadstoffen.



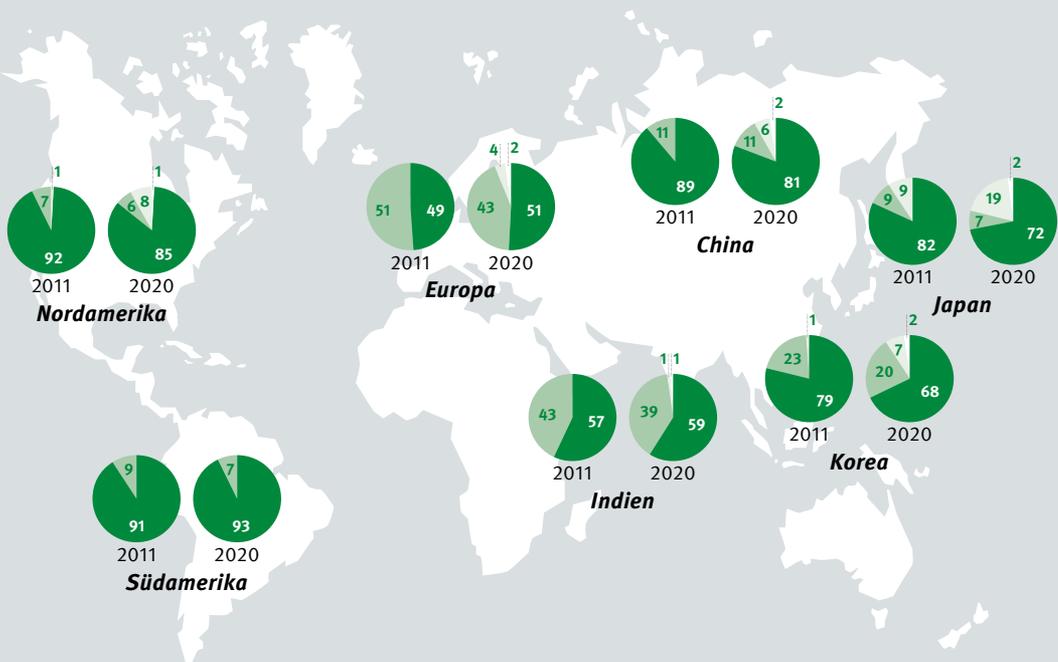
C WIF CANNES

Konzeptfahrzeug System 48 Volt

— Edel, schön und gut soll der Mensch sein, so glaubt man in Europa seit der Antike. Folglich muss auch des Menschen Gefährt auf vier Rädern diesen Anforderungen genügen und dabei Komfort, Fahrdynamik und Alltagstauglichkeit mit minimaler Umweltbelastung verbinden. Mit dem Konzeptfahrzeug „System 48 Volt“ zeigt Schaeffler spannende und preiswerte Perspektiven zum Thema Hybrid auf. —



PRODUKTIONSANTEILE DER VERSCHIEDENEN ANTRIEBSKONZEPTE 2011 UND 2020 IN PROZENT



— Benzin — Diesel — Hybrid — Elektrofahrzeug

Quelle: IHS 2013

INTEGRATIV UND KRAFTVOLL

ELEKTRISCHE ACHSE MIT BIS ZU 1.500 NM



Schaeffler hat für den 48-Volt-Hybrid drei Antriebsvarianten entwickelt, eine davon ist der Achsantrieb mit integriertem E-Motor und aufgerüstetem Starter-Generator. Der 12 kW (16,3 PS) starke E-Motor lässt sich ohne Änderungen an Karosserie oder Fahrwerk in das Differenzial einbauen. Ein integriertes Ein- oder Zweiganggetriebe sorgt für ein hohes Anfahrmoment (bis 1.500 Nm) und ermöglicht rein elektrisches Fahren bis 20 km/h. Mit einem zusätzlichen Planetenradsatz ausgerüstet, verteilt die elektrische Achse das Drehmoment gezielt auf die Räder („Torque Vectoring“) und erhöht so die Fahrzeugagilität deutlich.

SCHALTEN UND WALTEN

48-VOLT-HYBRID FÜR MANUELLE GETRIEBE

Alternativ kann der 12-kW-E-Motor auch anstelle des Drehmomentwandlers in ein Automatikgetriebe integriert werden. Aber was ist bei Handschaltern, die gerade in kleinen Fahrzeugklassen noch überwiegen? Dafür hat Schaeffler das erste Hybridmodul (Foto) für Fahrzeuge mit manuellem Schaltgetriebe entwickelt. Eine schnell schaltende und automatisierte Impulskupplung ermöglicht die Implantierung des 48-Volt-E-Motors zwischen Verbrennungsmotor und Getriebe. Das Schließen der Kupplung ermöglicht außerdem das Anlassen des Verbrenners über den Elektromotor. Der klassische Anlasser entfällt.



SCHNELL UND COOL

ELEKTRO-POWER PER RIEMEN

Die dritte von Schaeffler entwickelte Möglichkeit eines 48-Volt-Hybridantriebs: Leistungsstarke E-Motoren werden über einen Riemen mit der Kurbelwelle verbunden. So lässt sich der Verbrenner starten und beim Beschleunigen elektrisch unterstützen. Die im Riementrieb auftretenden Schwingungen werden durch den von Schaeffler entwickelten Riemenscheibenentkoppler (Foto) eliminiert. Wird der Riemenscheibenentkoppler um einen elektromagnetischen Steller ergänzt, kann der Starter-Generator auch bei stehendem Motor den Klimakompressor antreiben.



AM LAUFENDEN BAND

KETTENSPIANNER UND ZAHNKETTE

Ohne sie läuft auch in Zukunft wenig: Die gute alte Kette ist und bleibt bei den meisten Zweirädern das Bindeglied, um die Motorkraft zum angetriebenen Hinterrad zu bringen. Aber auch Altbewährtes lässt sich verbessern: Die verschleißfesten und langlebigen Zahnketten von Schaeffler reduzieren Reibung, Vibrationen und Geräusche. Zusätzlich bietet Schaeffler speziell für kleinere Maschinen alternativ zu einem aufwendigen hydraulischen Kettenspannsystem eine mechanische Variante, die effektiv Kettenlängungen und Wärmeausdehnungen kompensiert – und das bei signifikant geringerem Gewicht und Bauraum.



WENIGER IST MEHR

STARTERFREILAUF

Das muss ihm erst mal einer nachmachen: Der neue INA-Startfreilauf spart 44 Prozent Gewicht gegenüber bisherigen Varianten, überträgt aber höhere Drehmomente. Das neue, robuste Design sorgt dabei selbst im Überlastungsfall für maximale Schaltsicherheit. Obendrein ermöglicht die äußerst kompakte Bauform eine vereinfachte Montage und reduziert damit nicht nur das Systemgewicht deutlich, sondern senkt auch die Einbaukosten.



DIE HALTEN DICHT

RADLAGER MIT ELS-DICHTUNG

Reibung kostet Energie und erhöht den Verschleiß. Darum ist die Reibungsreduzierung auch beim Motorrad ein Ansatzpunkt von Schaeffler, Mobilität effizienter und ökologischer zu gestalten. Zum Beispiel mittels FAG-Radlagern mit ELS-Dichtung. Diese halten Schmutz und Wasser vom Lagerinneren fern und verhindern gleichzeitig ein Austreten des Fetts. Um ein Drittel lassen sich damit die Reibwerte gegenüber Radlagern ohne ELS-Dichtung reduzieren.



Z WIE ZWEIRAD

Konzeptmotorrad Für kleine bis mittlere Leistungsklassen

— Gerade in asiatischen und südamerikanischen Schwellenländern ist das Motorrad ein weitverbreitetes weil kostengünstiges Fortbewegungsmittel, das mit wachsendem Mobilitätsbedürfnis noch beliebter werden wird. Aber auch in den immer enger werdenden Ballungszentren der Industrieländer kann das Motorrad eine interessante Alternative zum Auto sein. Schaeffler trägt dieser Entwicklung im Zweiradbereich mit zahlreichen neu entwickelten Komponenten für Motor, Getriebe und Fahrwerk Rechnung. Diese sind nicht nur wirtschaftlich und energieeffizient, sondern auch langlebig.



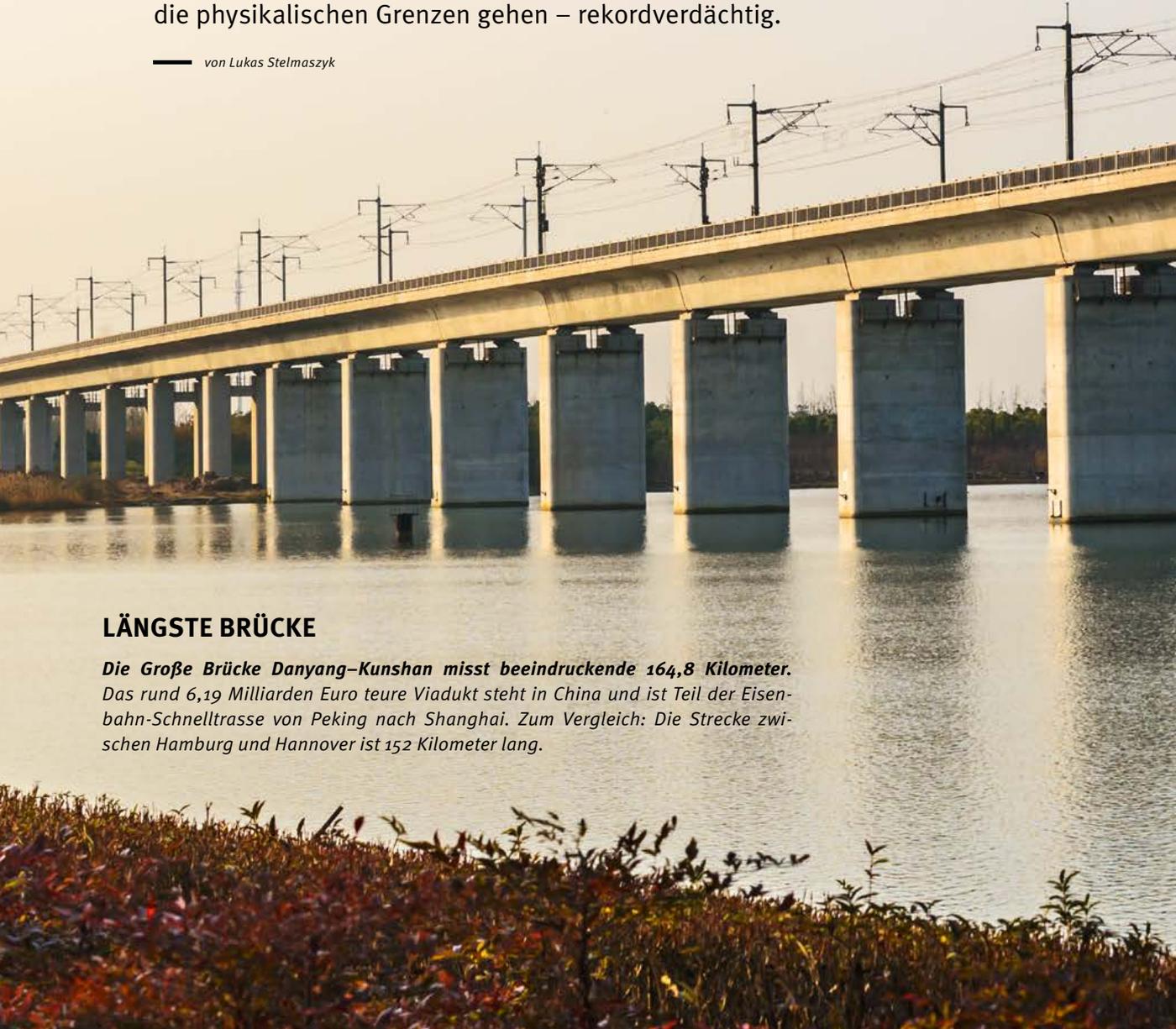
LÄNGER, HÖHER, BREITER

Um dem ständig wachsenden Bedürfnis nach effizienter Mobilität nachzukommen, findet in der Architektur ein weltweites Wettrennen statt. Das Ergebnis sind imposante Bauwerke, die an die physikalischen Grenzen gehen – rekordverdächtig.

— von Lukas Stelmaszyk

LÄNGSTE BRÜCKE

Die Große Brücke Danyang–Kunshan misst beeindruckende 164,8 Kilometer. Das rund 6,19 Milliarden Euro teure Viadukt steht in China und ist Teil der Eisenbahn-Schnelltrasse von Peking nach Shanghai. Zum Vergleich: Die Strecke zwischen Hamburg und Hannover ist 152 Kilometer lang.



LÄNGSTE STRASSENBRÜCKE

Mit einer Länge von rund 54 Kilometern hält diesen Rekord der **Bang Na Expressway**. Die sechsspurige Balkenbrücke in Bangkok hat zusammengerechnet eine Fläche von 1,9 Millionen Quadratmetern – genug, um den Potsdamer Platz in Berlin 28 Mal daraufunterzubringen. Baukosten: über 725 Millionen Euro.



HÖCHSTE BRÜCKENPFEILER

Beim Viadukt von Millau erheben sich die **Brückenpfeiler bis zu 343 Meter** über dem Tarn-Tal nordwestlich von Montpellier. Bei der Planung der 400 Millionen Euro teuren Stahlkonstruktion war unter anderem Stararchitekt Sir Norman Foster beteiligt. Bis zur Eröffnung im Jahr 2004 zogen sich häufig endlose Blechkarawanen durch das Tal des Tarn und verursachten zum Ferienbeginn bis zu 50 Kilometer lange Staus.



GRÖSSTES FLUGHAFENTERMINAL

Das **Terminal 3 des Flughafens von Peking ist stolze 3.250 Meter lang**. Die riesige Stahl-Glas-Konstruktion wurde zu den Olympischen Spielen 2008 in Betrieb genommen und ist gemessen an der umbauten Fläche das sechstgrößte Gebäude der Welt. Derzeit werden in dem Terminal jährlich über 60 Millionen Passagiere abgefertigt und damit mehr als am gesamten Frankfurter Flughafen (58 Millionen).



LÄNGSTER EISENBHNTUNNEL

Mit einer Länge von 67,3 Kilometern ist kein Eisenbahntunnel auf der Erde länger als der Schacht der U-Bahn-Linie 3 in Guangzhou. Der Tunnel ist Teil der Guangzhou Metro, die mit acht Linien auf 260 Kilometern Streckenlänge täglich rund 5,6 Millionen Fahrgäste befördert und mehr als 1,21 Milliarden Euro gekostet hat.



LÄNGSTE KÜNSTLICHE WASSERSTRASSE

Der Kaiserkanal in China erstreckt sich über knapp 1.800 Kilometer und verbindet Hangzhou im Süden mit der Hauptstadt Peking im Norden. Er wurde Ende des 13. Jahrhunderts fertiggestellt und gilt als das Meisterwerk der Wasserbaukunst. Zum Vergleich: Der Mittellandkanal ist mit 325,3 Kilometern Länge die längste künstliche Wasserstraße in Deutschland.

LÄNGSTER STRASSENTUNNEL

24,5 Kilometer misst der Lærdalstunnel in Norwegen. Die 113 Millionen Euro teure Konstruktion ist Teil der Strecke von Oslo nach Bergen. Durchschnittlich 1.000 Fahrzeuge passieren den mautfreien Tunnel täglich. Besonderheiten sind die geschwungene Linienführung und eine neue Art der indirekten Beleuchtung in den drei Zwischenhallen, die das Tageslicht nachempfinden sollen, um das Unfallrisiko zu minimieren.



BREITESTE STRASSE

Die Avenida 9 de Julio in Buenos Aires weist mit 18 Fahrspuren eine Breite von über 140 Metern auf. Damit ist die Straße doppelt so breit wie die Avenue des Champs-Élysées in Paris. Passanten benötigen mehrere Minuten und zwei bis drei Ampelphasen, um die wichtigste Verkehrsachse der argentinischen Hauptstadt zu überqueren. Schneller schafft es Usain Bolt: Der jamaikanische Sprintstar würde ohne Zwischenstopp rund 15 Sekunden benötigen.



Technische Meisterleistung: In den Schleusen des Panamakanals werden die Ozeanriesen rund 50 Meter nach oben oder unten manövriert.

LAGERUNGEN IN BAUWERKEN SIND SENSIBLE SCHNITTSTELLEN

Egal ob zu Wasser oder zu Land, auf Lagerungen lasten oft tonnenschwere Gewichte – sie müssen große Hitze und klirrende Kälte vertragen, sind Sandstürmen oder aggressivem Salzwasser ausgesetzt. Was die Branche fordert, wird bei Schaeffler in kreative Lagerungstechnik umgesetzt.

ELGES-Gleitlager wurden unter anderem in der Porta d'Europa verbaut. Die mit 106 Metern Stützweite größte Doppelklappbrücke der Welt steht in Barcelona und sieht mit den beiden majestätischen Armen tatsächlich aus wie das Tor zu Europa. Mindestens genauso imposant thront das Millennium Wheel über London. Das Riesenrad, auch bekannt unter dem Namen London Eye, bietet den eindrucksvollsten Blick über die englische Hauptstadt – Lagern von INA und FAG sei Dank.

In Mittelamerika befindet sich derzeit die größte Baustelle der Welt. Einhundert Jahre nach der Eröffnung des Panamakanals wird die 82 Kilometer lange Wasserstraße, die den Atlantik und den Pazifik verbindet, erweitert. Schwerpunkte der Bautätigkeit sind eine dritte Fahrrinne und die Schleusen auf der pazifischen und der atlantischen Seite. Auch bei diesem Projekt kommen Hochleistungsprodukte von Schaeffler zum Einsatz, damit ab Mitte 2016 die Rolltore mit einem Gewicht von über 3.000 Tonnen reibungslos öffnen und schließen können.



HÖCHSTGELEGENE FERNSTRASSE

Der Karakorum Highway ist eine 1.284 Kilometer lange Fernstraße, die die chinesische Stadt Kaschgar mit Havelian im Nordwesten Pakistans verbindet. Der höchste Punkt der Strecke wird mit 4.693 Metern am Khunjerab-Pass erreicht – gleichzeitig die Grenze zwischen China und Pakistan. Der Bau der 1978 eröffneten Straße stellte aufgrund der häufigen Erdbeben an den Berghängen und der Höhe eine große Herausforderung dar. Seit 1986 ist die Straße auch für den Tourismus geöffnet und wird derzeit ausgebaut. Ziel ist es, die Fahrzeit von 30 auf 20 Stunden zu senken.

HÖCHSTGELEGENER BAHNHOF

Der „Geister-Bahnhof“ Tanggula liegt im Autonomen Gebiet Tibet der Volksrepublik China. Mit einer Höhe von 5.068 Metern ist er der höchstgelegene Bahnhof der Welt – rund 2.400 Meter höher als die Station Schneefernerhaus der Bayerischen Zugspitzbahn. Der 2006 in Betrieb genommene Bahnhof, Teil der höchstgelegenen Eisenbahnstrecke der Welt, war ursprünglich als Aussichtsplattform geplant. Aufgrund des geringen Sauerstoffgehaltes in der Luft und der durch die Erderwärmung teilweise extrem hohen Temperaturen ist Reisenden der Ein- und Ausstieg an der Station aber seit 2010 untersagt.



ERSTER SCHWEBENDER KREISVERKEHR

Der Hovenring in den Niederlanden ist der erste „schwebende Kreisverkehr“ für Radfahrer. Die rund elf Millionen Euro teure Konstruktion in der Nähe von Eindhoven ist an einem 70 Meter hohen Pfeiler aufgehängt. 24 Stahlkabel tragen den Kreisverkehr aus knapp 1.000 Tonnen Stahl. Im Zuge des Ausbaus der Infrastruktur für Radfahrer setzen auch andere Stadtplaner auf neue Verkehrskonzepte: In London soll mit dem SkyCycle ein Fahrradhighway entstehen, der eine Gesamtlänge von 220 Kilometern hat. In Köln sollen künftig 6.000 Pendler am Tag über eine acht Kilometer lange Fahrrad-Schnellstraße fahren.



GRÖSSTER RANGIERBAHNHOF

Bailey Yard im US-Bundesstaat Nebraska ist der weltweit größte Rangierbahnhof. Täglich werden rund 2.100 der 14.000 durch den Bahnhof laufenden Güterwagen zu neuen Güterzügen zusammengestellt. Der Bahnhof hat eine Ausdehnung von rund 11,5 Quadratkilometern und besitzt 507 Gleiskilometer, was der Strecke von Frankfurt am Main nach Hamburg entspricht. Unweit der norddeutschen Metropole befindet sich der größte Rangierbahnhof Europas. Das Gleisnetz im niedersächsischen Maschen umfasst allerdings „nur“ rund 300 Kilometer.



GEMEINSAM IN EINEM MOTOR

Mobilität für morgen auch im Motorsport: Schaeffler geht als exklusiver Technologiepartner des Teams ABT Sportsline in der FIA Formula E an den Start und wirbt mit seinem Logo auf den Autos von Daniel Abt und Lucas di Grassi.

— von Mark Schneider



NE NEUE ÄRA DES SPORTS



— Mit der Formel E startet eine neue Generation des Motorsports: Erstmals werden Autorennen mit rein elektrisch angetriebenen Rennwagen gefahren. Bis zu 230 km/h erreichen die einheitlichen Formelautos, beschleunigen dabei von null auf 100 km/h in weniger als drei Sekunden und tragen ihre Rennen in den Metropolen rund um den Globus aus.

„Die Elektrifizierung des Autos mitzugestalten ist eines unserer zentralen strategischen Zukunftsthemen. Schaeffler ist auf diesem Gebiet einer der Innovationsführer und mit neuen Ideen oft genug Pionier. Die Formel E ist mutig und visionär, passt deshalb perfekt zu uns und ist eine ideale Ergänzung unserer Engagements in der DTM, der WEC und der Formula Student“, sagt Technologievorstand Prof. Dr. Peter Gutzmer. „Motorsport ist nicht nur ideal, um die Fortentwicklung neuer Technologien zu beschleunigen, sondern lädt das Thema Elektromobilität auf faszinierende Art und Weise mit Emotionen auf. Schon der Auftakt in Peking war das beste Beispiel dafür.“

Technische Kompetenz trifft Motorsport-Erfahrung

Die Zusammenarbeit mit der Erfolgsmannschaft von ABT Sportsline ist langfristig angelegt und geht weit über ein reines Sponsoring hinaus. „Wir werden die Weiterentwicklung des Rennautos und seiner Komponenten künftig mit dem Know-how und der Erfahrung unserer Ingenieure unterstützen“, so Gutzmer.



SPARK SRT_01E

Fahrzeug Formelauto, Carbon-/Aluminium-Monocoque-Chassis
Antrieb Heckantrieb, zwei Motor Generator Units (MGUs)
Getriebe Sequenzielles 5-Gang-Getriebe mit Schaltwippen
Leistung (Training und Qualifying) 200 kW (270 PS)
Leistung (Rennen) 150 kW (202,5 PS),
 plus #FanBoost 30 kW (40,5 PS) für drei Fahrer
Beschleunigung 0–100 km/h in 2,9 Sek.
Höchstgeschwindigkeit 225 km/h
Mindestgewicht (inkl. Fahrer) 896 kg
Länge/Breite/Höhe 5.000 mm/1.800 mm/1.250 mm
Reifen Niederquerschnittsreifen (vorn: 9R18, hinten: 11R18)



Schaeffler-Technologievorstand Prof. Dr. Peter Gutzmer mit den „Äbten“ Harry Unflath und Hans-Jürgen Abt

#11

LUCAS DI GRASSI (30) 🇧🇷

Geburtstag
11. August 1984
Geburtsort
São Paulo (BR)
Wohnort
Monaco (MC)
Größe/Gewicht
1,79 m/75 kg



#66

DANIEL ABT (22) 🇩🇪

Geburtstag
3. Dezember 1992
Geburtsort
Kempten (D)
Wohnort
Kempten (D)
Größe/Gewicht
1,79 m/70 kg

56 kWh ⚡
Energie darf ein Fahrer
pro Rennen verbrauchen



Haushalt mit zwei Personen
(6 Tage)



Kühlschrank,
150 l (210 Tage)



Spülmaschine
(70 Waschgänge)



Fernseher
(15 Tage nonstop)



Glühbirne, 60 W
(39 Tage nonstop)



Auf Erfolgskurs: Lucas di Grassi gewann den Saisonauftakt der Formel E in den Straßen von Peking

TEAM ABT

 @abt_formula_e
 abt.fiaformulae.com

SCHAEFFLER

 @schaefflerpress
 schaeffler.de

„Wir freuen uns, mit Schaeffler einen perfekten Partner für die Herausforderungen in der Formel E an Bord zu haben, denn schon von dem Auftritt in der DTM wissen wir, mit welcher Leidenschaft alle Mitarbeiter im Motorsport dabei sind“, sagt Teamchef Hans-Jürgen Abt. „Ein wichtiger Aspekt ist die Kooperation im technischen Bereich. Ab der zweiten Saison wird ABT als Hersteller Komponenten des Fahrzeugs selbst entwickeln – da ist ein Partner mit so großer technischer Kompetenz und Erfahrung in der Elektromobilität natürlich Gold wert.“

ABT Sportsline ist das einzige deutsche Team in einem internationalen Feld, zu dem Mannschaften aus den USA, Indien, China und Europa gehören. Die ehemaligen Formel-1-Stars Alain Prost und Jarno Trulli sind ebenso mit eigenen Teams dabei wie Abenteurer Richard Branson und Schauspieler Leonardo DiCaprio. Mehr als zehn Piloten verfügen über Erfahrung in der Formel 1.

Darunter ist auch der brasilianische Rennfahrer Lucas di Grassi (30), der als Audi-Pilot in der

FIA-Langstrecken-Weltmeisterschaft WEC startet und die Formel E für ABT bestreitet. Das zweite Cockpit besetzt der deutsche Youngster Daniel Abt (22), der 2014 außerdem mit der GP2 im Formel-1-Rahmenprogramm startete.

Rennen mitten in den Metropolen der Welt

Die Formel E trägt ihre Rennen nicht auf permanenten Rennstrecken aus, sondern auf Stadtkursen im Herzen von Metropolen. Neben Peking, wo die Strecke auch um das Olympiastadion führte, startet die Formel E in Putrajaya (Malaysia), Punta del Este (Uruguay), Buenos Aires (Argentinien), Miami und Long Beach (beide USA), Monaco, Berlin (Deutschland), Moskau (Russland) sowie in London (Großbritannien), wo am 28. Juni 2015 das Finale ausgetragen wird. Bei den Events werden Freies Training, Qualifying und Rennen an einem Tag gefahren.

Das Medieninteresse ist weltweit enorm: Allein das Auftaktrennen verfolgten mehr als 25 Millionen Menschen live. Über 2.600 gedruckte Artikel wurden gezählt, die weltweit 740 Millionen Leser erreichten.

In Deutschland überträgt Sky alle Rennen der Formel E live. Der Sportsender SPORT1 zeigt jeweils einen Tag nach dem Rennen eine halbstündige Highlight-Sendung, die von Schaeffler präsentiert wird.

ZWEIRAD STROMER

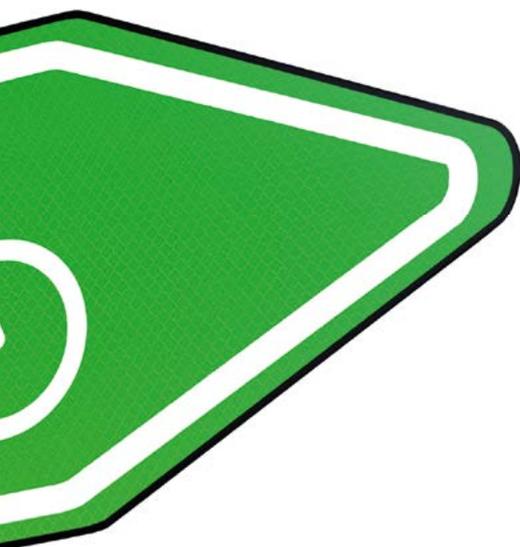
Volle Fahrt voraus mit halber Muskelkraft – das Pedelec oder auch E-Bike macht's möglich. Räder mit Elektromotor machen nicht nur Spaß, sie erweitern den Aktionsradius und entlasten die Umwelt – kein Wunder, dass sie rund um den Globus ein Mobilitäts-Verkaufsschlager sind.

— von Ulrich Frieß



— Wofür die elektromobile Autowelt seit Jahren kämpft, haben Zweiräder längst vollzogen: den Wandel zur hybriden Fortbewegung. Pedelecs sind mittlerweile ein alltägliches Bild im Straßenverkehr – egal ob in München, Peking oder Tel Aviv. In Deutschland wuchs die Zahl der E-Bikes zuletzt um rund 400.000 per annum, 2014 übersprang der Bestand erstmals die 2-Millionen-Grenze. Eine erstaunliche Zahl. Aber ein Klacks, wenn man nach China schaut. Dort sind schon jetzt 120 Millionen E-Bikes im Einsatz – Tendenz auch dort stark steigend.

Den aktuellen Erfolgen zum Trotz kämpfte auch das E-Bike mit Startschwierigkeiten. Neben vielen privaten Tüftlern, die bereits vor mehr als 40 Jahren ihre Räder elektrifizierten, gab es in den 1980er-Jahren auch Radhersteller mit entsprechenden Ambitionen. So entwickelte beispielsweise Hercules 1985 den Prototyp eines Pedelecs, wie wir es heute kennen: mit Nabenmotor und Akku auf dem Gepäckträger. Doch weil vielerorts eine rechtliche Einordnung zum Betrieb im Straßenverkehr (Fahrrad oder Motorrad?) fehlte, gingen die Räder nicht in Serie.



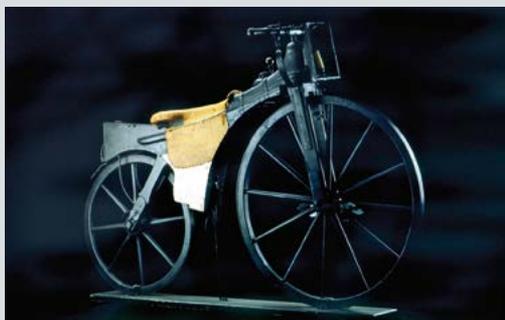
Heute bewegen sich Pedelec-Fahrer auf juristisch sicherem Boden. Man braucht keinen Führerschein und das Pedelec gilt verkehrstechnisch als Fahrrad, wenn es bestimmte Voraussetzungen erfüllt. Die prinzipielle Grundlage dafür schuf der Pionier Egon Gelhard schon 1982: Der Motor darf nur in Betrieb gehen, wenn sich die Pedale bewegen. Später wurden zwei weitere Beschränkungen eingeführt: Die Nennleistung des Motors ist auf 250 Watt begrenzt, und ab 25 km/h ist Schluss mit der Antriebsunterstützung. Zumindest in Deutschland. In anderen Ländern treiben die E-Motoren die Räder hingegen auch dann an, wenn der Fahrer nicht tritt. Und auch das Tempolimit wird nicht überall so streng gehandhabt. Dort verläuft die Grenze zwischen E-Bike und Elektro-Moped fließend.

Pedelecs erobern den Markt

Länderunabhängig ist Mobilität ein Stück lieb gewonnene Freiheit. Das Fahrrad spielt dabei seit jeher eine bedeutende Rolle, denn es ist unkompliziert und für beinahe jedermann erschwinglich. Mit der Entwicklung des Pedelecs hat sich das Einsatzspektrum des Fahrrads noch einmal erweitert. Der Elektromotor macht das Rad vielseitiger und erhöht seine Akzeptanz als Alltags- und Freizeitgefährt auch bei weniger sportlich ambitionierten Mitmenschen. Pedelecs brauchen keine Stromzapfsäule (die Steckdose zu Hause oder im Büro reicht aus) und sie sind auch dann noch zu bewegen, wenn der Akku leer ist. Und: Wer radeln kann, kann mit minimaler Umgewöhnung auch Pedelec fahren.

Moderne Akkutechnologie auf Lithium-Basis und bürstenlose Elektromotoren mit hohem Wirkungsgrad ermöglichen heute Reichweiten zwischen 40 und gut 100 Kilometern. Dabei ist der Energieverbrauch konkurrenzlos niedrig: Eine Akkuladung kostet durchschnittlich weniger als 20 Cent. Und mit seinem weitgehend ökologischen Antrieb – neben dem bisschen elektrischen Strom verbraucht das Pedelec nur Muskelkraft – liegt es voll im grünen Trend.

DAS FAHRRAD HAT BEI SCHAEFFLER TRADITION



Noch bevor Friedrich Fischer 1883 mit der Erfindung der Kugelschleifmaschine *Industriegeschichte* schrieb und einen Grundstein für die heutige Schaeffler Gruppe legte, machte sein Vater Philipp Moritz Fischer mit einer Mobilitäts-Innovation auf sich aufmerksam: Da dem gelernten Instrumentenbauer der Weg zum Kunden mit dem „Draisine“ genannten Laufrad zu langsam und beschwerlich war, montierte er irgendwann zwischen 1844 und 1853 Pedale ans Vorderrad – das Tretrad war geboren. Mittlerweile gelangt die Kraft zwar von der Mitte des Fahrrades per Kette ans Hinterrad, aber in die Pedale müssen wir noch heute treten.

Gleichzeitig haben Pedelecs ihr Seniorenimage abgelegt. Galten sie bis vor Kurzem noch als Mobilitätskonzept für die Generation 60 plus, werden die Räder immer schicker und technisch ausgefeilter. Damit ist das Pedelec eine echte Alternative für viele Autofahrten – gerade im urbanen Verkehrsgetümmel. Zwischen Abfahrt und Ankunft liegen dort meist nur wenige Kilometer, die Durchschnittsgeschwindigkeit erreicht mit dem Auto nur etwa 30 km/h. Rechnet man Parkplatzsuche und Fußwege zum eigentlichen Ziel mit ein, reduziert sich die Durchschnittsgeschwindigkeit noch einmal drastisch. Mit dem Pedelec sind diese Strecken locker in der gleichen Zeit zu schaffen. Ein weiterer Pluspunkt: Sie beanspruchen wenig Parkraum. Damit ist das Elektro-Velo der perfekte Begleiter für eine urbane Mobilität – insbesondere in chronisch smog- und staubelasteten Mega-Metropolen. Die Bewohner chinesischer Millionenstädte haben dies längst erkannt. Im bevölkerungsreichsten Land der Erde gibt es rund 3.000 Pedelec-Hersteller, die solche Räder für rund 200 Euro anbieten. Allerdings ist die Technik (leistungsschwache und giftige Blei-Batterien, Sicherheitsausstattung) dieser Billigräder dem Kaufpreis entsprechend auf niedrigem Niveau.

Ganz anders in westlichen Industrienationen: Dort sind Pedelecs dank starker Akkus selbst für längere Fahrten ein flotter Begleiter. Etappen von 50 Kilometern und mehr sind mit einer Akkuladung problemlos machbar – entspanntes Ankommen inklusive.

Pedelecs sind intuitiv zu bedienen

Rund um den Globus haben die meisten Fahrradhersteller mittlerweile eine breite E-Bike-Palette im Programm. Der Kunde hat die Wahl zwischen elektrisch unterstützten Trekkingrädern, City- und Mountainbikes, Tiefenstiege sowie Transport-, Falt- oder Dreirädern. Ein Nischendasein fristen derzeit noch die bis 45 km/h schnellen S-Pedelecs. Rechtlich gesehen sind sie – zumindest in Deutschland – Kleinkrafträder und somit helm-, zulassungs- und versicherungspflichtig. Größter Nachteil: Radwege und andere für motorisierte Fahrzeuge gesperrte Wege dürfen mit ihnen nicht befahren werden. Für Pendler mit längeren Anfahrtswegen außerhalb geschlossener Ortschaften sind S-Pedelecs jedoch eine echte Alternative zum Auto. Ob S- oder normales Pedelec: Bei der Positionierung des Motors haben Konstrukteure die Qual der Wahl. So gibt es Nabenmotoren in Vorder- oder Hinterrad sowie mittig verbaute Tretlagermotoren. Standard sind mittlerweile Motorsteuerungen mit Drehmomentsensoren: Je stärker man in die Pedale tritt, desto mehr unterstützt der Motor. Darüber hinaus kann der Fahrer die maximale Motorleistung in mehreren Stufen (zwischen 50 und 250 Watt) am Lenker einstellen. Displays mit Informationen zu Fahrstrecke und verbleibender Reichweite, Fitnessfunktion und integriertem Navigationssystem ergänzen das Sorglos-Paket. Weil das zusätzliche Gewicht und die höhere Antriebsdynamik die Stabilität und das Fahrverhalten negativ beeinflussen können, wurden steifere und schwerere Rahmenkonstruktionen nötig. Dass Pedelecs meist deutlich über 20 Kilo wiegen, ergibt sich also nicht nur aus den zusätzlichen Antriebskomponenten. Ihr Antrieb macht das hohe Gewicht jedoch mehr als wett.

DER TRAUM VOM RAD

Auf der Mobilitätsleiter ist das Fahrrad nach dem Gehen die zweite Stufe. In den ärmsten Regionen der Welt bleibt dieser Schritt aber immer noch viel zu vielen Menschen versperrt, weil selbst das einfachste Rad unerschwinglich ist. Dabei erhöht ein Transport mit dem Fahrrad die Effizienz der Fortbewegung um ein Vielfaches. Im Vergleich zum Gehen verbessert ein Fahrrad den Zugang zu Bildung, Gesundheitsfürsorge und wirtschaftlichen Chancen: Das Rad ermöglicht Menschen, mehr zu tragen, längere Strecken zurückzulegen und gleichzeitig wertvolle Zeit auf den Wegen von und zu Schulen, Kliniken und Märkten zu sparen. Die Traglast gegenüber einem Gehenden erhöht sich um das Fünffache. Ein Fahrradfahrer kann im Vergleich zu einem Gehenden die vierfache Distanz im gleichen Zeitraum zurücklegen. Pro 16 Kilometer Weg spart ein Radfahrer gegenüber einem Gehenden drei Stunden Zeit. Die World Bicycle Relief setzt sich dafür ein, Menschen in Afrika mit Fahrrädern mobil zu machen. Spenden helfen dabei.

 worldbicyclerelief.de



All das trägt dazu bei, dass sich Pedelecs auf einem bisher ungekannten Komfort-Niveau bewegen lassen. Aber auch sportlich eingestellte Fahrer kommen bei motorisierten Bikes auf ihre Kosten: Spartanisch ausgestattete, leichte Fitness-Pedelecs und vollgefederte Mountainbikes mit E-Antrieb bieten hohen Fahrspaß und liegen voll im Trend. Überhaupt kommen Pedelecs bei jungen und sportlich aktiven Fahrern immer besser an. So war während Europas größter Fahrradmesse, der Eurobike 2014, eine ungeahnte Vielfalt verschiedenster Pedelecs für jeden Einsatzzweck zu bestaunen. Konstrukteure und Hersteller dürften sich zukünftig verstärkt dem interaktiven Zusammenspiel der einzelnen Antriebskomponenten widmen. Zu Streckenprofil und Fahrer passende Übersetzung und Motorleistung stellt die Technik dann automatisch ein. Nur ein bisschen in die Pedale treten wird man weiterhin müssen.

AUTOMATISCH BESSER

Schaeffler hat 2014 eine innovative Neuheit für Fahrräder präsentiert: die automatische Schaltung FAG-VELOMATIC.

Ob bergauf, bergab oder auf flacher Strecke, mit einem konventionellen Rad, mit Ketten- oder Nabenschaltung oder einem E-Bike – die FAG-VELOMATIC berechnet auf Basis von Trittfrequenz, Kraft, Radgeschwindigkeit und Neigung immer den optimalen Gang und den perfekten Schaltzeitpunkt. Das garantiert exzellenten Fahrkomfort bei maximaler Flexibilität. Dazu zählt auch ein

manueller Modus, der bei Bedarfeingesetzt werden kann. Dank offener Standards ist die Schaltung kompatibel zu jedem Fahrradtyp und jedem Antrieb. Dank der schmalen, extrem leichten Bauform (24 x 180 mm, ca. 200 Gramm) findet die Schaltung im Unterrohr oder im Sattelrohr Platz und ist so von außen nicht sichtbar. Mit der dazugehörigen App VELODAPTIC können Radler maßgeschneiderte Schaltprogramme erstellen. Die App begleitet die Biker zudem auf ihren Touren und zeichnet GPS-, Bewegungs- und Leistungsdaten auf.

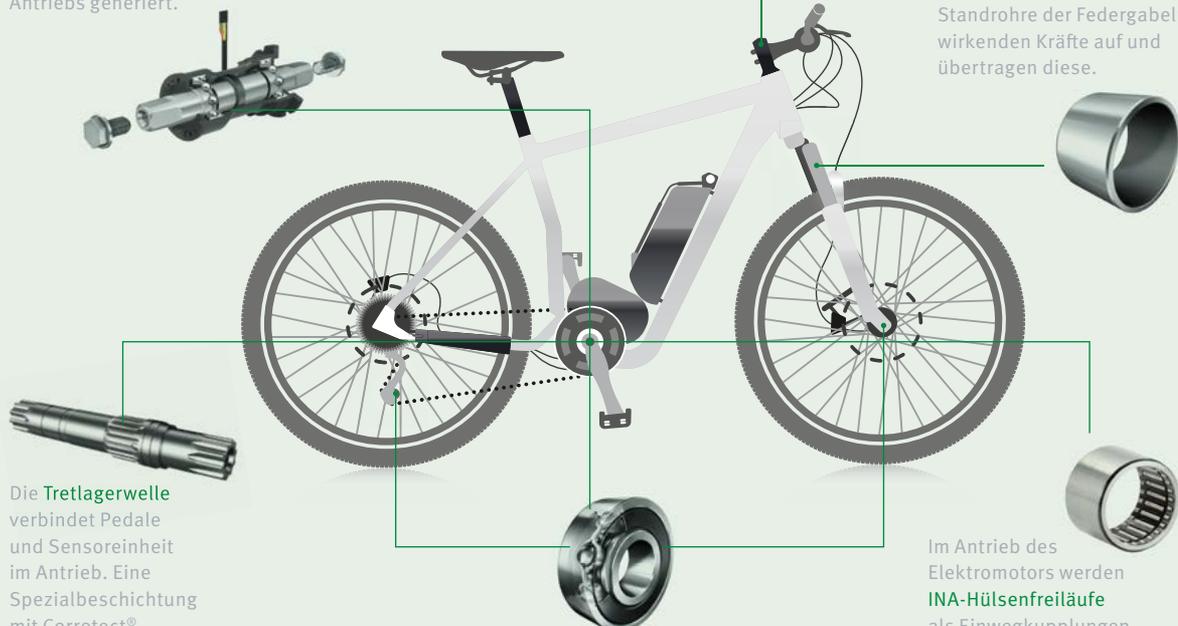


LAGERKOMPETENZ FÜR PEDELECS

Das kompakte FAG-Sensor-Tretlager BBRS bietet die berührungslose Messung von Drehzahl, Drehrichtung und Drehwinkel. Pro Umdrehung der Welle werden 36 Impulse zur exakten Steuerung des Antriebs generiert.

FAG-Schräggugellager sorgen als Steuerkopflager in der Verbindungsstelle von Lenkervorbau und Fahrradgabel für die nötige Präzision und Sicherheit.

INA-Metall-Polymer-Verbundgleitlager nehmen die beim Fahren auf die Standrohre der Federgabeln wirkenden Kräfte auf und übertragen diese.



Die Tretlagerwelle verbindet Pedale und Sensoreinheit im Antrieb. Eine Spezialbeschichtung mit Corrotect® und verschiedene Kurbelaufnahmen sind möglich.

FAG-Rillenkugellager kommen in Vorderrad-, Hinterrad- sowie Mittelantrieb zum Einsatz. Sie bieten optimalen Leichtlauf.

Im Antrieb des Elektromotors werden INA-Hülsenfreiläufe als Einwegkupplungen eingesetzt. Sie übertragen dabei hohe Drehmomente in einer Richtung.



» **Man kann nicht in die Zukunft schauen, aber man kann den Grundstein für etwas Zukünftiges legen, denn Zukunft kann man bauen** Antoine de Saint-Exupéry

mobilität morgen

So sind wir in der Zukunft unterwegs

QUO VADIS, MOBILITÄT?

— Wie und womit bewegen wir uns in Zukunft fort? Die Lösungsansätze für diese Fragen sind so vielfältig wie die verschiedenen Mobilitätsbedürfnisse der Menschen. So sagt eine Studie der Internationalen Energieagentur (IEA) dem Auto beispielsweise in Indien eine glänzende Zukunft voraus. Dort soll sich die Zahl der Pkw bis 2035 auf 160 Millionen verzehnfachen. Auch andere Schwellenländer haben in den kommenden Jahrzehnten noch einen automobilen Nachholbedarf. Dem entgegengesetzt entwickeln sich die Zulassungszahlen in den Metropolen dieser Welt. Schon heute verfügt nur noch jeder zweite Haushalt in Millionenstädten wie New York oder Paris über ein eigenes Auto. Ein engmaschiger Personennahverkehr oder andere attraktive Fortbewegungsalternativen auf der einen Seite sowie mangelnder Parkraum, hohe Kosten und Reglementierungen auf der anderen Seite sind Gründe für eine innerstädtische Abkehr vom eigenen Pkw. Ein deutliches Wachstum wird die interurbane Mobilität mit Bahn und Flugzeug erleben. Innovative Ideen müssen auch hier dafür sorgen, dass dieses Wachstum ohne einschneidende Folgen für die Umwelt vonstattengeht. Aber nicht nur Menschen, auch Waren wollen im wachsenden Maße bewegt werden. Zu Lande, auf dem Wasser und in der Luft. Und vielleicht zukünftig auch unterirdisch – in einem Pipelinesystem für feste Güter. Erste Planungen gibt es dafür bereits. Genauso wie für eine Magnetschwebbahn, die mit 6.400 km/h durch einen Vakuumtunnel rast. Ohne Frage: Mobilität bleibt auch in Zukunft ein bewegendes Thema. —

„INNOVATION BEGINNT IMMER **MIT EINER FRAGE**“

Vom Elektrotaxi in New York bis zur Seilbahn in Medellín: Mobilität in aller Welt hat vielfältige Facetten. In dieses bunte Bild will Heinrich Schäperkötter, Leiter des Innovationsmanagements bei Schaeffler, mithilfe einer neuen Mobilitätsstudie ein wenig Ordnung bringen.

— von Johannes Winterhagen



» **Wir wollen auch Aufmerksamkeit dafür schaffen, dass wir bei der Entwicklung neuer Lösungen nicht eurozentristisch denken dürfen, frei nach dem Motto: Was hier funktioniert, setzt sich überall auf der Welt durch**

— **Herr Schäperkötter, Zulieferer wie Schaeffler produzieren normalerweise Präzisionskomponenten. Wie sind Sie auf die Idee gekommen, eine Studie zur Mobilität der Zukunft anzufertigen?**

Innovation beginnt immer mit einer Frage. Wir müssen erst ein Problem entdecken, um uns fragen zu können, ob wir eine Lösung dafür haben. Deswegen muss die Suche nach der Mobilität der Zukunft damit beginnen, danach zu fragen, wo und wie Menschen leben. Wenn man das tut, findet man vielfältige Mobilitätslösungen in aller Welt. Wir haben uns dann gefragt, welche Muster dahinterstehen. Klar war uns schon vor Beginn, dass es regionale Muster geben muss. Denn alle Ideen eines Einheits-Weltautos sind bislang gescheitert.

Wie sehr unterscheiden sich die regionalen Muster?

Sie unterscheiden sich in großen Städten und auf dem Land deutlich. Die Infrastruktur unterscheidet sich erheblich, je nachdem, wie weit ein Land wirtschaftlich entwickelt ist. Für die eigene Mobilitätsentscheidung spielt schließlich die Höhe der Kaufkraft eine wesentliche Rolle. So ergibt sich in Summe ein extrem buntes Bild.



MANHATTAN, NEW YORK CITY, USA
(Stadt, Industrieland, hohe Kaufkraft)

WIE GEHT'S AM SCHNELLSTEN?

Die hohe Verkehrsdichte im New Yorker Stadtteil Manhattan führt vor allem tagsüber zu permanent überfüllten Straßen. Deshalb ist die Bereitschaft der 1,6 Millionen Einwohner, öffentliche Verkehrsmittel (ÖPNV) zu benutzen, trotz des hohen Durchschnittseinkommens von 48.000 US-Dollar pro Jahr ausgeprägt. Für die meisten New Yorker hat die Minimierung der Reisezeit absolute Priorität. Allerdings stößt die Kapazität des ÖPNV ebenfalls an ihre Grenzen. Gleichzeitig will die Stadt die aus dem Verkehr resultierenden Lärm- und Schadstoffemissionen reduzieren – um rund 44 Prozent bis 2030. Zu den Lösungsansätzen gehören nicht nur der Ausbau des ÖPNV und eine vermehrte Fahrradnutzung, sondern auch die Einführung kleiner, wendiger Elektrofahrzeuge, um die Verkehrsflächennutzung zu maximieren. Im Rahmen der Nachhaltigkeitsinitiative „PlaNYC“ plant die Stadt daher, ein dichtes Netz an Ladestationen für Elektrofahrzeuge einzurichten. Städtische Fuhrparks sollen zudem um Elektrofahrzeuge erweitert werden.

Und Sie wollen Ordnung in dieses Bild bringen?

Ja, und sogar noch mehr. Wir wollen auch Aufmerksamkeit dafür schaffen, dass wir bei der Entwicklung neuer Lösungen nicht eurozentristisch denken dürfen, frei nach dem Motto: Was hier funktioniert, setzt sich überall auf der Welt durch. Deshalb haben wir eine dreidimensionale Matrix entwickelt, mit der wir regionale Mobilitätsbedürfnisse clustern können. Dabei verwenden wir die Dimensionen Urbanisierungsgrad, Kaufkraft der Nutzer und Stand der wirtschaftlichen Entwicklung.

Und darin ordnen Sie jede Erscheinung der Mobilität ein, auch jenseits des Automobils?

Klar, wir betrachten Mobilität in jeder Hinsicht, bis hin zum Aufzug – ohne den wären Megacitys ja überhaupt nicht existent. Und umgekehrt können wir die Matrix auch verwenden, um Zielmärkte für neue Technologien zu identifizieren. Zum Beispiel für Elektromobilität: Sie setzt aufgrund der Kosten eine hohe Kaufkraft des Nutzers voraus, die kurzen Reichweiten sprechen für den Einsatz in Städten und die notwendigen Investitionen in die Ladeinfrastruktur für Industrieländer.

Glauben Sie nicht daran, dass sich die wirtschaftlich wachsenden Länder an uns orientieren und mittelfristig alles danach strebt, mit deutschen Premium-Limousinen unterwegs zu sein?

Eine Fünf-Meter-Luxuslimousine wäre selbst dann für eine Megacity keine gute Lösung, wenn sie sich vollkommen autonom bewegt. Denn sie ist schlicht zu groß. Wir dürfen nicht vergessen, dass die Zahl der Automobile sich bis 2025 etwa verdoppeln wird. Immer größer, noch eine Tür, noch mehr PS, das ist es nicht mehr. Auch autonomes Fahren und Carsharing werden nicht die alleinige Lösung sein.

Sie haben dann für ausgewählte Regionen Mobilitätsmuster ausgewertet. Wie repräsentativ sind diese?

Die Mobilitätsmuster repräsentieren jeweils einen Quadranten der dreidimensionalen Matrix, und das tun sie sehr anschaulich. Wenn Sie mit repräsentativ „übertragbar auf vergleichbare Regionen“ meinen, so rate ich zur Vorsicht. Denn es gibt neben den drei Dimensionen weitere Aspekte, die das Mobilitätsmuster in einer Region prägen. Denken Sie an die Seilbahnen aus unserem Muster „Medellín“. Sie sind nur bei ausgeprägt bergiger Topologie sinnvoll, kommen dort aber auf eine enorme Transportkapazität. Je nachdem, wo Menschen leben, ist die Lösung vermutlich etwas anderes. Das ist auch ein Erkenntnisgewinn.

Aber es wäre doch schön, ein paar Megatrends ableiten zu können, um der Grundlagenentwicklung eine Richtung geben zu können.

Genau das haben wir aber auch gemacht. Letztlich haben wir die Ergebnisse auf vier Spotlights verengt. Man kann sagen, dass jedes Spotlight ein Suchfeld darstellt: Dahinter verbirgt sich stets eine Frage, die für die Welt von hoher Relevanz ist.

MECKLENBURG-VORPOMMERN, DEUTSCHLAND
(ländlich, Industrieland, niedrige Kaufkraft)

**ÄLTERE MENSCHEN, ÄLTERE AUTOS**

Das norddeutsche Bundesland Mecklenburg-Vorpommern hat wie Manhattan etwa 1,6 Millionen Einwohner – allerdings bei 260-fach größerer Ausdehnung. Nicht nur die Bevölkerungsdichte, sondern auch das durchschnittliche Nettoeinkommen privater Haushalte mit ca. 25.000 Euro ist deutlich geringer. Außerhalb der Städte ist der ÖPNV aufgrund der schwachen Nachfrage nicht gut ausgebaut. Dementsprechend wird ein Großteil des Personenverkehrs mit – überwiegend gebrauchten – Fahrzeugen zurückgelegt. Da gleichzeitig die Bevölkerung älter wird, ist mit einer Zunahme mobiler Dienstleistungen zu rechnen. Bereits heute wird in Mecklenburg-Vorpommern ein mobiler medizinischer Dienst erprobt. Mit „AGnES“ soll geschultes medizinisches Personal eine Verbesserung der medizinischen Betreuung für ältere immobile Patienten sicherstellen. Ein Ausbau des Nahverkehrs scheint unter Kostenaspekten oft nicht möglich, dafür wird mit bedarfsorientierten Formen experimentiert („Anrufsammeltaxi“).



MEDELLÍN, KOLUMBIEN

(Stadt, Schwellenland, niedrige Kaufkraft)

SEILSCHAFTEN

In der 2,7-Millionen-Metropole Medellín ist die Bevölkerungsdichte mit mehr als 7.000 Einwohnern je Quadratkilometer sehr hoch. Ein großer Teil der ärmeren Bevölkerung lebt in inoffiziellen Siedlungen am Stadtrand (Favelas). Um in die Innenstadt zu kommen, ist bislang „Paratransit“ das bevorzugte Transportmittel. Dabei handelt es sich um privat betriebene Kleinbusse oder Großraumtaxis ohne festen Routenverlauf oder definierte Haltestellen. Ein Ausbau des offiziellen ÖPNV und striktere Emissionsstandards für Fahrzeuge könnten die vom Smog geplagte Innenstadt entlasten. Hinzu kommt eine ungewöhnliche Idee: Medellín hat zwei Seilbahnlinien in den regulären ÖPNV integriert. Sie verbinden Favelas an den Hängen der Stadt mit der City und besitzen eine Transportkapazität von 3.000 Personen pro Stunde. „Mehr als jede andere Seilbahn der Welt“, sagt der Betreiber. Durch den Umstieg vom Bus auf die Seilbahn werden 20.000 Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart.

RUND 3,5 MWH

(Megawattstunden) Energie werden bei der Herstellung eines Pkw benötigt – so viel, wie ein Vier-Personen-Haushalt pro Jahr verbraucht. Zu dieser „grauen Energie“ addiert sich die Energie, die für die Bereitstellung des Treibstoffs – egal ob Strom, Wasserstoff oder fossiler Brennstoff – und das Fahren selbst erforderlich ist. Schaeffler bietet entlang der kompletten Wertschöpfungskette von der Fertigung über die Energieerzeugung bis hin zum Fahren effiziente Systemlösungen an. Und das nicht nur im Automobilbereich, sondern auch für andere urbane und interurbane Mobilitätsformen wie Bahn und Luftfahrt.

Zum Beispiel „Betrachtung der kompletten Energiekette“. Was bedeutet das?

Unserer Einschätzung nach wird es künftig nicht mehr reichen, nur die lokalen CO₂-Emissionen eines Fahrzeugs in den Blick zu nehmen. Zunehmend betrachten Politik und Umweltschützer die komplette Erzeugungs- und Verbrauchskette hinsichtlich ihrer Klimarelevanz und ihrer Schadstoffbilanz (siehe auch Infokasten oben). Dazu gehört auch die Energie, die für die Produktion alternativer Energieträger wie Strom oder Wasserstoff verbraucht wird. Und natürlich auch die „graue Energie“, die für die Herstellung aller Komponenten eines Fahrzeugs benötigt wird.

Lässt sich zusammenfassend sagen, wie die Mobilität in der Stadt der Zukunft aussehen wird?

Trotz aller Unterschiede zwischen den Städten dieser Welt gibt es Gemeinsamkeiten. Zum Beispiel, dass der intermodale Verkehr, bei dem zwischen verschiedenen Verkehrsmitteln gewechselt wird, in Zukunft eine Selbstverständlichkeit darstellt. Zudem wird die Bevölkerung in vielen Städten außerhalb der klassischen Industrieländer ein sehr pragmatisches Verständnis von Mobilität

BANGKOK, THAILAND
(Stadt, Schwellenland, hohe Kaufkraft)



SPURTREUE ZAHLT SICH AUS

Die Metropolregion Bangkok mit mehr als 14 Millionen Einwohnern verfügt heute über einen für Entwicklungsländer beachtlichen Wohlstand. Das Haushaltseinkommen beträgt rund 15.000 US-Dollar pro Jahr (2011), das sind nach heutigem Kurs ca. 13.200 Euro. Das Straßennetz ist völlig überlastet, die Bereitschaft der Einwohner, mit dem ÖPNV zur Arbeit zu pendeln, entsprechend hoch. Allerdings stehen die weit verbreiteten dieselbetriebenen Linienbusse mit den Pkw im Stau. Ein Ausbau des Schienenverkehrs, insbesondere eines Metrosystems, wird zwar seit 2004 vorangetrieben, ist aber langwierig und teuer. Daher setzt Bangkok wie andere Metropolen in Schwellenländern auf ein „Bus Rapid Transport“-System. Dabei handelt es sich um Linienbusse, die eigene, vom übrigen Verkehrsraum vollständig abgetrennte Spuren und metroartige Haltestellen nutzen. Die Transportkapazität ist mit 18.000 Personen pro Tag auf der ersten, 16,5 Kilometer langen Strecke sehr hoch, die Kosten liegen um den Faktor 20 unter einer Hochbahn.

entwickeln. Diesen Menschen geht es vor allem darum, so-
wohl möglichst kosten- als auch zeiteffizient von A nach B
zu gelangen.

Gilt das auch für den interurbanen Verkehr?

Ja und nein. Denn der Verkehr zwischen den großen Met-
ropolen und Metropolregionen dieser Welt ist in gewisser
Weise ein Phänomen wirtschaftlicher Eliten. Je größer der
Wohlstand wird, desto größer werden auch diese Bevölke-
rungskreise. Bei der Wahl zwischen den Verkehrsträgern
spielt Zeiteffizienz die wichtigste Rolle, zunehmend ergänzt
durch Ressourceneffizienz. Daher ist ein weiterer Ausbau
der Hochgeschwindigkeitszug-Netze zulasten des Auto-
und des Flugverkehrs wahrscheinlich.

Alles in allem wird Energieeffizienz wichtiger. Eine gute Nachricht für Schaeffler?

Bereits heute macht der Schaeffler-Konzern einen großen
Teil seines Umsatzes mit Komponenten, die den Wirk-
ungsgrad von Antrieben steigern. Das gilt wohlgerne
gleichermäßen für Verbrennungs- wie Elektromotoren.
Dazu gehören optimierte Wälzlager genauso wie kom-
plette Hybridantriebsmodule. Da über die Umweltver-
träglichkeit eines Fahrzeuges zu einem großen Teil der
Fahrzeugantrieb entscheidet, wird die Entwicklung ener-
gieeffizienter Antriebe auch künftig erste Priorität genie-
ßen – im Automobilbau genauso wie in der Bahn- oder
Flugzeugindustrie oder selbst bei den Antrieben für Auf-
züge in Hochhäusern.

MIT SCHUBKRAFT IN RICHTUNG ZUKUNFT

Mehr Verkehr, weniger Emissionen: Mit neuen Ideen will die Luftfahrtbranche „grüner“ werden.

— von Volker Paulun

— 1969. Der erste Mensch landet auf dem Mond, Willy Brandt wird Bundeskanzler, „Spiel mir das Lied vom Tod“ läuft in den Kinos an, VW macht sich so langsam Gedanken über einen Nachfolger des Bestsellers Käfer und am 9. Februar erhebt sich erstmals eine Boeing 747 in den Himmel. Dass der im Volksmund Jumbo-Jet genannte Gigant der Lüfte immer noch in der aktuellen Produktpalette von Boeing zu finden ist, zeigt, dass die Luftfahrtbranche in der Vergangenheit bei der technischen Entwicklung auf behutsame Evolution gesetzt hat. Mit durchaus beachtlichem Erfolg: Seit dem Jahr 2000 bis heute ist der Luftverkehr global um 53 Prozent gewachsen – der Kerosinverbrauch

hingegen laut Airbus nur um drei Prozent. Die Triebwerke sind gegenüber den Babyjahren des Jet-Zeitalters um 75 Prozent leiser geworden. Aber der Luftverkehr wird sich in den nächsten 20 Jahren noch einmal verdoppeln. Gleichzeitig ist die Branche aufgefordert, Treibstoffverbrauch, Lärm- und Abgasemissionen gegenüber den heutigen Werten nochmals deutlich zu reduzieren. Kein Wunder, dass Experten wie Prof. Rolf Henke, Vorstandsmitglied im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, fordern: „Flugzeuge haben sich in der Vergangenheit evolutionär verbessert, jetzt brauchen wir eine Revolution.“ Wie diese aussehen kann, zeigen die nächsten Seiten. —



WACHSTUMSMARKT LUFTFAHRT



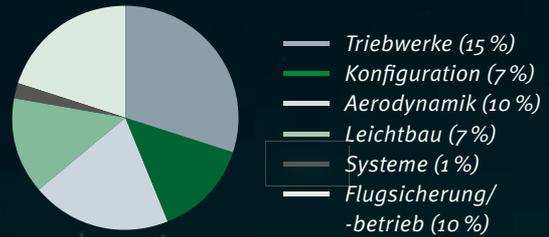
Flugzeuge (Passagier-ab 30 Plätze und Fracht)

Passagierzahlen

Quelle: Boeing

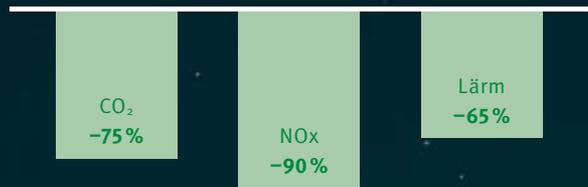
Quelle: Airbus

EINSPARPOTENZIALE IM FLUGVERKEHR



Erwartete Beiträge zum Erreichen des ACARE-Zieles (50% Energieeinsparung bei neuen Flugzeugen von 2000 bis 2020)

ZIELE DER EU-INITIATIVE „FLIGHTPATH 2050“



Senkung gegenüber Flugzeugneubauten im Jahr 2000

» Wenn jemand fragen würde, ob Airbus und Boeing in den nächsten zehn Jahren von neuen Konkurrenten bedroht werden könnten, dann müsste die Antwort Nein lauten. Wenn man aber von 20 Jahren ausgeht, dann sieht die Sache anders aus. In 20 Jahren wird es wahrscheinlich einen chinesischen Flugzeughersteller geben, der eine große Gefahr für Boeing und Airbus darstellen könnte Airbus-Vorstand John Leahy



JETKONZEPTE



DOPPELRUMPF

- Beispiel: D8 des Massachusetts Institute of Technology
- Zwei Rumpfe verschmelzen zu einem. Das gibt viel Platz
- Durch die hohe Nase und das abfallende Heck erzeugt der Rumpf Auftrieb
- Gewichtsreduktion durch Composit-Materialien
- Optimale Anströmung energieeffizienter Turbofan-Triebwerke durch Rumpfform und Einbettung in einen Heckflügelschacht
- Reisegeschwindigkeit 0,72 Mach (765 km/h)
- Erhoffte 70 % Treibstoff-Einsparung im Vergleich mit aktueller Boeing 737-800, wobei allein 49 % auf das Rumpfdesign zurückzuführen sind
- Möglicher Erstflug: 2035



KOMPAKTE REGIONALFLIEGER

- Beispiel: 20-Sitzer von GE Aviations
- Ovaler Leichtbau-Rumpf bietet aerodynamische Vorteile und schafft Platz
- Brennstoffzellen versorgen elektrische Verbraucher
- Ultraleise Turboprop-Triebwerke mit ausreichender Schubkraft, um kurze Startvorgänge zu ermöglichen
- Einsatz von kleineren Nahverkehrsflugzeugen soll Großflughäfen entlasten und Passagiere zielgenauer befördern
- 1.480 km Reichweite bei 0,55 Mach (584 km/h)
- Möglicher Erstflug: 2030



NURFLÜGLER

- Beispiel: X-48 und Blended Wing Body (BWB) von Boeing
- Flügel und Rumpf bilden eine aerodynamisch effiziente Einheit
- 97 % der Flugzeugfläche dienen dem Auftrieb (konventionelle Jets: 50 %)
- Dadurch können kleinere (damit sparsamere und leisere) Triebwerke verbaut werden
- 20 % weniger Verbrauch angepeilt
- Triebwerke zur Geräuschreduktion über dem Rumpf platziert und ggf. von Heckflügeln flankiert. Das ermöglicht einen 24-Stunden-Einsatz
- Nachteile: schwieriger Einstieg und keine Seitenfenster für Passagiere
- Möglicher Erstflug: 2025



KASTENFLÜGLER

- Beispiel: Lockheed Martin, Bauhaus Luftfahrt
- Moderne, nichtmetallische Werkstoffe und Fortschritte bei den Landefahrwerken ermöglichen eine Umsetzung des über 100 Jahre alten Boxwing-Konzepts bei Verkehrsflugzeugen
- Mehr Auftrieb, weniger Widerstand als herkömmliche Jets
- Jets mit 600 und mehr Sitzplätzen sind bei heute üblichen Obergrenzen für Spannweiten umsetzbar
- Stabile Fluglage
- Nachteil: komplexe Konstruktion
- Möglicher Erstflug: 2025

CONCEPT PLANE

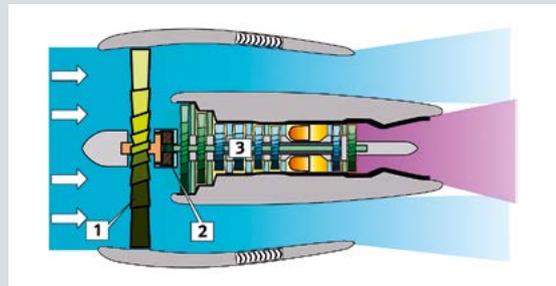
- Beispiel: Airbus
- Größere Spannweite, dafür schmalere Flügel für geringeren Luftwiderstand
- Leichtbau
- Integration effizienterer Triebwerke in den Flugzeugkörper, um Luftwiderstand und Lautstärke zu senken
- Abkehr von röhrenförmigen hin zu ausgeformten Rümpfen, die sowohl aerodynamisch optimiert sind und gleichzeitig mehr Platz bieten
- Verdoppelung der Ein- und Ausstiegstüren
- Triebwerke mit hundertprozentiger Zuverlässigkeit machen Heckleitwerke überflüssig, die heutzutage im Falle eines einseitigen Ausfalls die Richtung korrigieren. Stattdessen kommt ein U-förmiger Heckflügel zum Einsatz, der die Lärmemission der Triebwerke reduziert
- Möglicher Erstflug: 2050



TRIEBWERKE DER ZUKUNFT

Der Turbofan (auch Mantelstromtriebwerk) ist heute in praktisch allen Flugzeugen mit Strahlantrieb zu finden, landläufig als Düsenantrieb bezeichnet. Zukünftige Emissionsziele lassen sich mit diesen Triebwerken nur begrenzt realisieren.

Führende Triebwerkbauer wie MTU, Pratt & Whitney und Rolls-Royce sehen daher im Getriebefan den Antrieb der Zukunft. Im Gegensatz zum Turbofan sind dort Schaufelblatt-Lüfterrad (kurz Fan) und Niederdruckturbine, in der die einströmende Luft komprimiert und ausgestoßen wird, über ein Getriebe entkoppelt. Damit kann der große Fan langsamer und die Niederdruckturbine schneller betrieben werden, was den Wirkungsgrad verbessert und den Geräuschpegel senkt. Nebenstromverhältnisse von 12:1 und höher sind erreichbar, das heißt: Zwölf Teile Luft werden als Nebenstrom hinter dem Fan an der Niederdruckturbine vorbeigeleitet und höchst effizient direkt für den Vortrieb genutzt, die Turbine selbst begnügt sich mit einem Teil der einströmenden Luft (aktueller Standard: 5:1). Eine Alternative zum Getriebefan ist das Dreiwelensystem, mit dem sich das Zusammenspiel verschiedener Triebwerkskomponenten optimieren lässt. Auch hier sind höhere Nebenstromverhältnisse möglich (beim neuen 56.000 PS starken Rolls-Royce Trent XWB etwa 9,3:1). Aus Sicht des Treibstoffsparens bieten auch Turboprop-Triebwerke mit offenem Propeller sehr interessante Perspektiven, allerdings sind sie bei der Lärmentwicklung kritischer als gekapselte Systeme.



Ein zukünftiges Mantelstromtriebwerk mit Getriebe im Querschnitt: Das Schaufelblatt-Lüfterrad (kurz Fan) [1] wird durch ein Getriebe [2] von der Turbine [3] entkoppelt

Kaum eine Chance geben Experten alternativen Antriebssystemen. „Ich erwarte keine neue Technologie. Brennstoffzellen könnten vielleicht bis 2050 die Hilfsturbinen in Flugzeugen ablösen, aber eine Ein-Megawatt-Zelle weist heute die Größe eines 50-Megawatt-Antriebs auf. Bis eine Brennstoffzelle allein für den Antrieb sorgen kann, muss noch ein langer Weg in Bezug auf die Miniaturisierung zurückgelegt werden“, sagte Ric Parker, Direktor für Forschung und Technologie der Rolls-Royce-Gruppe, der Fachzeitschrift „Flugrevue“. Deutlich realistischer ist beispielsweise der Einsatz von Kerosin aus nachwachsenden Rohstoffen. Boeing ist eine treibende Kraft in diesem Sektor und führt seit 2008 Testflüge mit Bio-Kerosin durch.



CLEVER SITZEN

— Virtuelle Fenster, holografische Bildschirme, komplett flexible und selbstreinigende Sitze, Sound-Duschen, großformatige Wabenfenster, Vernetzung von Flugzeug und Passagier – so stellen sich Flugzeugbauer wie Airbus die Passagierkabine der Zukunft vor. Selbst sportliche Aktivitäten wie Golfen sollen an Simulatoren möglich sein.

CLEVER FLIEGEN

Nicht nur die Flugzeuge, auch das Fliegen selbst bietet viel Sparpotenzial:

— Formationsflüge, wie sie Vögel vormachen, senken den Treibstoffverbrauch laut Airbus um 10 bis 12 %, den Emissionsausstoß sogar um 25 %

— Der zerstückelte internationale Luftraum zwingt die Piloten dazu, viele Umwege und Zickzackrouten zu fliegen. Eine Begradigung der Routen würde viel Zeit und Geld sparen

— Eine Reduzierung der heute üblichen Reisegeschwindigkeit um 5 bis 10 % auf 0,7 Mach (743 km/h) würde im Zusammenspiel mit einer gesteigerten Flughöhe ebenfalls helfen, den Verbrauch zu reduzieren. Bei einem aktuellen Airbus A330 erhöht sich der Treibstoffverbrauch z. B. um 173 kg/1.000 km bei 0,01 Mach (11 km/h) über der optimalen Reisegeschwindigkeit



WEITERE INFORMATIONEN

-  cleansky.eu
-  airbus.com/innovation
-  aeronautics.nasa.gov
-  acare4europe.com
-  bauhaus-luftfahrt.net

CLEVER STARTEN UND LANDEN

- Leichtere und aerodynamisch effizientere Flugzeuge heben schneller und mit weniger Triebwerkslärm ab
- „Flüster-Landen“ im Gleitflug ohne Triebwerkunterstützung
- Durch reduzierte „Wirbelschleppen“ können Flugzeuge im geringeren Abstand zueinander starten
- Stationäre Startunterstützung auf den Flughäfen (Katapulte, Gebläse etc.), gespeist aus erneuerbaren Energiequellen, ermöglichen einen lärmreduzierten Startvorgang
- Die neuen Techniken ermöglichen kürzere Start- und Landebahnen (1,5 km statt heute gängiger 2,5 bis 4,5 km). Airports können kleiner werden oder auf vorhandener Fläche mehr Pisten anlegen

SCHAEFFLER-KOMPETENZ WELTWEIT GEFRAGT

Für alle neuen, umweltfreundlichen Triebwerkskonzepte in der Luft- und Raumfahrt entwickelt Schaeffler energieeffiziente Lagersysteme. Diese Innovationskraft hat Tradition. Bereits seit vielen Jahrzehnten liefern wir fortschrittliche Produkte für Aerospace-Unternehmen. Ein Beispiel: Charles Lindbergh absolvierte seinen spektakulären Transatlantikflug 1927 in einer Maschine, die mit Lagern des Unternehmens ausgerüstet war. Heute kommen Speziallagersysteme und Präzisionskomponenten von

Schaeffler in nahezu allen Luft- und Raumfahrtanwendungen zum Einsatz – vom Turbinenstrahlwerk einer Boeing oder eines Airbus bis hin zum Ariane-Antrieb. Die Luft- und Raumfahrt stellt an Wälzlagerlösungen ganz besondere Anforderungen: Jede Komponente muss extremen Temperaturschwankungen und starken Beschleunigungskräften standhalten – und dabei absolut fehlerfrei arbeiten. Das gelingt nur, wenn sich jedes Teil optimal ins große Ganze einfügt. Dafür sorgen unsere Ingenieure.



LIEBLING, ICH HABE DIE **MOTOREN** GESCHRUMPFT

Mit dem Konzeptfahrzeug „E-Wheel Drive“ zeigt Schaeffler, wo der Antrieb bei einem rein batterieelektrischen Auto hingehört: ins Rad. Tests am Polarkreis, in den Alpen und auf abgesperrtem Gelände bestätigen die Idee.

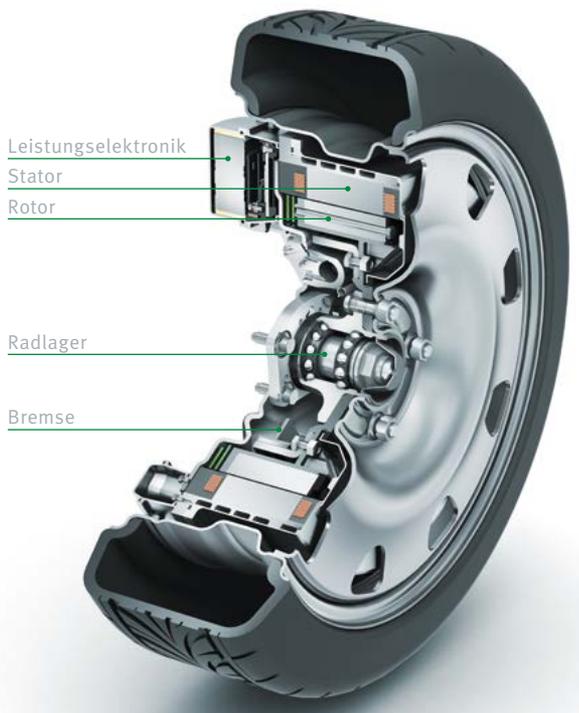
— von Johannes Winterhagen

— Minus 33 Grad. So kalt ist es auch hier, in Norrbottens län, der nördlichsten aller schwedischen Provinzen, nicht jeden Tag. Aber eben doch heute Nacht, also heute, denn Nacht ist Ende Februar eigentlich immer, will man die paar Stunden Dämmerung um die Mittagszeit nicht gelten lassen.

Schaeffler-Ingenieur Raphael Fischer zeigt keinen Anflug von Winterdepression, er ist froh, dass sein Auto funktioniert, trotz der Kälte und obwohl sich während der Fahrt Schnee in den Radaufhängungen verfestigt hat. Selbstverständlich ist das nicht, denn sein Auto gibt es genau einmal auf der Welt. Es handelt sich um einen umgebauten Ford Fiesta mit Hinterradantrieb.

Moment mal: Heckantrieb? Bei einem Fiesta? Fischer muss ein wenig ausholen, um zu erklären, dass der Fiesta, den er in Schweden testet, der Prototyp eines idealen Autos für den Großstadtdschungel ist. Ausgangspunkt seiner Überlegung: Wenn man schon ein Elektroauto für den Stadtverkehr der Zukunft entwickelt, wie müsste das dann idealerweise aussehen? Die überraschende Antwort: Ganz anders als heutige Autos, deren äußere Form mit einem „Motorraum“ davon geprägt ist, dass man den





Mit Ausnahme der Batterie vereint der Radnabenmotor von Schaeffler alle für den Vortrieb wichtigen Elemente an einem Ort: dem Rad. Trotz der geballten Technik: Jeder handelsübliche Reifen passt auf das innovative Bauteil und auch der Wechsel erfordert keinen Mehraufwand

relativ großen Verbrennungsmotor und das zugehörige Getriebe im Auto unterbringen muss – und auch noch für eine sinnvolle mechanische Kraftübertragung zwischen Motor-Getriebe-Einheit und der Achse sorgen muss.

Die konsequente Lösung: der Motor im Rad

Elektromotoren haben einen zylindrischen Aufbau, können hohe Leistungsdichten erzielen und benötigen kein mehrstufiges Getriebe. Also können sie auch direkt auf der anzutreibenden Achse verbaut werden. Oder, und das hält Fischer für die konsequenteste Lösung, gleich in den Rädern. Solche Radnabenmotoren haben eine ganze Reihe Vorteile gegenüber einem elektrischen Zentralantrieb. Der auffälligste: Der Motorraum kann entfallen,

Stadtautos mit sehr viel Nutzfläche auf kleiner Aufstandsfläche wären möglich und für chronisch überfüllte Innenstädte auch sinnvoll. Ist im Gewühle ein Parkplatz gefunden, wäre ein Auto mit Radnabenmotor deutlich einfacher einzuparken. Denn die Antriebswellen entfallen, der Lenkeinschlag kann deutlich vergrößert werden, sprich: Der Wendekreis wird kleiner.

Aber auch bei einem Einbau an den Hinterrädern steigt die Wendigkeit, da das Antriebsmoment der einzelnen Räder gezielt gesteuert werden kann. Diese von Ingenieuren „Torque Vectoring“ genannte Funktion hilft in vielen Lebenslagen, zum Beispiel, wenn im Winter beim Anfahren eines der beiden Antriebsräder auf Eis steht. Nicht nur die größere Fahrstabilität erhöht die Sicherheit, sondern auch die Tatsache, dass bei einem Frontalaufprall der Motor nicht mehr in die Fahrgastzelle eindringen kann.

Noch wichtiger ist Fischer allerdings eine jederzeit spürbare Eigenschaft, die er „Regelgüte“ nennt. Gemeint ist eine spontane, absolut berechenbare Ausführung der Fahrerbefehle aufgrund der direkten Kraftübertragung ohne Getriebe und Gelenkwellen. „Auch Elektroautos werden die Menschen nicht nur aus Vernunft kaufen, etwa um etwas gegen den Klimawandel zu unternehmen“, erläutert Fischer und fordert: „E-Autos müssen Fahrspaß bieten.“

So weit die Theorie, bei der es Schaeffler nicht beenden lässt. Denn schon seit 2007 arbeitet der Zulieferer daran, einen praxistauglichen Radnabenantrieb zu realisieren. Damals zeigte eine erste Studie, dass es überhaupt möglich ist, einen Antriebsmotor im Rad unterzubringen. Daraufhin folgte ein erster Prototyp, der in einen Opel Corsa eingebaut wurde. Dessen maximales Drehmoment von 530 Nm pro Rad ermöglichte erstmals das Anfahren am Hang. Allerdings war die Leistungselektronik zur Ansteuerung des Elektromotors noch nicht ins Rad integriert.

Mehr Drehmoment, höhere Integration, das waren die Ziele, die Schaeffler mit der aktuellen Generation des Radnabenantriebs verfolgt. Und tatsächlich gelang es, den kompletten Antrieb einschließlich der zwei Elektronikboxen (Leistungselektronik und Motorsteuerung) in einem 16-Zoll-Rad unterzubringen. „Wichtig war uns, dass auf dem Hightech-Rad jeder handelsübliche Reifen verwendet werden kann“, erläutert Fischer. „Zudem kann der Reifen in jeder Werkstatt gewechselt werden.“ So entsprechen die Aufnahmepunkte für die Schrauben heutigen Normen. „Der gesamte Aufbau ist so gewählt, dass ein Reifenwechsel keinen zusätzlichen Aufwand erfordert.“

Speziellen Aufwand trieben die Schaeffler-Ingenieure hingegen dort, wo der Autofahrer gar nichts davon mitbekommt. So ist das Radlager mehr als doppelt so steif ausgeführt wie ein gewöhnliches, was nicht nur am erhöhten Gewicht des Rades von 53 Kilo liegt, sondern auch daran, dass der Spalt zwischen Stator und Rotor des

Elektromotors lediglich einen Millimeter beträgt. Auch bei extremer Beanspruchung des Fahrwerks kommt es nicht zu Kontakt zwischen Stator und Rotor. Dabei geht es nicht um Kurzschlüsse, die ohnehin keine dramatischen Folgen hätten, wie Untersuchungen bei Schaeffler gezeigt haben. Vielmehr soll verhindert werden, dass Oberflächen aneinander schleifen, was eine Korrosionsbildung fördern würde.

Wer sich mit Elektromotoren etwas auskennt, weiß, dass man deren Drehrichtung ändern und sie dann als Generator betreiben kann. Genau das passiert beim Schaeffler-Radnabenmotor auch: Der Generator bremst das Fahrzeug und erzeugt gleichzeitig wertvollen Strom, der in der Fahrzeugbatterie gepuffert wird. Testfahrten mit dem Fiesta-Prototyp zeigen, dass selbst auf Gebirgstouren mit längeren Bergabfahrten mit bis zu 18 Prozent Gefälle ausschließlich mit der E-Maschine gebremst werden kann. Auf die hintere Trommelbremse wollen die Schaeffler-Ingenieure trotzdem (noch) nicht verzichten. Zum einen schafft sie in der Erprobung einer neuen Technologie eine zusätzliche Sicherheitsebene, zum anderen dient sie gleichzeitig als Feststellbremse.

Das maximale Drehmoment der wassergekühlten Motoren von 700 Nm – also 1.400 Nm für die Achse – ist groß genug, damit ein mit vier Personen besetzter Fiesta an einem Hang mit einer Steigung von 25 Prozent anfahren kann. Dauerhaft ist ein Drehmoment von 350 Nm (pro Rad) verfügbar, zumindest bis zu einer Geschwindigkeit von rund 100 km/h, bei 130 km/h ist Schluss. „Für ein elektrisches Stadtfahrzeug mit begrenzter Reichweite ist es sinnvoll, diese Grenze zu ziehen“, sagt Fischer. Denn höhere Geschwindigkeiten wären nur zu erreichen, wenn die Motordrehzahl dann durch ein Getriebe wieder abgesenkt werden würde. Und für das ist nicht auch noch Platz im Rad. Fischer rät: „Man muss sich entscheiden, was für ein Fahrzeug man will. Für den elektrischen Stadtverkehr sind Radnabenmotoren das Nonplusultra.“ Wer hingegen

zusätzlich weitere Überlandstrecken in schneller Autobahnatz zurücklegen will, der findet im Schaeffler-Portfolio Hybridmodule und elektrische Achsen, die speziell auf Plug-in-Hybridfahrzeuge abgestimmt sind.

Schaeffler-Prototyp erreicht neue Bestwerte

Konsequenz zahlt sich aus, das zeigen nicht nur die Versuche am Polarkreis und in den Alpen, sondern auch spezielle Fahrdynamiktests auf einem Prüfgelände des Ford Forschungszentrums Lommel (Belgien). Der Prototyp, der ebenso leicht ist wie ein baugleiches Fahrzeug mit Dieselmotor, bietet in allen Kategorien mindestens so gute Ergebnisse wie das Serienfahrzeug. Dies gilt auch für Komfortkriterien wie den Abrollkomfort oder Lenkradvibrationen. „Es ist ein Vorurteil, dass die Erhöhung der ungefederten Massen automatisch zu schlechterem Fahrkomfort führt“, fasst Fischer zusammen. Bei Manövern, die die aktive Drehmomentverteilung nutzen, erreichte der Prototyp teilweise neue Bestwerte. So konnte in einem Wedeltest – Pylonenabstand 18 Meter – die maximale Durchfahrtsgeschwindigkeit um rund zehn Stundenkilometer gesteigert werden.

So überzeugend sich der Schaeffler-Prototyp schon heute fährt, er wird auch morgen noch nicht zu kaufen sein. Im nächsten Schritt arbeitet der Zulieferer gemeinsam mit Ford, Continental und zwei Hochschulinstituten daran, die Software und die Fahrzeugarchitektur so zu optimieren, dass das volle Potenzial des Radnabenantriebs genutzt werden kann. In diesem Jahr soll der nächste Prototyp das Licht der Welt erblicken – allerdings als virtuelles Fahrzeug nur am Rechner. Revolutionär könnte es trotzdem werden, denn dieses Fahrzeug soll ganz ohne Motorraum auskommen.



» Für den elektrischen Stadtverkehr sind Radnabenmotoren das Nonplusultra

Dr. Raphael Fischer, Leiter der Produktgruppe Radnabenantriebe bei Schaeffler

STRG + C

Zu Lande, zu Wasser, in der Luft – wie Techniker die Meisterstücke der Natur kopieren.

— von Andrea Neumeyer

— Mobilität und Umweltschutz: zwei der großen Megatrends. Sie erfordern neue Ideen, wie Flugzeuge, Autos und Schiffe ressourcenschonender produziert sowie effizienter und leiser betrieben werden können. Wertvolle Anregungen finden die Forscher in der Natur: Die Evolution hat Tiere und Pflanzen in Jahrmillionen immer weiter optimiert.

Der Forschungszweig Bionik – eine Verschmelzung der Wörter Biologie und Technik – entschlüsselt die Baupläne von Haien, Delfinen, Lotusblättern und Schmetterlingen und nutzt sie für technische Innovationen. Ganz neu ist der Blick in die Tier- und Pflanzenwelt zum Zweck des Kopierens allerdings nicht: Bereits Leonardo da Vinci orientierte sich an der Natur, als er Anfang des 16. Jahrhunderts ein „Schwingenfluggerät“ konstruierte, ohne allerdings die Materialien und Fertigungstechniken zu haben, um die Idee in die Realität umzusetzen.

„Die Menschen haben von den Vögeln das Fliegen gelernt. Heute geht es darum, das bestehende Produkt durch Strömungsoptimierung zu verbessern. Beim Auto machen Leichtbauteile, die mit einer bionischen Methode optimiert werden, die Karosserie leichter und sparen

Treibstoff“, erklärt Prof. Dr. Antonia Kesel, Leiterin des Studiengangs Bionik an der Universität Bremen.

Viele Detaillösungen aus der Natur haben sich längst in der Technik etabliert: Leichte Werkstoffe und Materialgeometrien, die filigranen und dennoch stabilen Knochen ähneln, waren für den Erfolg des Audi Space Frame verantwortlich. Speichen moderner Räder ahmen ebenfalls Knochenstrukturen nach. Ein Autoreifen schmiegt sich mit Lamellen wie der breite Fuß eines Geckos auf den Asphalt.

Vögel und Fische sind technologische Vorreiter

Einen ganzheitlichen Ansatz verfolgten die Ingenieure von Mercedes-Benz, die den tropischen Kofferfisch als Vorbild für eine Fahrzeugstudie wählten. Denn das gelb-schwarze Tier ist trotz seines quaderförmigen, kloßigen Rumpfes extrem strömungsgünstig geformt. Ein Modellnachbau des Fisches erreichte im Windkanal einen c_w -Wert von 0,06, die fertige Fahrzeugstudie immer noch

sensationell niedrige 0,095 (Golf VII: 0,27). Auch bei der Konstruktion des Autogerüsts stand der Kofferrisch Modell: Seine Haut besteht nämlich aus sechseckigen Knochenplättchen, die bei geringstem Gewicht eine hohe Festigkeit bieten. Das davon inspirierte Bionic-Car brachte bei gleichbleibender Stabilität, Steifigkeit und Crashsicherheit rund ein Drittel weniger Gewicht auf die Waage.

Auch im Schiffsbau fanden Bioniker natürliche Vorbilder. Zum Beispiel den Hai. Zunächst wurde angenommen, dass eine glatte Oberfläche für einen geringen Strömungswiderstand des schnellen Schwimmers sorgt. Doch der Blick durchs Mikroskop zeigt: Winzige Rillen – sogenannte Riblets – verhindern Querverwirbelungen, die den Strömungswiderstand erhöhen. Dank dieses Mikrorillen-Profils können sich außerdem keine bremsenden Seepocken auf der Haut festsetzen. Schiffe lassen sich mittlerweile durch einen Spezialanstrich mit einer künstlichen Haihaut überziehen, die den Bewuchs am Rumpf minimieren und den Strömungswiderstand um 15 Prozent senken soll.

Auch in der Luft bewirken Riblets wahre (Spar-)Wunder. Strömungsoptimierte Lacke oder Folien reduzieren den Treibstoffverbrauch um ein Prozent. Nicht viel, denken Sie? Die absolute Zahl ist deutlich beeindruckender: 4,48 Millionen Tonnen Kerosin pro Jahr könnten so weltweit eingespart werden. Auch Winglets, die gebogenen Flügelspitzen an den Enden der Jet-Tragflächen, sind aus der Natur abgekupfert: von den aufgefingerten Spreizflügeln vieler Vögel. Hier wie dort reduzieren die Flügelenden Querverwirbelungen und Strömungswiderstände. Bei Vögeln spart das Muskelkraft, beim Jet zwischen drei und fünf Prozent Kerosin. Positiver Nebeneffekt: Die Spannweite sinkt. In konventioneller Bauweise wäre das Airbus-Flaggschiff A380 für die meisten Flughäfen drei Meter zu breit.

Die Vorteile der Formation

In der Kleintierwelt wurde Flugzeugbauer Airbus auf der Suche nach Innovationen ebenso fündig: Insekten besitzen eine filigrane Flügelstruktur, um effizient zu fliegen. Weiche Membranen und Blutgefäße versteifen oder entspannen, um den Flügel jeder Flugphase anzupassen. Airbus-Ingenieure haben Flugzeugtragflächen entwickelt, deren Form sich mit pneumatischen „Muskeln“ verändern lässt. So haben die Flügel bei der jeweiligen Flugsituation die optimale Aerodynamik. Der Wegfall der sonst üblichen Klappen mit konstruktionsbedingten Spalten verringert den Luftwiderstand zusätzlich.

Aber nicht nur beim Fahrzeugbau lohnt der Seitenblick in die Natur, auch bei der Fortbewegung können wir

von den Tieren lernen. Beispielsweise von Vogelschwärmen. Im Formationsflug erzeugte Luftwirbel geben den nachfolgenden Vögeln zusätzlichen Auftrieb. Das spart Energie und funktioniert auch beim Flugzeug. Doch während Militärpiloten schon jetzt oft in Formation fliegen, gilt die Wirbelschlepe bei Verkehrsflugzeugen als gefährlich. Noch. In ferner Zukunft sollen auch Langstreckenflugzeuge in Formation fliegen, um Kraftstoffverbrauch und Emissionen zu reduzieren.

Formationen sind auch unter Wasser ein interessantes und abschauenswertes Mobilitätsprinzip. So können wir von Fischeschwärmen eine Menge lernen. Tausende Tiere bewegen sich dicht an dicht im hohen Tempo, ohne zu kollidieren – und das selbst in einer lebensbedrohlichen Situation wie dem Angriff eines Fressfeindes. Das Prinzip dabei ist denkbar einfach, wie der US-Forscher Brian Partidge bereits Anfang der 1980er-Jahre herausgefunden hat: Folge dem Fisch vor dir und halte die Geschwindigkeit des Fisches neben dir. Nicht nur Fische befolgen dieses Schema, auch viele andere Tiere bewegen sich so im Schwarm, darunter Vögel und Insekten.

So einfach und doch so schwer – zumindest für den Autofahrer. Und so entstehen auf dicht befahrenen Autobahnen und Schnellstraßen Staus aus dem Nichts, ohne Baustelle oder Unfall. Das Problem sitzt in den Autos: Die Fahrer lassen eine zu große Lücke zum Vordermann aufkommen oder bremsen zu stark ab. Die Lösung: Nicht die Fahrer müssen interagieren, sondern miteinander vernetzte Autos, die es wie die Fische machen und dem Vorderen im Gleichschritt folgen und das Tempo des Nebenmanns halten. Dabei helfen Abstandsassistenten, die andere Fahrzeuge mit einem Funkwellenradar orten – ein Prinzip, das Mutter Natur bei Fledermäusen schon zur Perfektion entwickelt hat. Die Tiere können mit ihrem Echolot selbst in einem mit Drähten durchspannten, dunklen Raum umherfliegen, ohne sich zu verletzen.

Das ultimative Bionik-Ziel: selbsteilende Produkte

Trotz aller Fortschritte der Bionik – noch gibt es vieles zu entschlüsseln. „Selbsteilende Strukturen sind das größte Rätsel dieses Fachgebietes“, so Bionik-Fachfrau Kesel. „Wenn sich der Mensch verletzt, heilen seine Wunden schnell. Bei technischen Strukturen muss das betreffende Teil ausgetauscht werden. Biologische Strukturen kommen klein zur Welt und wachsen in ihr Anforderungsprofil hinein, wie beispielsweise Bäume, die in eine andere Richtung weiterwachsen, wenn der Weg versperrt ist. Es wäre großartig, wenn wir diese biologische Anpassungsfähigkeit nutzen könnten.“

5 WEGE, 1 ZIEL

Weniger klimaschädliches CO₂ zu erzeugen, das ist das Ziel der gesamten Automobilindustrie. Ein einheitlicher Weg, der für alle Marken, Fahrzeugklassen und Regionen passt, ist jedoch nicht in Sicht. Daher arbeitet der Zulieferer Schaeffler an verschiedenen Technologien.

— von Johannes Winterhagen



WENIGER IST MEHR

Optimierter Verbrennungsmotor

— Weltweit wird auch 2020 die überwältigende Mehrzahl aller Autos von einem Verbrennungsmotor angetrieben. Um den Verbrauch dieser Autos zu senken, setzt Schaeffler darauf, die Verlustleistung in modernen Motoren deutlich zu verringern. Unnötige Energieverluste entstehen zum Beispiel während des Ladungswechsels, also beim Ein- und Ausströmen der Luft in den Zylinder. Verlustarm kann der Ladungswechsel gestaltet werden, wenn Öffnungs- und Schließzeitpunkte der Motorventile genau auf den jeweiligen Betriebspunkt abgestimmt werden. Nockenwellen-Phasenversteller von Schaeffler ermöglichen dies. Das vollvariable Ventiltriebssystem UniAir erlaubt überdies, den Ventilhub stufenlos an den Betriebspunkt anzupassen.

Mehr als acht Prozent der im Kraftstoff gebundenen Energie gehen durch Reibung im Motor verloren. Bei

niedrigen Drehzahlen hat der Ventiltrieb einen besonders hohen Anteil an dem Verlust. Schaeffler verminderte die Reibungsverluste durch den Einsatz nanotechnologisch beschichteter Ventilbetätigungselemente um rund 50 Prozent. Ähnliche Ergebnisse zeigt der Einsatz einer wälzgelagerten Ausgleichswelle, die zudem durch bionisches Design eine Gewichtseinsparung von rund einem Kilogramm pro Motor ermöglicht. Damit die Reibung bei kaltem Motor künftig weniger dominiert, hat Schaeffler ein Thermomanagementmodul entwickelt, das die Wärme gezielt dorthin lenkt, wo sie benötigt wird.

Mehr Variabilität im Ventiltrieb, optimierte Oberflächen und reibungsarme Lagerung sind wichtige Bausteine, mit denen Schaeffler dazu beiträgt, den Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors weiter zu steigern.

WENIG AUFWAND GROSSE WIRKUNG

Milder Hybrid mit 48 Volt

Hybridantriebe gelten als kostenintensiv und haben daher in den meisten Teilen der Welt relativ geringe Marktanteile. Noch. Denn Schaeffler entwickelt einen Hybridantrieb, der nur noch die Hälfte heutiger Vollhybride kostet – aber trotzdem den Kraftstoffverbrauch um bis zu 15 Prozent absenkt. Möglich wird dies durch den Verzicht auf die aufwendige Hochvolttechnologie. Stattdessen setzt Schaeffler auf eine teilweise Umstellung des Bordnetzes auf 48 Volt. Dieses ermöglicht – je nach Anwendung – eine effiziente Energie-Rekuperation beim Verzögern, elektrisches Anfahren, Aufrüstung zum Allradantrieb sowie das sogenannte Boosten im Fahrbetrieb und Stauschieben im Stop-and-go-Verkehr.

Drei Lösungen für einen 48-V-Hybriden sieht der Elektrifizierungsbaukasten von Schaeffler vor: Erstens kann die E-Maschine wie bei heutigen Vollhybriden wie Toyota Prius oder Porsche Cayenne zwischen Verbrennungsmotor und Getriebe untergebracht werden, dann ändert sich für den Automobilhersteller am wenigsten. Das 48-V-Hybridmodul spielt mit Planetengetrieben, Doppelkupplungsgetrieben, stufenlosen Getrieben und Handschaltern zusammen.

Die zweite Lösung – ähnlich dem Micro-Hybridsystem des Smart – besteht darin, den heutigen Anlasser durch eine stärkere elektrische Maschine zu ersetzen, die über einen Riemen mit der Kurbelwelle des Motors verbunden ist. Setzt man eine zusätzliche Kupplung zwischen Kurbelwelle und Riemenscheibe, so kann der Klimakompressor auch bei stehendem Verbrennungsmotor betrieben werden.

Dritte Lösung im Bunde: Eine elektrische Achse ersetzt die nicht vom Verbrenner angetriebene Hinterachse und wertet Frontriebler so zum Allradler auf. Das Drehmoment kann radindividuell verteilt werden. Dieses „Torque Vectoring“ steigert die Fahrdynamik deutlich.

Der Mild-Hybrid von Schaeffler speist seine 48-Volt-Batterie mit Energie-Rückgewinnung während des Bremsvorgangs. Bei der Beschleunigung kann diese Energie wieder abgerufen werden und die Arbeit des Verbrennungsmotors unterstützen. Da die 48-Volt-Technik den Einsatz bis zu 12 kW starker E-Motoren ermöglicht, sind sogar Anfahren und beschleunigungslose „Gleitfahrten“ rein elektrisch möglich.

IM FOKUS: START-STOPP-SYSTEME

Bis zu 15 % Treibstoff lassen sich durch Start-Stopp-Systeme im Stadtverkehr einsparen, im Normzyklus sind es immerhin noch 4 %

Im Jahr 2015 soll jeder dritte Neuwagen mit so einem System ausgerüstet sein

Die Zahl der Startvorgänge während eines Motorenlebens erhöht sich mit einem Start-Stopp-System von 30.000 bis 40.000 auf 200.000 bis 400.000. Bei Hybridautos sind es nochmals deutlich mehr. Standfeste Bauteile müssen dieser Mehrbelastung Rechnung tragen

Schaeffler optimiert das Zusammenspiel aller beteiligten Komponenten und Systeme, um Start-Stopp-Vorgänge verschleißärmer, komfortabler und effizienter zu gestalten. Beispielsweise mit leistungsfähigen Lagern. Oder mit Pins, die den hydraulischen Ventiltrieb in öldrucklosen Standphasen in einer günstigen Startposition verriegeln. Oder mit Schaltarretierungen für manuelle Getriebe. Bei Automatikgetrieben arbeitet Schaeffler an kompakten Einheiten aus Wandler und Überbrückungskupplung, die mit geringer Trägheit und hoher Hochlaufgeschwindigkeit agieren

MOMENT MAL

Plug-in-Hybrid

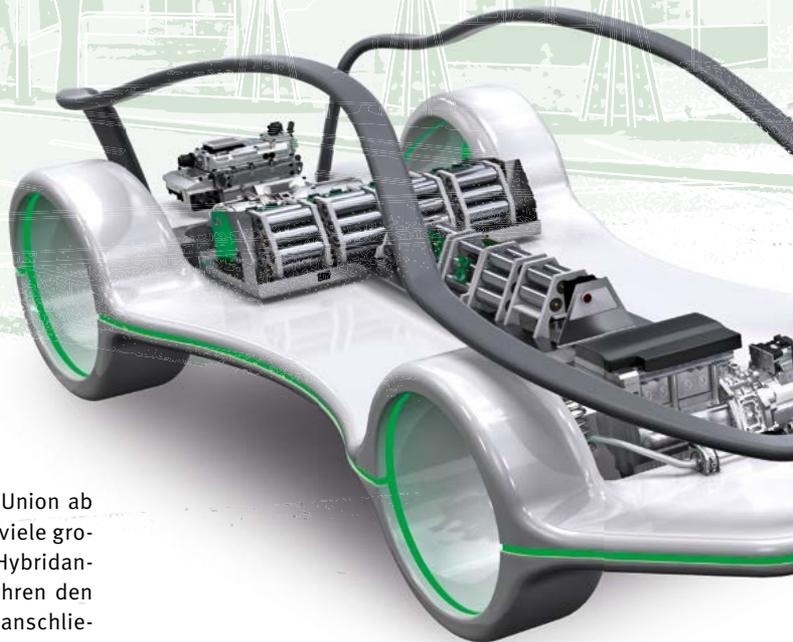
Die CO₂-Grenzwerte, die die Europäische Union ab dem Jahr 2021 vorschreibt, sind so streng, dass viele große und schwere Fahrzeuge mit einem Plug-in-Hybridantrieb ausgestattet werden müssen: Sie durchfahren den kompletten Prüfzyklus elektrisch und können anschließend an der Steckdose wieder geladen werden. Auf der Straße kommt erhöhter Fahrspaß hinzu, da die Kraft von Verbrenner und Elektromotor kurzzeitig addiert werden kann.

Bereits seit 2010 sind Hybridmodule für Serienfahrzeuge bei Schaeffler ein Thema. Für künftige Plug-in-Hybridfahrzeuge musste deren Leistungsdichte erhöht werden. Gelungen ist dies mit einer neuen Generation des Hochvolt-Hybridmoduls, das trotz extrem kompakter Bauweise kurzzeitig bis zu 80 kW leistet und Drehmomente von bis zu 280 Nm erzeugen kann. Vor allem aber kommt das Hybridmodul auch mit sehr leistungsstarken Verbrennungsmotoren zurecht. Das übertragbare Drehmoment beträgt rund 800 Nm. Möglich wird dies, indem nur ein Teil des gesamten Drehmoments über die Trennkupplung, die ohnehin Teil des Moduls ist, geführt wird. Momente von mehr als 300 Nm werden hingegen parallel über einen Freilauf in Richtung Getriebe geleitet.

Die von Schaeffler im Hybridmodul verwendete permanenterregte Synchronmaschine wurde konsequent hinsichtlich maximalen Wirkungsgrads optimiert. Der große Reluktanzanteil ermöglicht zudem, den Motor auch bei hohen Drehzahlen mit hoher Leistung zu betreiben. Künftig soll der E-Motor sogar dazu beitragen, Schwingungen des Verbrennungsmotors aktiv zu dämpfen. Spannende Weiterentwicklungen durch Schaeffler sorgen dafür, dass Plug-in-Hybride ihr volles Potenzial entfalten.

25%

der rund 43 Millionen in Deutschland zugelassenen Autos sind Zweit- oder Drittfahrzeuge. Sie fahren durchschnittlich 27,5 Kilometer am Tag, eine Strecke, die Plug-in-Hybridfahrzeuge rein elektrisch bewältigen.



» Nahezu alle Automobilhersteller setzen auf Plug-in-Hybridantriebe. Vor allem leistungsstarke und große Fahrzeuge werden künftig mit Plug-in-Technik ausgerüstet sein

Entwicklungsvorstand
Prof. Dr.-Ing. Peter Gutzmer

DIE FREIHEIT NEHM ICH MIR

Batterieelektrischer Antrieb

— Elektrisch fahren, lautlos und lokal emissionsfrei, passt ideal in die stark wachsenden Megametropolen dieser Welt. Trotz aller Hürden von Batteriekosten bis hin zur noch fehlenden Ladeinfrastruktur fördern viele Städte und Kommunen den Trend zur E-Mobilität – von New York über Oslo bis Paris. Die Experten von Schaeffler sind sich sicher, dass Elektroautos für Innenstädte mittelfristig keine 1:1-Kopien ihrer Verbrenner-Verwandten sein werden. Denn deren Form ist geprägt durch die Art des Antriebs, deshalb haben Autos heutzutage einen „Motorraum“. In dicht gedrängten urbanen Räumen sind Verkehrs- und Parkflächen jedoch ein rares Gut, es geht darum, möglichst viel Auto für die Insassen auf möglichst geringem Raum unterzubringen. Eine gute Voraussetzung dafür bieten die elektrischen Radantriebe von Schaeffler.

Eine gute CO₂-Bilanz, wenig Anspruch auf Verkehrsfläche – so vernünftig dies ist, allein deswegen werden Stadtfahrzeuge nicht verkauft werden. Daher legt Schaeffler seine elektrischen Antriebe so aus, dass der Fahrspaß nicht zu kurz kommt. Zum Beispiel indem durch hohe Radeinschlagswinkel die Manövrierbarkeit in engen Gassen deutlich steigt. Oder durch „Torque Vectoring“, die gezielte Verteilung des Antriebsmoments zwischen den Rädern. Auf absehbare Zeit werden rein batterieelektrische Fahrzeuge aus Sicht von Schaeffler eine kleine Minderheit bilden. Umso wichtiger ist es, frühzeitig die richtigen Technologien zu erforschen.

STROMTANKSTELLEN IN EUROPA



Quelle: Institut für Mobile Systeme (IMS)

MEHR IST DOCH MEHR

Range Extender

— Elektroautos faszinieren viele Menschen mit ihrer lautlosen Kraft. Und dennoch wird immer wieder eine Frage gestellt: Was ist, wenn ich spontan eine weite Strecke fahren muss? Aufgrund der hohen Batteriekosten werden die meisten Elektroautos auch 2020 mit einer Reichweite von rund 200 Kilometern zurecht kommen müssen. Es sei denn, die E-Mobile haben ein kleines Notstromaggregat an Bord, den sogenannten Range Extender (dt. „Reichweitenverlängerer“).

Ein neues Konzept für einen Range Extender hat Schaeffler entwickelt. Es handelt sich um ein Dreiganggetriebe mit integriertem Elektromotor, das an einen konventionellen kleinen Verbrennungsmotor angeschlossen werden kann. In den meisten Situationen

fährt ein mit dem Range-Extender-Getriebe ausgestattetes Fahrzeug rein elektrisch: etwa beim Anfahren oder in der Stadt. Der Verbrennungsmotor springt nur bei raschem Beschleunigen ein – sowie in den Bereichen, in denen der direkte Antrieb der Achse durch den Verbrennungsmotor energetisch am günstigsten ist.

Der Verbrennungsmotor kann aber den Elektromotor auch direkt antreiben. Als Generator erzeugt er dann Strom, der in der Batterie für spätere Fahrten gespeichert wird. Dies funktioniert sowohl im Stand als auch während der Fahrt. Aktuelle Simulationen zeigen, dass sehr wahrscheinlich eine CO₂-Emission von weniger als 50 g/km erreicht werden wird. Dies entspräche einem Verbrauch von etwa 2 l/100 km.

IMPRESSUM

Herausgeber

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

Kommunikation, Marketing und Investor Relations

Christoph Beumelburg (Leitung)
Jörg Walz (Automotive)
Martin Adelhardt (Industrie)
Jasmin Löffler (Corporate)

Konzeption

Jörg Walz (Schaeffler)
Thomas Voigt (Speedpool)

Chefredaktion

Jörg Walz (v. i. S. d. P.)

Redaktionsleitung

Volker Paulun

Koordination

Carina Chowanek,
Benjamin Hoffmann

Druckvorstufe

Julien Gradtke, Mathias Mayer,
Anke von Lübken

Druck

Blattwerk Hannover GmbH

Autoren

Ulrich Frieß, Bastian Hamacher, Roland Löwisch,
Andrea Neumeyer, Sonja Schmidt, Mark Schneider,
Torben Schröder, Michael Specht, Lukas Stelmaszyk,
Tom Teßmer, Johannes Winterhagen, Roland Zumsande

Redaktion · Produktion

Speedpool GmbH
www.speedpool.com

Schlussredaktion

David Feist,
Christoph Kirchner

Grafik

Manuela Mrohs (Ltg.), Gökhan Agkurt,
Oliver Breilmann, Tilmann Fabel,
Hella Fassauer, Jana Herbst, Thomas Wildelau

Fotoredaktion

Lutz Gernert

Fotos

Titel: Notorious91/Getty; S. 4/5: f9photos/Fotolia, Paul Cowell/Getty, Colin Anderson/Getty; S. 6/7: f9photos/Fotolia; S. 8–13: rickshawchallenge.com (3), Getty (4); S. 14/15: Philip Platzer/Red Bull Content Pool; S. 16/17: Schaeffler, Porsche; S. 18–23: NASA; S. 24/25: Viktor Cap/Fotolia; S. 26–35: Schaeffler; S. 44–51: Volkswagen AG (12), Schaeffler (14); S. 52–59: Getty (7), Christian Bittmann/AUTO BILD, Foster+Partners, Kasper Thye/Copenhagen Media Center; S. 60–65: Getty; S. 66/67: Paul Cowell/Getty; S. 68–75: Schaeffler; S. 76/77: Edward L. Zhao/Getty; S. 77 v. oben: Chaiyapruk Chanwatthana, Freemages, Thomas Roetting/Getty; S. 78 (o. l. und o. r.): Shizao/Wikipedia, Glowimages/Getty; S. 79 o.: Getty (2); S. 80/81: Henk Snaperse/ipv Delft; S. 80 (o. l. und o. r.): Picasa; Asger Christiansen; S. 81: visitnorthplatte; S. 82–85: LAT (3); Michael Kunkel/Hoch Zwei (2), ABT (1); S. 86: stockWERK/Fotolia; S. 87: Schaeffler; S. 88: Leah Missbach Day; S. 89: Schaeffler; S. 90/91: Colin Anderson/Getty; S. 92/93 (Hintergrund): Alphaspirit/Fotolia; S. 94: Neurolysis/Wikipedia; S. 95: Ulf Böttcher/Getty; S. 96: Scoelho86/Wikipedia; S. 97: Diliff/Wikipedia; S. 98–103: Hersteller; S. 104–107: Schaeffler; S. 108/109: Richard Carey/Fotolia; S. 110–113 (Hintergründe): iStock; S. 114: Schaeffler





WEB-WELTEN

Entdecken Sie die
Mobilität für morgen
im Internet
schaeffler-mobility.de