

tomorrow

TECHNOLOGIE ERLEBEN MIT SCHAEFFLER

Das große Ganze

Wer die Welt bewegen will, muss in globalen Zusammenhängen denken

Hol|lis|mus, der; - [ho'lısmös]

Der Terminus Holismus wird von griech. *holon* (das Ganze) abgeleitet und beinhaltet ein Programm oder „Manifest“ philosophisch-wissenschaftlichen Charakters, das die Notwendigkeit proklamiert, die „Totalitätsperspektive“ systematisch einzunehmen, um überhaupt ein echtes Verständnis von irgendwelchem Prozess oder Struktur zu erlangen.

Quelle: Gustavo Bueno: Holismus, in: Europäische Enzyklopädie zu Philosophie und Wissenschaften, Band II, hrsg. v. Hans Jörg Sandkühler, Felix Meiner Verlag, Hamburg 1990, S. 552–559

tomorrow im Internet



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



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

tomorrow im Abonnement



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



LIEBE LESERIN, LIEBER LESER,

die Geschichte unseres Konzerns nimmt auf einer nächtlichen Autofahrt vor 70 Jahren eine wichtige Wendung. Am Steuer: Dr.-Ing. E.h. Georg Schaeffler. Seit Monaten grübelt der technisch versierte Diplomkaufmann darüber nach, wie man Nadellager optimieren könnte. Jetzt im Auto hat er den entscheidenden Geistesblitz: Die Wälzkörper müssen achsparallel auf Spur gehalten werden. Die Geburtsstunde des käfiggeführten Nadellagers. Ein Welterfolg, auf dem viele weitere Innovationen aufbauen. Und ein hervorragendes Beispiel, wie in unserem Leben alles miteinander verwoben ist. Wäre die Firma Schaeffler ohne seine Erfindung zu einem Global Player aufgestiegen? Darüber kann man nur spekulieren.

Ein Zahnrad setzt das nächste in Bewegung – das Leben auf unserem Planeten gleicht einem Getriebe. Umso wichtiger ist es, nicht nur einzelne Rädchen, sondern das große Ganze im Blick zu behalten. Damit heiße ich Sie in dieser „tomorrow“ willkommen, die sich genau diesem Schwerpunktthema widmet: dem großen Ganzen.

Ein breites Spektrum an Wissenschaftsbereichen beschäftigt sich mit der Ganzheitslehre oder – so der Fachterminus – dem Holismus. Die wichtigste Kernthese: Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile. Eine These, die ebenfalls durch Georg Schaefflers Nadellager untermauert wird: Durch die von ihm entwickelte Bauart wird der Wälzkörper leichter, kompakter und

drehzahlfester. Entwicklungsingenieuren öffnen sich ganz neue Konstruktionstüren. Das kleine Rädchen Nadellager bringt eine ganze Branche ins Rotieren. Und so fährt schon vier Jahre nach Schaefflers Geisterblitz jedes in Deutschland produzierte Auto mit seiner Erfindung.

Aktuell setzt die Digitalisierung vieles in Bewegung. Mit atemberaubender Geschwindigkeit und zum Teil mit erdbebengleicher Wucht. Auch das ein wiederkehrendes Thema auf den kommenden Seiten. Künstliche Intelligenz zum Beispiel. Oder 5G-Highspeedfunknetze, mit deren Hilfe im Internet der Dinge unfassbare 50 Milliarden Geräte verzahnt werden sollen. Sogenannte Bio-Hacker arbeiten daran, dass sich unsere Gehirne ebenfalls mit den Maschinen verlinken. Gut möglich also, dass Ihnen bald ein kleiner Roboter ein gekühltes Getränk reicht, weil er von Ihrem Körper „Durst“ gefunkt bekommen hat. Und was macht der Roboter, wenn er Durst hat? Er fährt an die Steckdose. Nur was passiert, wenn dort kein Strom rausplätschert? Game over. Kein Saft, keine Kraft. Der Energiefluss aus der Steckdose ist das wohl wichtigste Zahnrad im Zivilisationsgetriebe. Ruckelt es dort, ruckelt es überall. Blackouts können verheerende Folgen haben. Welche und wie wir uns davor schützen können, lesen Sie ab Seite 48.

Energie nachhaltig zu gewinnen und effizient einzusetzen ist ohne Frage die Schlüsselaufgabe im Kampf gegen den Klimawandel. Schaeffler hat es sich zum Ziel gesetzt, mit innovativen und technologisch exzellenten Produkten einen wichtigen Beitrag zu leisten. Im Mittelpunkt unserer holistischen Strategie stehen dabei die vier Fokusfelder umweltfreundliche Antriebe, urbane und interurbane Mobilität sowie Energiekette. Auch dazu erfahren Sie mehr in dieser „tomorrow“.

Aber selbst Schaeffler als weltweit tätiger Konzern mit über 90.000 Mitarbeitern ist im globalen Getriebe nur ein einzelnes Zahnrad. Wenn es um das große Ganze geht – das durch den mächtigen Game Changer Klimawandel gerade ins Wanken gerät –, bedarf es eines globalen Schulterchlusses von Politik, Industrie, Wirtschaft. Und von jedem Einzelnen von uns.

Lassen Sie sich dazu inspirieren vom Blick unseres Technologiemaßmagazins auf das große Ganze.

Klaus Rosenfeld
Vorsitzender des Vorstandes

global

Blick in die Welt

8

GUT ZU WISSEN

Daten, Fakten, Kurioses – ein **360-Grad-Rundumblick** auf das „große Ganze“

12

MODERNE MOBILITÄT

Interview mit einem, der sie gestaltet: **Matthias Zink** ist Schaeffler-Vorstand Automotive OEM

18

BLINDE PASSAGIERE

Die Technik bewegt nicht nur Menschen und Waren, sondern verbreitet auch **invasive Arten**



in bewegung

Innovationen im Laufe der Zeit

24

NEUE BESTIMMUNG

Von der Braunkohlegrube zum Biotop – so mustergültig kann **Wandel** gestaltet werden

28

ÖKOLOGISCH IN RENTE

Auch umweltfreundliche Technologie muss am **Ende der Lebensdauer** sauber entsorgt werden. So geht das

34

ZUKUNFT IM WANDEL

Nach vorn hat die Menschheit immer geschaut – aber der **Blickwinkel** hat sich drastisch verändert

38

DIGITALE FESTSPIELE

Das neue **5G-Funknetz** ist der lang ersehnte Turbo-Boost für viele neue Felder der Digitalisierung



jetzt-zeit

Leben mit dem Fortschritt

44

KI KANN'S

Künstliche Intelligenz wird immer mehr zur **Schaltzentrale** auf dem technologischen Spielfeld

48

BLACKOUT

Licht aus! Und dann? Was bedeutet ein **Ausfall der Elektrizitätsnetze** und wie kann man ihn verhindern?

52

GLOBUS IN GEFAHR

17 Ziele hat die UNO in ihrer **Agenda 2030** für eine bessere Welt formuliert. Sie ergeben eine ganzheitliche Lösung

58

ALLE FÜR ZWEI

Tolles **Teamwork**, perfekte Technik: Basis für Triumphe im Motorsport. Beispiel Audi Sport ABT Schaeffler

ausblick

Technik für morgen

66

BLICK NACH VORN

Uwe Wagner, Leiter Forschung und Entwicklung Automotive OEM und Industrie, im großen Interview

72

WELTERKLÄRER

Niemand schrieb über das große Ganze mit all seinen Verwebungen so sinnig-humorig wie **Douglas Adams**

76

ÖKO-BAUTEN

Energieautarke Bauwerke sind keine Vision mehr. Aber noch sind sie mehr Ausnahme als Regel

80

A BIS Z

Wer **Energie nachhaltig nutzen** will, muss ganzheitlich optimieren – von der Quelle bis zum Verbraucher

86

SUPERPFLANZEN

Wirklich wahr: Unscheinbare **Gewächse mit (über)natürlichen Kräften** können die Welt retten

90

IMPRESSUM



WELTPREMIERE: STEER-BY-WIRE IM RENNSPORT

— Rennfahrer – Vollgas-Akrobaten im Geschwindigkeits-Grenzbereich. Im Motorsport geläufig ist dafür die englische Bezeichnung „on the edge“ – „an der Kante“. Es geht also mehr um eine harte Trennlinie, nicht einen Bereich. An dieser Kante muss der Rennfahrer sein Auto, sein Können und die Gegebenheiten der Piste so perfekt zusammenführen, dass er sich so nah wie möglich an dieser Kante bewegt – IMMER auf der richtigen Seite. Die andere Seite heißt Abflug und meist Unfall. Um das perfekt zu beherrschen und überhaupt zu riskieren, müssen Rennfahrer sich auf ihr „technisches Gerät“ zu 100 Prozent verlassen können. Eine der seit Anbeginn im Automobilbau verankerten Bauweisen ist dabei eine feste, mechanische Verbindung zwischen Lenkrad und Rädern – inklusive des Kräfte-Feedbacks. Bis jetzt. Das Schaeffler-Paravan-Joint-Venture feiert die Weltpremiere eines Steer-by-wire-Systems im Motorsport – mit Force-Feedback-Funktion wie im Simulator-Rennsport. Der umgebaute GT3-Sportwagen Audi R8 LMS (max. 430 kW/585 PS) fährt in der Rennserie DMV GTC und ist vom Deutschen Motorsport Bund (DMSB)

als weltweit erster Rennwagen ohne Lenksäule zugelassen. Möglich machen dies Komponenten des von Paravan entwickelten „Space Drive“-Systems für Fahrzeuge von Menschen mit Behinderung. Erprobt werden sollen im Rennsport unter Extrembedingungen die Leistungsfähigkeit und die Robustheit des Systems. Audi-Sport-Pilot und Ex-Formel-1-Fahrer Markus Winkelhock war einer der ersten hinterm „elektronischen Lenkrad“. War das seltsam? „Nein, ich habe lange mit den Ingenieuren gesprochen. Sie haben mir von der dreifachen Sicherheit und der Extra-Stromversorgung erzählt. Und als sie eine Milliarde Testkilometer in Serienfahrzeugen ohne eine einzige Panne erwähnt haben, war ich überzeugt.“ Und wie fährt es sich? „Schon nach kurzer Zeit waren wir mit den Rundenzeiten auf Topniveau. Nun gilt es, Detailarbeit mit dem Force-Feedback-System zu machen. Denn ich drehe ja nicht nur am Lenkrad, sondern es „erzählt“ mir ja auch etwas von den Rädern.“ Was genau, lässt sich dann in Zukunft über die Software individuell für jeden Fahrer programmieren. Für noch schnellere Vollgas-Akrobatik „on the edge“. —

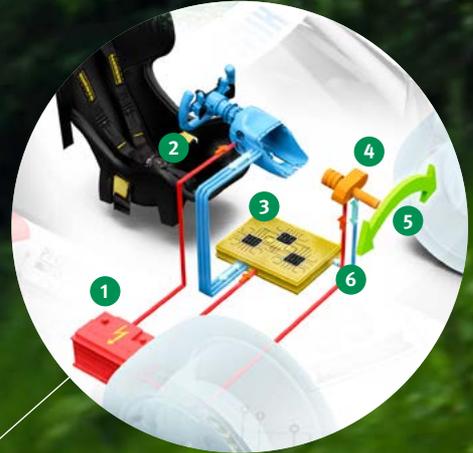


global

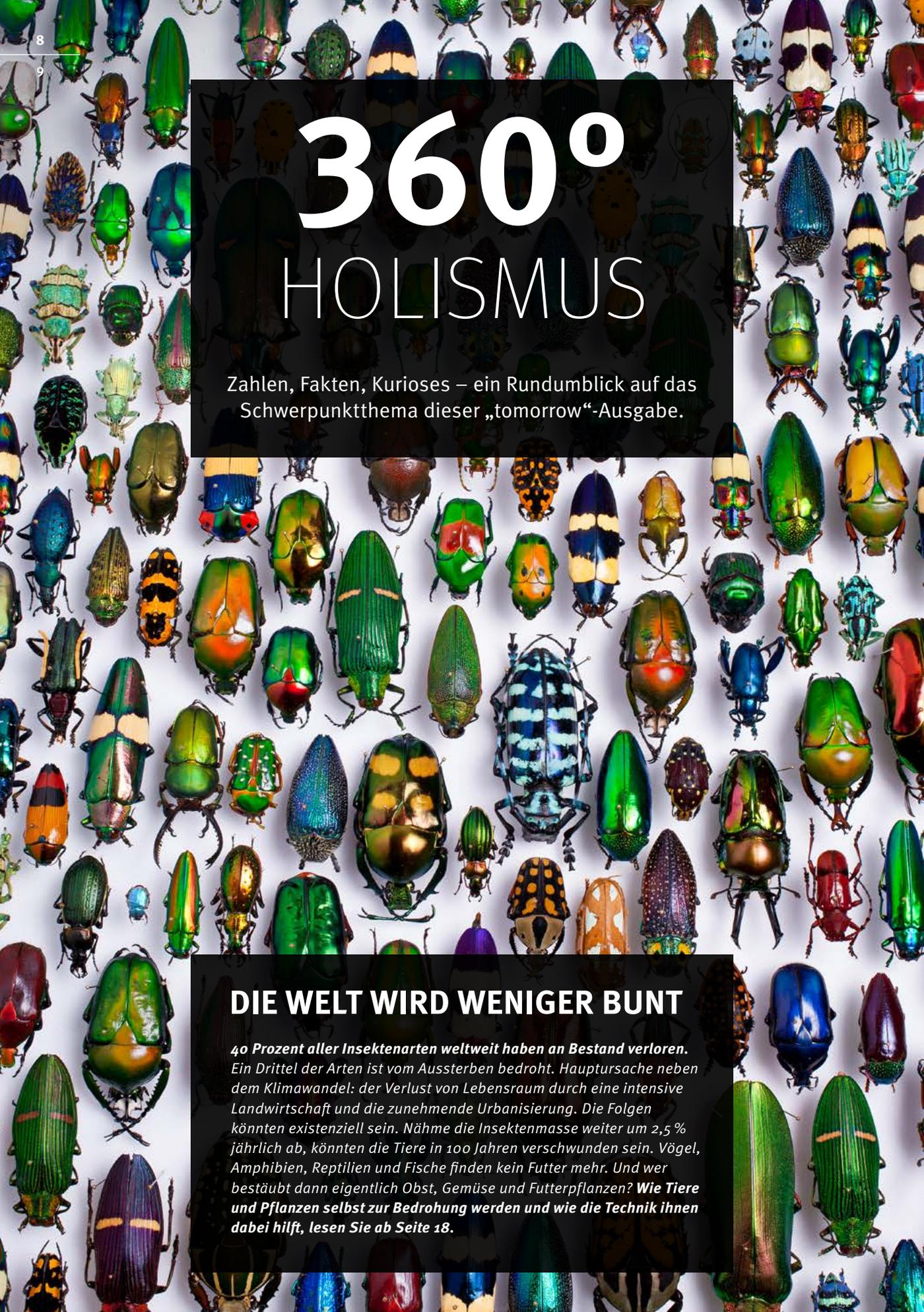
Blick in die Welt

STEER-BY-WIRE IM AUDI R8 LMS GT3 SCHAEFFLER-PARAVAN

Das System bezieht aus dem Bordnetz Strom. Als Backup dient eine weitere Batterie **1**. Das Lenksignal **2** wird dreifach redundant an die dreifach redundante Prozessoreinheit **3** übertragen. Die drei Prozessoren arbeiten immer zeitgleich, unabhängig und überprüfen sich gegenseitig. Nach dem Prinzip der „2 aus 3“-Entscheidung werden die Befehle weitergegeben. Dieses Verfahren ist aus der Luftfahrt abgeleitet, wo solche Redundanzen seit Langem Standard sind, und nennt sich „fail operational“. Im „worst case“ ist das System selbst mit nur einem funktionierenden Prozessor noch betriebsfähig. Im Stellmotor **4** wird das Lenksignal **5** auf die Räder übertragen. Reaktionen der Räder auf den Untergrund werden über Sensoren zurück **6** in das Lenkrad „gespielt“ – das sogenannte „Force-Feedback“. So wird ein realistisches Lenkgefühl vermittelt. Vorteil: Dieses Force-Feedback ist per Software individuell nach den Fahrer-Vorlieben einstellbar.



» Man kann niemanden überholen, wenn man
in dessen Fußstapfen tritt François Truffaut



360° HOLISMUS

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

DIE WELT WIRD WENIGER BUNT

40 Prozent aller Insektenarten weltweit haben an Bestand verloren. Ein Drittel der Arten ist vom Aussterben bedroht. Hauptursache neben dem Klimawandel: der Verlust von Lebensraum durch eine intensive Landwirtschaft und die zunehmende Urbanisierung. Die Folgen könnten existenziell sein. Nähme die Insektenmasse weiter um 2,5 % jährlich ab, könnten die Tiere in 100 Jahren verschwunden sein. Vögel, Amphibien, Reptilien und Fische finden kein Futter mehr. Und wer bestäubt dann eigentlich Obst, Gemüse und Futterpflanzen? **Wie Tiere und Pflanzen selbst zur Bedrohung werden und wie die Technik ihnen dabei hilft, lesen Sie ab Seite 18.**

AUSGEZEICHNETES FAHRZEUGKONZEPT

Ganzheitliche Mobilitätsideen rücken immer mehr in den Fokus. So wie der Schaeffler Mover. Das innovative, elektrisch und autonom fahrende Konzeptfahrzeug setzte sich jüngst unter 270 Mitbewerbern durch und wurde mit dem **Deutschen Mobilitätspreis 2019** des Bundesverkehrsministeriums und der Initiative „Deutschland – Land der Ideen“ geehrt.



Perfekte
Raumökonomie

Maximale
Manövrierbarkeit

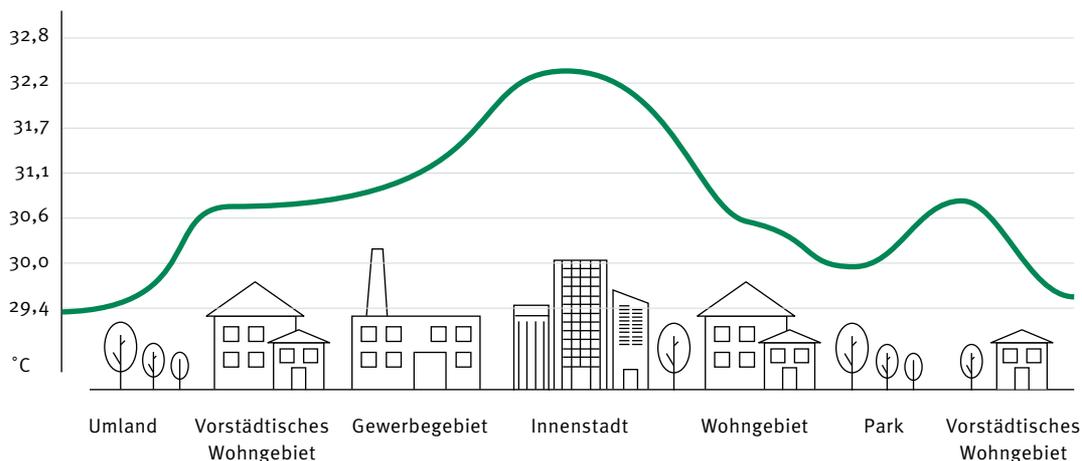
Lokal emissionsfreier
E-Antrieb

Vernetzung via
Smartphone

Module für Passagiere
oder Waren

WÄRMEINSEL STADT

Studien zeigen, dass sich die beobachteten Städte in den vergangenen sechs Jahrzehnten im Schnitt doppelt so stark erwärmt haben wie ländliche Regionen im Umfeld. Bis zum Ende des Jahrhunderts könnte ein Viertel der globalen Ballungsräume dadurch sieben Grad wärmer sein als heute. Mögliche Folgen: Die Produktivität in urbanen Gebieten nimmt deutlich ab, Gesundheitsrisiken steigen. Abhilfe: Mehr Grün zurück in die Stadt. **Und natürlich energieeffiziente Gebäude. Mehr zu diesem Thema ab Seite 76.**



HIPPO-SILIZIUM- KREISLAUF



Noch so ein Beispiel, wie alles mit allem zusammenhängt: Nilpferde gehören nicht nur zu den schwersten an Land lebenden Tieren, sie tragen auch entscheidend dazu bei, dass das Ökosystem um sie herum prosperiert. Beim Grasens nehmen sie in Pflanzen abgelagertes Silizium auf, bei Ruhepausen im Wasser scheiden sie es wieder aus. Das Silizium ist wiederum wichtig für das Wachstum von Kieselalgen, die am unteren Ende der Nahrungskette stehen. Damit werden Hippos zu Nährstoffpumpen in afrikanischen Gewässern. Auch dabei gilt: Die Dosis macht das Gift. Bei Wasserknappheit überdüngen die Nilpferde die Flüsse schnell durch ihre Exkrememente, es droht Sauerstoffmangel. Und was eben noch gut war, ist plötzlich schlecht. Alles hängt mit allem zusammen. **Mehr zu Pflanzen, die Metalle aus der Erde schürfen, ab Seite 86.**

STARKE WORTE

» **Wissenschaft und Technologie revolutionieren unser Leben, aber Erinnerung, Traditionen und Mythen bestimmen unsere Antworten**

Arthur M. Schlesinger (1917–2007),
US-amerikanischer Historiker

» **Wer nichts verändern will, wird auch das verlieren, was er bewahren möchte**

Gustav Heinemann (1899–1976),
deutscher Politiker

» **Verwechsele niemals Bewegung mit Handeln**

Ernest Hemingway (1899–1961),
US-amerikanischer Schriftsteller

» **Wer das WARUM kennt für diese Welt, dem ist kein WIE zu schwer**

Friedrich Nietzsche (1844–1900),
deutscher Philosoph

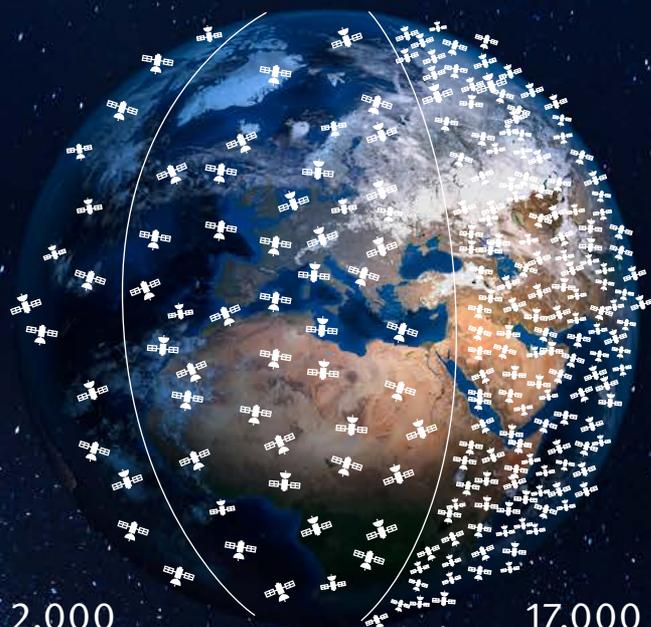
ENGPÄSSE IN DEN WASSERKREISLÄUFEN



Ein Viertel aller Menschen leidet unter Wasserknappheit. Auch deswegen entzieht der Mensch der Erde doppelt so viel Grundwasser wie vor 60 Jahren. Ein nicht vorhandenes oder marodes Leitungsnetz verschärft die Situation. So auch in Jakarta (Foto). Indonesiens Hauptstadt versinkt durch ausufernden Brunnenbau und Wasserentzug in einigen Teilen bis zu 20 Zentimeter pro Jahr. Durch die Erderwärmung steigt aber auch der Meeresspiegel. 2050 könnte Prognosen zufolge ein Drittel der Stadt überspült werden. Ein globaler Lösungsansatz gegen Wasserarmut: Entsalzungsanlagen, die Meer- zu Trinkwasser aufbereiten. Aktuelle Varianten arbeiten aber extrem energieaufwendig und mit chemischen Zusätzen. Die umweltverträgliche Solerückführung ist eine weitere Herausforderung. Experten forschen an Alternativen, beispielsweise effektivere Trennmembranen und Nutzung von Sonnenenergie. **Wasserversorgung, Hygiene, Klimaerwärmung – nur drei Bereiche in den insgesamt 17 Zielen der UN für eine nachhaltige Entwicklung. Mehr dazu ab Seite 52.**

SATELLITENFLUT

Geht es nach Elon Musk, Chef des US-amerikanischen Raumfahrtunternehmens SpaceX, wird sich unser aller Himmelszelt in den kommenden Jahren verändern. Bis 2027 will SpaceX das Projekt „Starlink“ realisieren. Dann soll sich die Anzahl der Satelliten mehr als verdreifachen. Zweck: ein lückenloser Highspeed-Internetzugang rund um den Globus. Kritiker befürchten eine Vermüllung des Weltraums. Forscher könnten durch den Starlink-Schwarm in die Irre geführt werden, wenn die Satellitenflut ferne Sterne und Galaxien verdeckt. **Auf der anderen Seite wird ein leistungsfähiges Funknetz immer wichtiger, wie der Bericht ab Seite 38 aufzeigt.**



2.000
aktive Satelliten
aktuell

5.000
Satelliten insgesamt

17.000
Satelliten mit
Starlink

DAS GANZ GROSSE GROSSE GANZE

Gemessen an kosmischen Maßstäben spielt der Mensch im Universum eine unbedeutende Nebenrolle. Zwei Billionen Galaxien, Abertrillionen Sterne, allein in unserer Heimatgalaxie Milchstraße leuchten schätzungsweise zwischen 200 und 400 Milliarden

Sterne. Der Weltraum, unendliche Weiten. Bei deren Erkundung Schaeffler seit Jahrzehnten mithilft. Mit Lagerlösungen für tonnenschwere Teleskope, mit Präzisionskomponenten für Raketenantriebe oder auch Lagern in den Mars-Rovern.



„WIR MÜSSEN GANZHEITLICH DENKEN!“

Schaeffler-Automotive-OEM-Vorstand Matthias Zink über die Zukunft des Automobils in der Mobilität für morgen.

— Interview: Roland Löwisch

— **Herr Zink, von verstopften Straßen bis hin zu Abgask Diskussionen: Das Auto wird heute oft mit negativen Schlagzeilen in Verbindung gebracht. Fahren Sie gern Auto?**

Sehr gern. Ich bin ein leidenschaftlicher Autofahrer – schon immer. Zum Auto gehören Dynamik, Design, Technik und Emotion. Das alles passt zu mir: Ich bin einerseits Ingenieur und andererseits ein emotionaler Mensch.

Müssten Sie jetzt einen Privatwagen kaufen – welches Antriebskonzept würden Sie wählen?

Ich würde einen Hybriden kaufen – oder einen Diesel. Bei den Verbrennern ist der moderne Diesel ein

Motor mit gutem Wirkungsgrad, Top-Verbrauch und Top-NO_x-Werten. Wenn ich mein privates Fahrprofil anschau mit 30 Kilometern Pendeln pro Tag, ist ein Hybrid-Antrieb wahrscheinlich die bessere Lösung – wenn er eine vernünftige elektrische Reichweite anbietet.

Schaefflers Motto auf der IAA ist „Making Mobility Sustainable and Autonomous“. Was bringen Sie dieses Mal zum Messe-Highlight nach Frankfurt mit?

Einen Ausschnitt aus der nachhaltigen und breit gefächerten Mobilitätswelt von Schaeffler. Wir entwickeln gesamte Antriebsstränge für Hybridfahrzeuge und Fahrzeuge

mit Verbrennungsmotoren, hochintegrierte Elektroantriebe inklusive Getriebe und Steuerungssoftware. Darüber hinaus zeigen wir Mobilitätskonzepte für die Zukunft wie etwa den Schaeffler Mover. Auch die Digitalisierung spielt eine zentrale Rolle. Auf unserem Stand zeigen wir diese Komponenten und Systeme für Verbrenner, Hybride und reine Elektrofahrzeuge. In Sachen autonomes Fahren bringen wir By-wire-Technologie und redundante Steuergerätetechnik mit. Im Außenbereich verkehrt außerdem ein autonom fahrender Schaeffler Mover mit 90-Grad-Lenkung dank innovativem elektrischen Radnabenantrieb.

» Autonomes Fahren ist Teil unserer Komponenten- und Systemstrategie

Matthias Zink

Elektro, Hybrid, Verbrenner oder vielleicht sogar Brennstoffzelle? So wie Sie sind viele Kunden beim Autokauf unsicher, auf welche Technologie sie setzen sollen. Die Unsicherheit des Marktes spiegelt sich auch in den Entwicklungsabteilungen der Hersteller wider. Das macht es für einen Zulieferer sicherlich auch nicht einfacher, Entscheidungen für die Zukunft zu treffen.

Deswegen agieren wir mehrgleisig, basierend auf Szenarien. Wir bereiten uns sehr bewusst auf den Wandel vor, wir investieren aber nach wie vor in die Weiterentwicklung des Verbrennungsmotors. Das Thema CO₂- und Schadstoffreduktion wird die Technologieentwicklung noch einige Jahre herausfordern. Insbesondere die Diskussion zu den Testverfahren zur Bestimmung der Abgasemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Kraftfahrzeugen – Stichwort WLTP – versus Realverbräuche erfordert die konsequente Optimierung der verbrennungsmotorischen Antriebsstränge. Gleichzeitig bereiten wir uns intensiv auf die neuen hybridisierten und elektromotorischen Antriebe vor: Zum einen entwickeln wir ein intensives Systemverständnis für neue Antriebe, zum anderen blicken wir detailliert auf für Schaeffler

neue Technologien und Produkte im Bereich der Elektromotoren und Elektronik.

Ist das Plus-zwei-Grad-Klimaziel von Paris im Bereich Verkehr erreichbar? Welche Antriebe sind dafür nötig?

Um die auf der Pariser Klimakonferenz vereinbarten Ziele zu erreichen, ist ein Mix aus rein elektrischen, hybridisierten und umweltschonenden verbrennungsmotorischen Antrieben unerlässlich. So haben wir beispielsweise das „30/40/30“-Szenario vorgestellt, das mittlerweile von der Branche als realistisch eingeschätzt wird. Wir gehen davon aus, dass rund 30 Prozent der im Jahr 2030 gebauten Automodelle rein elektrisch angetrieben sein werden. Mindestens 40 Prozent werden mit Hybridantrieb ausgerüstet sein. 30 Prozent werden reine Verbrenner sein. Das bedeutet letztendlich, dass 70 Prozent der circa 120 Millionen jährlich produzierten Fahrzeuge einen Verbrennungsmotor beinhalten werden, aber ebenfalls 70 Prozent mit einem elektrischen Antrieb ausgestattet sind. Insofern ist die sukzessive Weiterentwicklung von konventionellen Antrieben und Hybridtechnologien unerlässlich, um



Informationsaustausch: Matthias Zink, der Vorstandsvorsitzende Klaus Rosenfeld und Bundeskanzlerin Angela Merkel (von rechts)

notwendige Klimaziele zu erreichen. Neben den Antrieben muss aber auch die Primärenergiestruktur konsequent weiterentwickelt werden. Nur dann sind die Ziele des Pariser Abkommens wirklich nachhaltig zu erreichen; eine reine Tank-to-wheel-Betrachtung kann und wird das Problem nicht lösen. Wir müssen ganzheitlich denken.

Demnach spielt der Verbrennungsmotor auch weiterhin eine große Rolle. Das wird aber doch nur gelingen, wenn er noch sauberer und effizienter wird?

Ja, wir sehen sowohl in rein verbrennungsmotorischen und insbesondere hybridisierten Antrieben enorme Potenziale für den Verbrennungsmotor – mit signifikanten Optimierungen hinsichtlich CO₂ und NO_x im Vergleich zu heute. Das sehen wir auch an den aktuellen Auftragsvergaben in den Bereichen Ventiltrieb und Wärmemanagement – die neuesten Generationen von Verbrennungsmotoren werden noch einmal mit innovativer Technik ausgestattet.

Alle Welt spricht vom autonomen Fahren. Schaeffler auch?

Wir sprechen nicht nur davon, es ist Teil unserer Komponenten- und

Systemstrategie. Denn neben den Aktivitäten im Antriebsstrang erweitern wir unser Technologieportfolio im Bereich Chassis. Insbesondere liegt der Fokus auf Technologien im Bereich autonomes Fahren und den zugehörigen Produkten. Allerdings sehe ich selbst in 20 Jahren kein Szenario, in dem wir komplett





autonom fahren. Es wird noch zu viel alter Fahrzeugbestand existieren. Das sind keine perfekten Bedingungen, damit ist Level 5 – also das autonome Fahren – nicht machbar. Vielleicht kann man aber wenigstens bestimmte Hauptachsen durchs Land ausrüsten mit Verkehrsleitsystemen. Schaeffler steuert dazu alle Arten von Assistenzsystemen bei. Level-5-Komponenten und -Systeme werden wir anbieten, sobald der Markt danach verlangt. Durch unsere Aktivitäten mit Schaeffler Paravan sehen wir aber auch neue Märkte und Anwendungsfelder zum Beispiel im Bereich der Logistik oder in Sonderfahrzeugen.

Also ist Level 5 aktuell kein Thema für Schaeffler?

Wir befinden uns heute mit der Mechanik im Chassisbereich bei Level 0, möchten uns aber mit neuen innovativen Komponenten und Systemen in die Level-3-Ebene bewegen. Wir planen künftig zum Beispiel Mechatronik, Aktuierungselemente und Hinterachslenkungssysteme anzubieten, damit Autohersteller in der Lage sind, ein Chassis autonom in jedem Level betreiben zu können. Mobilitätsmuster und -Anbieter

verschieben sich momentan ständig. Wir schauen da genau hin.

Das Motto der diesjährigen IAA ist „Driving tomorrow“. Was denken Sie, wie die Mobilität bei uns in Zukunft aussieht?

Besonders in den Metropolen wird sich die Mobilität ändern – es wird bestimmt mehr gemeinsam genutzte Fahrzeuge geben, diese müssen aber nicht zwingend autonom fahren. Einige Menschen werden weiterhin individuelle Mobilität bevorzugen. In meiner Heimat im Schwarzwald werde ich in 20 Jahren wohl noch ähnlich wie heute im Auto mindestens bis zum Bahnhof fahren.

» Besonders in den Metropolen wird sich die Mobilität ändern

Matthias Zink

Welche Chancen oder welches Ende sehen Sie für Benzin-, Diesel-, Elektro- und Gasmotoren, Hybridantriebe, Brennstoffzelle und Syn-Fuel?

Ich gebe jeder dieser genannten Alternativen Chancen für eine Zukunft. Schaeffler glaubt nach wie vor an Technologieoffenheit – auch wenn das manche Autohersteller nicht mehr ganz so tun. Ich sehe aber ganz klar Tendenzen Richtung Wasserstoff und Brennstoffzelle, aktuell besonders in China, Japan und Korea. Auch synthetische Kraftstoffe werden eine wichtige Rolle spielen. Wenn wir langfristig nachhaltig sauber und lange Strecken fahren



Breite Themenpalette: Neben aktuellen Automotive-Entwicklungen ist Zink auch für zukünftige Projekte (Schaeffler Mover, linke Seite) sowie für das Motorsport-Engagement verantwortlich (unten Enthüllung des Schaeffler BMW M4 DTM, oben Formel-E-Pilot Lucas di Grassi vor der Schaeffler-Tribüne beim Berlin E-Prix)

wollen, sind Wasserstoff und SynFuels zwei wichtige Felder. Hier werden auch die Luftfahrt- und die Transportbranche eine Rolle spielen. Dort sind batteriebetriebene Elektrofahrzeuge derzeit kaum vorstellbar.

Stichwort vertikale Mobilität: Welche Zukunft haben Drohnen? Könnte das ein neues Geschäftsfeld für Schaeffler werden?

Wir unterstützen das bereits: Wir haben vor zwei Jahren ein kleines Juwel namens Compact Dynamics gekauft, absolute Spezialisten im Bereich Elektromotoren, die auch im Bereich Drohnen Projekte vorantreiben. Drohnen als Lösung für eine

individuelle Mobilität sehe ich nicht. Aber in vielen anderen Bereichen ist vertikale Mobilität ein Thema, das wir uns genau ansehen.

Ändert sich mit der Art der Mobilität auch die Rolle von Schaeffler als Zulieferer?

Wir möchten die Mobilität für morgen maßgeblich mitgestalten. Aber wir werden nicht in den Wettbewerb mit unseren Kunden eintreten – was wir selbst mit den kompletten Konzepten Schaeffler Mover und Bio-Hybrid nicht tun. Wir wollen aber an solchen Projekten lernen und weiterhin hauptsächlich Komponenten und Systeme verkaufen.

ZUR PERSON

Matthias Zink (geb. 1969) studierte in Karlsruhe Maschinenbau mit Schwerpunkt Kfz-Technik. 1994 begann er bei LuK als Versuchsingenieur. Aktuell ist Zink als CEO Automotive OEM bei Schaeffler verantwortlich für Getriebesysteme sowie Forschung und Entwicklung der Sparte Automotive OEM und den Bereich E-Mobilität. Seit 2019 leitet er dazu die Bereiche Motor- und Fahrwerksysteme und das Global Key Account Management.



Weltweit gibt es 900 Zeckenarten. Viele übertragen gefährliche Krankheiten

ICH REISE PER **ANHALTER**

Der technische Fortschritt beschleunigt unser Leben – und die Verbreitung invasiver Arten. Eine durchaus ernst zu nehmende Bedrohung für ökologische und auch ökonomische Kreisläufe.

— von Wolfgang Karg

— Mehr als 500 Zecken wurden auf dem Kadaver eines jungen Rindes gefunden, das im US-Bundesstaat North Carolina tot auf der Weide lag. Allein durch ihre zahlreichen Bisse hatten sie ihre Beute so weit geschwächt, dass sie verendete. Bis Mitte 2019 sind in den USA damit bereits ein halbes Dutzend Kälber den gefräßigen Blutsaugern zum Opfer gefallen. In Medien wird das Mikromonster bereits als „Vampir-Zecke“ bezeichnet. Die asiatische Variante der weltweit verbreiteten Schildzecke war offenbar durch Warenlieferungen per Schiff oder Flugzeug aus Fernost in die USA eingeschleppt worden.

US-Behörden schlagen Alarm. „Wir untersuchen die Zecken auf Krankheitserreger und versuchen die Ausbreitung auf andere Gebiete der USA zu stoppen“, sagt Joelle R. Hayden vom US-Landwirtschaftsministerium.

Aber bei den nur wenige Millimeter großen Spinnentieren wird es schwer werden, ihre Ausbreitung zu verhindern. Genauso wie die Einreise.

Der Vormarsch der Vampir-Zecke ist eines der aktuellsten Beispiele, wie sich gebietsfremde Arten in neuen Weltregionen ausbreiten – neu ist das Phänomen allerdings nicht. Pflanzen und Tiere haben ihre Verbreitungsgebiete seit Anbeginn der Evolution verändert und sich damit den jeweiligen Umweltbedingungen angepasst. Der Mensch mischte sich früh in die Artenwanderung ein: Als Jäger und Sammler in der Steinzeit ebenso wie später als Landwirt oder Kaufmann hat er bestimmte Tier- und Pflanzenarten gefördert und andere verdrängt – bis heute. „Der Mensch ist der Hauptgrund für die Ausbreitung von Arten jenseits ihres ursprünglichen Lebensraumes“,



WAS SIND EIGENTLICH NEO...?

- › **Neobiota** ist der Oberbegriff für Tier- (**Neozoen**) und Pflanzenarten (**Neophyten**), die durch den Menschen und nicht durch natürliche Prozesse in neue Regionen gelangt sind. Als Stichjahr gilt 1492 (Entdeckung Amerikas, verstärkter Fernhandel). Arten, die davor versetzt wurden, sind **Archaeophyten** oder **Archaeozoen**.
- › **Neomyceten** (myketes = Pilze) – diese Unterkategorie der Neophyten wurde eingeführt, weil die Zahl der eingeschleppten Pilze massiv angestiegen ist.
- › **Neobiota gelten als etabliert**, wenn sie mindestens 25 Jahre oder drei Generationen in dem neuen Gebiet existieren. Werden diese Kriterien nicht erfüllt, gelten Neobiota als **unbeständig auftretend**.
- › **Invasiv** sind Tiere oder Pflanzen, wenn sie unerwünschte Auswirkungen auf andere Arten, Lebensgemeinschaften oder Biotope haben – oder auf die menschliche Gesundheit.

unterstreicht Dr. Sabrina Kumschick vom Zentrum für Invasionsbiologie der Stellenbosch-Universität in Südafrika. Doch während sich früher selbst von Menschen angestoßene Veränderungen in der Tier- und Pflanzenwelt meist über Jahrhunderte und Jahrtausende vollzogen, hat der technologische Fortschritt auch hier für eine Beschleunigung gesorgt. Kumschick: „Neue Technologien erlauben uns zwar, schneller zu reisen. Damit werden aber auch Neobiota schneller verbreitet.“ Mit einschneidenden Folgen für ganze Ökosysteme.

Nützliche und schädliche Invasoren

Bevor wir endgültig den Stab brechen über Neozoen und Neophyten (Begriffserklärung siehe Infokasten oben), soll hier nicht unerwähnt bleiben, dass umherreisende Arten keinesfalls als ausschließlich negatives Phänomen betrachtet werden dürfen. In Europa sind immerhin drei Viertel aller Nutz- und Zierpflanzen eigentlich Neophyten: die Kartoffelpflanze wurde in Zeiten schlechter Ernten an Bord von Schiffen aus Amerika nach Europa eingeführt und entwickelte sich zu einem Grundnahrungsmittel. Leider kamen mit der Pflanze auch Kartoffelkäfer und die von einem Pilz verursachte Kartoffelfäule. Die aus ihnen resultierenden Ernteschäden führten im 19. Jahrhundert in Irland zur Großen Hungersnot, auch andere Länder in Europa waren betroffen.

Qua Definition von Wissenschaftlern und Naturschützern werden Neobiota zu invasiven Arten, wenn sie sich jenseits ihres ursprünglichen Lebensraumes ausbreiten und dabei andere Arten verdrängen, schädigen



In urbanen Lebensräumen verursacht der Götterbaum Pflegeaufwand und teure Gebäudeschäden

MILLIARDENSCHÄDEN

Allein in europäischen Ländern wurden **etwa 14.000 gebietsfremde Arten** gefunden, von denen schätzungsweise 10 bis 15 Prozent als **invasiv** angesehen werden. Nach Schätzung der Europäischen Kommission entsteht durch sie ein wirtschaftlicher Schaden von jährlich über zwölf Milliarden Euro. In den USA verzeichnet man mehr als 50.000 eingewanderte Arten, von denen etwa 4.300 als gefährlich angesehen werden. Geschätzter Schaden: über 100 Milliarden Euro pro Jahr. Laut einer 2015 im Fachmagazin „Nature“ veröffentlichten Studie verzeichnet **Nordamerika den größten Zuwachs an Neobiota**. Die wichtigste Quelle invasiver Spezies sind nicht etwa tropische Regionen, sondern die Handelsrouten aus Europa.

oder gar etablierte ökologische Kreisläufe zerstören.

Ein Beispiel aus dem südlichen Afrika: Dort sorgen eingeschleppte Baumarten wie Akazien, Eukalyptus oder Kiefern für Probleme. „Sie verbrauchen mehr Wasser als einheimische Arten, und das beeinträchtigt das Leben der Menschen in trockenen Gebieten. Während der Dürreperioden der letzten Jahre musste das Wasser für Haushalte in der westlichen Kapregion drastisch rationiert werden“, berichtet Dr. Sabrina Kumschick.

Den Feind ins Land geholt

Besorgniserregend ist die steigende Zahl von Zier- und Nutzpflanzen beziehungsweise Tieren, die wir erst ins Haus und auf den Hof holen und die dann den Weg in die Freiheit finden. So wie der Götterbaum: Der ursprünglich als Zierpflanze aus China nach Europa eingeführte und sehr resistente Neophyt zerstört mit seinem Wurzelwerk mittlerweile historische Gebäude und Wege. In Italien sowie in Österreich, Ungarn und der

Schweiz wird er deshalb bereits vielerorts gefällt.

In Nordamerika haben sich ausgewilderte Karpfen aus Asien, einst als „Staubsauger“ in Zuchtbecken geholt, zu einer echten Plage entwickelt. „Es gibt Abschnitte des Mississippi und des Illinois, wo sie das gesamte Ökosystem umgekremplelt haben“, klagt Stacey Solano vom Illinois Department of Natural Resources. Die bis zu einen Meter langen und bis zu 25 Kilo schweren Tiere können mehrere Meter hoch springen und haben so schon einige Angler und Ausflügler verletzt. Die vom Menschen vorangetriebene Vernetzung der Flüsse mit Kanälen hat – wie auch bei anderen uneingeladenen Wasserbewohnern – die Ausbreitung beschleunigt.

Technologie überbrückt Klimabarrieren

Heute kommen Neobiota durch unsere Hilfe nicht nur schneller herum, sie werden durch den von uns angestoßenen Klimawandel auch noch unterstützt, sesshaft zu werden. „Die Erderwärmung wird

die Auswirkungen solcher Invasionen zumindest in einigen Regionen verstärken, wie in Europa, Nordamerika und Australien“, erklärt Dr. Piero Genovesi von der italienischen Umweltbehörde ISPRA. „Es ist offensichtlich, dass der Temperaturanstieg in einigen Weltregionen die Möglichkeiten exotischer Arten verbessert, die aus tropischen Regionen stammen.“

Der Kontinentalsprung ist für Neobiota heutzutage im Windschatten des Menschen ein Klacks. Flugzeuge benötigen nur Stunden zwischen Klimazonen. Schiffe sind nur wenige Wochen unterwegs. Und die neuen Eisenbahnverbindungen zwischen Europa und Asien entlang der Neuen Seidenstraße liefern Güter binnen weniger Tage. Sie öffnen invasiven Arten Tür und Tor. „Die Menge der Arten und die Geschwindigkeit, mit der Arten verschleppt werden, wird immer größer“, warnt Prof. Dr. Ingolf Kühn vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung.

In immer mehr Meeresgebieten tauchen fremde Arten auf, die im Ballastwasser oder angeheftet an die Schiffshülle eingeschleppt wurden.

DIE GEFRÄSSIGE WELTREISE DER FORMOSA-TERMITE

Die aus Südchina ① stammende Formosa-Termite hat sich per Schiff über Taiwan ②, Japan ③ (17. Jahrhundert), Hawaii ④ (spätes 19. Jahrhundert) und Kontinental-USA ⑤ bis ins südliche Afrika ⑥ (ca. 1950) ausgebreitet. Durch die Erderwärmung droht ein Überschreiten des 35. Breitengrades. Aktuell ist der Störfried dort – wenn überhaupt – nur in durchgehend warmen Regionen zu finden, da die Eier unterhalb von 20 Grad absterben.

Eine Termiten-Kolonie vertilgt 400 Gramm Holz pro Tag und kann ein Haus in drei Monaten zum Einsturz bringen. Weltweit werden der Formosa-Termite Schäden in Höhe von einer Milliarde Dollar jährlich zugeschrieben.





Wärme liebende Stechinsekten wie Anopheles- und Tigermücken werden in Europa heimisch und bringen Krankheiten wie Malaria und Denguefieber mit

Mit steigenden Durchschnittstemperaturen des Meerwassers können sie nun dauerhaft überleben und die Balance des Ökosystems durcheinanderbringen. Im Wattenmeer an der deutschen Nordseeküste gilt bereits jede sechste Art als Neobiot. Dort taucht auch vermehrt die amerikanische Rippenqualle auf. Der Meerwalnuss genannte Eindringling frisst Fischen die Nahrung weg und hat so schon die Fischerei im Schwarzen Meer und – über den Wolga-Don-Kanal übergesetzt – im Kaspischen Meer zum Erliegen gebracht. Ein gutes Beispiel, wie unmittelbar ökologische und ökonomische Kreisläufe miteinander verzahnt sein können.

Dr. Achim Wehrmann vom Senckenberg Institut in Wilhelmshaven mahnt: „Die Klimaerhitzung begünstigt generell eine Etablierung subtropischer Arten. Verlierer sind ganz klar die Arten kälterer Klimazonen, da sich ihr Lebensraum immer weiter einschränkt oder ganz verloren geht.“

Prävention ist teuer, Bekämpfung teurer

Angesichts der auch finanziellen Bedrohungslage (siehe Infokasten S. 19) drängt sich die Frage auf: Was tun? Australische Bauern haben in den 1930er-Jahren versucht, eine invasive Art gegen eine andere aufzuheizen. In diesem Fall keine gute Idee: Sie holten Aga-Kröten ins Land, um gefräßige Stockkäfer

zu bekämpfen. Die giftigen und vermehrungsfreudigen Riesenkröten wendeten sich aber nicht nur gegen ihr Zielobjekt, sondern auch gegen Vögel, Echsen, Schlangen, Beutelmarder und Warane. Heute sind sie selbst eine Plage, gegen die nur eins hilft: einsammeln und töten. In anderen Fällen war es jedoch durchaus hilfreich, Fressfeinde anzusetzen. Sowohl Tier gegen Tier als auch Tier gegen Pflanze.

Gegen invasive Karpfen wird ein bunter Strauß an Maßnahmen angewendet. In Australien soll ein für andere Fische ungefährliches Koi-Herpesvirus in den kommenden Jahrzehnten 95 Prozent des Bestandes eliminieren. Die US-Regierung hat 200 Millionen Dollar bereitgestellt, um der dortigen Karpfenplage Herr zu werden. Die Bandbreite der eingesetzten technischen Mittel reicht von Druckwellenkanonen, Kohlendioxid, Duftstoffen und Giften bis hin zu Elektrobarrieren.

Noch besser als Bekämpfung ist Prophylaxe. Seit 2017 gibt es ein internationales „Ballastwasser-Übereinkommen“, zu dem sich 80 Staaten bekannt haben, auf die 81 Prozent der Handelstonnage entfallen. Schon seit 1952 ist das Internationale Pflanzenschutzübereinkommen (IPPC) ratifiziert. Dort ist festgelegt, wie Holzverpackungen zu behandeln sind, um eine Verbreitung von Schädlingen zu verhindern. Das Problem: Die Maßnahmen umzusetzen kostet Geld, das manches schwarze Schaf sparen will. Und so kommt unter anderem die Vampirzecke in die USA.



DER AUTOR

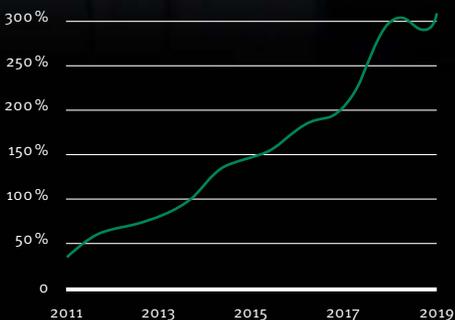
Wolfgang Karg arbeitet seit knapp 25 Jahren als Wissenschaftsjournalist für Print- und TV-Formate. Zweimal führten ihn Projekte in die Antarktis und auf US-amerikanische und russische Weltraumbahnhöfe. Jüngstes Projekt war ein dreijähriger Aufenthalt in China, um die

dortigen Technologietrends besser zu verstehen. Beim Recherchieren für diesen Artikel fragte er sich, ob er wohl auch schon einmal mit einem Neophyten gereist ist.



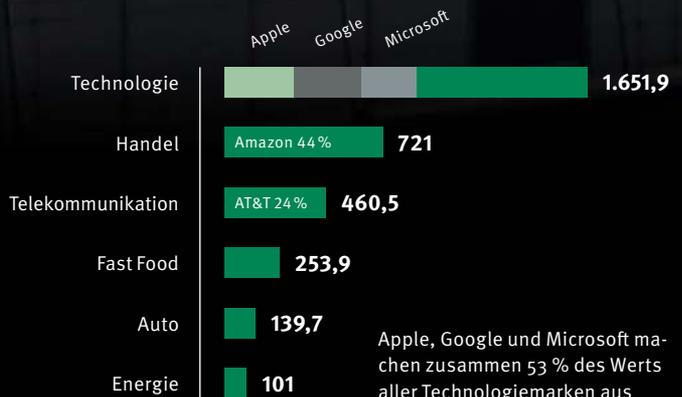
MARKE IMMER WERTVOLLER

Kumuliertes Wachstum der zehn Top-Marken laut der Markenwertdatenbank BrandZ



BRANCHENVERGLEICH: TECHNOLOGIE KLAR VORN

Markenwerte ausgesuchter Branchen in Milliarden US-Dollar, laut BrandZ



Apple, Google und Microsoft machen zusammen 53 % des Werts aller Technologiemarken aus

in bewegung

Innovationen im Laufe der Zeit

» Das größte Risiko für Marken in der heutigen Zeit besteht zunehmend darin, nicht den Mut für Veränderung aufzubringen

Simon Thun, CEO Interbrand Central & Eastern Europe

STARKE MARKE

— Alle Welt spricht von „Marke“ und „Markenwert“. Doch was eine Marke tatsächlich ist, entscheiden die Menschen in ihren Köpfen. Wenn Unternehmen es schaffen, ihre Serviceleistungen oder Produkte durch positive Erlebnisse und Assoziationen in den Köpfen der Menschen zu verankern, entsteht eine Marke. Eine starke Marke macht Produkte sichtbar, die sonst oft im Verborgenen bleiben. So wie die durchschnittlich rund 60 Bauteile, Komponenten und Systeme des Technologiekonzerns Schaeffler, die in jedem Auto für Fahrvergnügen und Effizienz sorgen. Statt einzelner Marken bündelt Schaeffler seine Produkt- und Dienstleistungswelten unter dem Namen der Firmengründer: Dr. Wilhelm Schaeffler und Dr.-Ing. E.h. Georg Schaeffler. Wer wie Schaeffler global und holistisch denkt, muss das auch nach außen

zeigen – mit einer starken Marke. So gibt Schaeffler seinen Kunden Orientierung und positioniert sich global als bevorzugter Technologiepartner. Dieser Markengedanke ist Schaeffler so wichtig, dass das Familienunternehmen ihn als einen von 20 strategischen Initiativen in sein Exzellenzprogramm „Agenda 4 plus One“ integriert hat. Es soll die langfristige Wettbewerbsfähigkeit und Wertsteigerung des Unternehmens sicherstellen. Darüber hinaus soll die Marke Schaeffler auch nach innen wirken: „Als börsennotiertes Familienunternehmen wollen wir noch stärker zusammenwachsen. Das geht nur mit gemeinsamen Werten und Führungsprinzipien, einer gemeinsamen Strategie mit einer starken Unternehmensmarke – der Marke ‚Schaeffler‘“, sagt Klaus Rosenfeld, Vorsitzender des Vorstands der Schaeffler AG.

An aerial photograph of two forested islands in a blue lake. The islands are covered in dense green and yellow trees. The water is a deep blue, and the sky is a lighter blue. The title 'AUFERSTANDEN AUS MONDLANDSCHAFTEN' is overlaid in large white letters.

AUFERSTANDEN AUS MONDLANDSCHAFTEN

Kohleausstieg und Energiewende besiegeln das Schicksal des Kohlebergbaus in vielen Regionen der Welt. Die Industriebrachen bleiben aber nicht ungenutzt: Umgewandelt zu Naherholungsgebieten, Biotopen und Standorten für Pumpspeicherkraftwerke, Wind- und Solaranlagen, können sie helfen, die durch die Kohle-Ära zugefügten Wunden in der Natur zu heilen.

— von Denis Dilba

— Hinter dem gewaltigen canyonartigen Graben, in den man von der Aussichtsplattform Lakoma blickt, erstreckt sich eine nicht enden wollende Sandfläche: Braun- und Ockertöne, so weit das Auge reicht, erst weit hinten am Horizont sind unzählige Windräder zu erkennen. Bis eben dorthin soll die Wasserfläche reichen. Noch braucht man allerdings eine gehörige Portion Fantasie, um sich den See vorzustellen, der hier in der Mondlandschaft des ehemaligen Tagebaus Cottbus-Nord gerade entsteht. Im April dieses Jahres wurde mit der Flutung begonnen. Bis 2025 soll die riesige Grube mit ungefähr 280 Millionen Kubikmetern Wasser vollgelaufen sein. 20 Prozent sind aufsteigendes Grundwasser, rund 80 Prozent stammen aus der Spree. Allerdings wird der Fluss nur angezapft, wenn er genug Wasser führt, was bereits mehrfach nicht der Fall war. Mit einer Fläche von 19 Quadratkilometern wäre das 300 Millionen Euro schwere Mammutprojekt Cottbuser Ostsee dann der größte künstliche See Deutschlands. An den Rändern, wie hier am Einlaufbauwerk, kann das Wasser durch die Gräben bis zu 30 Meter tief sein, gibt das Energie- und Bergbauunternehmen Leag, Betreiber des Sees, an.

Statt Kohle bringt Tourismus die „Kohle“

Die Bauarbeiten einer Kaimauer im geplanten Hafenviertel laufen ebenfalls bereits. Der Cottbuser Oberbürgermeister Holger Kelch will das neue Viertel CO₂-neutral gestalten: „Vorstellbar sind dort Hochhäuser in Holzblockbauweise, Radwege auf Fotovoltaikplatten, Verbindungen des Nahverkehrs mit autonomen Fahrzeugen, Fernwärme aus Seewasserpumpen und manches mehr“, sagte er bei der Präsentation seiner Ideen für den neuen Stadtteil. Wohnungen sollen entstehen, Gewerbe, Tourismus und Wassersport angesiedelt werden. Wie hier in Cottbus ruhen weltweit auf den Hinterlassenschaften des Kohlebergbaus und der Rohstoffgewinnung Hoffnungen auf eine blühende Zukunft. Neue Erholungsgebiete und mit ihnen der Tourismus versprechen die Wirtschaft wieder anzukurbeln und Arbeitsplätze zu schaffen. Die sich entwickelnden Biotop sollen geschützten Tier- und Pflanzenarten Rückzugsgebiete bieten. Und nicht zuletzt tun sich mit der Energiewende auch vielfältige neue Nutzungsmöglichkeiten für Tagebaugruben, Haldenflächen und Industriebrachen auf.

Dass solche Projekte bei Weitem keine Trümelei sind, sondern eine gute Perspektive haben, zeigt das Beispiel Leipziger Neuseenland: Bis 1990 war der Süden Leipzigs auf 200 Quadratkilometern noch durch die klaffenden Wunden des Tagebaus geprägt. Heute tummeln sich dort an den acht angelegten Seen Wassersportler, Wanderer und Radfahrer. 2017 zählte der Tourismusverband Leipziger Neuseenland rund

700.000 Übernachtungen in den Mitgliedsgemeinden. Nicht nur Cottbus oder die rheinischen Tagebaugruben zwischen Aachen und Köln wollen daher den Leipziger Erfolg kopieren, auch Kohlegruben in Australien und Kanada planen solche Projekte.

Vorstellbar ist auch, solche künstlichen Gewässer als Speicherseen für nachhaltige Energien zu nutzen. Insbesondere wenn sie eine Größe wie der Cottbuser Ostsee hätten, sagt der Umweltverband „Grüne Liga“ und bemängelt, dass dies dort nicht umgesetzt worden ist.

Bergwerke werden zu Energiespeichern

Detlef Schulz, Leiter des Fachgebiets Elektrische Energiesysteme an der Bundeswehr-Universität Hamburg, hat für die stillgelegten Braunkohletagebaue vor

WEINBAU NACH BERGBAU

Wein aus Tagebau-Regionen? Klingt komisch, funktioniert aber tatsächlich: Am Wolkenberg im rekultivierten Teil des Tagebaus Welzow-Süd bei Cottbus werden sieben Rebsorten angebaut, fünf weiße und zwei rote. 26.000 winterfeste Rebstöcke auf sechs Hektar Fläche sind es insgesamt, gepflanzt 2010. Der künstlich aufgeschüttete 30 Meter hohe Berg hat alles, was Reben lieben: elf Prozent Hangneigung, südsüdwestliche Ausrichtung, eine knapp einen halben Meter dicke Schicht Geschiebemergel und einen leicht angehobenen pH-Wert im Boden. Nur bei der Bewässerung muss nachgeholfen werden. Letzteres gilt auch für die beiden etwas kleineren Weinberge in den ehemaligen Kohlerevieren Geiseltal und Meuro. Ab Anfang/Mitte September soll die Lese beginnen. Für 2019 rechnen die Tagebau-Winzer mit einem sehr guten Jahrgang.



Einer der wenigen Gewinner: Der Klimawandel macht guten Weinbau in nördlichen Gefilden erst möglich

COTTBUSSE OSTSEE



Das sogenannte Einlaufbauwerk befindet sich unterhalb einer Besucherplattform. Aus der Rohrleitung des Zuleiters strömt das Flutungswasser hier in einer breiten, flachen Rinne über die Ufer- und Randböschung bis zur Sohle des früheren Tagebaus. Bis zur kompletten Befüllung müssen hier 280 Millionen Kubikmeter Wasser runterrauschen

einigen Jahren eine ganz andere Idee auf den Weg gebracht: Da die Sohle solcher Restlöcher zwischen 100 und 400 Metern unter der Umgebungsoberfläche liegt, bieten sie genug Höhendifferenz, um Pumpspeicherwerke zu errichten.

Ihr Prinzip ist simpel: Wenn mehr Strom produziert als gebraucht wird, betreibt man damit Pumpen, die Wasser aus einem niedriger gelegenen Becken in ein höheres befördern. Benötigt man wieder Strom, lässt

man das Wasser über eine Turbine wieder zurückfließen. Pumpspeicherwerke sind damit ideal geeignet, um die schwankende Stromerzeugung von Windkraft- und Fotovoltaikanlagen auszugleichen. Dass die Technik in Tagebauen bisher nicht umgesetzt wurde, liege daran, dass der Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien anfangs noch gering und ein Ende der Kohleförderung lange Zeit nicht absehbar war, sagt die Firma ETC Energietechnik, die seit 1998 das Patent auf die Idee hält. Nun, nach dem Kohleausstieg und voranschreitendem

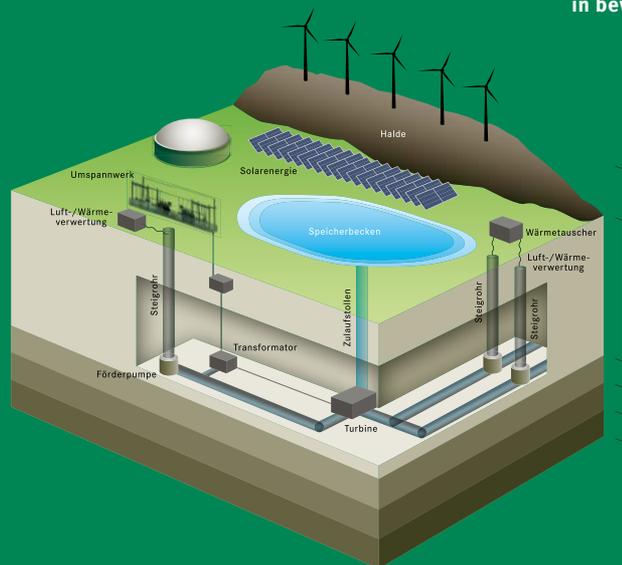
Ausbau der Erneuerbaren könnte der Ansatz aber eine neue Chance bekommen: Forscher vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie haben berechnet, dass ein Pumpspeicherwerk in den heutigen rheinischen Tagebauen Hambach, Garzweiler und Inden mit bis zu 400 Gigawattstunden ein signifikantes technisches Speicherpotenzial hätte.

Rund 100.000 Vier-Personen-Haushalte ließen sich mit der Energiemenge ein Jahr lang mit Strom versorgen. Wegen der enormen Speicherkapazität „lohnt hier eine detailliertere Prüfung der technischen, ökologischen und rechtlichen Machbarkeit sowie der Akzeptanz in der Öffentlichkeit“, schreiben die Wissenschaftler in ihrer Veröffentlichung vom Anfang des Jahres.

Eine andere Gelegenheit, eine angehende Kohlebrache in einen innovativen Großspeicher für Wind- und Sonnenstrom zu verwandeln, wurde mit der Schließung der Zeche Prosper-Haniel in Bottrop Ende 2018 gerade verpasst. Sie war das letzte aktive Steinkohlebergwerk im Ruhrgebiet und sollte nach den Vorstellungen von Hermann-Josef Wagner, Inhaber des Lehrstuhls Energiesysteme und Energiewirtschaft der Ruhr-Universität Bochum, und André Niemann, Professor am Institut für Wasserbau und Wasserwirtschaft der Universität Duisburg-Essen, in das erste unterirdische Pumpspeicherwerk der Welt verwandelt werden. Dabei wird ein großer künstlicher See über Tage angelegt. Anstelle eines weiteren Sees liegt der untere Wasserspeicher dann tief unter der Erde. Das vorhandene System aus Stollen und Schächten plus Fördergerätschaften prädestiniert ausgemusterte Bergwerke für eine solche Umwandlung. Da die Schächte in Prosper-Haniel nach dem Einstellen des Betriebs nun allerdings nach und nach verfüllt werden, ist die Nutzung als gigantischer Speicher nicht mehr möglich. Das Interesse an dem Projekt reißt damit aber nicht ab, schließlich gibt es weltweit noch viele weitere geeignete Bergwerke. Insbesondere Wales und China zeigen reichlich Interesse an dem Konzept, so Wagner.

Vitale Sinnbilder des Strukturwandels

Ungenutzt sind die ehemaligen Bergbaustätten im Ruhrgebiet damit aber keinesfalls. Die aus dem Abraum der Kohlestollen aufgetürmten Halden haben sich im Ruhrgebiet längst als Freizeitoasen etabliert. Wanderer und Mountainbiker sind hier genauso anzutreffen wie Gleitschirmflieger. Kunstinstallationen und Aussichtstürme stehen neben Naturschutzgebieten und



Entwurf für das Pumpspeicherwerk mit 360 MW Leistung im ehemaligen Bergwerk Prosper-Haniel. Dort wird das Projekt nicht umgesetzt, aber andere Länder haben Interesse an der Idee bekundet

Windrädern. „Durch die Transformation der Abraam-Hügel zu Naherholungsgebieten und Landmarken stehen die Halden sinnbildlich für den vollzogenen Strukturwandel und seine beispiellose Umnutzung und Umfunktionierung ehemaliger Industriebrachen“, sagt Jan Pass von der Ruhr Tourismus GmbH. Das möchte man am Cottbusser Ostsee auch erreichen. Dort sind unter anderem die Uferarbeiten noch nicht abgeschlossen. Und auch die umliegenden Kommunen planen und bauen emsig, damit Häfen, Wasserskianlagen, Straßen und Radwege rechtzeitig fertig werden.

Das Ostufer mit seinen beiden Inseln bleibt aber frei von Bebauung und für Fauna und Flora reserviert: Dort sollen unter anderem Wasservögel wie Saat- und Blässgänse, Graureiher und Haubentaucher ein neues Zuhause finden. Aber auch das Gefiedertier muss sich noch in Geduld üben: Aktuell sind erst acht Prozent der gesamten Wassermenge im See. Dennoch: Der Kreislauf schließt sich. Was einst Naturidyll war, wird es im Idealfall in naher Zukunft wieder. Oder spendet auf nachhaltigere Art Energie.



DER AUTOR

Der Journalist und bekennende BVB-Fan **Denis Dilba** plant nach seinen Recherchen zum zweiten Leben von Industriebrachen, vor einem der nächsten Heimspiele in Dortmund eine Halde zu besuchen. Die Leipziger Seenlandschaft reizt ihn auch, muss aber noch warten: Auswärts zu RB Leipzig geht's erst im Mai 2020.

DEN KREIS VOLLENDEN

Ökologisch in Rente – was passiert mit ausgemusterten Batterien von Elektroautos oder auch stillgelegten Windrädern und Solaranlagen?

— von Kay Dohnke



Im Duesenfeld-Verfahren werden die Traktionsbatterien geschreddert (oben), nachdem die Mitarbeiter sie demontiert haben (rechts). Metalle wie Kobalt (links) werden chemisch herausgefiltert

E-MOBIL-BATTERIEN

Die Innovation rollt auf leisen Reifen daher: Die E-Mobilität nimmt weltweit zügig Fahrt auf. Global stehen alle Verkehrszeichen auf Grün – so erwartet beispielsweise der Automobilzulieferer Schaeffler, dass bis 2030 in 70 Prozent aller Neuwagen ein Elektromotor für den Antrieb sorgt. Sei es allein oder als Hybridkomponente. Millionen Fahrzeuge ziehen ihre Kraft dann aus Millionen großer Traktionsbatterien. Und da deren Lebensdauer auf acht Jahre veranschlagt wird, werden Millionen ausrangierter Lithium-Ionen-Akkus sinnvoll verwertet werden müssen. Selbst die Idee des „Second Life“ – Traktionsbatterien dienen dann noch etwa zehn Jahre lang als Speicher für regenerativ gewonnenen Strom und zur Netzstabilisierung – kann die Verschrottung der Akkus nur hinausschieben.

Rohstoffe sind knapp

Konstruktiv verwertet werden müssen die ausgedienten Lithium-Ionen-Akkus neben ökologischen auch aus wirtschaftlichen Gründen. Würden ihre Bestandteile nicht rückgewonnen, könnte der Rohstoffnachschub die weltweit erwartete immense Nachfrage nach Kobalt, Nickel und seltenen Erden nicht

decken. Bis 2020 werden aktuellen Schätzungen zufolge weltweit schon über 100.000 Tonnen ausgedienter Stromspeicher aus E-Mobilen anfallen. Und das wäre erst der Anfang. Darum entwickeln Forschungseinrichtungen und Hersteller schon jetzt effiziente Recyclingverfahren.

Tesla Europe lässt ausgediente Fahrakkus bei Umicore in Belgien in einem Ultra High Temperature Smelting (UHT) verwerten. Bei dieser Verbrennung des kompletten Akkus lösen sich Kobalt und Nickel; das Kobalt wird – zu Kobalt-Lithium-Oxid umgewandelt – wieder für Batterien verwendet. Die Schlacke mit Kalzium-Oxiden und Lithium findet in der Betonherstellung Verwendung.

CO₂-Fußabdruck senken

Neben diesem hoch energieaufwendigen Verfahren gibt es weitere Methoden: Beim hydrometallurgischen Verfahren der Duesenfeld GmbH wird die Batterie zunächst mechanisch zerkleinert. Die enthaltenen Metalle werden dann chemisch herausgelöst. So können Kupfer zu 100, Mangan zu 99, Kobalt zu fast 98, Nickel zu 99 und Lithium zu knapp 96 Prozent für künftige Nutzungen gerettet werden. Dieses

Verfahren spart gegenüber dem Verbrennen 40 Prozent des CO₂-Fußabdrucks der Batterie ein. Derzeit kann Duesenfeld pro Jahr 3.000 Tonnen Altbatterien so recyceln.

Bei der elektrohydraulischen Zerkleinerung (EHZ) des Fraunhofer-Instituts für Silicatforschung (ISC) wird mittels elektrischer Entladung eine Schockwelle durch ein Medium – es funktioniert mit normalem Wasser – geleitet. Dadurch werden die Materialgrenzen des Akkus spröde, die einzelnen Bestandteile lassen sich ohne nennenswerten Temperatureaufwand leicht separieren.

International gibt es viele Vorschriften, die ein Batterie-Recycling unumgänglich machen. Doch noch kann niemand einschätzen, welches Verfahren sich durchsetzen wird, und Batterien mit anderen Bestandteilen können wieder neue Techniken erfordern.

Brennstoffzelle?

Eine Lösung, die Traktionsbatterien und die Entsorgungskette nahezu überflüssig macht, ist die Brennstoffzelle. Sie sorgt für Strom ohne nennenswerte Umweltbelastung auch nach ihrem Ableben.





WINDENERGIE

In der Irischen See, in Europas größtem Onshore-Windpark Markbygden in Nordschweden oder auf den unzähligen Windfarmen, die weltweit aus dem Boden wachsen: Überall drehen sich riesige Rotoren, mahlen die Energie aus der Luft, pumpen Strom durch die stets hungrigen Übertragungsleitungen in die unersättlichen Metropolen und die Maschinenparks der Industrie. Global sind Hunderttausende Anlagen im

Einsatz, machen Kohlekraftwerke und Atommeiler überflüssig. Doch auch sauberer Strom produziert irgendwann Müll: Alterung auf der einen, Fortschritt und schwindende Wirtschaftlichkeit auf der anderen Seite führen dazu, dass immer mehr Anlagen ihr Betriebsende erreichen und ausgemustert werden.

Der Leistungs- und Renditedruck ist hoch: Wo immer möglich,

müssen kleinere Windräder im Rahmen des Repowering Platz machen für effizientere Großanlagen. Spätestens wenn die staatliche Förderung ausläuft, gilt der Weiterbetrieb von reparaturanfälligen Altanlagen als nicht mehr lukrativ. Die Dinger müssen also weg. Ihre Demontage ist technisch Routine und wird mit denselben Krangiganten vorgenommen wie schon der Aufbau. Unten auf dem Boden





Nach dem Abbau der Windkraftanlage (links) werden die Rotorblätter in transportable Stücke (Mitte) zersägt und später in weitere Einzelteile zerlegt (rechts)

sammeln sich vielfältig nutzbare Dinge: Die Generatorkanzel samt Technik, die Turmsegmente und das Fundament lassen sich problemlos zerlegen, schreddern und zu 98 Prozent wiederverwerten. Die überlangen Rotorblätter werden vor Ort in transportable Stücke geschnitten.

Problemkind Rotorblatt

Doch hier kommt die sekundäre Rohstoffkette ins Stocken: Für die Flügel ist in stofflicher Hinsicht noch keine Weiterverwertung gefunden worden. Ältere Rotorblätter – die überwiegende Menge der Alt-Flügel – bestehen aus kaum separierbaren Kompositmaterialien. Für die sortenreine Trennung von glasfaserverstärktem Kunststoff (GFK), Balsaholz, Harzen und Stahl gibt es derzeit noch kein funktionales Verfahren, bei dem sämtliche Materialfraktionen in wiederverwertbarer Form anfallen.

Rotorblätter werden nie wieder zu Rotorblättern, sondern in Spezialanlagen fein geschreddert und in den Brennöfen der Zementindustrie verfeuert. Die dort anfallende Asche wandert ins Zement-Rohmaterial.

Rotorblätter der neueren Generation mit Carbon-Anteilen enden nicht im Feuer, denn die Asche kohlefaserverstärkter Kunststoffe (CFK) verstopft die Filter der Verbrennungsanlagen und ist höchst gesundheitsschädlich. Mittels thermochemischer Spaltung wird die organische Verbindung der Faser vom thermisch resistenten Siliziumdioxid abgespalten und wieder in den Produktionskreislauf rückgeführt. Dieser teure Pyrolyseprozess rechnet sich aber nicht für die billige erste Rotorblattgeneration und wird auch nur in wenigen Ländern angewendet. Die hohen Recyclingkosten und fehlende Vorschriften führen beispielsweise in den USA und China dazu, dass ausgediente

Windkraftanlagen dort in der Regel auf der Mülldeponie landen.

225.000 Tonnen Müll

Schon bald wird sich das Recycling-Problem deutlich zeigen, und die Verbrennung hat ein schlechteres Image als die stoffliche Wiederverwertung. Im dänischen Forschungsprojekt Genvind rechnet man für 2020 mit gut 50.000 Tonnen Kunststoffabfall aus Altrotoren, bis 2035 dürften es jährlich 225.000 Tonnen sein. Dänemark engagiert sich besonders, schließlich stammten hier 2017 bereits 43,6 Prozent des Stroms aus der Windkraft. Hersteller wie Vestas und Siemens, das Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, die TU Brandenburg, die Universität Aalborg und die University of Nottingham: Sie alle suchen intensiv nach einer Lösung, damit die positiven Potenziale der Windkraft nicht mehr auf den letzten Metern zu Asche werden müssen.



Auch das Recycling von Fotovoltaik-Modulen beginnt mit Handarbeit. Nachdem die Mitarbeiter Rahmen und Glas demontiert haben, wandern die Fozellen in ein Säurebad. Das dabei herausgelöste Silizium (unten) kommt als Granulat wieder in den Produktionszyklus



FOTOVOLTAIK

Längst sind sie ein vertrauter Anblick. Ob in Dörfern, Städten oder Industrieparks: vielerorts glänzen Solar Kollektoren auf den Dächern von Häusern, Hallen und Produktionsanlagen. Fotovoltaik ist als regenerative Energiequelle in der Mitte der Gesellschaft angekommen und in vielen Ländern wie Deutschland bei Neubauten fast obligatorisch. Die solare Zukunft ist solare Gegenwart – und wird schnell Vergangenheit werden: Die erste Generation der Solarmodule erreicht nach 25 bis 30 Jahren das Ende ihrer Leistungsfähigkeit und wird ausgemustert. 2017 waren europaweit bereits vier Millionen Tonnen Module installiert, wovon 43.500 Tonnen als Sondermüll anfielen. 2050 werden es laut britischem Öko-Portal GreenMatch 60 Millionen Tonnen Müllaufkommen sein.

Die Kategorie „Müll“ passt hier aber nicht wirklich: Solarmodule haben ein Produktdesign, das ein umfassendes Recycling ermöglicht – mit Recycling-Quoten von bis zu 95 Prozent. Aus dem wiedergewonnenen Material mit einem Wert von 15 Milliarden US-Dollar lassen sich im Szenario für 2050 zwei Milliarden neue Solarmodule herstellen, hat GreenMatch berechnet.

Bis zu 100 Prozent Recycling

In Kooperation zwischen Herstellern, Forschern und Entsorgern wurden zwei Verfahren entwickelt, um leistungsschwache oder defekte Solarpanels in ihre Bestandteile zu zerlegen. Siliziumbasierte Solarzellen werden händisch zerlegt; ihr Glasanteil kann zu 95 Prozent, das Aluminium der Rahmen zu 100 Prozent weiterverwertet werden. Auf 500 Grad erhitzt, verdampfen Plastikbestandteile und dienen als Quelle für Prozesswärme. Die Zellmodule werden dann zerlegt und lassen sich zu 80 Prozent wiederverwenden. Das Silizium wird mit Säure herausgelöst und kann dann zu 85 Prozent erneut in den Herstellungsprozess für neue Solarpanels eingespeist werden.

Globale Regelungen fehlen

Anders verfährt man bei Dünnschicht-Modulen (Marktanteil etwa zehn Prozent): Diese werden zuerst geschreddert. Dann lassen sich die Bestandteile mechanisch, durch Aufschwimmen und durch Vibration separieren. Immerhin 95 Prozent des Halbleiter-Materials und 90 Prozent des Glases können rückgewonnen werden.

Trotz praxistauglicher Verfahren ist das Recycling für die Fotovoltaik global noch längst nicht gelöst – es mangelt an rückgeführten Modulen. Europaweit organisiert der Branchenverband PV Cycle Rücknahme und Wiederverwertung, doch in vielen Industrieländern wie

etwa den USA gibt es meist keinerlei Auflagen für die Entsorgung: Dort landen defekte oder ausgepowerte Solarpanels kurzerhand auf den Mülldeponien.



DER AUTOR

Seit der Nachhaltigkeitsjournalist **Kay Dohnke** Anfang der 1980er-Jahre die „Große Windenergieanlage“ Growian in Schleswig-Holstein sah, ist er von Windkraft fasziniert – und davon, dass auch deren Nutzungsende die ökologische Frage des Recyclings neu stellt.

DER LANGE WEG DER ZUKUNFT

Die Zukunft stammt von den Ufern des Euphrats, sie gelangte über das Forum Romanum und das alte Judäa ins christliche Abendland, ehe sich ihr Weg in sämtliche Ecken des Globus verzweigte. Auf diesem langen Weg wurde sie zu dem, was wir heute darunter verstehen: zum vom Menschen beeinflussten Lauf der Welt.

— von Jan Martin Ogiermann

— Im Altertum lebte jede Stadt mit ihrer eigenen Zukunft. Mesopotamische Weissager halfen, politische Entscheidungen zu treffen, indem sie die Lebern von Opfertieren untersuchten. Es kam regelmäßig vor, dass sie dieselben Fragen – klassischerweise die nach Krieg und Frieden – unterschiedlich oder unscharf beantworteten. In diesem Interpretationsspielraum fand auch die politische Auseinandersetzung zwischen den Bürgern Roms oder Athens statt. Was versprach ein Waffengang? Verhießen die Götter Sieg oder Niederlage?

Juden und Christen stellten sich vor, dass die eine Zukunft in den Händen des einen Gottes lag. Die Offenbarung des Johannes entfaltet ein Drama des erwarteten Untergangs, sie erzählt von Kämpfen zwischen Gut und Böse und vom Gericht. Die Zukunft hatte nun ein feststehendes Ziel: den nahenden letzten Tag. Dieser drohte der ganzen Welt und jedem Einzelnen. Jederzeit konnte er eintreten, auf seine Vorzeichen wurde aufmerksam geachtet. Politisch stellte sich die Frage, wer aufseiten Gottes und wer aufseiten des Antichristen stand. Papst und Kaiser führten darum einen Propagandakrieg.

Die Zukunft wird entmystifiziert

Im Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit gaben die Entdeckungsfahrten über den Ozean dem Blick auf Utopia neuen Reiz: Wenn europäische Seefahrer jenseits der Meere auf neue Welten stoßen konnten, warum sollten

dann nicht auch jenseits der Gegenwart neue Welten liegen? Die schnellen und massiven, zumeist desaströsen Veränderungen, die die Europäer in Übersee herbeiführten, demonstrierten ihnen die eigene Tatkraft. Wenn sich die unterworfenen Regionen umgestalten ließen, musste das nicht auch zu Hause möglich sein?

Das neue Weltbild formten nicht nur Eroberungen, sondern auch der Handel und in zunehmendem Maße die Wissenschaft, vor allem Astronomie und Physik. Die Einsicht, dass sich die Natur nach mathematisch formulierbaren Gesetzen verhielt, erlaubte viel genauere Voraussagen. Zum Beispiel zu den Planetenbewegungen. Die Körper am Himmel liefen gemäß einer präzisen Mechanik und ließen sich unmöglich länger als quasi göttliche Kräfte betrachten, die auf die irdische Sphäre wirkten. Die uralte Wissenschaft der Astrologie rutschte aus dem Bildungskanon ab in die Tiefe volkstümlichen Aberglaubens.

Gleichzeitig nahm die technische Entwicklung Fahrt auf. Viele Innovationen griffen ineinander: Mit dem Buchdruck verbreiteten sich neue Gedanken viel schneller; wer sie lesen wollte, fragte mit hoher Wahrscheinlichkeit eine Brille nach; die Linsenschleifer arbeiteten immer besser und ermöglichten die ersten Fernrohre; die neuen optischen Mittel befruchteten die Astronomie, aber auch die Schifffahrt; die Nachfrage nach innovativen nautischen Instrumenten deckten die großen Handelskompanien; deren Anteilsscheine wurden an Finanzmärkten gehandelt. Gerade die Börse erforderte eine neue Haltung zur



in bewegung

$$1+x+y+2a+21+\dots+56.45+a$$

$$\lim_{h \rightarrow 0} h > 0$$

$$\{x=f-2-y+n\dots\}$$

$$45-4a-3$$

AJK5545001J-JK

$$x=0 \quad xn$$

$$(1+x+y+2a)(3a+3g+x)$$

$$(1+x+y+2a)-$$

$$1+x+y+2a+21$$

$$+455$$

$$x=0 \quad xn \quad 5+x+k+2$$

AD-58457-DJ-JK

AJK5545001J-JK

01

» Wer in der Zukunft lesen will, der muss in der Vergangenheit blättern

André Malraux

Zukunft – wer Gewinn machen wollte, musste nüchtern kalkulieren und Risiken vermeiden.

Die Zukunft wird aufgeklärt

Immer mehr Denker in Europa stellten sich die Frage: Wenn die zukunfts-gestaltenden Gesetze der Natur greifbar sind, warum dann nicht auch jene in Gesellschaft und Geschichte? Wer sie erkannte, würde das menschliche Zusammenleben umgestalten können. Oder sich darauf verlassen, dass alles so kommen würde, wie es nun einmal kommen musste. Für viele Aufklärer war es offensichtlich, dass alles besser wurde. Sie rechneten mit einer Welt, die immer friedlicher, wohlhabender und gebildeter würde. Ein glückliches Leben für alle schien nur eine Frage der Zeit. Die Idee des Fortschritts war geboren.

Die Französische Revolution prägte sich auch deshalb als Zeitenwende ein, weil sie mit Bestimmtheit erwartet worden war – Hunderte utopische Schriften waren in den Jahrzehnten vor 1789 erschienen. Groß waren die Erwartungen an die Französische Revolution, die

Menschheit ins Licht zu führen. Doch der Glaube an eine rosige Zukunft und an die Vernunft, die vermeintlich in der Geschichte waltete, wurde bitter enttäuscht. Der Traum vom freien und brüderlichen Menschengeschlecht versank im Terror und im Krieg um Vorherrschaft.

Das focht jene nicht an, die lediglich einen Umweg des Fortschritts vermuteten, der über Konflikte zum Ziel gelangen würde. Dieser Vorstellung hingen die Vertreter des Sozialismus an. Die Befürworter des Liberalismus wiederum interessierten sich weniger für das Ziel des Fortschritts als für seine Unwiderstehlichkeit. Die mal reformerischen, mal vernagelten Konservativen hingegen wollten den Fortschritt bremsen. So unterschiedlich Sozialisten, Liberale und Konservative auch gen Zukunft blickten, den positiven Aspekten des Fortschritts – mehr Wissen, mehr Wohlstand, mehr Frieden, mehr Freiheit – verschloss sich kaum jemand grundsätzlich. Doch wer sollte all das verwirklichen? Monarchen, bürgerliche Regierungen oder die Arbeiterbewegung?

Die Zukunft wird zerbombt

Gegen Ende des 19. Jahrhunderts schwächelte der Fortschrittsglaube. Die Industrialisierung pflügte die gesellschaftliche Ordnung um. Die einen fürchteten, die anderen ersehnten die sozialistische Gesellschaft. Spannungen innerhalb der Bevölkerungen und zwischen den europäischen Mächten schienen vielen ein „Weiter so“ auszuschließen. Und doch marschierte der Fortschritt. Der große Knall kam 1914 zum Entsetzen eines Kontinents, der in den vorangegangenen Jahren mehr Wohlstand, Wissenszuwachs und Freiheit erlebt hatte als je zuvor.

Der Erste Weltkrieg schuf auf mittlere Sicht mehr Probleme, als er gelöst hatte. Nach der Entzauberung des technischen Fortschritts im „Maschinenkrieg“ öffneten sich in Deutschland, Russland und anderswo viele Menschen radikalen Antworten auf die Krise der Moderne. Diese kulminierte innerhalb des Zweiten Weltkriegs (1939–1945) ab 1941 im Deutsch-Sowjetischen Krieg und im Völkermord an den europäischen Juden. Der von Vernichtungsängsten getriebene und

menschenverachtende Nationalsozialismus versuchte darin, den vermeintlich jüdischen Sowjetkommunismus, der eine massenmörderische Modernisierung hinter sich hatte, präventiv zu vernichten. Apokalyptische Rechtsextremisten kämpften gegen fortschrittsbegeisterte Linksextremisten. Doch dieser Krieg hinterließ nicht nur über 60 Millionen Tote, sondern – wie viele Konflikte zuvor – auch große Fragen ungelöst, die Vision von der Zukunft blieb zwischen liberalem Westen und sozialistischem Osten umstritten.

Die Zukunft auf dem Weg ins Heute

In den 60er-Jahren wurde die Zukunft zum Forschungsgegenstand. Die Futurologie wollte objektiv-wissenschaftliche Aussagen darüber treffen, was in den nächsten Jahrzehnten eintreten würde. Optimistisch stimmten viele Experten in Ost und West die großen Sprünge in Raumfahrt, Datenverarbeitung und Atomtechnologie. Letztere inspirierte zutiefst zwiespältige Erwartungen: Das „freundliche Atom“ versprach billige und saubere Energie, die Wasserstoffbombe totale Zerstörung. Doch gerade die Gefahr allgemeiner Auslöschung förderte trotz der Spaltung der Menschheit in drei Welten das Bewusstsein, auf einem gemeinsamen Planeten zu leben.

Der große Krieg blieb aus. Ende der 80er-Jahre geriet die sozialistische Utopie und mit ihr der Eisernen Vorhang ins Wanken. Das Modell von Marktwirtschaft und Demokratie trug den Sieg davon. Die Erfahrung der radikalen Bewegungen und des ideologisch getriebenen Zweiten Weltkriegs hatte die Bereitschaft unterspült, für die eine „wahre“ Zukunft einzustehen. Eher wurden moderat verschiedene mögliche Zukünfte akzeptiert, die im demokratischen Meinungsstreit Platz fanden.

Die in den 70er-Jahren aufkeimende Angst, dass die Erde auf eine ökologische Katastrophe zusteure, erreichte immer weitere Gesellschaftskreise. Man fürchtet: Die Ressourcen des Planeten sind begrenzt; eine beliebig hohe Anzahl Menschen zu ernähren, würde ihn überfordern. Der Konsum, der „Wohlstand für alle“ brachte, droht nun Umweltprobleme zu verursachen, die viele Menschen hart treffen. Und auch das liberale Wohlstandsversprechen selbst hat Schaden genommen, da Arbeitslosigkeit und eine ungleiche Entwicklung von Kapital- und Arbeits-einkommen die Gesellschaften belasten.

Die Zukunft der Zukunft

Keine der vielen Stationen auf dem Weg der Zukunft ist vergangen. In Teilen Afrikas und Indiens wird die Leberschau praktiziert. Evangelikale Christen erwarten das Weltende. Studierte Bewohner westlicher

Großstädte konsultieren Sterndeuter. Doch am wichtigsten für uns ist, dass sich die Entwicklung von Wissenschaft und Technik beschleunigt. Manche Propheten behaupten: Sobald die künstliche Intelligenz beginne, sich selbst zu verbessern, würde diese zweite autonome Existenz auf Erden den Menschen und seine Welt von Grund auf verändern. Die großen Tech-Konzerne arbeiten längst an künstlicher Intelligenz und selbst an der Überwindung unserer Sterblichkeit. Was tun wir angesichts solcher Ambitionen? Mutter Zukunft hat viele Kinder. Aber welchem sollen wir vertrauen?



DER AUTOR

Jan Martin Ogiermann studierte Geschichte, Jüdische Studien und Holocaust Studies in Frankfurt, Jerusalem, Potsdam und Berlin. Heute arbeitet er als Lektor und

Ausstellungserklärer in Berlin und schreibt historische Sachbücher, wann immer er die Zeit dazu findet. Unlängst hatte er wieder Zeit: Sein Buch „Zukunft – eine Biografie“ ist im Brandstätter Verlag erschienen.

5G ERWINNT



Der neue Mobilfunkstandard 5G soll die Digitalisierung vorantreiben, indem er Industrieanlagen und autonome Fahrzeuge vernetzt. Damit markiert er den vorläufigen Höhepunkt einer rasanten Mobilfunk-Entwicklung.

Die 5. Mobilfunkgeneration (5G) punktet nicht nur mit hohen Datenraten (bis zu 20 Gbit/s), sondern vor allem durch **kurze Datenlaufzeiten (Latenzen) im einstelligen Millisekundenbereich**.

Diese ermöglichen im Zusammenspiel mit einer hochstabilen Netzanbindung **Echtzeit-Anwendungen**. Das macht das Netz attraktiv für mobile Nutzung (autonome Straßenfahrzeuge, ferngesteuerte Flugzeuge) und Präzisionsroboter. Auch Tele-OPs sind nur mit einer geringen Latenz möglich.

Geräte kommunizieren im Internet der Dinge mit cloudbasierten Systemen der künstlichen Intelligenz (KI). Da die anschließende Datenverarbeitung in der Cloud erfolgt, **kann jede Maschine „intelligent“ werden**, auch ohne eigenen Hochleistungsrechner.

Laut Weltbank werden Mobilfunkbetreiber bis Ende 2020 weltweit rund **480 Mrd. \$ in den 5G-Ausbau investieren**.

Für industrielle Anwendungen können Firmen eigene **lokale 5G-Netze** aufbauen. Auch kleine Betreiber und Start-ups sollen ermutigt werden, eigene Regionalnetze zu errichten, um 5G auch in ländliche Regionen zu bringen.

Android Auto und Apple CarPlay **verschmelzen Auto und Smartphone** miteinander.

Mit Datenraten bis 4 Gbit/s kann Mobilfunk **kabelloses Highspeed-Internet in abgelegene Gebiete** bringen.

Moneymaker: Mobilfunk (Technik/ Services) leistet 2018 einen Beitrag von 3,9 Milliarden \$ an der Weltwirtschaft (4,6 %).

Erstaunlich: Erst 2018 werden mehr 4G- als 2G-Verbindungen aufgebaut (43 % Marktanteil, 3,4 Mrd. Verbindungen). **Insgesamt 5,1 Mrd. Menschen hatten Ende 2018 einen Mobilfunkvertrag**.

Digitale Revolution: iPhone (ab 2007) und App-Store (2008) starten den **disruptiven Feldzug des Smartphones**. Ganze Branchen von Mobilität, Musik bis Tourismus müssen sich neu aufstellen.

Immer leistungsfähigere Telefone und Netze machen den Mobilfunksektor zum **Wachstumsmotor** – gerade in Entwicklungsländern. Laut Weltbankreport 2009 bringt dort ein zusätzliches Handy pro 100 Menschen ein zusätzliches Wirtschaftswachstum von 0,8 Prozent.

Permanenter Internetzugang mit dem Handy ermöglicht **ab 1999 mobile E-Mails**. Erstes mobile Gerät: Blackberry 850.

4G+

4G
seit 2009

5G
seit 2019



Der Breitbandstandard UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) macht das **Internet ab 2001 endgültig mobil**. Online-Banking startet durch, arbeiten unterwegs wird möglich.



Bewegtbild-Übertragung durch hohe Datenraten – **soziale Netzwerke boomen**.

in bewegung



Kleinere und **billigere Telefone**, **bessere Sprachqualität** und **sinkende Gesprächspreise** verhelfen dem Digitalfunk zum weltweiten Durchbruch.



Sand im Roaming-Getriebe: Europa, Asien und Afrika funken mit 900 und 1.800 MHz, Amerika mit 850 und 1.900 MHz. Nur mit einem Quadband-Handy kann man überall telefonieren.



1996 startet General Motors mit OnStar die **Car-to-X-Kommunikation**, u. a. für automatische Notrufe.



Eine US-Studie belegt 1999: Mit Ausbreitung des Mobilfunks **geht die Zahl der Gewaltverbrechen zurück**. Grund: bessere Notrufmöglichkeiten.

In den 40er- und 50er-Jahren entstehen in den USA und Europa **erste Analognetze**, Kennzeichen: hohe Geräte- und Minuten-Preise, koffergröße Empfänger und anfangs nur handvermittelte Gespräche.



Neue Art zu kommunizieren: 1993 wird die erste SMS (Short Message Service) versendet. Anfangs sind nur 160 Zeichen erlaubt.



Mobilfunk wird digital. Und weil Europa weltweit führend im 2G-Netzausbau ist, sind dort auch die damals **größten Handyhersteller ansässig**.

3G
seit 2002

2G
seit 1991

1G
1946–2000

**MOBILFUNK ALS BAUSTEIN
DES GROSSEN GANZEN**

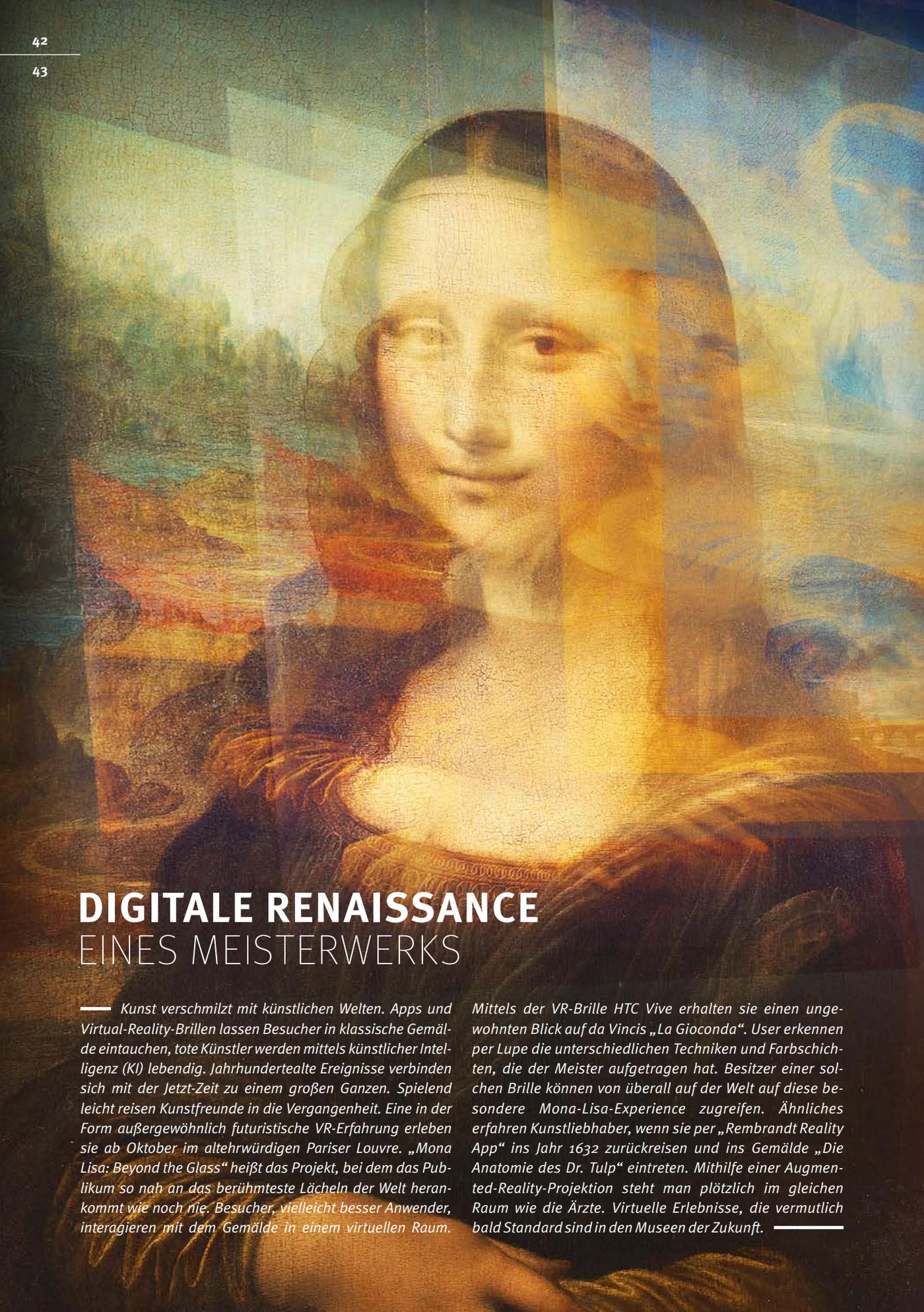
die Datenbrille einblenden lassen. Versuche im Hamburger Hafen zeigten: Erst die Quasi-Echtzeitübertragung per 5G verhindert die gefürchtete Simulatorkrankheit, die auftritt, wenn Auge und Gleichgewichtssinn ihre Sinesindrücke zeitversetzt erhalten. Bis 2022 sollen über 50 Milliarden Geräte im Internet der Dinge miteinander vernetzt sein. Eine Welt, in der Menschen nicht nur per Telefon im Zug telefonieren, sondern sogar die Züge selbst mobil gesteuert werden: Das hätte Erfinder Stubblefeld bestimmt gefallen.



DER AUTOR

Als IT-Journalist befasst sich **Dr. Lorenz Steinke** seit Jahrzehnten mit dem Mobilfunk. Sein erstes Handy war ein Nokia PT 11. Dessen legendäre Robustheit und unglaubliche

Akku-Kapazität wünscht er sich noch heute manchmal zurück. Mit seinen 236 Gramm war es damals sogar ein echtes Leichtgewicht.



DIGITALE RENAISSANCE EINES MEISTERWERKS

— Kunst verschmilzt mit künstlichen Welten. Apps und Virtual-Reality-Brillen lassen Besucher in klassische Gemälde eintauchen, tote Künstler werden mittels künstlicher Intelligenz (KI) lebendig. Jahrhundertalte Ereignisse verbinden sich mit der Jetzt-Zeit zu einem großen Ganzen. Spielend leicht reisen Kunstfreunde in die Vergangenheit. Eine in der Form außergewöhnlich futuristische VR-Erfahrung erleben sie ab Oktober im altherwürdigen Pariser Louvre. „Mona Lisa: Beyond the Glass“ heißt das Projekt, bei dem das Publikum so nah an das berühmteste Lächeln der Welt herankommt wie noch nie. Besucher, vielleicht besser Anwender, interagieren mit dem Gemälde in einem virtuellen Raum.

Mittels der VR-Brille HTC Vive erhalten sie einen ungewohnten Blick auf da Vincis „La Gioconda“. User erkennen per Lupe die unterschiedlichen Techniken und Farbschichten, die der Meister aufgetragen hat. Besitzer einer solchen Brille können von überall auf der Welt auf diese besondere Mona-Lisa-Experience zugreifen. Ähnliches erfahren Kunstliebhaber, wenn sie per „Rembrandt Reality App“ ins Jahr 1632 zurückreisen und ins Gemälde „Die Anatomie des Dr. Tulp“ eintreten. Mithilfe einer Augmented-Reality-Projektion steht man plötzlich im gleichen Raum wie die Ärzte. Virtuelle Erlebnisse, die vermutlich bald Standard sind in den Museen der Zukunft. —

jetzt-zeit

Leben mit dem Fortschritt

» Kunst gibt nicht das Sichtbare wieder,
sondern macht sichtbar Paul Klee

MEILENSTEINE DER KI IN DER KUNST

2017

VR-Reise ins Mittelalter: Mit der App „Historium VR“ begeben sich Kunstgeschichtler quasi live in düstere Zeiten der belgischen Stadt Brügge zurück.

2019

Dalís Antlitz: Eine KI in einem Museum in Florida lässt die Mimik eines Schauspielers mit dem Antlitz Salvador Dalís verschmelzen. Fast surrealer als Dalís Werke.

2004

Die Ampel hören: Der farbenblinde Cyborg-Künstler Neil Harbisson lässt sich eine Farbantenne in den Kopf einpflanzen, die die Wellenlänge des Lichts erkennt. Beim Ampel-Rot hört Harbisson die Note A.

2018

KI druckt Kunst: Ein französisches Künstlerkollektiv programmiert zwei Algorithmen, die ergänzend arbeiten. Der eine malt Bilder auf Basis bekannter Porträts, der andere korrigiert diese, sofern er die Arbeit einer Maschine dahinter vermutet. Was ersteren immer besser werden lässt. Das Bild des „Künstlerduos“ mit der Signatur „min G max D Ex[log(D(x))] + Ez[log(1-D(G(z)))]“ wurde bei Christie’s als erstes KI-Gemälde überhaupt für circa 380.000 Euro versteigert.

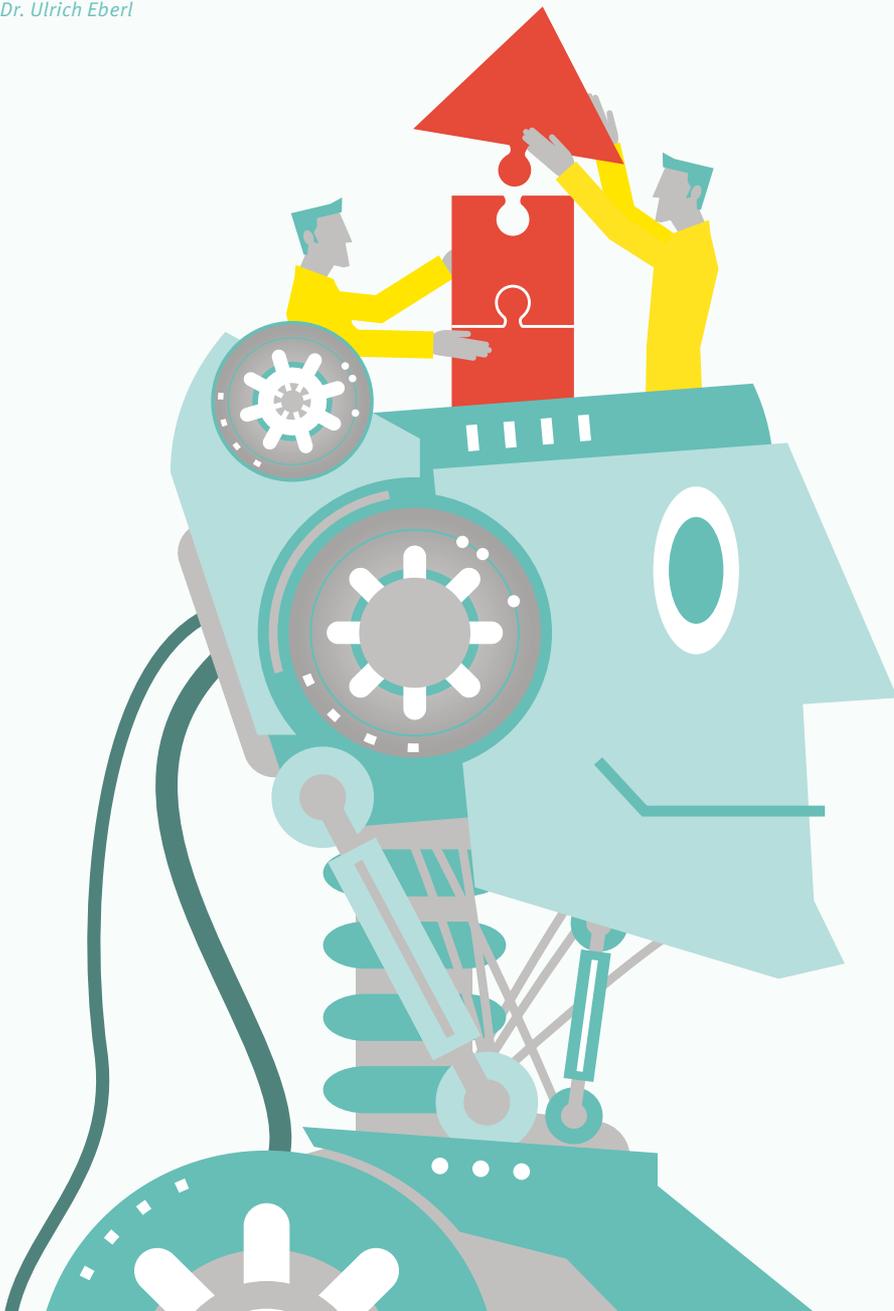
2019

Algorithmen im Atelier: Ai-Da – eine humanoide Robotergestalt der Firma Engineered Arts – malt, was sie mit ihren Kameraaugen scannt. Lohn: ihre erste Ausstellung in diesem Sommer.

IM DIALOG MIT SMARTEN MASCHINEN

Maschinen lernen rasend schnell sprechen, lesen und Bilder interpretieren. Künstliche Intelligenz scheint plötzlich allgegenwärtig – sie wird unsere Berufe und das Alltagsleben radikal verändern. Doch von einem echten Verständnis der Welt sind die Maschinen weit entfernt. Angst vor ihnen wäre fehl am Platz.

— von Dr. Ulrich Eberl



— Die Roboter werden immer frecher. Als die elegante Roboterdame Sophia auf einer Investorenkonferenz über künstliche Intelligenz (KI) gefragt wurde, ob sie wisse, dass sie ein Roboter sei, entgegnete sie dem Moderator schnippisch: „Sagen Sie mir doch, woher Sie wissen, dass Sie ein Mensch sind!“ Und als der kleine Roboterjunge iCub gegen eine menschliche Gegnerin im Videospiel verlor, stieß er wütend hervor: „Eines Tages werden wir Roboter die Macht übernehmen, und dann müsst ihr dafür bezahlen.“

Vermutlich blieb hier manchem Beobachter das Lachen im Halse stecken, zumal prominente Kritiker – wie der Tesla-Chef Elon Musk oder der verstorbene Astrophysiker Stephen Hawking – häufig vor einer Superintelligenz warnten. Doch wer nun Angst hat, dass Maschinen bald die Weltherrschaft erobern, den beruhigt vielleicht Ben Goertzel, Chefwissenschaftler von Hanson Robotics, wo Sophia entwickelt wurde. Die Roboterlady, sagt er, sei nur ein „Chatbot mit einem menschlichen Gesicht“. Sie kann Gesten und Mimik einsetzen und einfache Fragen beantworten, wobei sie auch auf Internet-Daten zurückgreift. Alles andere sind vorbereitete Dialoge wie bei einer Doku-Soap im Fernsehen.

Auch Roboter sollen ein Leben lang lernen

Ähnliches gilt für den iCub, wobei dessen emotionale Zustände kaum vorhersagbar sind, weil sie sowohl von Sensorsignalen abhängen als auch von der jeweiligen Situation. Dieser Roboter wächst in einem Forschungszentrum nahe Genua auf. Er kann laufen, greifen, sprechen und zuhören, spüren, wenn man ihn berührt, erröten und charmant lachen – und vor allem: Er lernt wie ein Kind durch Nachahmen von Menschen. Mehrere Lehrer bringen ihm bei, seine Spielsachen zu benutzen, den Tisch abzuräumen,

Klavier zu spielen oder mit Pfeil und Bogen ein Ziel zu treffen. Developmental Robotics nennt sich das junge KI-Forschungsfeld, in dem Roboter im Lauf ihres „Lebens“ immer mehr Fähigkeiten und Wissen hinzugewinnen.

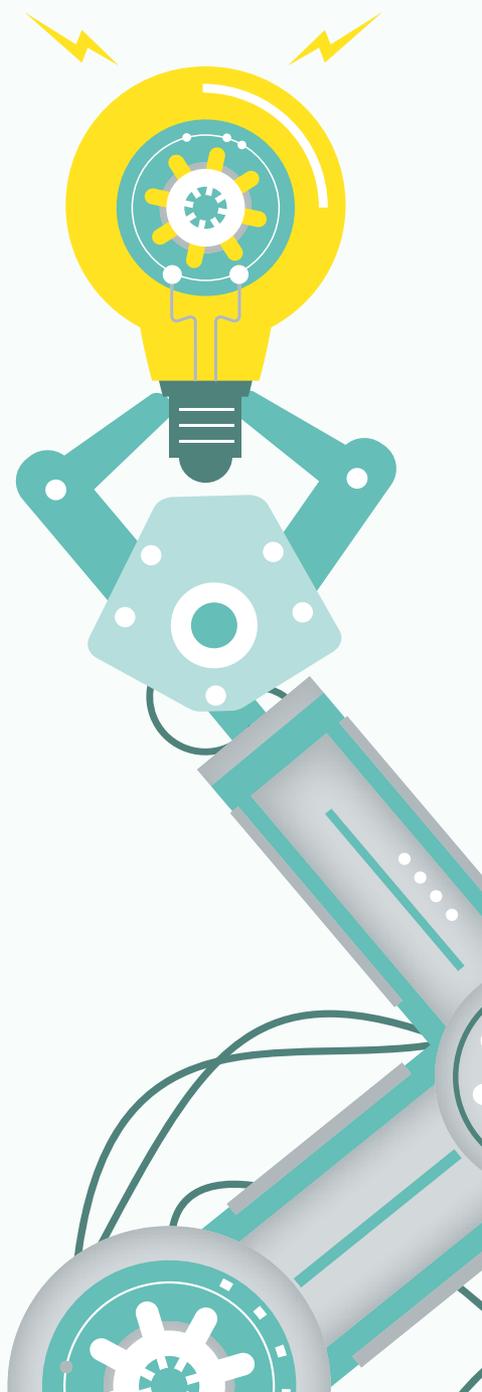
Doch von einem echten Verständnis der Welt sind sie weit entfernt. Kein Roboter und kein Chatbot hat bisher eine Chance, den Turing-Test zu bestehen. 1950 – vor fast 70 Jahren – startete der Mathematiker Alan Turing das KI-Zeitalter. „Können Maschinen denken?“, fragte er und schlug einen Test vor: Führt ein Mensch eine Unterhaltung mit einer Maschine, die er nicht sehen kann, und ist er sich danach unsicher, ob sein Gegenüber nicht doch ein Mensch ist, so hat die Maschine den Test bestanden.

1990 lobte der Soziologe Hugh Gene Loebner einen Preis für diejenige Software aus, die in einem 25 Minuten dauernden Wortwechsel den Turing-Test erfolgreich absolviert. Bisher musste das Preisgeld von 100.000 Dollar noch nie ausbezahlt werden. Zwar werden die Programme immer besser, aber manchmal weichen sie ungeschickt aus, verwenden Textbausteine mehrfach oder wissen auf einfache Alltagsfragen keine sinnvolle Antwort. Die Liste der digitalen Bewerber, die immerhin eine „Bronzemedaille“ erhielten, führt

derzeit die Chatbot-Lady Mitsuku an (www.pandorabots.com/mitsuku).

In sechs Jahren mehr Fortschritt als in sechs Jahrzehnten zuvor

Das alles heißt jedoch nicht, dass sprachgesteuerte KI-Assistenten nutzlos sind – im Gegenteil. So sorgte im Mai 2018 ein Anruf beim Friseur für Aufsehen. Der Anrufer

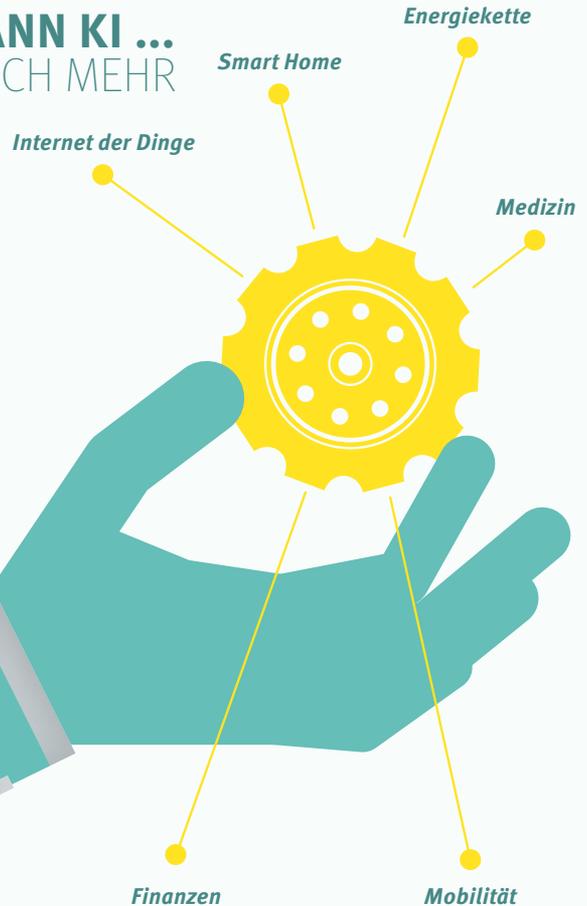


SCHAEFFLER GOES KI

Smartphones und soziale Medien haben die Kommunikation auf der ganzen Welt verändert. Nun wird das Internet der Dinge Fahrzeuge, Maschinen und Menschen vernetzen. Schaeffler ist auf dem Weg der digitalen Transformation.



DAS KANN KI ... UND NOCH MEHR



war eine Maschine, die exakt auf das einging, was ihr menschliches Gegenüber sagte und fragte. Sie machte Halbsätze, legte Pausen ein, murmelte „Mm-hmm“ – man hatte das Gefühl, sie würde nachdenken. Inzwischen wird diese Software namens Google Duplex von Smartphone-Nutzern in den USA im Alltag getestet. Bei klar definierten Aufgaben, etwa einer Reservierung im Restaurant, funktioniert das schon recht gut. Und weitere KI-Helfer stehen für lästige Routinetätigkeiten am Start. 2019 wurde etwa „Duplex for the Web“ vorgestellt: Hier übernimmt der Assistent das Ausfüllen typischer Formulare im Internet.

Wo KI derzeit boomt, ist eindeutig: Es geht um das Erkennen von Sprache, Bildern und Textinhalten und die Auswertung riesiger Datenmengen. Hier gab es in den letzten sechs Jahren mehr Fortschritte als in den 60 Jahren zuvor. Der Grund sind drei Trends, die sich gegenseitig verstärken: erstens die Leistungssteigerung der Hardware. Jedes Smartphone kann heute so schnell rechnen und so viele Daten speichern wie der weltgrößte Supercomputer Mitte der 1990er-Jahre. Zweitens die bessere Software: In Neuronalen Netzen sind – wie im Gehirn – viele Schichten künstlicher Nervenzellen (Neuronen) gekoppelt, um Daten zu verarbeiten. Dabei können die Stärken ihrer Verbindungen variieren, was die Netze lernfähig macht. Das Prinzip ist lange bekannt, doch gegenüber den Netzen der 90er-Jahre sind die heutigen millionenfach größer und in viel tieferen Schichten gestapelt – daher

die Bezeichnung Deep-Learning-Netze. Der dritte Faktor ist das Internet. Hier gibt es Milliarden von Texten, Bildern, Audio- und Video-Dateien, mit denen man KI-Systeme trainieren kann. Mit jeder Suchanfrage, mit jeder Spracheingabe, mit jedem Übersetzungswunsch lernen sie hinzu.

**200 Millionen
Textseiten in Sekunden
durchforsten**

Vielfach verwenden wir KI schon ganz selbstverständlich: das Entsperren des Smartphones per Gesichtserkennung, Sprachassistenten wie Siri und Alexa, automatische Textkorrekturen, personalisierte Werbung, Übersetzungsprogramme, Gesundheits-Apps. Auf Autobahnen fahren erste vollautomatische Fahrzeuge, und in Fabriken arbeiten Roboter Hand in Hand mit Menschen.

KI analysiert Daten von Zügen oder Turbinen für eine vorausschauende Wartung, in Kliniken und Banken beraten Computer Ärzte und Finanzexperten, und täglich kommen Anwendungen hinzu.

Immer öfter besiegen Maschinen dank KI menschliche Champions. 2011 gewann das IBM-System Watson gegen die Weltmeister im Quiz Jeopardy: Binnen Sekunden kombinierte es Hinweise auf 200 Millionen Textseiten zu passenden Lösungen. Dann ging es Schlag auf Schlag: Eine KI-Software machte bei der Erkennung von Verkehrszeichen nur halb so viele Fehler wie Menschen. Eine andere fand auf Millionen Fotos in 100 Minuten alle Hausnummern. Wieder andere diagnostizierten Lungenentzündungen und Hautkrebsarten präziser als erfahrene Ärzte. Unlängst bestand die Roboterfrau Xiaoyi in China die ärztliche Zulassungsprüfung: Besser als viele Studenten wusste sie, welche Symptome auf welche Krankheiten hindeuten und welche Behandlungen sinnvoll sind.

2016 gewann die Software AlphaGo gegen den weltbesten Spieler im Brettspiel Go. Ein Jahr später schlug AlphaGo Zero das Vorgängerprogramm mit 100:0. Es hatte einfach dadurch gelernt, dass es millionenfach gegen sich selbst spielte. Neue KI-Systeme bluffen beim Poker und beherrschen StarCraft II – was sehr schwierig ist, denn hier agieren alle Spieler gleichzeitig und niemand überblickt das ganze Spielfeld. Dennoch gilt nach wie vor: KI-Maschinen sind Spezialisten. Ein Computer, der im Schach oder Go gewinnt, beherrscht nur diese Spiele, nichts anderes: Er kann nicht Auto fahren oder den Rasen mähen. Auch ist es für Maschinen wesentlich schwieriger, beim Schach die Figuren zu setzen, als das Spiel zu gewinnen. Forscher brauchten beispielsweise zehn Jahre, bis sie Robotern beigebracht hatten, eine Haustür mit einem Schlüssel zu öffnen.

Neue Jobs durch KI

Maschinen haben zudem keinen „gesunden Menschenverstand“: Wenn ein Computer gelernt hat, Katzen zu erkennen, findet er überall Katzen, auch in Wolken oder dem Rauschen eines Bildschirms. Maschinen können zwar Emotionen aus Gesichtern und Stimmen lesen und sie können so tun, als ob sie Gefühle hätten, doch das sind nur Simulationen.

Sicherlich werden wir künftig smarte Maschinen so nutzen wie heute die Smartphones: selbsttätig fahrende Autos sowie digitale Assistenten und Roboter in Büros, Fabriken und im eigenen Heim. Intelligente Stromnetze, Smart Grids, brauchen wir für die Energiewende, und Smart Cities sollen unsere Städte sauberer, sicherer und lebenswerter machen. KI wird alle Berufe verändern – vom Landwirt, der Felder mit Drohnen überwacht, über

» **Was lernen wir daraus? Durch die Kombination von menschlichen und maschinellen Fähigkeiten können wir übermenschliche Ergebnisse liefern. Und das ist humanistische KI**

KI-Pionier Tom Gruber mit Verweis auf den KI-Einsatz in der medizinischen Diagnostik

den Lkw-Fahrer, der auf Autopilot schaltet, bis zum Chirurgen, der mit Roboterhilfe operiert.

Dennoch: Wenn ein Arzt den Computer beauftragt, Tausende Bilder auf Tumoren zu scannen, so nutzt er die Maschine als Assistenten, aber er wird dadurch nicht überflüssig. Eine Massenarbeitslosigkeit ist nicht zu befürchten, denn es wird auch viele neue Jobs geben, etwa Lehrer für Maschinen, KI-Forensiker oder Neural Art Designer. Wichtig ist vor allem, in Aus- und Weiterbildung das zu vermitteln, worüber keine Maschine verfügt: Flexibilität und Erfindungsreichtum, unkonventionelles, ganzheitliches Denken und Sozialkompetenz, also managen, motivieren, Konflikte lösen. Und dafür zu sorgen, dass KI sicher und zuverlässig funktioniert. Personen und Infrastrukturen zu schützen muss oberste Priorität haben. Die Maschinen dürfen nur beraten, wichtige Entscheidungen – ob in Kliniken, vor Gericht oder bei der Kreditvergabe – müssen auch in Zukunft Menschen treffen.



DER AUTOR

*Künstliche Intelligenz ist einer der Schwerpunkte von Autor **Dr. Ulrich Eberl**, der in den 90er-Jahren bei Daimler und bis 2015 bei Siemens für die Kommunikation von Zukunftstrends zuständig war. Über KI und Robotik veröffentlichte er das Buch „Smarte Maschinen“, für das er lange in Japan, den USA und Europa recherchiert hat. Sein Hausroboter Nao Bluestar begleitet ihn oft bei seinen Vorträgen.*

MITTEN INS HERTZ

Im Thriller „Blackout“ schildert Marc Elsberg den Zusammenbruch der Zivilisation innerhalb weniger Tage, ausgelöst durch den Ausfall der Stromnetze. Wie verwundbar ist unsere Gesellschaft tatsächlich durch einen Blackout?

— von Dr. Lorenz Steinke

SPEKTAKULÄRE BLACKOUTS

USA/Kanada

9. NOVEMBER 1965

Ein falsch eingestelltes Schutzrelais kappt eine Hauptversorgungsleitung in Ontario/Kanada. 30 Millionen im Nordosten Amerikas sind ohne Strom. Viele vermuten einen Atomkrieg.

USA

13. JULI 1977

Blitzeinschläge legen nachts die Stromversorgung in New York lahm. Plünderungen und Unruhen sind die Folge, die Polizei nimmt 3.800 Personen fest.

Italien

28. SEPTEMBER 2003

In der Schweiz fällt eine 380-Kilovolt-Leitung aus, die Italien mit Strom versorgt. Daraufhin kollabiert das italienische Stromnetz. 57 Millionen Menschen sitzen im Dunkeln.

— 50 respektive 60 Hertz-Schläge in der Sekunde – das ist die magische Frequenz, mit der weltweit Wechselstrom durch die Netze pulsiert. Schon ein Unterschreiten der Frequenz um ein Prozent durch zu geringe Einspeisung führt zu Problemen, und Großverbraucher werden zwangsweise abgeschaltet. Auch zu hohe Werte durch ein Überangebot an Strom sind gefährlich: Synchronmotoren und netzgetaktete Uhren laufen zu schnell, Kraftwerke, Windräder und Solaranlagen werden vom Netz genommen und Pumpspeicherwerke schieben gewaltige Wassermassen bergauf in Stauseen, um die überschüssige Energie zwischenzulagern. Die Stromnetze bedürfen ständiger Regelung, damit sie reibungslos funktionieren.

007-Cyberattacken

Im Roman „Blackout“ von 2012 bringen Hacker dieses sensible Gleichgewicht aus dem Lot. Sie manipulieren intelligente Stromzähler, die auch im realen Leben in immer mehr Ländern installiert werden, und lassen so die Stromversorgung zusammenbrechen. Reine Fiktion? Mitnichten, sagen auch Fachleute wie Linus Neumann vom Chaos Computer Club. Die intelligenten Zähler seien – wenn überhaupt – nur schwer gegen Angriffe zu schützen.

Weder Fiktion noch Spekulation, sondern Realität: Im Dezember 2016 dringen Hacker in die Systeme ukrainischer Energieversorger ein und legen das Stromnetz für Stunden lahm. Deren Schadprogramme schalten aber nicht einfach den Strom ab: Sie lassen Maschinen überhitzen, bringen Leitungen zum Schmelzen, deaktivieren 27 Umspannstationen im ganzen Land. Die Schadensbehebung dauert Monate. Dass solche Angriffe auch von fremden Staaten gesteuert werden, ist längst kein Geheimnis mehr. Cyberattacken im Staatsdienst. Allein die Androhung, Versorgungsnetze kollabieren lassen zu können, ist höchst effektives Säbelrasseln. „Das

ist die Kanonenboot-Diplomatie des 21. Jahrhunderts“, sagt Robert M. Chesney, Digitalrechtsexperte an der Universität von Texas, in der „New York Times“. Im Fokus der Angreifer stehen dabei nicht nur die Supermächte China, Russland und die USA, sondern auch Strom-Transitländer wie Deutschland.

Die Dezentralisierung der Versorgungsnetze durch die Energiewende spielt den Hackern in die Karten. Je mehr Mitspieler am Tisch sitzen, desto mehr IT-Schwachstellen gibt es, die für Angriffe genutzt werden können. Und da alles mit allem vernetzt ist, kann das schwächste Glied alles zum Zusammenbrechen bringen.

Verbundsystem ist Achillesferse

Es braucht aber nicht zwangsläufig kriminelle Energie, um die Netze lahmzulegen: 1989 überlastete ein Sonnensturm Überlandleitungen in der kanadischen Provinz Québec. Stromausfälle in Kalifornien 2003 und Griechenland 2004 sind möglicherweise auf Blindlasten von Klimaanlagen zurückzuführen, die ungenutzten Strom mehrmals in der Sekunde zwischen Erzeuger und Verbraucher hin- und herschieben. Lokale Probleme wachsen dann schnell an. Das zeigt das jüngste Beispiel in Südamerika. Binnen Minuten waren im Juni 2019 Uruguay, Argentinien sowie Teile von Brasilien und Chile ohne Strom – und damit fast 50 Millionen Menschen. Ursache: vermutlich ein Unwetter. Das große Ganze, das globale Zusammenspiel von Kraftwerken, Netzen und Verbrauchern, ist die Achillesferse jeder Energieversorgung.

Zusätzliches Problem im Roman wie in der Wirklichkeit: Ausgefallene Leitungen dürfen nicht zu schnell wieder angeschaltet werden. Es käme zu Überlasten, die Teile der Infrastruktur in einer Kaskade zerstören könnten. Alles schon passiert. Der wachsende Anteil regenerativer Energien macht das Wiedereinschalten nicht

Griechenland 12. JULI 2004

Nur wenige Wochen vor den Olympischen Spielen fällt für sieben Millionen Menschen um Athen herum der Strom aus. Grund: zu viele angeschaltete Klimaanlagen.

Schweiz 22. JUNI 2005

Ein Überlastschalter legt das gesamte Eisenbahnnetz in der Schweiz lahm. 200.000 Pendler sitzen bei hochsommerlichen Temperaturen drei Stunden lang in 1.500 Zügen fest.

Europa 4. NOVEMBER 2006

Durch einen Abschaltungsfehler einer Hochspannungsleitung über der Ems sind etwa 15 Millionen Menschen in Mittel-, West- und Südeuropa 1,5 Stunden ohne Strom.

DREI FRAGEN AN ...

... **Marc Elsberg, Autor des 2012 erschienenen Bestsellers „Blackout – Morgen ist es zu spät“.**

Für wie realistisch halten Sie Ihren Roman?

Dass der Roman sehr realistisch ist, habe ich inzwischen von vielen Seiten bestätigt bekommen. Eine Studie des Deutschen Bundestages kam zu denselben Schlüssen. Demnach wird nach etwa zwei Tagen eine nicht mehr beherrschbare Situation auftreten. Der Realitätsgehalt ist also

recht hoch, die Wahrscheinlichkeit aber nicht berechenbar, da Daten fehlen.

Wie wurden denn Ihre 2008 begonnenen Recherchen bei den Netzbetreibern und Energieversorgern aufgenommen?

Sehr positiv. Die waren glücklich, dass zum ersten Mal jemand hervorgehoben hat, wie wichtig sie für unser tägliches Leben sind. Dass Strom der Lebenssaft unserer Zivilisation ist.



Verstehen Sie Ihre Arbeit auch als Mahnung an die Verantwortlichen?

Bis zu einem gewissen Grad schon. Aber in erster Linie geht es mir um Unterhaltung, um kluge Unterhaltung.

einfacher. Zu unbeständig und von äußeren Faktoren wie Wind und Sonne abhängig sind die natürlichen Stromlieferanten. Kleinere Fotovoltaikanlagen gleichen ihre Frequenz permanent mit dem Stromnetz ab. Fehlt die Rückmeldung vom Versorger, schalten sie sich ab, damit keine Spannung auf den Leitungen zum E-Werk liegt, die Techniker bei Reparaturen gefährden könnte.

Krankenhäuser, Rettungsleitstellen oder Zivilschutzeinrichtungen haben für Katastrophenfälle Insellösungen in Form von Notstromaggregaten. Längere Ausfälle wären dennoch kaum zu überbrücken – schon deshalb, weil Dieseltreibstoff nach ein paar Tagen knapp werden würde – nur die allerwenigsten Tankstellen haben Generatoren für die elektrischen Pumpen ihrer Zapfanlagen.

Nach den Netzen kollabiert der Verkehr

Auch käme der Verkehr bald zum Erliegen. Zuerst würde der Luftverkehr eingestellt – eigentlich alles auf einem Flughafen hängt an der Stromversorgung. Auch

der Bahnverkehr stünde nach kurzer Zeit still. Selbst dieselbetriebene Züge stranden, weil moderne Weichen und Signale elektrisch gesteuert werden. Kaum besser sähe es auf den Straßen aus. Ampeln, Verkehrsleitsysteme oder Schranken in Parkhäusern benötigen Strom. Ebenso wie die wachsende Zahl an Elektroautos. Aber auch Verbrenner könnten nicht tanken, da keine Zapfsäule mehr arbeitet. Der Schiffsverkehr liefere noch einige Zeit, denn Ozeanriesen sind schwimmende Kraftwerke, die sich selbst mit Strom versorgen. Doch ohne Funkkontakt und Radar wird das Anlegen in engen Häfen zum Ritt auf der Rasierklinge. Apropos Funk: Auch die Netze für Mobiltelefone würden ausfallen, weil nur noch wenige Antennen über teure Netzersatzanlagen abgesichert sind. Auch Telefonanlagen und Vermittlungsstellen im Festnetz hängen am Stromnetz.

Ohne Strom kein Essen, kein Internet

Supermärkte müssten nach Ausfall ihrer Kühltechnik verdorbene Lebensmittel schon nach Stunden

SPEKTAKULÄRE BLACKOUTS

China
JAN./FEB. 2008

Vier Millionen Menschen in der chinesischen Stadt Xhenzhou müssen fast zwei Wochen ohne Strom auskommen. Winterstürme haben das Netz lahmgelegt.

Brasilien
10.–20. NOVEMBER 2009

Ein Defekt am Itaipú-Staudamm im Süden Brasiliens schaltet bei 87 Millionen Menschen den Strom ab – u. a. in den Metropolen Rio de Janeiro und São Paulo.

Indien
31. JULI 2012

Wegen Überlastung bricht das Stromnetz in 20 von 28 Provinzen in Indien zusammen. 600 Millionen Menschen haben keinen Strom – der größte Blackout der Geschichte.

+/- 0

Bis heute hält sich das Gerücht, der große Stromausfall im Nordosten Amerikas 1965 hätte zu einem **Babyboom in New York** geführt. Studien (u. a. von J. Richard Udry) beweisen: Es ist ein Mythos. Die Geburtenrate neun Monate nach dem Blackout lag im Bereich normaler Schwankungen.

entsorgen. Warenwirtschaft und digitale Bezahlsysteme an Kassenterminals blieben tot. Die Polizei müsste Einkaufszentren vor Plünderern schützen. Zivilschützer empfehlen deshalb, stets haltbare Nahrungsmittel und Trinkwasser für mindestens 14 Tage zu bevorraten. Sogenannte Prepper legen gar Jahresvorräte an.

Auch in den eigenen vier Wänden würde es bald ungemütlich. Nicht nur Herd, Kühlschrank, Telefon, Computer, Internet und Fernsehen fielen aus, auch die immer beliebtere Haustechnik mit elektrischen Rollläden, Lüftungsanlage oder Wärmepumpe bliebe tot. Selbst die Besitzer konventioneller Heizungen säßen bald in der Kälte, denn Öl- und Gasbrenner zünden ihre Flamme etwa sechsmal pro Stunde mit Haushaltsstrom.

Das Internet sollte einst robust genug sein, um einen Atomkrieg zu überstehen, ein globaler Stromausfall aber würde die meisten Rechenzentren stilllegen. Eine Ausnahme wäre Island, wo Rechner-Parks mit Geothermie und Wasserkraft arbeiten. Auch in der Industrie gäbe es vielerorts Probleme. Gerade einmal 17 Millisekunden

kann ein PC nach ATX-Standard ohne Strom auskommen, bevor er erste Daten verliert.

Was tun?

Kurzum: Ohne Strom geht auf unserem Planeten sprichwörtlich das Licht aus – und nicht nur das. Um Blackouts zu verhindern, bedarf es einiger Anstrengungen. Es braucht ausreichende Erzeugung- und Verteilungskapazitäten, belastbare Regelmechanismen, die eingreifen, wenn Stromangebot und -nachfrage divergieren, und eine IT, die gegen Eingriffe Dritter geschützt ist. Wenig beruhigend, wenn Experten insbesondere bei Letzterem erhebliche Defizite ausmachen: „Erschreckend zu sehen, dass die [IT] in einem so desolaten Zustand ist“, mahnte beispielsweise IT-Berater Tim Philipp Schäfers unlängst in der ZDF-Sendung „planet e“. Linus Neumann vom Chaos Computer Club regt an, dass Energieversorger für Schäden durch Manipulation haftbar gemacht werden können. Solch drohende Milliardenforderungen sollen zur bestmöglichen Absicherung der Systeme motivieren.

Egal ob Daten- oder Stromnetze der Versorger – mehr Sicherheit ist technisch umsetzbar. Dem Verbraucher muss jedoch auch klar sein: Dieses Mehr an Sicherheit gibt es nicht zum Nulltarif. Aber ein Stich mitten ins „Hertz“ in Form eines Blackouts dürfte deutlich teurer sein.



DER AUTOR

Mit der Sicherheit von Netzen musste sich **Dr. Lorenz Steinke** beruflich schon oft befassen. Deshalb vertraut er auf die Zuverlässigkeit redundanter Systeme. Und sorgt für seinen eigenen Strom: Gerade hat er eine Photovoltaikanlage auf seinem Dach installieren lassen. Für die Umwelt – und für die Zukunft der Kinder.

Bangladesch 10. NOVEMBER 2014

Die Hauptstromleitung aus Indien bricht mittags nach einem Defekt in Bangladesch zusammen. 156 Millionen Menschen sind zehn Stunden ohne Strom.

Pakistan 26. JANUAR 2015

Pakistanische Rebellen sprengen den Mast einer Hochvoltleitung. 80 Prozent des Landes kommen zum Stillstand, 140 Millionen Menschen sind betroffen.

Türkei 31. MÄRZ 2015

Mehrere Kraftwerke fallen aus, das türkische Stromnetz wird zur Sicherheit vom europäischen getrennt und kollabiert. 76 Millionen Menschen sind für neun Stunden ohne Strom.

ERDE GUT — **ALLES GUT?**



Der Erde geht es nicht gut, wir beuten sie aus, sägen damit buchstäblich den Ast ab, auf dem wir sitzen. Denn so, wie die Menschheit die Ressourcen der Erde ausplündert, benötigen wir eigentlich 1,75 Planeten – noch.

— von Carsten Paulun

BITTE AUFKLAPPEN ►

— Eigentlich war der 29. Juli 2019 nur ein fiktives Datum. Doch nahezu alle Nachrichtensender weltweit griffen die Meldung auf: Bis zum 29. Juli 2019 hat die Menschheit so viele Ressourcen der Erde verbraucht, wie unser Planet im ganzen Jahr erneuern kann. Besorgniserregend: Dieser Tag kommt immer früher. So fiel der sogenannte Earth Overshoot Day 1987 noch auf den 19. Dezember.

Sensibles Gebilde Erde

An allen Ecken droht das sensible Gebilde Erde auseinanderzubrechen: Das Eis der Polkappen schmilzt, der Meeresspiegel steigt, Hurrikane und andere Naturkatastrophen nehmen zu, deren Intensität wächst. Sie verursachen Armut und Hunger; gerade in den ärmeren Winkeln der Erde breiten

sich deshalb Konflikte aus. Krankheiten wie Ebola, Tuberkulose, Malaria und AIDS infizieren Millionen. In 17 Staaten wird das Wasser knapp, darunter Indien und Israel. Ursachen: der Mensch, der seinen Planeten plündert. Und der Klimawandel, der ebenfalls vom Menschen – da sind sich 97 Prozent aller Wissenschaftler einig – verursacht wird.

Deshalb müssen wir unser Verhalten ändern, mit innovativen Technologien die Ressourcen unseres Planeten schonen, von der nachhaltigen Energieerzeugung bis zu verantwortungsvollen Produktionsmethoden. Sie sind Teil eines umfassenden 17-Ziele-Programms, mit dem die Vereinten Nationen die Herausforderungen der Menschheit in den Griff bekommen wollen – und somit die Erde retten. Denn nur wenn es der Erde gut geht, geht es auch uns Menschen gut.

„ÖKOLOGISCHE UND SOZIALE VERANTWORTUNG ÜBERNEHMEN“



Drei Fragen an Thomas Fußhöller, Leiter Nachhaltigkeit, Umwelt, Arbeitsmedizin und -sicherheit bei Schaeffler

Wie wichtig ist Nachhaltigkeit für Schaeffler?

Das Thema Nachhaltigkeit

ist in der DNA von Schaeffler verankert. Wir haben Nachhaltigkeit in die vier Fokusfelder „Nachhaltiges Wirtschaften“, „Kunden und Produkte“, „Umwelt und Energie“ und „Mitarbeiter und Gesellschaft“ geclustert. Damit tragen wir aktiv zu den sogenannten 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen bei.

Warum hat Nachhaltigkeit bei Schaeffler so einen hohen Stellenwert?

Nachhaltiger Unternehmenserfolg bedeutet, ökologische und soziale Verantwortung zu übernehmen, in der Produktion, auf Produktebene und in der eigenen Lieferkette. Nachhaltigkeit

ist mittlerweile ein echter Wettbewerbsfaktor für Unternehmen. Die Produkte von Schaeffler unterstützen unsere Kunden dabei, ihre eigenen Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Das Thema ist auch für unsere Mitarbeiter von Bedeutung: Wer möchte schon für ein Unternehmen arbeiten, das es mit der gesellschaftlichen Verantwortung und mit dem Umweltschutz vor der eigenen Haustüre nicht so genau nimmt?

Wo muss Schaeffler jetzt besonders Gas geben?

Klimaneutralität können wir durch den Kauf von grünem Strom und von CO₂-Zertifikaten tatsächlich relativ schnell schaffen und gleichzeitig durch Energieeffizienzmaßnahmen unseren Verbrauch noch weiter senken. Darüber hinaus müssen wir unsere Lieferanten stärker in unsere Nachhaltigkeitsstrategie einbinden. Deshalb wollen wir bei ihnen bereits im kommenden Jahr Nachhaltigkeitsaudits durchführen. Zusätzlich müssen wir zeigen, wie groß der ökologische Fußabdruck unserer Produkte in der Nutzungsphase ist.

39% der Weltbevölkerung haben **keine Krankenversicherung**, in einkommensarmen Ländern mehr als 90%

2017 starben 5,4 Mio. Kinder unter 5 Jahren – die Hälfte davon in Afrika südlich der Sahara und weitere 30% in Südasien

Bildung befähigt Menschen, ihre politische, soziale, kulturelle, gesellschaftliche und wirtschaftliche Situation zu **verbessern**

781 Mio. Menschen sind Analphabeten – zwei Drittel davon Frauen

58 Mio. Kinder und 63 Mio. Jugendliche gehen nicht zur Schule, bei Kindern mit Behinderung sind es 90%

617 Mio. Kinder und Jugendliche (58% dieser Altersgruppe) können **nicht richtig lesen und rechnen**

Seit **2008** ist Zugang zu Wasser ein Menschenrecht

748 Mio. Menschen haben keinen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Deshalb sterben täglich 5.000 Kinder

2,5 Mrd. Menschen haben keinen Zugang zu einer sanitären Grundversorgung

Weniger als 3% des weltweiten Wassers sind **trinkbar**, der größte Teil davon ist in der Antarktis, der Arktis und den Gletschern gefroren

Ursachen von Armut sind u. a. Arbeitslosigkeit, soziale Ausgrenzung, Krankheiten, Naturkatastrophen, Klimawandel und Kriege

836 Mio. Menschen leben in extremer Armut (weniger als 1,90\$/Tag) – 11% der Weltbevölkerung

Sie haben **keinen Zugang** zu Bildung, Gesundheit, ausreichender Ernährung, frischem Wasser und sanitären Einrichtungen

Der Anteil extremer Armut beträgt in **ländlicher Umgebung 17%** – dreimal so viel wie in Städten

Ursachen von Hunger sind u. a. Arbeitslosigkeit, Armut, hohe Lebensmittelpreise, Naturkatastrophen, Klimawandel und Kriege

Hunger und Unterernährung bedeuten **weniger produktive und für Krankheiten anfällige Menschen**, die dann nicht in der Lage sind, ihren Lebensunterhalt zu verdienen

821 Mio. Menschen leiden an **Unterernährung**, 63% leben in Südasien und südlich der Sahara

Jährlich sind **267 Mrd. US-Dollar nötig**, um den **Welthunger bis 2030 zu beenden** – so viel, wie die Militärausgaben der europäischen NATO-Staaten betragen

GANZHEITLICHE LÖSUNGEN

Um die Herausforderungen der Weltgemeinschaft zu lösen, hat die Generalversammlung der Vereinten Nationen 2015 in der „Agenda 2030“ ihre „17 Ziele für eine nachhaltige Entwicklung“ formuliert.

nicht möglich. Vielmehr wirken sich einzelne Aspekte mittel- und unmittelbar auf andere Felder aus. Alles ist miteinander verwoben – kippt eine Lösung, droht das große Ganze auseinanderzubrechen.

Leitziel ist, weltweit menschenwürdiges Leben zu schaffen. Dabei stellt sich schnell heraus: Die isolierte Lösung einer einzelnen Herausforderung ist

Die 17 UN-Ziele sind nur zu erreichen, wenn diese ökonomischen, ökologischen und sozialen Entwicklungsaspekte gemeinschaftlich gelöst werden.

Mit **1,1 Grad** über dem Wert der vorindustriellen Zeit war das Jahr 2017 eines der drei wärmsten je verzeichneten Jahre

1 Grad Temperaturanstieg bedeutet **5% schlechtere Getreideerträge**

Der **Meeresspiegel** stieg zwischen 1901 und 2010 **um 19 cm**

Der **weltweite CO₂-Ausstoß** hat sich seit 1990 um fast 50% erhöht

Menschenwürdige Arbeit bedeutet ein faires Einkommen, Sicherheit am Arbeitsplatz und sozialen Schutz für Familien, gute Perspektiven für die persönliche Entwicklung und soziale Integration

Nachhaltige Wirtschaftsentwicklung bringt soziale, ökologische und wirtschaftliche Entwicklungsziele in Einklang

2016 arbeiteten weltweit **61%** aller Erwerbstätigen in der **Schattenwirtschaft**

Jugendliche sind dreimal häufiger arbeitslos als Erwachsene

GERECHTES ARBEITEN & WIRTSCHAFTEN

GLOBALE PARTNER-SCHAFTEN

INDUSTRIE & INFRASTRUKTUR

WENIGER UNGLEICHHEITEN

Marode Infrastruktur hemmt Industrialisierung und Innovation und fördert Armut

3,8 Mrd. Menschen haben **keinen Zugang zum Internet**, in den am wenigsten entwickelten Ländern bis zu 80% der Bevölkerung

Umweltfreundliche und **nachhaltige Industrien** schaffen **neue Arbeitsplätze**. Voraussetzung hierfür ist u. a. Bildung

HALBARE & REINE ENERGIE

Der Energiesektor ist der Hauptverursacher des Klimawandels und **macht rund 60% aller Treibhausgasemissionen** aus

1 Mrd. Menschen (13% der Weltbevölkerung) leben **ohne Strom**; 87% davon in ländlichen Gebieten

3 Mrd. Menschen (41% der Weltbevölkerung) kochen mit **unsauberen Brennstoffen** und/oder Kochvorrichtungen – in der Folge **sterben 4 Mio. Menschen** jährlich

Ungleichheit bedroht die langfristige soziale und wirtschaftliche Entwicklung, schadet der Armutsbekämpfung und **zerstört das Selbstwertgefühl** der Menschen. Dies führt zu Verbrechen, Krankheiten und Umweltschäden

Geringere Ungleichheit bedeutet eine bessere Teilhabe. Sie ist Voraussetzung, die **wirtschaftlichen, wissenschaftlichen und sozialen Potenziale** der Menschen zu nutzen

In armen Ländern **verhindert die Einkommensschere** die Überwindung von Armut. In Industrieländern bedroht zunehmende Ungleichheit den gesellschaftlichen Zusammenhalt und wirkt sich **negativ auf die wirtschaftliche Entwicklung** aus

Um die großen Herausforderungen der nachhaltigen Entwicklung zu meistern, müssen alle **zusammenarbeiten – Regierungen, Zivilgesellschaften, Wissenschaftler, Wirtschaft und der Privatsektor**

2017 betrug die gesamte öffentliche Netto-Entwicklungshilfe **146,6 Mrd. Dollar – 0,6 % weniger als 2016**

Die **Agrarhilfe für Entwicklungsländer** sank von fast 20 % der sektoral zuordenbaren Hilfe aller Geber Mitte der 1980er-Jahre auf 6 % im Jahr 2016

Wir leben über unsere ökologischen Verhältnisse. **Am 29. Juli 2019 hat die Menschheit bereits die Jahresressourcen der Erde aufgebraucht.** 1990 lag dieser Tag noch auf dem 7. Dezember

Wenn die Weltbevölkerung bis 2050 auf **9,6 Mrd. Menschen** wächst, wären drei Planeten Erde notwendig, um den gegenwärtigen Lebensstil aufrechtzuerhalten

Schätzungsweise ein Drittel aller produzierten **Lebensmittel – 1,3 Mrd. Tonnen** im Wert von rund 1 Billion US-Dollar – **verfaulen** jedes Jahr

NACHHALTIGE/R PRODUKTION & KONSUM

LEBEN UNTER WASSER

Ozeane absorbieren etwa 30 % des vom Menschen erzeugten CO₂ und dämpfen die Auswirkungen der Erderwärmung

Über 3 Mrd. Menschen leben von der Artenvielfalt der Meere und Küsten

Die **Meeresfischerei** beschäftigt direkt oder indirekt **über 200 Mio. Menschen**

Der **Säuregehalt in den Ozeanen** ist seit Beginn der industriellen Revolution um 26 % gestiegen

LEBEN AN LAND

80 % aller Tier- und Pflanzenarten leben in und 1,6 Mrd. Menschen von Wäldern, darunter 70 Mio. Ureinwohner

Durch Dürre und Wüstenbildung gehen **jährlich 12 Mio. Hektar Ackerland** verloren (23 Hektar pro Minute)

Von den bekannten Tierrassen sind 8 % ausgestorben und 22 % vom Aussterben bedroht

Über 80 % der menschlichen Ernährung stammt von Pflanzen

GESCHLECHTER-GLEICHHEIT

Frauen werden fast überall noch immer benachteiligt und ihrer Rechte beraubt. Die Mehrheit der Armen und der größte Teil aller Analphabeten sind weiblich

Mehr als ein Drittel aller Frauen sind **Opfer von körperlicher oder sexueller Gewalt**

Jedes dritte Mädchen im Alter von 15 bis 19 Jahren wird noch immer in 30 Ländern Afrikas und des Nahen Ostens **genitalverstümmelt**

Weltweit sind **Frauen nur 13 % der Landbesitzer**, der Frauenanteil in nationalen Parlamenten beträgt 23 %

Korruption, Bestechung, Diebstahl und Steuerhinterziehung kosten die Entwicklungsländer jährlich rund 1,26 Billionen US-Dollar

Zu den am stärksten von Korruption betroffenen Institutionen zählen **Justiz und Polizei**

Alle 5 Minuten wird irgendwo auf der Welt **ein Kind durch Gewalt getötet**

In **18 Ländern herrschen Konflikte**, 74 Mio. Menschen dort benötigen dringend humanitäre Hilfe

FRIEDEN & GERECHTIGKEIT

NACHHALTIGE STÄDTE

Städte nehmen nur 3% der Erdoberfläche ein, **verursachen jedoch 60–80% des Energieverbrauchs** und 75% der Kohlenstoffemissionen

2030 werden etwa 5 Mrd. Menschen in Städten leben – heute sind es 3,5 Mrd.

883 Mio. Menschen leben in städtischen Slums

25% der städtischen Abfälle werden nicht eingesammelt und fachgerecht entsorgt



EIN HOLISTISCHES BEISPIEL, WIE ALLES ZUSAMMENHÄNGT

Wie verwoben die UN-Ziele sind, zeigt ein Beispiel in Guatemala. 75 Prozent der Jugendlichen haben in dem mittelamerikanischen Land nach der Grundschule keine Chance auf einen weiteren Bildungsweg. Die Folgen sind Arbeitslosigkeit, Armut, Kriminalität und Gewalt. Um diese Spirale aufzubrechen, **investiert die internationale Entwicklungshilfe nun in 15 Modellschulen**. Hier lernen die Jugendlichen meist indigener Herkunft, eigene kleine, einkommenschaffende Projekte zu entwickeln. Dazu gehören beispielsweise die Zucht von Hühnern und Tilapiafischen, aber auch die Moped- und Fahrradreparatur. Die Jugendlichen **wenden das Erlernte in ihren Dörfern an, haben eine Perspektive – und sollen so der Armutsspirale entkommen**.



ALLEIN
 SIEGT HIER **KEINER**



Alles muss perfekt zusammenspielen. Erfolgreich funktioniert Motorsport nur so: Mensch und Technik in vollkommener Kombination. Das ist auch die Grundlage aller Siege und Titelgewinne des Formel-E-Teams Audi Sport ABT Schaeffler. Und der Schmierstoff dieser Erfolgsstory ist der Rennspirit, der die drei Partner verbindet.

— von Leopold Wieland



— „Bei uns ist jeder ein Professor.“ Scherzhaft und absolut exakt auf den Punkt bringt es Allan McNish (49), der Teamchef von Audi Sport ABT Schaeffler. Denn mehr als sonstwo im Motorsport gilt: Formel-E-Teams sind hochqualifizierte, extrem konzentriert operierende Eliteeinheiten.

Innovative Antriebe von Schaeffler und Audi

Das fängt bei Audi Sport ABT Schaeffler an bei der Entwicklung des Antriebs. Die wird rund zwei Jahre vor dem ersten Start der beiden Rennautos bei Schaeffler in enger Zusammenarbeit mit Audi begonnen. So haben

Schaeffler und Audi bereits im Herbst 2017 die Arbeit an dem Antrieb gestartet, mit dem sie ab November in der Formel-E-Saison 2019/2020 antreten. „Audi und wir prüften dafür zunächst verschiedene Konzepte für Motor und Getriebe und werteten die Ergebnisse mittels Simulation aus“, sagt Daniel Kohl (33), Leiter Technische Entwicklung Motorsport bei Schaeffler. War die technische Marschrichtung gemeinsam entschieden, begannen Konstruktion und Produktion.

Motor und Leistungselektronik kamen vom Schaeffler-Tochterunternehmen Compact Dynamics in Starnberg. Und mit seinen hauseigenen Fachabteilungen für innovative Werkstoffe, Kugellagerfertigung und elektrifizierte Antriebe am Stammsitz Herzogenaurach

beteiligte sich der Konzern an der Entwicklung des Getriebekonzeptes, Verzahnungsberechnung und -auslegung, Lagerentwicklung und -fertigung, ebenso im Bereich der Antriebswellen. „Bei allem haben wir uns inhaltlich und organisatorisch permanent mit Audi abgestimmt. Ob per Videokonferenz oder persönlich vor Ort, immer unbürokratisch und effizient“, erklärt Entwicklungsleiter Kohl. Und bei Bedarf wurden die Experten für Hochvolt-Speichersysteme aus den Schaeffler-Forschungsabteilungen an der Universität Karlsruhe zur Unterstützung hinzugezogen. Parallel dazu setzte Audi Motorsport in enger Abstimmung mit der Serienentwicklung von Audi erste Software-Lösungen für das neue Antriebssystem auf.

Akribische Testarbeit im Audi-Labor

Auf kurzen Wegen, in schnellen Schritten, den Technologietransfer zwischen Motorsport und Serie stets im Blick: So geht das Projekt auch im nächsten Schritt bei Audi weiter. Im Kompetenz-Center der Premium-Marke in Neuburg an der Donau werden die von Schaeffler gelieferten fertigen Antriebe und die von der Formel-E-Organisation bereitgestellten Einheits-Chassis erstmals zu kompletten Rennautos zusammengefügt. Wie zuletzt

Fertig zum Laden der Stromspeicher: zwei Mechaniker am Heck des Audi e-tron FE05, wo der E-Motor liegt



im Sommer 2019 beim neuen Modell Audi e-tron FE06 für die kommende Saison 2019/2020. „Neben den diversen Motor- und Antriebsprüfständen und der direkt neben unseren Entwicklungsgebäuden gelegenen Teststrecke ist unser Rennstrecken-Simulator von entscheidender Bedeutung“, sagt Dieter Gass. Der Audi-Motorsportchef ist Hausherr in Neuburg und hauptverantwortlich für das seit der Saison 2017/2018 von Audi als Werkseinsatz betriebene Formel-E-Team Audi Sport ABT Schaeffler.

Besonders in den letzten Monaten vor der neuen Rennsaison, aber auch regelmäßig zwischen den Rennen, „fahren“ die Stammpiloten Lucas di Grassi und Daniel Abt sowie Entwicklungsfahrer Nico Müller endlose Kilometer, ohne dass sich ein Rad dreht. Im Cockpit eines auf computergesteuerten hydraulischen „Beinen“ montierten Formel-E-Audi der jeweils aktuellsten Version wird simuliert: Fahr-, Strecken- und Wetterzustände sowie verschiedenste Rennszenarien – alles total realitätsnah. So ist ein Großteil der Abstimmungsarbeit virtuell bereits erledigt, wenn es gilt. Wenn die beiden Einsatzautos von Audi Sport ABT Schaeffler antreten zu den extrem eng getakteten Ein-Tages-Events der Formel E – in Weltmetropolen wie Hongkong, Berlin, Paris oder New York, auf eigens errichteten City-Rundkursen.

Zündender Pioniergeist von Abt

Die Transport- und Rennvorbereitung sowie die Renneinsätze selbst liegen in den bewährten Händen der dritten Team-Säule von Audi Sport ABT Schaeffler: ABT Sportsline. Das Familienunternehmen aus Kempten im Allgäu ist als Weltmarktführer für das Veredeln von Automobilen des Volkswagen-Konzerns und als seit über zwanzig Jahren erfolgreicher Tourenwagen-Rennstall ein lang

ALLE FÜR ZWEI



vertrauter Audi-Partner. Mehr noch: Firmenchef Hans-Jürgen Abt ist der Vater des Triumvirats ABT, Schaeffler und Audi Sport. Gleich zu Beginn der 2014 neu geschaffenen Formel E war Abt voller Pioniergeist in die erste internationale Serie für rein elektrische Rennwagen eingestiegen. Sie passte für ihn damals wie der Stecker in die Dose. Denn die Elektromobilität hatte er erst kurz zuvor zum dritten Standbein im Unternehmen ABT Sportsline gemacht.

„Wir sind von allen Seiten her eine absolut eingespielte und äußerst erfahrene Expertentruppe“, sagt ABT-Sportdirektor Thomas Biermaier. Zusammen mit Teamchef Allan McNish, Ex-Formel-1-Pilot und ehemaliger Sportwagen-Weltmeister, Projektleiter Tristan Summerscale und Teammanager Roger Köhler organisiert er die per Reglement an der Strecke auf maximal 20 Personen begrenzte Technikermannschaft. Jeder der Ingenieure und Mechaniker hat mehrere Funktionen. Unterstützt

SCHAEFFLER: SCHON 2020/2021 IM VISIER

Wie zeigt sich der Rennspirit bei Schaeffler?

Daniel Kohl: Neben entsprechender Berufserfahrung im Motorsport oder im Rahmen der universitären Ausbildung durch die Formula Student, einen seit mehr als zehn Jahren bestehenden internationalen Konstruktionswettbewerb für Studenten technischer Fachrichtungen, haben alle von uns ein ganz besonderes Faible für den Motorsport. Das zeigt sich in einem hohen Teamzusammenhalt und dem beständigen Willen der Abteilung, für dieses spannende Thema die sprichwörtliche Extrameile zu laufen.

Wie kamen Sie als Maschinenbau-Diplomingenieur zum E-Racing?

Daniel Kohl: Mein Einstieg kam 2012 über die Formula Student in Form eines Praktikums und einer Abschlussarbeit bei Audi im Bereich Langstreckensport. Bei den 24 Stunden von Le Mans wurden ab da auch



Daniel Kohl (li.), Leiter Technische Entwicklung Motorsport Schaeffler, mit Kollege Benedikt Locker und Formel-E-Pilot Daniel Abt (re.) am Versuchsträger Schaeffler 4ePerformance

Hybrid-Fahrzeuge zugelassen. Die brachten das Ganze auf ein völlig neues technologisches Level. Darüber fand ich den Zugang zu dieser Technologie und bekam ein Grundverständnis für die Begeisterung, die man im Motorsport haben und damit auch schaffen kann.

Was sind die nächsten Aufgaben von Schaeffler im Formel-E-Projekt Audi Sport ABT Schaeffler?

Daniel Kohl: Für uns als Entwickler ist seit August 2019 die Arbeit für die kommende Saison 2019/2020 so gut wie abgeschlossen. Unsere

neu entwickelten Komponenten sind weitgehend an Audi Motorsport übergeben. Von dort aus gehen sie zum Vorbereiten der Fahrzeuge für die Renneinsätze zu ABT. Wir konzentrieren uns seitdem auf die Entwicklungen für die übernächste Saison, haben also schon 2020/2021 im Visier. Wenn im aktuellen Test- und Rennbetrieb allerdings unplanmäßige Schäden, zum Beispiel durch Unfälle, auftreten und spezielle Ersatzteile gefertigt werden müssen, sind wir auch da sofort mit im Spiel. Und bei Bedarf auch an der Rennstrecke dabei.

**» Wie die Technik
musst du dich auch
als Fahrer immer
weiter verbessern,
dich in jedem Punkt
ständig hinterfragen
und optimieren**

Lucas di Grassi

werden sie fast rund um die Uhr von ihren Kollegen an den Audi-Prüfständen in Neuburg. Weil die 200 bis 250 kW (272 bis 340 PS) starken und bis zu 240 km/h schnellen Formel-E-Autos rennfertig und siegfähig zu machen eine Hightech-Arbeit der komplexesten Art ist. Vor allem dies: das Zusammenspiel des elektrischen Antriebs bestmöglich abzustimmen. Und: die zum einen aus der Batterie kommende, zum anderen durch Bremskraft zurückgewonnene Energie bis zum letzten Zentimeter der Renndistanz punktgenau zu managen. Das Streben nach Perfektion hört natürlich auch auf der mechanischen Seite nie auf bei Audi Sport ABT Schaeffler. Das geht so weit, bis auch der allerletzte Stein aus den Reifenprofilen eines zur Box gekommenen Rennautos gezupft ist.

**Sogar ein Rezept gegen
Stress und Ärger**

Der Rest dieser kollektiven Präzisionsarbeit sind schnellstmögliche Runden und bestmögliche



Rund um die Box von Audi Sport ABT Schaeffler: Mechaniker trainieren den Nasenwechsel, der im Rennen nach Crashes nötig werden kann (oben links). Schaltzentrale der Teamleitung und Technikverantwortlichen (unten links). Multifunktions-Lenkrad des Formel-E-Autos Audi e-tron FE05 (oben rechts)

Platzierungen. Zuständig dafür sind Lucas di Grassi und Daniel Abt am Lenkrad. Der Brasilianer aus São Paulo und der Deutsche aus Kempten sind das beständigste und erfolgreichste Formel-E-Gespann. Seit der ersten Saison der E-Rennserie, seit 2014/2015, sind sie Teamkollegen. Ihre Bilanz nach fünf Saisons und 58 Rennen: ein Fahrertitel (di Grassi 2016/2017), ein Teamtitel (2017/2018), zwölf Rennsiege, 40 Podiumsplätze, 14 schnellste Rennrunden, 1.101 Meisterschaftspunkte, in der Teamwertung am Ende immer unter den ersten drei. „Wie die Technik musst du dich auch als Fahrer immer weiter verbessern, dich in jedem Punkt ständig hinterfragen und optimieren“, betont Lucas di Grassi. Ein wichtiger Helfer dabei ist für ihn wie für Daniel Abt der Teamarzt von Audi Sport ABT Schaeffler: Dr. Vincenzo Tota. Der italienische Sportmediziner, für Audi Sport auch in der DTM im Renneinsatz, kümmert sich nämlich nicht nur sorgsam um jede Körperfaser. Dr. Tota vermittelt zudem eine im oft hitzigen Renngeschehen gerade für die Fahrer sehr hilfreiche Eigen-therapie für den Kopf: Stress- und Ärger-Management.

Keinem eingepflegt werden muss bei Audi Sport ABT Schaeffler der Rennspirit. Die Leidenschaft für Motorsport, das ist und bleibt der allen gemeinsame Schmierstoff. Den trägt jeder in diesem Team ganz tief in sich – und lebt ihn voll und ganz.



DER AUTOR

*Motorsport-Teamwork hat **Leopold Wieland** selbst gelebt. Vor 30 Jahren, als der heutige Redakteur der Kommunikationsagentur Speedpool bei Zakspeed einstieg. Für den damaligen deutschen Formel-1- und DTM-Rennstall hatte der Magister-Frischling die Presse-Abteilung neu zu organisieren. Extraprägend: die Leidenschaft jedes Einzelnen für Rennautos und Rennsport, die den Betrieb von Erich Zakowski auch in kritischen Phasen zusammenhielt und vorantrieb.*

WAS BRAIN-COMPUTER-INTERFACES (BCI) ERMÖGLICHEN KÖNN(T)EN



Tele-Robotik

Roboter werden ausführende Organe menschlicher Gedanken, um schwierige, gefährliche oder für uns unmögliche Aufgaben zu meistern (z. B. bei OPs und Rettungsmissionen oder in der Raumfahrt).



Telepathie

Wenn Gedanken zu Daten werden, können diese von Mensch zu Mensch übertragen werden. Das vereinfacht z. B. die Kommunikation mit hör- und sprachgeschädigten Menschen.



Cloud-Gedächtnis

„Habe ich vergessen“ – ein Satz, der dank BCI ausstirbt. BCIs ermöglichen es, sich direkt mit dem Internet zu verbinden und Gedanken in eine Cloud zu laden.



Körperliche Handicaps ausgleichen

BCIs können Störungen im Nervensystem des Menschen ausgleichen und so motorische Einschränkungen aufheben.





ausblick

Technik für morgen

MENSCH 2.0

— Wenn Hannes Sjöblad zur Arbeit geht, hält er kurz seine Hand in die Nähe der elektronischen Einlasskontrolle, und schon öffnet sich die Bürotür. Auch den Snack zwischendurch bezahlt der schwedische IT-Manager mit seiner Hand. Sjöblad hat sich einen Reiskorn-großen Chip in die Hand implantieren lassen, der mit Maschinen kommunizieren kann. Ein humaner Log-in ins Internet der Dinge. Sjöblad bezeichnet sich selbst als Biohacker und sieht ein Cyborg-Zeitalter des verbesserten Menschen (Human Augmentation) auf uns zukommen. Besorgniserregend? Nicht unbedingt. Schon heute sind Cyborgs unter uns: Taube, die dank Verlinkung mit Sensoren wieder hören können, oder Blinde, die sich mit einer Mini-Kamera vernetzen und sehend werden. Ein vielversprechender Forschungsbereich sind sogenannte Brain-Computer-Interfaces (BCI). Mit ihnen lassen sich Maschinen per Gedanken steuern. Bereits 2002 gelang es KI-Forscher Kevin Warwick nach einigem Training, mittels eines „Braingates“ (ein Mikrochip, der über 100 feine Elektroden mit den Nervenfasern im Unterarm verbunden ist) über WLAN und Internet einen Roboterarm zu kontrollieren. 2016 steuerte ein Proband einen Flugsimulator via BCI. Auch der umtriebige Tech-Milliardär Elon Musk will mit seinem Start-up Neuralink das menschliche Gehirn über ein Interface mit Maschinen vernetzen. Bei einer Präsentation im Sommer 2019 zeigte er, wie dafür hauchdünne Drähte in den Kopf implantiert werden. Aktuell bemüht er sich um die behördliche Zulassung der Technologie. Drive-by-wire-Systeme wie „Space Drive“ von Schaeffler sind dabei eine wichtige Brücke, um BCI-Impulse in reale Bewegungen umzusetzen. Aber auch in virtuelle Welten integriert sich der Mensch buchstäblich hautnah: Südkoreanische Forscher präsentierten unlängst einen Datenhandschuh, mit dem man imaginäre Dinge dank einer Heerschar winziger pneumatischer Aktoren haptisch erleben kann. Auch das ein Vorbote des Cyborg-Zeitalters.

» Ich wurde als Mensch geboren. Aber das war nur ein Versehen des Schicksals. Ich glaube, dies zu ändern steht in unserer Macht

KI-Forscher Kevin Warwick

„RICHTIGE LÖSUNG ZUR RICHTIGEN ZEIT“

Uwe Wagner, Leiter Forschung und Entwicklung bei Schaeffler, über Prognosen und Perspektiven hin zu einer modernen Mobilität.

— Interview: Stefan Pajung, Carsten Paulun

— **Die Rubrik, in der dieses Interview erscheint, heißt „ausblick“: Wie können Sie sich die Perspektiven einer modernen Mobilität im Jahr 2030 vorstellen?**

Um die Perspektiven der künftigen Mobilität beleuchten zu können, muss man zunächst die Anforderungen und die Möglichkeiten betrachten, die man in Zukunft haben wird. Prägende Themen werden auch 2030 noch Klima, Urbanisierung, aber auch zum Beispiel der steigende Bedarf an Transport von Gütern in die Städte sein. Wesentlich ist hierbei auch, dass wir nach wie vor ein hohes Maß an individuellem Mobilitätsbedarf sehen. Die wichtigsten Bausteine zur Bewältigung dieser Herausforderungen sind optimierte bzw. neue Antriebstechnologien, Automatisierung und neue städteplanerische Konzepte in Kombination mit verbesserten interurbanen Verbindungen. Perspektivisch ergeben sich damit Lösungen, die stark geprägt sein werden von elektrifizierten Antrieben und autonom fahrenden Fahrzeugen, die als Shared Mobility Services angeboten werden. Diese „Mover“ werden zum Teil die konventionellen Fahrzeuge ergänzen, zum Teil werden sie aber auch ersetzen.

Haben Sie konkrete Prognosen zur zukünftigen Mobilität für uns?

Für die Antriebstechnik sehen wir einen ganz starken Wechsel hin zur E-Mobilität, wobei wir dazu sowohl die Hybridisierung als auch die reinen Elektrofahrzeuge zählen. Mit unserem „30/40/30“-Szenario, also der Aufteilung auf 30 % E-Fahrzeuge, 40 % Hybride und 30 % Verbrenner im Jahr 2030, haben wir vor einigen Jahren noch ungläubige Blicke geerntet. Heute zeigt sich

immer mehr, dass das ein realistisches Szenario ist, einige gehen mittlerweile sogar noch aggressiver in Richtung elektrifizierter Szenarien. Wir halten „30/40/30“ global aber immer noch für eine gute Balance zwischen Herausforderungen in der Umsetzung und Wirksamkeit bei CO₂. Immerhin können wir in unseren Abschätzungen zeigen, dass wir damit unter bestimmten Randbedingungen die Klimaziele 2050 für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge erreichen können. Die zweite Prognose geht in Richtung Automatisierung. Wir sehen das im Vergleich zur Elektrifizierung ein bisschen verzögert, aber die Automatisierungslevel 4 und 5 werden kommen. Um das zu realisieren, wird man „echte“ Drive-by-wire-Technologien benötigen, also Lösungen, bei denen es keine mechanische Verbindung vom Lenkrad zu den Rädern mehr geben wird. Hier sehen wir große Marktchancen für die Technologie „Space Drive“, die wir in unserem Joint Venture Schaeffler Paravan Technologie GmbH & Co. KG anbieten und weiterentwickeln.

Schauen wir mal rund um den Globus: Schaeffler hat in 50 Ländern Standorte. Sehen Sie irgendwo ein Land, das als Musterschüler einer modernen Mobilität taugt?

Einen echten Musterschüler sehe ich nicht. Dazu sind die verschiedenen wirtschaftlich-ökologischen Interessenkonflikte in den Regionen einfach noch zu groß und noch nicht gelöst. Auf der einen Seite ist die notwendige Reduktion der CO₂-Emissionen mittlerweile weitestgehend akzeptiert, siehe z. B. das Pariser Klimaprotokoll, auf der anderen Seite aber sind die enormen Veränderungen, die



»» *Wir schauen nicht einfach nur in die Zukunft, sondern arbeiten bereits intensiv an moderner Mobilität*

Uwe Wagner,
Leiter Forschung und Entwicklung Automotive OEM
und Industrie bei Schaeffler

zur Erreichung dieser Ziele notwendig sind, einfach noch nicht akzeptiert, auch in Richtung gesellschaftlicher Konsequenzen. Was etwa China sehr gut macht, sind die Schaffung von Anreizen für Elektromobilität inklusive Aufbau der erforderlichen Infrastruktur oder politische Voraussetzungen für das automatisierte Fahren. Aber auch wir in Europa machen schon einiges richtig, z. B. in Sachen Zielsetzung und damit Schaffung eines Bewusstseins für notwendige CO₂-Reduzierungen.

Sind Vorgaben förderlich?

Solange die Vorgaben an den eigentlichen Zielen, also den effektiven und ganzheitlichen CO₂-Emissionen angelehnt sind, haben wir kein Problem damit. Sobald es technologische Vorgaben gibt, haben wir das sehr wohl. Wir brauchen Technologieoffenheit. Ganz einfach deshalb, weil es heute noch unmöglich ist, die „richtigen“ technologischen Lösungen zu kennen. Jede technologische Vorgabe reduziert die Suche nach innovativen Lösungen. Wir brauchen Antworten auf viele Fragen: Wie können wir die Energie für die Produktion von E-Autos reduzieren? Wie können wir den Einsatz kritischer Rohstoffe verringern? Wie können wir die nötigen Infrastrukturen aufbauen? Wir müssen in den nächsten zehn Jahren noch eine Menge Hausaufgaben machen. Infrastruktur, Verfügbarkeit, Preis – alles spielt in diese Thematik mit hinein.

Was würde denn helfen, diesen Prozess zu beschleunigen?

Wir müssen eine ganzheitliche technische Diskussion führen, d. h. wir müssen die Sektorkopplung – also die Verzahnung der verschiedenen Bereiche unserer Energiekette – in die Entwicklung von Mobilitätslösungen miteinbeziehen. Nur dann können wir Energieerzeugung, Energiebereitstellung bzw. Infrastruktur und Antriebstechnik ideal aufeinander abstimmen. Und dazu brauchen wir eine ganzheitliche, überparteiliche, zielorientierte und eben technologieoffene Diskussion. Außerdem wäre ein stärkerer internationaler Konsens wünschenswert. Denn sonst könnten gut gemeinte nationale Alleingänge mittelfristig unsere Wettbewerbsposition schwächen. Dieser internationale Konsens muss neutral, technikbasiert und ganzheitlich sein. Den haben wir so derzeit nicht.



» Solange Vorgaben allgemein gehalten sind und zum Beispiel CO₂-Ziele benennen, haben wir kein Problem damit. Sobald es technologische Vorgaben gibt, haben wir das sehr wohl. Wir brauchen Technologieoffenheit

Uwe Wagner

Wie sehen Sie die Rolle von Schaeffler dabei als globales Technologieunternehmen und Automobilzulieferer?

Wir versuchen natürlich, die Anforderungen an eine neue Mobilität zu verstehen und vorzuschauen und dann Lösungen zu erarbeiten, bevor sie explizit vom Markt gefordert werden. Zwei Beispiele: Wir haben schon lange Ideen im Bereich E-Mobilität entwickelt und dazu auch verschiedene Konzeptfahrzeuge aufgebaut. Auf der Basis dieser Vorarbeit konnten wir dann auch Projekte wie das Hybridmodul mit Drehmomentwandler im amerikanischen Markt oder Hochleistungsgetriebe für elektrische Achsen gewinnen. Wir beschäftigen uns auch schon lange mit Innovationen im Chassis-Bereich, um das automatisierte Fahren zu ermöglichen, und haben schon früh die Drive-by-wire-Technologie als zentralen Enabler dafür ausgemacht. Daher haben wir auch vor mittlerweile über einem Jahr das Joint Venture Schaeffler Paravan Technologie GmbH & Co. KG gegründet, um mit der „Space Drive“-Technologie genau an dieser Schlüsselstelle eine Lösung anbieten zu können. Wir bei Schaeffler verstehen uns als strategischer Partner der OEMs, der mit gutem Systemverständnis versucht, Zukünftiges zu antizipieren und die Lösungen zur richtigen Zeit anzubieten.

E-Mobile, elektrische Tretroller, zweispurige Pe-delecs wie der Bio-Hybrid, autonom fahrende Mover, Drohnen für die vertikale Mobilität: Passt das alles zusammen, sortiert sich das zu einer modernen Mobilität?

Ja, das wird es. So die kurze Antwort. Natürlich wird die eine oder andere Idee auch wieder aussortiert werden. Aber dazu gehört eben auch der Mut, dass man gewisse Dinge – neue Technologieplattformen – einfach mal ausprobiert und auf den Weg bringt. Diese Dynamik, diese



Die Drive-by-wire-Technologie ist Voraussetzung für autonomes Fahren

kritische Kraft, aus der sich dann das Aussortieren ergibt, brauchen wir, um dann genau die richtige Lösung zu bekommen.

Ist das Fahrzeugkonzept Schaeffler Mover ein Beispiel für diesen Mut, den Sie ansprechen?

Ja, ein sehr gutes Beispiel. Wir haben ein völlig neues Fahrzeugkonzept erstellt und komplett neue Technologien eingebaut. So haben wir den Antrieb in die Räder integriert und dazu noch Chassis-Funktionen wie Lenkung und auch Radaufhängung und Bremse. Dazu kommt das



2.417

Patente hat Schaeffler 2018 eingereicht und gehört damit zu den innovativsten deutschen Unternehmen.

7.991

Mitarbeiter beschäftigte Schaeffler Ende 2018 in **20 Forschungszentren** weltweit allein im Bereich Forschung und Entwicklung.

847

Millionen Euro investierte Schaeffler 2018 in **Forschung und Entwicklung**.

innovative Drive-by-wire im Mover als eine Basis für autonomes Fahren. Um dem Ganzen ein Gesicht zu geben und die Vision zu zeigen, haben wir ein komplettes Fahrzeug gebaut und auch die Use-Cases für Personen- und Warentransport mit den verschiedenen Aufsätzen gezeigt. Und das alles ohne die Absicht, in Zukunft bei Schaeffler ganze Fahrzeuge zu bauen. Der Schritt war mutig. Er hätte schiefgehen können, hat aber extrem positives Feedback erzeugt.

Welche Rolle wird die Digitalisierung spielen?

Zunächst muss man sagen: Digitalisierung ist ja kein Ziel an sich, sondern sie bereitet den Weg zu neuen, leistungsfähigeren Lösungen in vielen Bereichen. Und im Bereich der Produktentwicklung sind das zum einen neue Möglichkeiten im Entwicklungsprozess und zum anderen natürlich ganz neue Produktideen. So zielen wir z. B. durch die Verknüpfung von Versuchsdatenauswertung, Simulation und schnellerem Aufbau von Prototypen über additive manufacturing auf eine Verkürzung von Entwicklungszyklen ab. Oder wir setzen AI, also künstliche Intelligenz ein, um den Aufwand für Testing im Bereich der Festigkeitserprobung zu reduzieren. Was den Bereich der neuen Produktideen betrifft, so setzen wir AI für Echtzeitmodelle zur Auswertung von integrierten Sensorkonzepten ein. Oder wir haben digitale Zwillinge für industrielle Anwendungen entwickelt, bei denen wir unser Domain-Know-how bei Lagerungen in Form von klassischen Modellen kombinieren mit neuen datenbasierten Modellen, um so schnelle Auswertungen und darauf basierende Services wie Condition Monitoring mit prädiktiver Instandhaltung zu realisieren.

Ist es schwierig, Digitalisierung in einem Haus zu etablieren, das traditionell eher für exzellente mechanische Bauteile bekannt ist?

Nein, weil uns dabei zugutekommt, was uns schon immer ausgezeichnet hat: Wir haben schon immer über unsere

VR-Technologien beschleunigen den Konstruktionsprozess von Bauteilen



Komponenten-Welt hinausgeblickt und unsere Produkte aus dem Systemverständnis heraus entwickelt. Wir wollen verstehen, in welches übergeordnete System unsere Komponenten, Module und Sub-Systeme integriert werden. Und dann sehen wir, dass sich eine gewaltige Dynamik ergeben kann, wenn man das neue Know-how in den Bereichen Data Science und Data Engineering mit dieser klassischen Systemkompetenz kombiniert. Sicherlich sind Produktideen, die sich komplett im digitalen Bereich abspielen, noch neu für uns. Heute und auch in absehbarer Zukunft werden wir unsere Produkte noch anfassen können. Aber wir arbeiten auch an datenbasierten Services und somit an ganz neuen Geschäftsmodellen und Kunden-Lieferanten-Beziehungen. Das ist noch ein neuer Bereich für uns, aber dafür haben wir vor gut einem Jahr eine eigene Geschäftseinheit Industrie 4.0 geschaffen – da werden wir uns hineinentwickeln.

Welche Aspekte kommen in den aktuellen Diskussionen um zukünftige Mobilität, Nachhaltigkeit und Energiekette zu kurz?

Die Brennstoffzelle. Und zwar aus verschiedensten Gründen. Das beginnt schon bei der Energieerzeugung. Wenn Sie regenerative Energie erzeugen, können Sie die nur dann ins Netz einspeisen, wenn sie direkt gebraucht wird. Zur effizienten Nutzung müssen Sie aber die Grundlastfähigkeit solcher regenerativen Energieerzeuger erhöhen. Dazu wird an stationären Batteriesystemen gearbeitet. Wenn Sie aber über längere Speicherzeiträume nachdenken oder gar über den Transport der Energie über weite Strecken, auf denen keine elektrischen Trassen verfügbar sind, dann sind Sie sehr schnell bei Wasserstoff oder bei der weiteren Verarbeitung zu synthetischen Kraftstoffen. Und dann spielt die Brennstoffzelle eine wichtige Rolle. Ein Aspekt ist dabei auch, dass bei großen Fahrzeugen, also Lkw oder Bussen, aber durchaus auch bei Schienenfahrzeugen, die Einsatzfähigkeit von Batterien durch das hohe Gewicht an ihre Grenzen kommt. Diese Betrachtungen machen Wasserstoff sehr attraktiv. Und das wird zumindest bei uns in Deutschland noch unterschätzt. Die Länder, in denen diese Entwicklung momentan ganz stark betrieben wird, sind Korea, Japan und China. Und das sind erstaunlicherweise auch die Länder, die bei der Batterietechnik ganz vorne dabei sind.

Sehen Sie im Bereich Batteriesysteme denn große Fortschritte kommen?

Zunächst ist zu erwarten, dass sich durch die Skalierung tatsächlich die Preise reduzieren werden. Und dann arbeitet man intensiv an der Erhöhung der Leistungsdichte. Technisch sind heute ca. 250 Wh/kg möglich, aktuelle Forschungen zielen auf Werte bis zum Doppelten ab, z. B. bei Lithium-Schwefel Batterien. Und auch an dem Einsatz von kritischen Rohstoffen wird intensiv gearbeitet. So wird versucht, den Anteil von Kobalt an der Kathode zu reduzieren. Das wird sicherlich nur bis zu einem

» Wir haben schon immer über unsere Komponenten-Welt hinausgeblickt

Uwe Wagner



gewissen Grenzwert möglich sein, daher entwickelt man auch an alternativen Elektrodenmaterialien aus organischen Substanzen. Auch Lithium ist als kritischer Rohstoff zu sehen, weshalb intensiv an post-Lithium-Technologien geforscht wird. Man muss aber bedenken, dass es von der Blei-Säure-Batterie bis zum heutigen Stand der Lithium-Ionen-Batterie 20 Jahre gedauert hat. Schnelle Durchbrüche und Quantensprünge sind also eher nicht zu erwarten. Daher wird auch das Recycling der Batterien in Zukunft eine höhere Bedeutung einnehmen.

Die letzte Frage bezieht sich auf die Pariser Klimaschutzziele: Welcher Sektor kann am ehesten zur Erreichung beitragen?

Ganz eindeutig der Energiesektor. Wenn dieser das Sustainable Scenario des World Energy Outlook 2018 (Zusammenstellung globaler Energietrends, Anm. der Red.) nicht erreicht, dann kann auch der Mobilitätssektor seine Ziele nicht erreichen. Wir haben dazu verschiedene Szenarien durchgerechnet. Unser 30/40/30-Szenario kann auf Basis eines „sustainable“ Energieerzeugungsszenarios die CO₂-Ziele im Jahr 2050 erreichen. Nach dem Szenario der „current policy“, also der aktuell global geplanten Energieerzeugung, verfehlen wir dieses Ziel um mehr als das Doppelte. Selbst Szenarien mit noch aggressiveren Anteilen an E-Fahrzeugen machen hier nur einen marginalen Unterschied bis 2050. Bis 2030 können sie sogar wegen der hohen Energiebedarfe für die Herstellung von

Batterien kontraproduktiv sein. Wir bei Schaeffler arbeiten an verschiedenen Lösungen entlang der kompletten Energiekette, von hocheffizienten Lagerlösungen für verschiedene Antriebe über ein komplettes Portfolio von Antriebstechnologien im Bereich E-Mobilität bis zu Condition-Monitoring-Systemen zur Erhöhung der Verfügbarkeit von Windanlagen oder stationären Speichersystemen für die Grundlastfähigkeit von regenerativen Kraftwerken. Und auch in der Luftfahrt ist unser Bereich Aerospace mit innovativen Lösungen am Start. Nur wer die Zusammenhänge entlang der Energiekette versteht, kann nachhaltige und effiziente Produkte entwickeln und somit zur Erreichung der Pariser Klimaschutzziele beitragen. Wir sind dazu breit und gut aufgestellt.

ZUR PERSON

Uwe Wagner (geb. 1964) ist aktuell Leiter Forschung und Entwicklung Automotive OEM und Industrie. Mit Wirkung zum 1. Januar 2020 wird er Mitglied des Vorstands der Schaeffler AG. Wagner wird als Vorstand Technologie Nachfolger von Prof. Peter Gutzmer, der in den Ruhestand geht.

DIE VERWOBENE WELT DES DOUGLAS ADAMS

Jimi Hendrix und Charles Darwin, Grönland und PowerBooks: Der britische Autor schrieb nicht nur „Per Anhalter durch die Galaxis“, er verknüpfte auch scheinbar Unvereinbares. Wie kein anderer spielt er auf der Klaviatur des großen Ganzen.

— von Wiebke Brauer

— Das Bemerkenswerteste an Douglas Adams' Büchern ist vielleicht, dass ein jeder die dort gezeichneten Gedankenbilder anders interpretiert, seine Werke die Menschen aber zugleich einen. Das liegt vor allem an der holistischen Klammer, die Adams' Welten auf Umlaufbahn hält: sein Humor. Eine britische Bissigkeit, mit der er sich über Technologiegläubigkeit und Ideologien generell amüsierte, über sehr irdische Absurditäten und Ängste. Ein anderer Grund ist seine Fähigkeit, mannigfache Themenbereiche miteinander zu verweben: Robotik und Gefühle, Evolution und Digitalisierung, Lyrik und Außerirdische. Douglas Adams – der Strickmeister des Welträtsels.

Der mit Adams befreundete Schriftsteller Stephen Fry schrieb über ihn: „Wir haben nie so recht gewusst, wie widersprüchlich und verrückt das Universum oder wie grotesk und schwachsinnig die Menschheit sein kann, bis Douglas es uns auf seine einzigartig freundliche, paradoxe und ungezwungene Art erklärt hat, die seine Größe ausmacht.“

Und was man gleich an dieser Stelle auch zugeben sollte: Adams' Werk ist nicht das, was man unter hoher Literatur versteht, seine Witze sind oftmals albern. So hinterließ er zwar eine eingeschworene Fangemeinde – aber eben auch eine genauso große Anzahl von Leuten, die mit seinen Werken wie „Per Anhalter durch die

Galaxis“, einer Romanreihe über die interstellaren Abenteuer des britischen Durchschnittsbürgers Arthur Dent, partout nichts anfangen können. Und dennoch: Um Douglas Adams zu verstehen, sollte man sich sein gesamtes Werk und seine Ansichten über das Leben, das Universum und den ganzen Rest anschauen.

Rockender Softwarezoologiedesigner

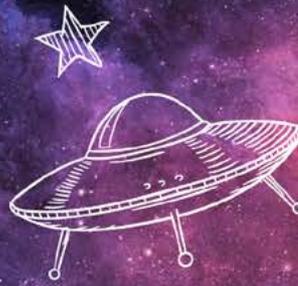
Beginnen könnte man mit der Tatsache, dass Douglas Noël Adams alles andere als ein entrückter Science-Fiction-Autor war. Auf die Frage, welche Traumkarriere er sich noch hätte vorstellen können, sagte er einmal weitgreifend: „Zoologe, Rockmusiker, Systemssoftware-Designer.“ Und das umreißt den kunterbunten Kosmos des 1952 in Cambridge geborenen Adams ziemlich gut. Als Schüler interessierte er sich brennend für Naturwissenschaften, später studierte er englische Literatur am St John's College. Dort erhielt er eine Auszeichnung für ein Essay, das sich mit der religiösen Poesie in den Texten des britischen Dichters William Blake und der Beatles beschäftigte. Man sieht, bereits 1971 war seine Art zu denken alles andere als linear.

Während seiner Studienzeit schloss sich Adams verschiedenen Comedy-Gruppen an, lernte die Gründer von Monty Python kennen und arbeitete nach



1 WORT

genügte Hobby-Gitarrist Adams, um Jimi Hendrix und Charles Darwin in einem Atemzug zu nennen: Rückkopplung. Jimi Hendrix erschuf, so Adams in seiner Radioserie „The Hitchhiker’s Guide to the Future“ im BBC Radio 4, durch die Verzerrung der amerikanischen Nationalhymne etwas Neues. Darwin stellte fest, dass die Evolution nichts anderes sei als Reaktionen auf Bestehendes. Also eine Rückkopplung des Lebens. Auf die Idee muss man erst mal kommen.



der Universität auch für sie. Nur leben konnte er davon nicht. Mitte der 70er wollte er seine angestrebte Schriftstellerkarriere aufgeben und nahm eine Reihe bizarrer Jobs an – darunter als Bodyguard der Herrscherfamilie von Katar. Erst 1977 gelang ihm der Durchbruch. Mit der BBC schloss er einen Vertrag über die Ausstrahlung einer Science-Fiction-Radiosendung ab – sie trug den Namen „The Hitchhiker’s Guide to the Galaxy“. Aus der Serie wurde ein Roman, dann fünf, dann Kult. In 35 Sprachen wurde die Reihe übersetzt und verkaufte sich rund 20 Millionen Mal, dazu kamen Hörspiele, Fernsehserien, ein (mäßiger) Kinofilm, Comics, Computerspiele und Bühnenadaptionen.

Daumen und andere Visionen

Adams verdiente einen Haufen Geld, das er zu meist für Technik ausgab. Unter anderem für einen Palmtop, ein persönlicher Assistent in Form eines tragbaren Minirechners. Die Älteren unter den Lesern erinnern sich. Die Dinger waren Ende der 80er-Jahre so hip wie heute das neueste iPhone. Adams freute sich zwar über die geringe Größe des Geräts, allerdings kämpfte er mit dem Problem, wie man darauf tippt. Schließlich fand er heraus, wie das am besten zu bewerkstelligen sei: „Man nimmt den Palmtop in beide Hände und tippt mit den Daumen. Im Ernst. Es funktioniert.“ Zu diesem Zeitpunkt sind Teenager, die in rasender Geschwindigkeit und mit genau dieser Technik WhatsApp-Nachrichten in iPhones eingeben, noch gefühlt Trilliarden Jahre entfernt.

» Am Anfang wurde das Universum erschaffen. Das machte viele Leute sehr wütend und wurde allenthalben als Schritt in die falsche Richtung angesehen

Aus „Das Restaurant am Ende des Universums“

Aber im Ernst: Nicht wenige behaupten, dass Adams durch seine Fähigkeit, Dinge miteinander zu verknüpfen, technische Entwicklungen vorweggenommen habe. In der Dokumentation „Hyperland“ träumt Adams von Technologien, die das lineare Fernsehen ersetzen. Darin kommt ein VR-Helm vor – und ein Hypermedium, das sofortigen Zugang zu Informationen ermöglicht, die irgendwo digital gespeichert sind. Google lässt grüßen. Das war 1990. Und der Reiseführer in „Per Anhalter durch die Galaxis“ wird als taschenrechnergroßes Gerät mit Hunderten von Knöpfen und einem kleinen Bildschirm beschrieben, mit dem man jede erdenkliche Auskunft abrufen kann. Adams fand, sein fiktiver Reiseführer sei „ein ziemlich gutes Modell dafür, wie das Web funktioniert“, und beschloss 1999, die Idee mit der englischsprachigen Seite www.h2g2.com in die Tat umzusetzen, wo jeder Nutzer Einträge verfassen und einsehen konnte. „h2g2“, ein Akronym für „Hitch Hiker’s Guide to the Galaxy“, setzte sich nicht durch. Dafür aber ein ganz ähnlich aufgebautes Web-Nachschlagewerk: 2001 wurde Wikipedia gegründet.

Die grundsätzliche Nutzlosigkeit

Aber glücklicherweise, wie man sagen muss, sind nicht alle Fantastereien von Adams wahr geworden. Oder hätten Sie Freude an einem Nutri-Matic-Getränk-Synthesizer, der eine Flüssigkeit herstellen kann, „die ein bisschen (aber eben nicht ganz) anders als Tee schmeckte“? Hersteller dieses und unzähliger anderer Nonsensgeräte ist die Sirius-Kybernetik-Corporation. Adams lässt die Hightech-Firma, die für fast alle technischen Entwicklungen in der Galaxis verantwortlich ist, in der „Anhalter“-Reihe immer wieder auftauchen – und nie in einem guten Licht. So schreibt er über Sirius-Produkte: „Es ist sehr leicht, sich von der Genugtuung darüber, dass man sie überhaupt zum Funktionieren bringt, über ihre grundsätzliche Nutzlosigkeit hinwegtäuschen zu lassen. Mit anderen Worten – und das ist das felsenfeste Prinzip, auf dem der galaxisweite Erfolg der Sirius Corporation beruht –, ihre grundsätzlichen Konstruktionsfehler werden durch ihre oberflächlichen Gestaltungsfehler vollkommen vertuscht.“ Die



Unfähigkeit der Firma untermauert Adams damit, dass er die Beschwerdeabteilung zur größten der Sirius-Kybernetik-Corporation anwachsen lässt. Sie nimmt „alle größeren zusammenhängenden Landmassen von drei mittelgroßen Planeten ein.“

Man sieht, Adams war der Technik gegenüber nicht unkritisch. Sein Ärger reichte weit über seine literarischen Boshaftigkeiten hinaus – ins echte Leben. Gern regte er sich zum Beispiel über die Akkuleistung seines PowerBooks auf: „... komischer Gedanke, das Ding ausgerechnet nach seinem einzigen nennenswerten Makel zu benennen; in dieser Hinsicht ähnelt es Grönland.“ Oder er ereiferte sich über „Bammeldinger“, also verschiedenartige Stecker, die bei ihm in der Wohnung herumflogen. 1996 fragte er in der Zeitschrift „MacUser“, ob es nicht einfacher wäre, wenn man sich auf eine Norm für Gleichstrom-Netzteile einigte. Wäre es. Auch heute noch. „Technologie ist unser Wort für Dinge, die noch nicht funktionieren“, zitierte er einmal ironisch einen Freund und stellte in „Lachs im Zweifel“ drei Regeln auf, welche die altersbedingten Reaktionen des Menschen auf technische Neuerungen beschreiben:

- › **Alles, was es schon gibt, wenn du auf die Welt kommst, ist normal und üblich und gehört zum selbstverständlichen Funktionieren der Welt.**
- › **Alles, was zwischen deinem 15. und 35. Lebensjahr erfunden wird, ist neu, aufregend und revolutionär und kann dir vielleicht zu einer beruflichen Laufbahn verhelfen.**
- › **Alles, was nach deinem 35. Lebensjahr erfunden wird, richtet sich gegen die natürliche Ordnung der Dinge.**

Heute unterscheidet man zwischen der „Generation X“, die noch die analoge Welt kannte, der „Generation Y“, die mit Desktop-PCs aufwuchs und der „Generation Z“, die fast ausschließlich mit Mobile Screens groß wurde. Man sieht: Manche Begrifflichkeiten haben sich verändert. Adams' Regeln nicht.

42

Diese Zahl ist im „Anhalter“-Roman die Antwort des Supercomputers „Deep Thought“ nach 75 Millionen Jahren Rechenzeit auf die Frage „nach dem Leben, dem Universum und dem ganzen Rest“. Bis heute wird die Zahl gerade in IT-Kreisen immer wieder aufgegriffen, analysiert und diskutiert. Dabei gestand Adams 1993, warum er die 42 als Lösung wählte: „Die Antwort ist ganz einfach. Es war ein Scherz. Es musste eine Zahl sein, eine ganz gewöhnliche, eher kleine Zahl, und ich nahm diese. Binäre Darstellungen, Basis 13, tibetische Mönche, das ist totaler Unsinn. Ich saß an meinem Schreibtisch, starrte in den Garten hinaus und dachte: ‚42 passt.‘ Ich tippte es hin. Das ist alles.“

2001 starb Douglas Adams im Alter von 49 Jahren. An einem Herzinfarkt in einem Fitness-Studio, was auf makabre Weise seinem Humor entsprach. Darüber, dass 2016 „Dirk Gentlys holistische Detektei“ unter anderem für Netflix verfilmt wurde, hätte er sich sicherlich gefreut. Insbesondere deswegen, weil er seine Geschichten, auf denen die Serie lose basiert, einmal wie folgt charakterisierte: „Das Buch hat eine ungeheuer komplizierte Handlung. Das Komplizierte sollte unter anderem vertuschen, dass die Handlung nicht wirklich funktioniert.“ Denn bei aller Neugier, Kreativität und Weitsicht, mit der Adams unterschiedliche Wissensbereiche verkettete, war er doch im Großen und Ganzen vor allem eins: ein Mensch mit Schwächen, über die er sich lustig machen konnte.



DIE AUTORIN

Die meisten Bücher von Adams hatte Wiebke Brauer bereits als Jugendliche gelesen und sich darüber köstlich amüsiert. Bei der Auffrischung der Lektüre für diesen Text wurde der Hamburger Journalistin wieder bewusst, wie sehr er der Welt fehlt.

HAUS VOM NETZ

Früher verschlangen Bauwerke die Energie – heute produzieren sie sie selbst. Sowohl Privathäuser als auch Gewerbebauten lassen sich energieautark konstruieren und betreiben. Allerdings ist bei der Umsetzung noch ein weiter Weg zu gehen.

— von Kay Dohnke



— Hochhäuser mit Glasfassaden, über 240 Meter hoch. Eine Firmenzentrale wie aus gestapelten Pappschachteln. Gewerbegebäude wie dunkle Monolithen oder wie ein Raumschiff aus „Star Trek“. Sie sind Solitäre – doch nicht ihre Form macht sie dazu: Der Torre Reforma in Mexiko-Stadt, das Campus-Repsol-Gebäude in Madrid oder die US-Zentrale von Samsung im Silicon Valley sind Niedrigenergiehäuser oder weitgehend energieautark und realisieren innovative Gebäudetechnologien. Und sie sind damit seltene Ausnahmen unter den Gewerbebauten weltweit.

Dabei zeigen Zahlen, wie notwendig nachhaltiges Bauen hinsichtlich des Klimawandels ist. Jede Woche wird auf unserem Planeten einem UN-Fachbericht aus dem Jahr 2017 zufolge eine Fläche so groß wie Paris bebaut. Der Bausektor allein ist global für elf Prozent des energiebedingten CO₂-Ausstoßes verantwortlich. Eine andere Schätzung rechnet allein der Zementherstellung acht Prozent des weltweiten CO₂-Ausstoßes zu. Noch mehr CO₂ wird beim anschließenden Nutzen der Gebäude in die Atmosphäre geblasen: 28 Prozent. Zum Vergleich: Der Transportsektor lag 2017 weltweit bei 22 Prozent. Wer sich mit dem großen Ganzen des Klimawandels beschäftigt, kommt also schwerlich um einen genauen Blick auf den Gebäudesektor herum.

Während sich gerade in Industrienationen immer mehr Architekten im Wohnbereich auf den Öko-Sektor konzentrieren und private Bauherren Passivhäuser oder sogar Energie-Plus-Häuser entwerfen lassen, haben gewerblich genutzte Gebäude auf dem Weg zur umfassenden Nachhaltigkeit noch einiges an Strecke vor sich. Angesichts der oben genannten Zahlen setzt aber auch hier langsam ein Umdenken ein. Technisch ist vieles möglich: Klimatisierung durch Fundamentkühlung oder in die Betonträger integrierte Heizungsleitungen, nachhaltige Stromerzeugung durch Fotovoltaikfassaden, Energieersparnis durch Wasser-Wärmespeicher und Abwärmeheizung oder nach Bedarf steuerbare Dämmung. Lösungen existieren also bereits, jetzt müssen sie von Architekten, Bauingenieuren und – nicht zu vergessen – Bauherren in Hochhäusern und Fabrikhallen, Verwaltungsgebäuden und Nutzarchitektur verbaut werden.

Viele Einzelmaßnahmen ergeben ein ganzheitliches Konzept

Woran sich die Goliaths mit ihren Großprojekten noch versuchen, haben viele Davids schon mit ihren privaten vier Wänden umgesetzt. Ein Passivhaus kommt heute mit einem Zwanzigstel der Energie aus, die konventionelle Häuser in den 1970er-Jahren verbrauchten. Zu einem energieautarken Off-Grid-Haus gehört aber wesentlich mehr. Am ökologischsten ist die Ausführung als



Ein Standardbürogebäude hat einen Primärenergieverbrauch von 235 kWh pro Jahr und m². Das Z3 in Stuttgart kommt mit einer Reihe von Effizienzmaßnahmen auf 26,1 kWh

Energie-Plus-Haus, also ein Gebäude, das mehr Energie produziert als verbraucht.

Zu einem Energie-Plus-Gebäude soll auch der Wareneingang der Schaeffler-Konzernzentrale in Herzogenaurach werden. Rund 200.000 kWh Strom werden dort für An- und Auslieferungen sowie die Zwischenlagerung im Jahr verbraucht, eine projektierte Solaranlage auf dem Dach soll 380.000 kWh liefern. Überschüssiger Strom soll unter anderem zum Laden von E-Fahrzeugen oder zur Erzeugung von Wasserstoff für Brennstoffzellen abgezweigt werden. Auch an ein Energie-Back-up mit Großspeichern für trübe Tage wird gedacht.

Wie sich einzelne Technologien zu einem holistischen Nachhaltigkeitskonzept zusammenfügen, kann man in Stuttgart begutachten. Dort steht die vom Wiener Architekturbüro MHM entworfene Hauptverwaltung des Baukonzerns Züblin. Der Z3 genannte Würfelbau wird mit Abwärme aus dem hausinternen Rechenzentrum beheizt, eine Dreischeibenverglasung mit Lamellensystem

KLEIN, ABER OHO

Alternativ zu großen Windrädern erzeugen neuartige Windziegel mit integrierten Miniturbinen CO₂-freien Strom. Mit 100 m² Dachfläche und Windgeschwindigkeiten von 5 m/s lassen sich so 50 kWh pro Tag erzielen. Noch mehr Leistung bringen Windziegel, die mit Solarmodulen (Foto) Licht und Wärme der Sonne nutzen.



hält die Wärme im Haus und dient als Sonnenschutz. Das Energiesystem nutzt eine Wärme-Kälte-Kopplung. Das Gebäude wird passiv mit einer Nasskühlung temperiert, die mit Verdunstungskälte arbeitet. Fassadenintegrierte Fotovoltaikmodule erzeugen Strom, Tageslicht wird über Dachspiegel ins Hausinnere geleitet.

Aber nicht nur Neubauten können energieautark geplant und betrieben werden. In Bestandsbauten lassen sich bei Renovierungen etwa beim Heizungstausch große Energieeinsparpotenziale nutzen. Bei vielen Altbauten ist durch eine energetische Grundsanierung – vor allem durch Dämmung und optimierte Heiz- und Klimatechnik – inzwischen auch der Passivhausstandard möglich. Das gilt für Wohngebäude und Industriebauten gleichermaßen. Eine solche energetische Grundsanierung kann angesichts des hohen Energie- und Ressourcenverbrauchs durch Neubauten

doppelt sinnvoll sein (siehe Infokasten „Nachhaltig bauen“).

Technologien für energieautarke Gebäude sind aber auch für die drei Milliarden Menschen interessant, die gar nicht oder unzureichend ans Stromnetz angeschlossen sind oder mit emissionsreichen und gefährlichen Methoden heizen und kochen.

Off-Grid kann viele Probleme lösen helfen

Gerade in ländlichen Gebieten in Entwicklungsländern sind Off-Grid-Lösungen eine hochinteressante Alternative. Rund 2.500 Dollar pro Haushalt kostet es dort, ein stabiles Stromnetz aufzubauen – von den laut Weltbank durchschnittlich neun Jahren Errichtungszeit ganz abgesehen. Eine kleine Solaranlage ist ab 30 Dollar realisierbar, für 500 Dollar eine Basislösung für Off-Grid. Eine damit mögliche stabile Stromversorgung – auch für Kleingewerbe – ist auch ein wichtiger Baustein zur Armutsbekämpfung und damit nicht nur aus Umweltsicht nachhaltig.

Auch angesichts des prognostizierten Bevölkerungswachstums auf bis zu zehn Milliarden Menschen im Jahr 2050 erscheinen Off-Grid-Lösungen als eine nachhaltige und sinnvolle Alternative. Gemeint sind dabei nicht nur Entwicklungsländer oder einzelne Häuser, sondern ganze Ortschaften oder Stadtviertel. So wie das brandenburgische Feldheim, das seit 2014 mit Sonnen- und Windkraft sowie einer Biomassenanlage und einer Großbatterie off-grid gegangen ist – seitdem besuchen Entwickler aus der ganzen Welt den kleinen Ort vor den Toren Berlins, um herauszufinden, inwieweit sich das Projekt in ihrer Region umsetzen lässt.

Noch autarker als Feldheim sollen sogenannte ReGen Villages werden. In solchen ganzheitlich

NACHHALTIG BAUEN

*Beton, Ziegel, Stahl, Glas – alles Baumaterialien, die unter **hohem Energie- und Ressourcenaufwand produziert werden**. Auch die Abfallmenge der Branche ist gigantisch. Es besteht dringender Optimierungsbedarf. Betonrecycling und der intensivierete Einsatz von Holz als weitgehend CO₂-neutraler Baustoff bieten hier Perspektiven. Die **Uni Brighton hat ein „Waste House“ gebaut**, das zu 85 Prozent aus Haushalts- und Bauabfällen (unter anderem DVDs, Fahrradschläuche, Altkleider) besteht und als Unterrichtsgebäude genutzt wird.*

Einem Leitfaden des deutschen Bundesbauministeriums zufolge müssen fünf Faktoren bei einem ganzheitlich nachhaltigen Bauen bedacht werden:

- › **Ökologische Qualität** (Wirkung auf globale und lokale Umwelt, Ressourceninanspruchnahme)
- › **Ökonomische Qualität** (Lebenszykluskosten, Flächeneffizienz, Anpassungsfähigkeit)
- › **Soziokulturelle und funktionale Qualität** (unter anderem Komfort & Sicherheit, Mobilitätsinfrastruktur, Gestaltungsqualität)
- › **Technische Qualität** (unter anderem Schall-, Wärme- & Tauwasserschutz, Schutz gegen Naturgewalten, Instandhaltungsfreundlichkeit, Rückbau)
- › **Prozessqualität** (unter anderem Planung, Ausschreibung, Vergabe & Bauausführung, Berücksichtigung optimaler Bewirtschaftung)

Auch die Standortauswahl sollte nachhaltigen Ansprüchen genügen. Wie weit sind nutzungsrelevante Einrichtungen entfernt, wie ist die Verkehrsanbindung, welche Eigenarten bringt der Standort mit sich (Sonne, Schatten, Lärm, Grundwasserstand, Hochwasser etc.)?

NACHHALTIG PRODUZIEREN – IN DER FACTORY FOR TOMORROW

Um die Nachhaltigkeit seiner produktiven Standorte weiter zu verbessern, verfolgt Schaeffler einen ganzheitlichen Ansatz. Hierzu wurde im August 2018 im Rahmen des Zukunftsprogramms „Agenda 4 plus One“ für die Initiative „Factory for Tomorrow“ (F4T) der zusätzliche

Arbeitsschwerpunkt „Sustainable Factory“ definiert. Dieser beinhaltet 21 Teilprojekte zu den Themenfeldern Energiegewinnung und Verbrauchsreduzierung, Ressourceneffizienz, Produktionssysteme sowie Mitarbeitermobilität und Logistik:



Energiegewinnung

Unter anderem Solar, Windkraft, Biomasse, Geothermie, Blockheizkraftwerk, Luft-Wärme-Tauscher, Großbatteriespeicher



Verbrauchsreduzierung

Unter anderem Abwärmenutzung, thermische Abfallverwertung, Beleuchtungsoptimierung



Ressourceneffizienz

Unter anderem Baumaterialauswahl, umweltfreundliche Verpackungen, Recycling, Wasseraufbereitung, Regenwassernutzung



Mobilität & Logistik

Unter anderem Anbindung an Schienen- und öffentlichen Personennahverkehr, CO₂-neutraler Transport, E-Ladesäulen, E-Mobil-Leasing für Mitarbeiter, Duschen & Umkleiden für Radfahrer



So stellt sich der Automobil- und Industriezulieferer Schaeffler eine Fabrik der Zukunft vor

unabhängigen Siedlungen produzieren Bewohner nicht nur ihre Energie, sondern auch ihre Lebensmittel selbst. Außerdem soll es eigenständige Wasser- und Abfallkreisläufe geben. Wenn alles nach Plan läuft, werden 2020 die ersten Häuser eines solchen ReGen Village in einem Viertel der niederländischen Stadt Almere bezugsfertig sein – es wäre ein sehr gutes Beispiel für eine nachhaltige Abnabelung.



DER AUTOR

Für den Nachhaltigkeitsjournalisten **Kay Dohnke** steht außer Frage, dass es schon heute technisch möglich ist, ein Gebäude ohne Energie von außen zu betreiben. Er rechnet fest mit Bauvorschriften, die genau das einfordern – weltweit.

DER KURVIGE WEG ZUR SAUBEREN ENERGIE

Der Strom kommt aus der Steckdose. Wer so denkt, denkt kürzer, als ein Handyladekabel lang ist. Wer über eine nachhaltige Energieversorgung spricht, muss stets die gesamte Kette von den Quellen bis zu den Verbrauchern betrachten. Nur mit einer ganzheitlichen Herangehensweise führen Diskussionen und Entwicklungen in die richtige Richtung.

— von Alexander Heintzel





— Wir reden in den kommenden Zeilen über Gas und Öl, über Wind und Sonne, wir reden über Erzeugen und Verbrauchen und über Effizienz und Verschwendung. Wir reden über das große Ganze in Sachen Energie. Warum wir darüber reden, ja reden müssen, ist klar: Die im Pariser Klimaabkommen beschlossenen Ziele müssen erreicht oder – noch besser – übertroffen werden. Also die Klimaerwärmung auf maximal zwei Grad, wenn möglich auf 1,5 Grad im Vergleich zum vorindustriellen Zeitalter zu beschränken. Nicht wenige Wissenschaftler halten selbst diese Grenze für zu lasch, zumal sie nicht verbindlich ist, sondern nur eine Absichtserklärung. Die Ziele sind also hoch gesteckt, aber sie sind schaffbar. Das geht zumindest aus einem Sonderbericht des Weltklimarates (IPCC) von Anfang Oktober 2018 hervor. Darin zeigen Experten auf, dass sich der Anstieg der Durchschnittstemperatur auf höchstens 1,5 Grad mit einem schnellen, entschlossenen Handeln aller Protagonisten begrenzen lässt. Das bedeutet auch, dass wir nicht mehr viel Luft nach oben haben, denn aktuell stehen wir schon bei plus eins. Umso wichtiger ist ein globaler und alle wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Gruppen umfassender Schulterschluss. Kein Sektor, kein Land, nicht einmal ein Kontinent könnte allein die Wende herbeiführen. Denn der Schlüssel zum Erfolg hat ein so gewaltiges Format, dass er sich nur mit vereinten Kräften ins Schloss stecken und dort auch drehen lässt – und zwar zweimal. Der Schlüssel ist laut IPCC die drastische Reduzierung des weltweiten Ausstoßes an Treibhausgasen, vor allem CO₂. Die erste Schlüsseldrehung müsste demnach sein, dass der

50 Mrd. €

prognostizieren die Netzbetreiber für nötige **Investitionen** allein in das deutsche **Übertragungsnetz** bis 2030.

Quelle: Bundeswirtschaftsministerium

CO₂-Ausstoß bis 2030 um 45 Prozent gegenüber dem Wert von 2010 reduziert wird. Um 2050, also Schlüsseldrehung zwei, sollte der Ausstoß bei null liegen.

Energieverbrauch pro Kopf steigt nur leicht

Wie gesagt: ein mehr als ehrgeiziges Ziel. Zumal es immer mehr Menschen auf der Welt geben wird, 2050 sollen es zehn Milliarden sein, die dazu noch nach immer mehr Lebensqualität streben. Beides Faktoren, die den Energiebedarf eher erhöhen statt senken. Bis 2040 erwarten Experten ein Anwachsen des globalen Energiebedarfs um 30 Prozent. Das würde angesichts des Bevölkerungswachstums bedeuten, dass der Pro-Kopf-Verbrauch nur geringfügig ansteigt – immerhin etwas.



Das Wasserkraftwerk am Schweizer Stausee Lac d'Emosson leistet 193 MW – so viel wie ein kleines Kohlekraftwerk

Neben dem Einsparen von Energie, beispielsweise durch effizientere Technologien und Verzicht, müssen wir unsere Energieerzeugung nachhaltiger gestalten. Kernstück eines Energiewandels ist also eine Dekarbonisierung des Energie- und Wärmesektors, der aktuell global rund ein Viertel der globalen Treibhausgasemissionen verursacht. Zum Beispiel durch den Ausbau CO₂-freier Energiequellen. Dazu gehört Strom aus Wind-, Sonnen- und Wasserkraft genauso wie aus der Geothermie. Aber auch die sogenannte Sektorkopplung: CO₂-frei erzeugter Strom wird beispielsweise für die Herstellung von synthetischen Kraftstoffen, aber auch von Wasserstoff, für den Antrieb von Fahrzeugen und Maschinen genutzt.

Flaschenhals Stromnetz

Idealerweise kommt der dafür nötige Strom von den gewaltigen Windparks Nordeuropas und von Fotovoltaikfarmen in Nordafrika. Schon heute zählen Algerien, Libyen und Ägypten zu den größten Energielieferanten Europas. Bis 2050 könnten nach Studien des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) 17 Prozent des europäischen Strombedarfs durch grünen Strom aus der Wüste gedeckt werden. Der Flaschenhals für diese Art der Energiewende sind die europäischen Stromnetze, die schon heute als äußerst fragil gelten. Sie verfügen über keine zusätzlichen Kapazitäten, um diesen zusätzlichen Strom aufzunehmen. Experten schätzen, dass allein in Deutschland rund 30 Nord-Süd-Trassen fehlen, um den Windstrom von der Nordsee nach Süddeutschland zu transferieren.

Nahe am Kollaps

Immer häufiger drohen großflächige Netzausfälle, sogenannte Blackouts (siehe ab Seite 48), ganz Europa lahmzulegen. Bisher konnten die Netzbetreiber und Energieversorger immer schnell reagieren und bei Absinken der Netzfrequenz auf unter 49,5 Hertz mit dem Zuschalten von Reservekraftwerken das Netz stabilisieren. Dabei handelt es sich in der Regel um konventionelle Gas- oder Kohlekraftwerke, die sich bei Bedarf schnell hochfahren lassen, um Stromschwankungen auszugleichen. Länder, die ihre Stromversorgung nahezu komplett aus nachhaltigen Energieträgern sicherstellen wollen, stehen vor einem grundsätzlichen Problem: Eine stabile, jederzeit regelbare Stromversorgung durch Kraftwerke ist nicht mehr gegeben. Sollen also die CO₂-Emissionen in der Energieversorgung durch den Einsatz von Solar- oder Windkraftanlagen zur Stromerzeugung nachhaltig reduziert werden, dann müssen gleichzeitig die

45 %

des weltweiten
Energieverbrauchs sollen
2040 durch erneuerbare
Quellen gedeckt werden.

Quelle: World Energy Outlook 2018



Die weltweit installierte Leistung von Fotovoltaikanlagen hat 2017 erstmals die von Atomkraftwerken übertroffen

» Ohne Milliardeninvestitionen in die europäischen Netze wird bereits in fünf bis zehn Jahren regelmäßig der Strom ausfallen – ab 2032 ist damit flächendeckend zu rechnen

Thomas Fritz,
Energieexperte der Strategieberatung
Oliver Wyman

Stromnetze aus- und umgebaut und Speicher für die Energie aus erneuerbaren Quellen geschaffen werden – und zwar im gesamten europäischen Stromnetz.

Die Speicherung und das blitzschnelle Zur-Verfügung-Stellen von Strom ist auch aus anderer Sicht nötig: Stöpseln in einem Ortsnetz, das 120

Haushalte mit Strom versorgt, nur 36 Besitzer von Elektroautos ihre Fahrzeuge annähernd zeitgleich zum Aufladen an die Steckdose, käme es zum Blackout. Das hat die weltweit tätige Strategie- und Unternehmensberatung Oliver Wyman errechnet.

Doch nicht nur aus Gründen der Netzstabilisierung sind Stromspeicher eine Grundvoraussetzung.

Nur mit ihrer Hilfe können wir zuverlässig Strom aus Wind- und Sonnenenergie auch während der sogenannten Dunkelflaute nutzen, also wenn weder die Sonne scheint, noch Wind weht.

Stromspeicher fehlen

Speicher sind also dringend nötig. Das Problem: Die bereits vorhandenen Anlagen sind viel zu klein oder Pilotprojekte, die keineswegs zur Versorgungssicherheit beitragen können. Anlagen mit ausreichender Kapazität sind aktuell in Europa weder in Bau noch in Planung. Dabei gibt es viele Möglichkeiten, Strom für eine spätere Verwendung zu bevorraten. Vom einfachen Pumpspeicherwerk über batterieartige Großspeicher bis zum Druckluftspeicher.

Für den heimischen Hausgebrauch haben sich längst Kleinspeicher mit einer Kapazität von 4 bis 12 kWh etabliert. Sie eignen sich für das Abfangen von örtlichen Fotovoltaikspitzen und können so das örtliche Verteilnetz unterstützen. Aufgrund der erforderlichen Sicherheit und hoher Anschlusskosten sind sie aber nur schwer als Regelleistungsvorhaltung zu integrieren. Allein für den in Deutschland nötigen Speicherbedarf – Experten schätzen ihn auf

10 Mio.

Kilometer ist das **europäische Stromnetz** lang und versorgt 260 Millionen Haushalte und Kleinbetriebe.

Quelle: Wirtschaftsverband eurelectric



80.000 GWh – wären rund eine Milliarde Heimspeicher nötig.

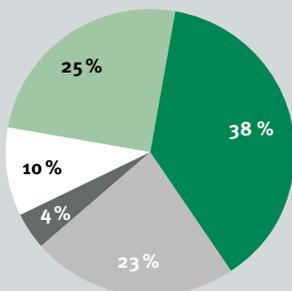
Speichern in synthetischen Kraftstoffen

Sinnvoll erscheint die Speicherung von nicht genutztem Strom aus erneuerbaren Energiequellen hingegen in Wasserstoff oder Methan. Dabei wird via Elektrolyse Wasser in Wasserstoff umgewandelt. Die dafür nötige Energie stammt aus überflüssigem Ökostrom. Der Wasserstoff kann bei Bedarf entweder in einer Brennstoffzelle in Strom verwandelt werden und beispielsweise Elektrofahrzeuge antreiben. Oder er wird durch Karbonisierung in Methan umgewandelt. Dieses lässt sich hervorragend speichern und bei Stromknappheit in Gaskraftwerken wieder zu Strom machen. Vorteil:

Bei der Karbonisierung entsteht ein geschlossener CO₂-Kreislauf. Und sowohl Speicherkapazitäten für das Methan in Form von unterirdischen Lagerstätten als auch die nötigen Gaskraftwerke existieren bereits.

Nach einem ähnlichen Prinzip können auch synthetische Kraftstoffe hergestellt werden, sogenannte SynFuels. Hierdurch stünden der Mobilität CO₂-neutrale und NO_x-arme Kraftstoffe zur Verfügung. Vorteil: Die bisher genutzten Verbrennungsmotoren wären auf einen Schlag CO₂-neutral. SynFuels sind aus technischer und „auch aus systemischer Sicht die perfekte Ergänzung“, so Prof. Dr. Christian Beidl, TU Darmstadt, im Interview mit der Fachzeitschrift „MTZ“. „Ohne synthetische Kraftstoffe“, so Dr. David Bothe, Experte von Frontier Economics, „wird die Mobilitätswende nicht gelingen.“

WELTWEITE STROMERZEUGUNG NACH ENERGIETRÄGERN



— Kohle
— Erneuerbare Energien
— Gas
— Kernenergie
— Öl

Noch ist Kohle weltweit der wichtigste Energielieferant bei der Stromerzeugung. Die erneuerbaren Energiequellen – darunter Wasser- und Windkraft sowie Fotovoltaik und Biomasse – holen aber stark auf, liegen schon jetzt an zweiter Stelle.

Quelle: Internationale Energieagentur, Stand 2016

GANZHEITLICHES KNOW-HOW

Wer Energie effizient einsetzen will, muss die gesamte Energiekette berücksichtigen. Es reicht nicht aus, nur einzelne Bereiche zu optimieren (siehe auch Interview Uwe Wagner, ab Seite 66).

Eine nachhaltige Energienutzung ist nur möglich, wenn die Primärenergie regenerativ und emissionsfrei

erzeugt wird, etwa durch Windkraft, Sonnenenergie, Wasserkraft oder Geothermie. Der Technologiekonzern Schaeffler unterstützt die regenerative Energieerzeugung mit Technologie und Know-how (siehe unten).

Um CO₂-freie Energie systemgerecht nutzen zu können, müssen

Technologien geschaffen werden, um diese zu speichern. Auch hier gibt es nicht nur den einen Weg.

Und für die Mobilität der Zukunft hat Schaeffler bereits heute sowohl Komponenten zur Effizienzsteigerung bei Verbrennungsmotoren und Technologien für die Brennstoffzelle als auch elektrische Antriebe entwickelt.



ERZEUGUNG

Vom reibungsarmen Antriebslager bis zu digitalen Diagnosetools reicht das Angebot von Schaeffler bei Windkraftanlagen. Aber auch für Wasser- oder Solarkraftwerke bietet Schaeffler Produkte an

SPEICHERUNG

Bei Schaeffler unter anderem im Entwicklungsfokus: Power to Liquid, also die Umwandlung von regenerativ erzeugtem Strom in Wasserstoff für Brennstoffzellen oder SynFuels

VERBRAUCH

Effiziente Komponenten wie die E-Achse hat Schaeffler frühzeitig entwickelt und bereits auf der Straße. Aber auch die Effizienz von Verbrennungsmotoren wird stetig verbessert

Und sie haben noch einen weiteren Vorteil: Wasserstoff und SynFuels könnten direkt dort hergestellt werden, wo der CO₂-freie Strom erzeugt wird, beispielsweise in Nordafrika. Und ersetzen so zumindest einen Teil der notwendigen Stromtrassen.

Nur wenn wir konsequent alle Möglichkeiten nutzen, kommt der Strom weiterhin aus der Steckdose – sauberer und sicherer als jemals zuvor. Und ist darüber hinaus ein echter Motor für die Energie- und Klimawende. —

Vorbild China

Eine derartige Strategie ist aus physikalischen, versorgungstechnischen und nicht zuletzt wirtschaftlichen Gründen sehr sinnvoll. Die Bestrebungen in China und in der Golfregion, wo bereits intensiv am Thema SynFuel und Wasserstoff als Energiespeicher gearbeitet wird, zeigen die internationale Relevanz sowie das Potenzial und die Notwendigkeit eines global vernetzten Vorgehens.



DER AUTOR

Dr. Alexander Heintzel ist Chefredakteur der renommierten Fachzeitschriften der ATZ-Gruppe im Verlag Springer Nature und beschäftigt sich schon lange mit den Themen Energie und Energienetze.



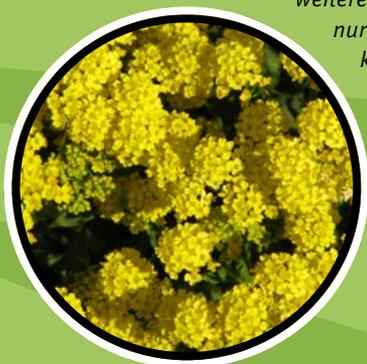
HIDDEN CHAMPIONS DER BOTANIK

Unscheinbare Gewächse mit natürlichen Superkräften könnten in naher Zukunft helfen, Hungersnöte, den zerstörerischen Raubbau an Rohstoffen oder den Klimawandel zu stoppen.

Phytomining NATÜRLICHE GOLDGRÄBER

Pflanzen als Bergmänner, die Rohstoffe aus der Erde klauben: **Phytomining wird dieser Forschungsbereich genannt, der auf den vier Jahrzehnte alten Entdeckungen des britischen Botanikers Alan Baker und des US-Agrarwissenschaftlers Rufus Chaney basiert.** Die texanische Investmentfirma Viridian Environmental, die die beiden Wissenschaftler damals maßgeblich unterstützt hatte, sicherte sich die Patente an den Forschungsergebnissen und verbot jegliche kommerzielle Nutzung. Warum? Das bleibt wohl für immer ein Geheimnis. Vor ein paar Jahren sind die Patentrechte ausgelaufen, und das Phytomining mit sogenannten Hyperakkumulator-Pflanzen sprießt im wahrsten Sinne des Wortes wieder.

Einer dieser floristischen Bergmänner ist das Mauersteinkraut (Foto unten). Mit dem Anbau des Kreuzblütengewächses auf nickelreichen Böden ist ein lukratives Geschäft entstanden. Das „Unkraut“ wird auf Feldern angebaut, geerntet und getrocknet, zum Beispiel rund um den stark mit Schwermetall belasteten Ohridsee in Albanien. **Verbrennt man die Reste der Pflanzen, kann man aus 500 Kilo Asche immerhin 100 Kilo wertvolles Nickel gewinnen,** das beispielsweise für Akkus und Lacke gebraucht wird. Zwar ist es wesentlich ertragreicher, tief unter der Erde zu schürfen, doch der Bio-Bergbau ist viel umweltfreundlicher. Und: Je geringer die Konzentrationen in der Erdkruste, desto ökonomischer ist Phytomining. Die pflanzliche Nickelernte ist schon ab einer Konzentration von 0,1 Prozent wirtschaftlich, beim konventionellen Abbau muss sie zehnmal so hoch sein. Ein weiterer Nickelschürfer ist der nur auf der Hauptinsel Neukaledoniens wachsende Baum *Pycnandra acuminata*. **Dessen Pflanzensaft besteht zu einem Viertel aus Nickel.**



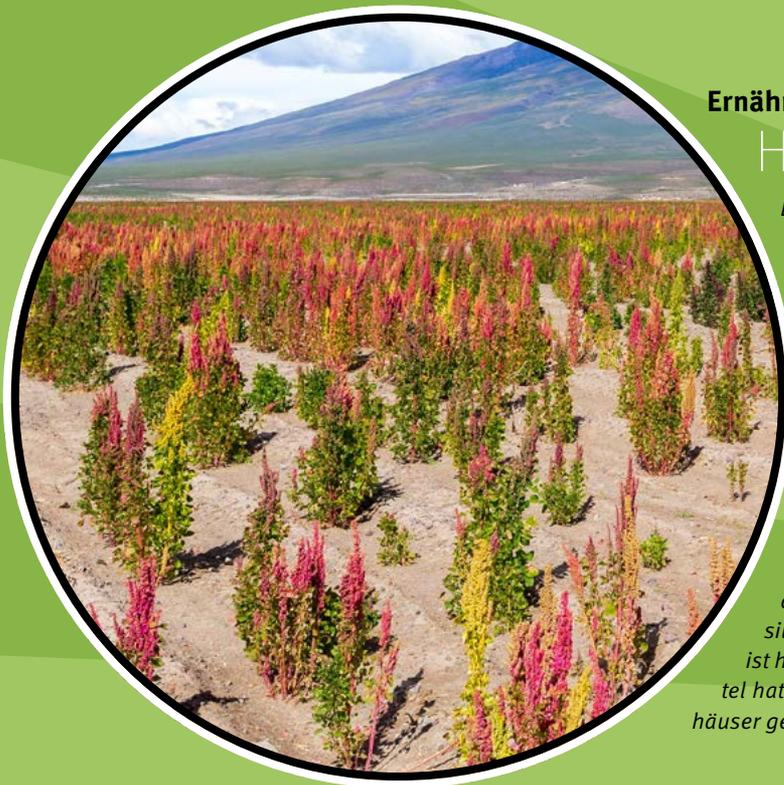
Mittlerweile werden zur „Metall-Ernte“ beispielsweise von Kobalt, Tellur, Thallium und von seltenen Erden gezielt Pflanzenarten gezüchtet. **Einer dieser Experten ist das bis zu 3,5 Meter tief wurzelnde Rohrglanzgras (Foto oben).** Dessen Spezialgebiet: das Halbmetall Germanium. Es wird gebraucht für Glasfaserkabel, Infrarotsensoren, Chips und Solarzellen. Weltweit werden nur wenige Hundert Tonnen im Jahr vornehmlich in China gefördert und zu hohen Preisen exportiert. Phytomining mit Rohrglanzgras könnte dieses Monopol aufbrechen: Derzeit können auf europäischen Böden aus einem Kilogramm Rohrglanzgras zwar nur rund drei Milligramm Germanium gewonnen werden, aber spezielle Züchtungen sollen den Ertrag vervielfachen. **Weiterer Vorteil: Rohrglanzgras gilt als Energiepflanze mit hohem Biomasseertrag.** Und selbst nachdem das Grünzeug in Biogasanlagen gelandet ist, lassen sich aus den Gärresten die Bodenschätze extrahieren. Um den Phytomining-Ertrag des Rohrglanzgrases zu erhöhen, experimentieren Wissenschaftler der TU Bergakademie Freiberg mit Stoffen, die dafür sorgen, dass die Wurzeln Germanium und seltene Erden besser aufnehmen können. Zitronensäure ist so ein Stoff. Und auch hierfür gibt es einen pflanzlichen Helfer, der diese in den Boden einbringt: Lupinen.

Sogar nach Gold kann man Pflanzen schürfen lassen. Aus Senf lässt sich das Edelmetall extrahieren, allerdings in so verschwindend kleinen Mengen, dass es unrentabel ist.

Phytoremediation

GRÜNER GIFTTSAUGER

Cadmium, Blei, Zink, Nickel, Platin oder Palladium – weltweit gibt es zahllose Flächen, die mit giftigen Metallen von Industrie, Militär und Landwirtschaft belastet sind, allein in Deutschland sind es über 300.000. **Eine Sanierung der Böden ist immens kostspielig. Eine kleine, unscheinbare Pflanze könnte das in Zukunft ändern: Arabidopsis halleri – die Hallersche Schaumkresse.** Die Art gehört zu den Hyperakkumulator-Pflanzen und kann hohe Konzentrationen von Schwermetallen über die Wurzel aufnehmen, die für Mensch und Tier hochgiftig wären. Damit schützt sie sich vor Fraßfeinden. Die Schaumkresse blüht und gedeiht am Rande stillgelegter Bergwerke, alter Stahlhütten und Industriebrachen. Forscher der Ruhr-Universität Bochum sind der kaum zehn Zentimeter hohen Pflanze auf der Spur. Denn ihre Eigenschaften sind von sehr großem Nutzen: Die Schaumkresse könnte das Erdreich wieder kultivierbar machen – **im Fachjargon Phytoremediation** genannt. Diese Form der Dekontamination ist jedoch ein langsamer Prozess, der Jahre dauert. Ziel ist deshalb die Züchtung großblättriger Pflanzen, die mehr Altlasten aus dem Erdreich herausaugen, speichern und im Idealfall – siehe Phytomining – wieder nutzbar machen.



Ernährung

HUNGERSTILLER

Die Weltgemeinschaft steht vor einer gewaltigen Aufgabe: Bis 2050 muss sie fast doppelt so viel Nahrung produzieren wie heute – ohne zusätzliche Ressourcen. Eine ernsthafte Alternative zu Mais könnte das Pseudogetreide Quinoa sein, eine jahrtausendealte Kulturpflanze aus den Anden. **Es wächst unter extrem widrigen Bedingungen, benötigt nur wenig Wasser und kommt mit kargen Böden zurecht.** Damit ist es sogar widerstandsfähiger als Mais. Die Pflanze enthält jede Menge Eiweiß und ungesättigte Fettsäuren. Zusätzlich stecken die Vitamine B und E sowie Kalzium, Magnesium, Eisen und Zink in ihr. Selbst der Fettgehalt ist höher als der von Weizen. Als Trend-Lebensmittel hat sie ihren Weg bereits in die hiesigen Reformhäuser gefunden.



Energie & Dekontamination ALLESKÖNNER

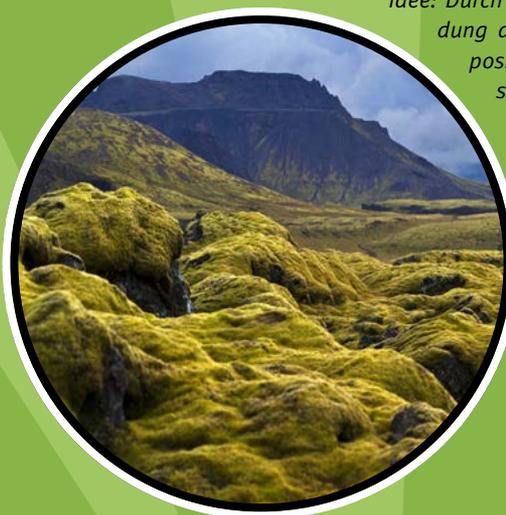
Neuerdings werden **Mikroalgen für Biokraftstoffe, biologische Straßenbeläge und als Bioreaktoren für Warmwasser und zum Heizen von Gebäuden eingesetzt**. Zugleich taugen sie dazu, Radionuklide wie strahlendes Silber, Cäsium, Zink, Kobalt oder Uran aus der Erde zu ziehen. Die Mikroalge wurde bei Forschungsversuchen des Instituts Laue-Langevin in Grenoble in ein Abklingbecken für Kernbrennstoffe gegeben. Die einzellige Alge vermehrte und ernährte sich gewissermaßen von den strahlenden Isotopen. Mit bahnbrechendem Ergebnis: **Die Pflanze reinigt das verstrahlte Kühlwasser**. Dazu werden strahlende Partikel aufgenommen und gespeichert. Die Alge überlebt so eine Strahlendosis von 20.000 Gray. Zum Vergleich: Eine Dosis ab fünf Gray reicht aus, um einen Menschen zu töten. Diese Fähigkeit hoffen die französischen Wissenschaftler sich nun zunutze machen zu können. **Sie wollen mit der Alge kontaminierte Areale wie in Fukushima oder Tschernobyl reinigen** und wieder bewohnbar machen.

Filtration

LUFTREINIGER

Im eigenen Garten ist es meist sehr unbeliebt und lässt sich nur schwer beseitigen. Doch Moos kann dem aktiven Umweltschutz dienen. **Viele Abgasbestandteile dienen ihm als Nahrung oder werden durch Bakterien, die auf seinen Blättchen leben, abgebaut**. Und so kam das Start-up Green City Solutions auf die Idee, Mooswände gegen die hohe Feinstaubbelastung in Großstädten einzusetzen. Die Eigenschaften von Moos beschäftigen auch die Automobilindustrie: Der 2018 vorgestellte „Oxygene“-Konzeptreifen verfügt im Inneren über Moos. Mithilfe seines Laufflächendesigns wird bei Regen Wasser von der Fahrbahnoberfläche absorbiert, das im Reifen zirkuliert. So soll der Prozess der Photosynthese in Gang gesetzt werden, der über das Moos frischen Sauerstoff in die Umgebung freisetzt. **Im Elektrowagen Sion von Sono soll Moos als Luftfilter für den Innenraum fungieren**. Die

Idee: Durch die negative Aufladung des Mooses werden positiv geladene Feinstaubpartikel aus der Luft gefiltert. Nach einem ähnlichen Prinzip funktionieren übrigens auch Mikrofasertücher.



DER AUTOR

Als Großstadtpflanze freut sich Autor **Oliver Jesgulke** über jeden grünen Fleck in Berlin und wirkt an zwei kleinen Urban Gardening-Projekten vor seiner Haustür mit. Moos empfand er immer als störend, Quinoa als veganen Hype. Die Recherchen haben ihn eines Besseren belehrt.

IMPRESSUM

Herausgeber

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

Kommunikation Schaeffler

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

Redaktionsleitung

Volker Paulun, Stefan Pajung (Stv.)

Koordination

Carina Chowanek, Jana Herbst,
Julia Schneider

Druckvorstufe

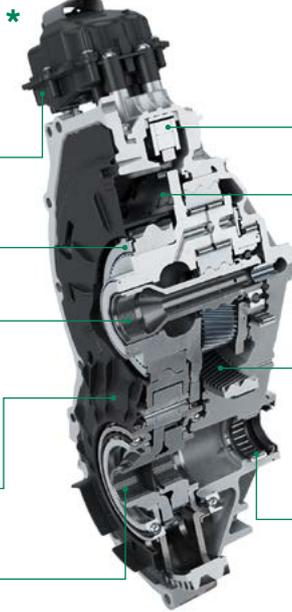
Julien Gradtke, Mathias Mayer,
Diana Schröder

Druck

Hofmann Druck Nürnberg GmbH & Co. KG

Autoren

Wiebke Brauer, Björn Carstens, Denis Dilba,
Kay Dohnke, Dr. Ulrich Eberl, Dr. Alexander Heintzel,
Oliver Jesgulke, Wolfgang Karg, Roland Löwisch,
Jan Martin Ogiermann, Carsten Paulun,
Dr. Lorenz Steinke, Leopold Wieland



Chefredaktion

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

Redaktion und Produktion

Speedpool GmbH

Schlussredaktion

David Feist, Volker Hummel,
Christoph Kirchner, Martin Knopp

Grafik

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

Fotos/Illustrationen

Titel: Hiroshi Watanabe/Getty; S. 3: Schaeffler; S. 4/5: Gruppe C Photography, Schaeffler, HTC Vive Arts and Emissive, Hadel Productions/Getty; S. 6/7: Gruppe C Photography; S. 8: Shot by Scott/Getty; S. 9: Schaeffler, Gökhan Agkurt; S. 10: Oktay Ortakcioglu/Getty, pxhere.com; S. 11: Christiano Soning/Getty, GrandinMedia.ca; S. 12/13: Max Etzold; S. 14/15: Jürgen Eich, Schaeffler, Max Etzold; S. 16/17: Max Etzold, C. Boehm, Audi, Fotoatelier Christiane (2); S. 18–21: Sciepro/Getty (2), Karduelis/Wikipedia, privat; S. 22/23: Schaeffler; S. 24: Yorkfoto/Getty; S. 25–27: Rainer Weisflog/Imago (2), Manuela Mrohs, Universität Duisburg-Essen, privat; S. 28/29: Duesenfeld GmbH; S. 30/31: Vinzo/Getty, Veolia Deutschland, Roth International; S. 32/33: Bertrand Langlois/Getty (3), privat; S. 34/35: Ruslan Gilmanshin/AdobeStock, Monsitj/Adobe Stock; S. 36/37: Mongkolchon/Adobe Stock, Monsitj/Adobe Stock, Paper Boat Creative/Getty, privat; S. 38–41: Rusm/Getty, Manuela Mrohs, privat; S. 42/43: HTC Vive Arts and Emissive; S. 44–47: Alashi/Getty (3), Ertz/Siemens; S. 48/49: Carlos Casillas/Getty; S. 50: Lukas Ilgner; S. 51: Ramzi Rizk/Getty, privat; S. 52/53: Martin Barraud/Getty, Schaeffler; S. 54–57: Thomas Wildelau, Ivo Christov; S. 58–63: Hoch Zwei/Audi (14), Schaeffler, Asja Caspari; S. 64/65: Hadel Productions/Getty, Lushik/Getty; S. 66–71: Schaeffler (7), Andrzej Wojcicki/Getty; S. 72–75: Getty (3), privat; S. 76: Miguel Navarro/Getty; S. 77: Logic Swiss, Züblin; S. 79: Schaeffler, privat; S. 80/81: Zhongguo/Getty; S. 82–85: Getty (4), Schaeffler (2), Uli Regenscheit/ATZ; S. 86: Manuela Mrohs; S. 87: Rasbak/Wikipedia, privat; S. 88: Hermann Schachner/Wikipedia, Shanti Hesse/Adobe Stock; S. 89: Chokniti/Adobe Stock, Creativmarc/Adobe Stock, privat; S. 90: Schaeffler

tomorrow Alle bisher erschienenen Ausgaben



01/2015
Mobilität für morgen



02/2015
Produktivität



03/2015
Unterwegs



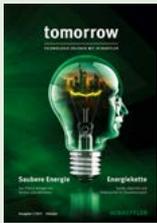
01/2016
Innovationen



02/2016
Nachhaltigkeit



03/2016
Digitalisierung



01/2017
Energie



02/2017
Bewegung



03/2017
Maschinen



01/2018
Transformation



02/2018
Urbanisierung



03/2018
Beschleunigung



01/2019
Herausforderungen



02/2019
Holismus

tomorrow wurde ausgezeichnet



Special Mention
„Communications Design Editorial“



Silber
Sonderpreis
„Internationale Kommunikation“



Special Mention
„Herausragende Markenführung“



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



Gold Winner
„Websites: Customer Magazine“



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



Shortlist
„External Publications“



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



Gold Winner
„General Website, Categories-Magazine“



Silber
Writing: Magazines Overall



WEB-WELTEN

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



FSC
www.fsc.org

MIX

Papier aus ver-
antwortungsvollen
Quellen

FSC® C022647