

tomorrow

Technologie erleben mit Schaeffler

Standfest

Nur wer resilient ist, kann den Stürmen
der Gegenwart trotzen

Resilienz, die; [ʁezi'li:nts]

[1] fachsprachlich, Physik, Mechanik, Festkörpermechanik, Werkstoffmechanik, Zahnmedizin: Fähigkeit elastischen Materials, nach starker Verformung in den Ausgangszustand zurückzukehren

[2] Fähigkeit von Lebewesen, ökonomischen oder sonstigen Systemen, sich gegen erheblichen Druck von außen selbst zu behaupten, äußeren Störungen standzuhalten

Zugrunde liegt das lateinische Verb resilire: „zurückspringen, abprallen“

Quelle:

Resilienz. (30. Mai 2022). Wiktionary, Das freie Wörterbuch. Abgerufen am 14. Dezember 2022, 09:31 von <https://de.wiktionary.org/w/index.php?title=Resilienz&oldid=9192492>.

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“



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



Gold Winner
„General Website,
Categories-
Magazine“



Silber
„Writing:
Magazines Overall“



Grand Winner
„Magazine“

Liebe Leserin, lieber Leser,

Oscar Wilde schrieb einst: „Das Unerwartete zu erwarten, verrät einen durchaus modernen Geist.“ Rund 150 Jahre sind diese Worte alt – und passen dennoch sehr gut in die Gegenwart. Denn kaum etwas ist erwartbarer in der unstillen, komplexen Welt von heute, als dass etwas Unerwartetes eintritt. Technologische und demografische Entwicklungen, der Klimawandel sowie finanz- und geopolitische Verwerfungen produzieren das Unerwartete in einem Takt, dass man ins Schleudern kommen kann. Der moderne Geist von heute hat dem standhaften Erwarten des Unerwarteten und der Fähigkeit, etwaige daraus erwachsende Herausforderungen zu bewältigen, einen Namen gegeben: Resilienz. Genau auf diesen Begriff fokussiert sich die neue Ausgabe unseres Technologiemagazins „tomorrow“, in der ich Sie herzlich willkommen heiße.

Unter Resilienz versteht man im Allgemeinen die Fähigkeit dynamischer Systeme, neue Herausforderungen zu erkennen und sich proaktiv darauf einzustellen. Resilienz ist unser Anti-Schleuderprogramm für die vielfältigen Herausforderungen der volatilen Gegenwart und näheren Zukunft. Resilienz ist relevant – für jeden einzelnen, für Unternehmen, für die Gesellschaft. Und Resilienz hat viele Facetten. Das werden Sie bei der Lektüre der nachfolgenden Seiten feststellen.

Wenn es darum geht, Resilienzen aufzubauen, können wegweisende Technologien der Schlüssel zum Erfolg sein. Sozusagen Abwehrkräfte aus den Forschungs- und Entwicklungsabteilungen der Welt. Sei es, um Lagerhäuser fit zu bekommen für die Anforderungen einer hocheffizienten Logistik. Oder um das All von Weltraumschrott zu befreien. Und auch die Mobilitätswende in den rasant wachsenden Metropolen unserer Welt wird nur mit dem Einsatz innovativer Technologien gelingen. All das sind Themen auf den folgenden Seiten.

Auch die Unterhaltungsbranche greift längst zu Hightech, um Besucher anzulocken. Museen



entstauben sich und werden zu multimedialen Kunsttempeln. In Zirkussen, Zoos und auf Musikbühnen ersetzen 3D-Avatare reale Geschöpfe. Vorhang auf für die Holofanten ab Seite 62. Wahre Großmeister der Belastbarkeit sind extremophile Lebensformen, denen weder Kälte, Hitze, Dürre oder Säurebäder noch mehrjährige Aufenthalte im All etwas anhaben können. Viele Mikroorganismen haben erstaunliche „Superkräfte“ entwickelt. Wie wir diese nutzen können, lesen Sie ab Seite 48.

Und haben Sie sich schon entschieden, ob leistungsstarke künstliche Intelligenzen wie ChatGPT die Resilienz moderner Gesellschaften eher stärken oder herausfordern? Ab Seite 56 finden Sie Argumentationshilfen. Einen weiteren Beitrag möchte ich Ihnen ebenfalls ans Herz legen: Buchautor Stefan Kruecken hat weit über 100 Kapitane befragt, wie sie mit Herausforderungen auf stürmischer See umgehen. Das lesenswerte Resilienz-Lehrstück finden Sie ab Seite 70.

In diesem Sinne: Lesen Sie los.

Klaus Rosenfeld
Vorsitzender des Vorstands

Engineering

Produkte, Prozesse & Produktion 6

Licht aus im Lagerhaus 8

Menschen sind in modernen Lagerhäusern nicht mehr nötig. Hightech und KI garantieren resiliente und hocheffiziente Lieferketten



Kampf gegen Copy-and-paste 14

Produktpiraterie kostet die Originalhersteller Milliarden. Doch die Industrie wehrt sich aufwendig gegen skrupellose Kopierer

Stärken stärken 20

Unternehmensberater Andreas Hoberg über das Austarieren von Stabilität und Flexibilität aka „Resilienz“



Engineering Excellence 24

Fraunhofer-Forscher Prof. Roman Dumitrescu erklärt, warum erstklassiges KI-gestütztes Engineering ein bedeutender Resilienz-Faktor ist

In Motion

Mobilität der Zukunft 28

Der Wandel im Aftermarket 30

Smarte und preiswerte Reparaturlösungen sind seit Jahrzehnten eine Kernkompetenz von Schaeffler. Auch dieser Markt ist im Umbruch

Megatrend Urbanisierung 34

Immer mehr Menschen leben auf immer engerem Raum. Clevere Mobilitätslösungen sind gefragt. Wir zeigen und erklären



Think Green

Nachhaltige Innovationen 42

Schaeffler: klimaneutral bis 2040 44

Im aktuellen Nachhaltigkeitsbericht zeigt Schaeffler einen ehrgeizigen Fahrplan. Die Meilensteine auf einen Blick



Überleben im Grenzbereich 48

Extremophile – das sind Lebewesen, die sich an widrigste Bedingungen angepasst haben. Sie dienen als Vorbilder in der Biotechnologie

Digital

Die Welt der Bits & Bytes

54

Future Life

Leben mit dem Fortschritt

68

Alles anders

56

Fast alle Arbeitsbereiche werden sich dank künstlicher Intelligenz in den nächsten Jahren fundamental ändern. Einige Beispiele



Künstliche Kunst

62

Digitale Technologien weisen Museen, Konzerthallen und Zirkusmanegen den Weg in revolutionäre und fulminante Erlebnisswelten

Nimm uns mit, Kapitän!

70

Wenn sich eine Berufsgruppe mit stürmischen Zeiten auskennt, dann sind es Kapitäne. Was wir in Sachen Resilienz von ihnen lernen können



Ein Himmel voller Müll

76

Schrott im Weltall wird zu einem riesigen Problem und zu einer Gefahr. Ansätze zur Beseitigung dieser extraterrestrischen Umweltverschmutzung

Impressum

82

Engineering

So hilft uns der technische Fortschritt, die nötigen Resilienzen für die Herausforderungen der Zukunft aufzubauen.

Intelligenter Rostschutz

Stahl ist der Werkstoff der Welt – und Rost sein natürlicher Feind. Um diesen Feind in Schach zu halten, fließen weltweit **pro Jahr unfassbare rund 4.000 Milliarden US-Dollar in den Korrosionsschutz**. Nun haben Forscher der technischen Hochschule in Zürich einen Kunststoff entwickelt, der den Korrosionsschutz revolutionieren könnte. Denn das sogenannte Polyphenylenmethylen, kurz PPM, schlägt mehrere Fliegen mit einer Klappe. PPM lässt sich, als Farbe angerührt und erwärmt, auf eine Oberfläche aufsprühen und wird fest. Das fluoreszierende Polymer macht Löcher und Risse als dunkle Flecken in der Schutzschicht sichtbar. **Und PPM kann noch mehr: Es bessert die Schäden sogar selbsttätig aus.** Und am Ende der Lebensdauer eines Produkts lässt sich das Polymer vollständig ablösen und bei nur geringem Materialverlust (< 5 %) recyceln. Für ihre Erfindung haben die Forscher ein Patent beantragt. Zudem suchen sie derzeit einen Industriepartner, der das Produkt weiterentwickelt und im großen Maßstab herstellt und vertreibt.





Wissen, was läuft

In allen Industriebereichen **trägt die Zustandsüberwachung kritischer Komponenten des Antriebsstrangs zur Resilienz der Produktion entscheidend bei.** Je detaillierter die Einblicke in den Zustand der mechanischen sowie elektrischen Komponenten von Elektromotoren in rotierenden Maschinen sind, desto besser sind sie vor unplanmäßigen Ausfällen geschützt. Mit OPTIME bietet Schaeffler bereits seit 2020 eine zuverlässige Condition-Monitoring-Lösung für die vorausschauende Wartung von Industriemaschinen auf Basis der Signalanalyse von Schwingungs- und Temperaturdaten an. Durch den Zukauf des französischen Spezialisten ECO-Adapt vervollständigt Schaeffler dieses Angebot und stellt nun auch **Wartungsinformationen auf der Grundlage der Analyse elektrischer Signale bereit,** was zusätzliche Sicherheit gegen potenzielle Ausfälle von elektrischen Komponenten bietet.

900 Mio.

Tonnen Lebensmittelreste wandern weltweit jedes Jahr in den Müll. Ärgerlich, denn damit kann Sinnvolleres gemacht werden – zum Beispiel Häuser bauen. Forscher der Universität Tokio haben jetzt ein Verfahren entwickelt, mit dem sie **aus getrockneten und pulverisierten Orangen- und Bananenschalen oder anderen Obst- und Gemüsesorten leicht recyclebaren Zement herstellen können.** Wenn der Veggie-Zement unbehandelt bleibt, könnte er sogar gegessen werden. Abbruch mit Messer und Gabel. Bis auf eine Kürbisvariante erwiesen sich alle **getesteten Veggie-Zementproben als mindestens so biegefest wie herkömmlicher Zement,** das Derivat aus Chinakohl war sogar dreimal widerstandsfähiger.

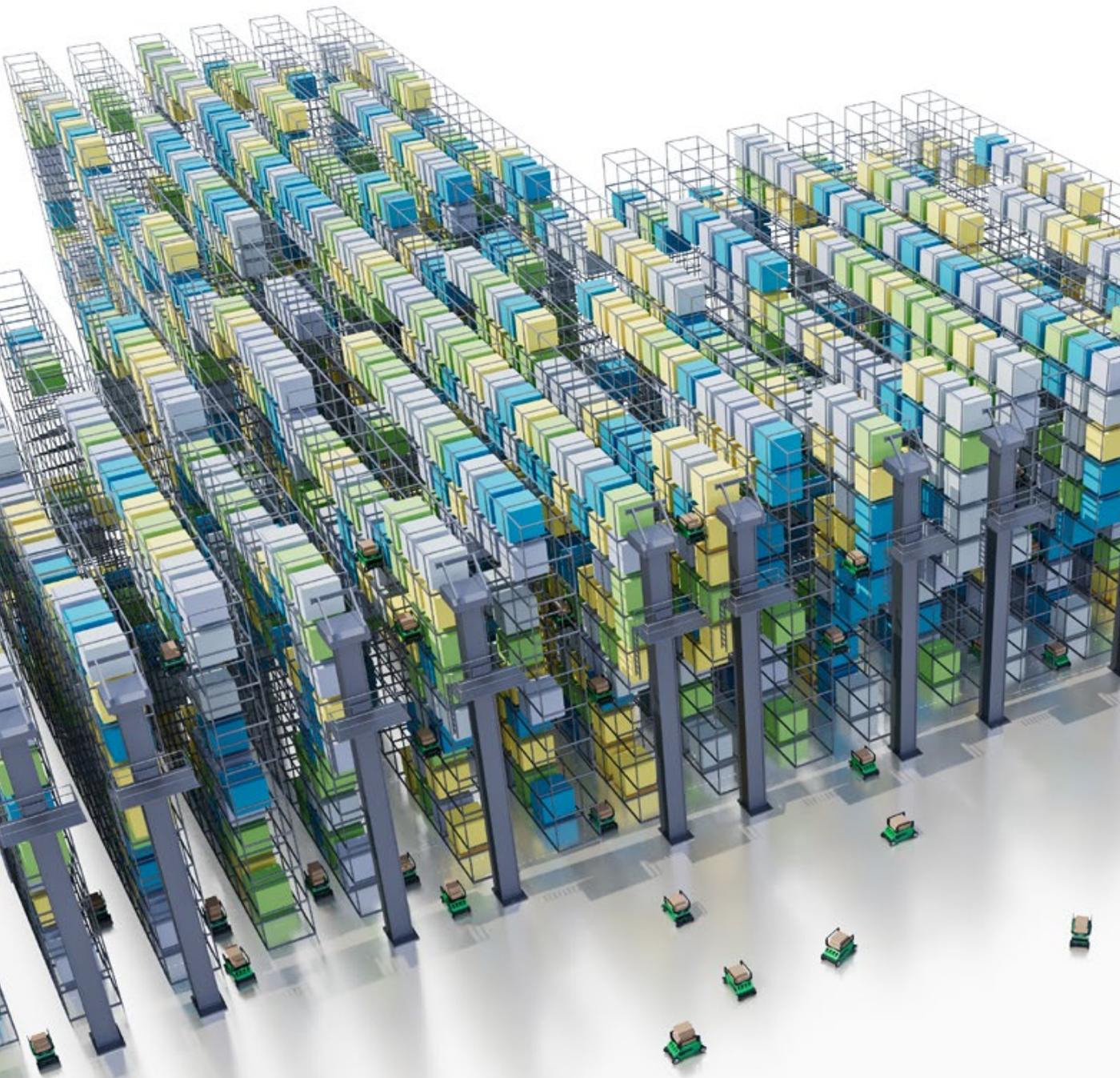
„Das Problem ist nicht das Problem. Das Problem ist Ihre Einstellung zum Problem“

Captain Jack Sparrow in „Fluch der Karibik“

Mehr MINT-Frauenpower



Nur 22 Prozent aller Stellen in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT) sind EU-weit laut einer Studie der Unternehmensberatung McKinsey mit Frauen besetzt. Das fordert die Resilienz des Wirtschaftsraums massiv heraus – Stichwort Fachkräftemangel. Und nicht nur das: **Würde der Frauenanteil im MINT-Bereich bis 2027 auf 45 Prozent ansteigen, ließe dies Europas Bruttoinlandsprodukt laut McKinsey um 260 bis 600 Milliarden Euro anwachsen.** Neben allgemeiner Förderung, flexibleren Arbeitszeitmodellen und besserer Kinderbetreuung empfehlen die Berater, Frauen gezielt aus anderen Talentpools eines Unternehmens heraus zu rekrutieren und ihre technischen Fähigkeiten weiterzuentwickeln.



163.000

Lagerhäuser mit mehr als 4.500 m² Fläche zählt der Marktforscher Interact Analysis weltweit. Bis 2027 soll die Zahl auf 214.000 hochschnellen. Ein Viertel davon soll dem Onlinehandel dienen.



Ordnung muss sein

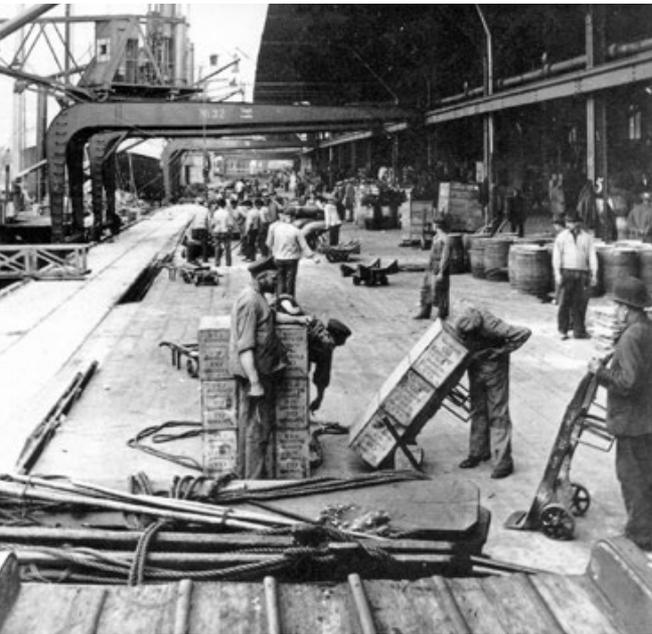
Vollautomatisch und hocheffizient: So sind Lagerhäuser zu entscheidenden Schaltstellen resilienter Lieferketten geworden.

Von Daniel Hautmann

Als die Hamburger Speicherstadt 1888 eingeweiht wurde, war sie der größte und modernste Lagerhauskomplex der Welt. 300.000 Quadratmeter Lagerfläche bot das Areal – 42 Fußballfelder. Nicht nur die Größe beeindruckte, sondern auch die Bauzeit: In weniger als fünf Jahren war der Abschnitt fertig. Zur Eröffnung durch Kaiser Wilhelm II. bekamen die Hamburgerinnen und Hamburger einen arbeitsfreien „Kaisertag“.

1888 konnte niemand ahnen, dass die Speicherstadt eines Tages UNESCO-Weltkulturerbe und damit ein Besuchermagnet sein würde. Ob heutige Rekordlagerhäuser eines Tages auch in die ehrwürdige Liste aufgenommen werden, ist fraglich, aber nicht ausgeschlossen. Beeindruckend sind die Riesenregale allemal.

Doch bleiben wir im Hier und Jetzt. Laut einer Studie von Straight Research soll sich der Markt in diesem Bereich von global 648,35 Milliarden US-Dollar im Jahr 2021 bis 2030 auf 1.264,01 Milliarden US-Dollar annähernd verdoppeln. „Einen wesentlichen Treiber hierfür stellt das sich weiterhin stark entwickelnde E-Commerce-Geschäft und die damit verbundenen Veränderungen der Lieferketten dar“, sagt Alexander Krooß vom Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik in Dortmund.



Zu Zeiten der Hamburger Speicherstadt vor über 100 Jahren war Lagerarbeit ein Knochenjob. Heute übernehmen Maschinen belastende Hebe-, Sortier- und Transportaufgaben

So wundert es auch nicht, dass das aktuell weltweit größte Hightech-Lagerhaus vom E-Commerce-Riesen Amazon betrieben wird. Die Ausmaße sind wahrlich beeindruckend: Das MQY1 Fulfillment Centre im US-Bundesstaat Tennessee ist mit 334.450 Quadratmetern genauso groß wie die gesamte Speicherstadt in Hamburg. Aber auch der Blick ins Innere bietet Erstaunliches: Hier geht es ähnlich wuselig zu wie einst in und zwischen den Kontorhäusern in Hamburg – nur dass neben 3.000 Menschen und insgesamt 20 Kilometer langen Förderbändern auch Hunderte von Robotern mitwuseln. Sie sollen unter anderem die menschlichen Kollegen von schweren Hebe- und Transportaufgaben befreien, die in älteren Amazon-Lagern dazu führten, dass das dortige Verletzungsrisiko doppelt so hoch war wie in Lagerhäusern anderer Anbieter.

Auf fünf Stockwerken, jedes so groß wie ein Dutzend Fußballfelder, lagern Millionen von Artikeln mit der maximalen Größe von 45 mal 45 Zentimetern. Verstaut sind sie in 40.000 Kisten, die wiederum in fahrbaren Regalen stehen. Flache Fahrerroboter nehmen die rund drei Meter hohen Regale huckepack und bringen sie zu den Sortierstationen, an denen sie be- und entladen werden. Gepackt werden die Kisten nicht etwa nach Themengebieten. Es hat sich gezeigt, dass eine

zufällige Verstauung effizienter ist. Und so gehen Speicherkarten ganz selbstverständlich mit Angelzubehör und Kinderspielzeug in die Kiste.

Während das Mega-Lager von Amazon einer klassischen Regalbestückung von der Seite folgt, stellen immer mehr Unternehmen dieses Konzept auf den Kopf. Statt mit automatisierten Fahrzeugen Paletten vom Boden aus in die Höhe zu hieven, sind moderne Layouts so angeordnet, dass die Regalschächte von oben befüllt werden – allerdings meist nicht mit Paletten, sondern mit Boxen.

Im Prinzip lagern die Waren in solchen „Cube Storage“ genannten Anlagen wie in einem Bierkasten, allerdings stecken zig Flaschen übereinander. Wie auf einem Schachbrettmuster fahren Lagerroboter die Raster ab und schnappen sich die Boxen in den Schächten mit ihren Greifern. Mithilfe einer künstlichen Intelligenz sortieren die Anlagen die Waren und Kisten so, dass Wege und damit Zeiten optimiert werden – oft gebrauchte Boxen lagern weiter oben. „Mithilfe mathematischer Optimierungen sowie auf KI basierenden Algorithmen können die Anlagen ihre Effizienz steigern, indem sie etwa Waren und Boxen so umlagern, dass Wegzeiten der Roboter optimiert werden“, sagt Fraunhofer-Experte Krooß.

So profitiert der stationäre Handel von Hightech-Lagerhäusern

Einer der Hersteller solcher Cube-Lagersysteme ist das Unternehmen AutoStore. Laut eigenen Angaben sind die Norweger weltweit aktiv und verfügen über mehr als 1.000 Systeme in über 45 Ländern. Ein zukunftsweisendes Beispiel ist die Filiale des Sportartikelhändlers Decathlon im kanadischen Calgary. Das Lagerhaus dient gleichzeitig als Lager für den Shop und als Vertriebszentrum für den Onlinehandel in der Region. Im Shop finden Kunden Ausrüstung für rund 65 Sportarten. Möchte ein Kunde ein Produkt an- oder ausprobieren, so dauert es höchstens drei Minuten, bis die Roboter es aus dem Lager geholt und direkt an die Umkleidekabine geliefert haben. Weiterer Vorteil für die Kunden: Im Vergleich zu anderen Standorten bietet der Shop ein fast doppelt so großes Sortiment, 145.000 statt der üblichen 70.000 bis 90.000 Artikel. „Das Ziel von Decathlon war es, in diesem Store ein einzigartiges neues und besseres Kundenerlebnis zu schaffen“, sagt Diba Aleagha,

Operations- und E-Commerce-Managerin bei Decathlon Canada. So helfen Hightech-Lagerhäuser dem stationären Handel, resilienter zu werden im Wettbewerb mit Online-Versendern.

Flexibel an wechselnde Anforderungen anpassen

Weitere Vorteile solcher Systeme liegen einerseits in der besseren Flächennutzung, laut AutoStore bis zum Faktor 4, andererseits können modular angelegte Warenhäuser im laufenden Betrieb erweitert werden. Das Lager wächst mit dem Unternehmen mit – ein Trendthema in der Logistik. Mitwachsende Lagerhäuser wiederum helfen, neue Märkte zu erschließen. Das betrifft etwa das E-Commerce, wo es regelmäßig gilt, auf saisonale Schwankungen besser zu reagieren. Wenn zum Beispiel im Weihnachtsgeschäft der Laden brummt, können mehr Roboterfahrzeuge eingesetzt werden.

Eine besondere Herausforderung im Bereich automatisierter Lagerhäuser stellt E-Grocery dar. Der elektronische Handel von Lebensmitteln hat sich nicht zuletzt durch Corona fest etabliert, sei es in Form von Click & Collect oder Hauszustellung. Die Warenkörbe von Endkunden sind dabei eine bunte

Mischung unterschiedlichster Produktgruppen. Die Anforderungen an eine intelligente Kommissionierung sind komplexer als bei einem Händler mit thematisch begrenzterem Sortiment. Denn Tiefkühlkost folgt anderen Logistikketten als Wein, Avocados anderen als Käse und Shampoos anderen als Frischfleisch. Daher sind gerade im E-Grocery modular aufgebaute Systeme gefragt, die sich agil an wechselnde Anforderungen anpassen und sich über eine Schnittstelle verbinden lassen – damit das Frischfleisch aus der Kühlung in dieselbe Kundensendung kommen kann wie das Mehl aus dem Trockenlager und die Servietten aus dem Standardsortiment.

Saus und Braus in Dunkelheit

Ein weiteres Trendthema sind autonom umherfahrende Roboter, die Waren dank künstlicher Intelligenz selbstständig bewegen und sich sogar zu Schwärmen zusammenbinden, wenn die Last für einen einzelnen Fahrroboter zu schwer oder zu sperrig ist (siehe auch Seite 23). Im Projekt LoadRunner zeigen die Fraunhofer-Forschenden in Dortmund, was möglich ist: „Der LoadRunner vereint die Vorteile von leistungsfähiger Sortier- und Fördertechnik mit der hohen Flexibilität und

In solchen „Cube Storage“ genannten Vertikallagern werden die Waren in endlosen Kistenreihen verstaut. Durch den Verzicht auf Zwischengänge kann die Fläche um bis zum Faktor 4 besser genutzt werden



9.200

Paletten finden in einem Hochregallager bei Würzburg Platz. Das Besondere: Die 77 Meter lange, 32 Meter breite und 30 Meter hohe Anlage ist aus Holz gebaut.



Skalierbarkeit autonomer Roboterschwärme. Er baut damit auf der Zukunftsvision einer infrastruktureduzierten Logistik auf, einer Voraussetzung, um flexibel auf die hohe Dynamik der heutigen Logistik reagieren zu können“, sagt Krooß.

Solche KI-gesteuerten Roboter sind ein weiterer Baustein hin zu den sogenannten „Lights out Warehouses“ oder auch „Dark Stores“, also dunklen Lagerhallen. Die wegfallende Beleuchtung dient nicht vorrangig der Nachhaltigkeit, sondern verweist vielmehr auf einen hundertprozentigen Automatisierungsgrad. Denn anders als Menschen brauchen Maschinen kein Licht, um schnell und präzise zu sortieren und zu transportieren.

Dass bei solchen Hightech-Lagern nicht zwangsläufig in riesigen Dimensionen gedacht werden muss, zeigt ein Blick in die Schweiz. Dort errichtet der Intralogistikexperte Jungheinrich für ein mittelständisches Handelsunternehmen in der Elektro- und Lichtbranche auf nur 400 Quadratmetern einen sogenannten PowerCube. Die Lagerkapazität in dem knapp über zehn Meter hohen Würfel mit 25 Ebenen beträgt 18.000 Behälter mit jeweils bis zu 50 Kilo Zuladung. Für den Warentransport sorgen kleine E-Shuttles, die unter den Regalen hin und her fahren. Das Start-up Noyes bietet sogar vollautomatische Lager zwischen 10 und 250 Quadratmeter Fläche an. Auch hier erlaubt ein modularer Aufbau, dass sie in den laufenden Betrieb integriert oder erweitert werden können – auf Wunsch auch mit Kühlung.

Digitales Gerüst

Dass der Warenstrom in Hightech-Lagern einen entsprechend leistungsstarken Datenstrom braucht, versteht sich angesichts des hohen Automatisierungsgrades von selbst. „Heutzutage hat jedes Lager- oder Logistikzentrum mit Big Data zu tun“, schreibt der Lagerhaus-Spezialist Mecalux in einem Blog-Beitrag. „Dabei geht es um die Verarbeitung einer unfassbar großen Menge an Informationen. Eine Distributionskette ohne eine entsprechende Lagerverwaltungssoftware ist faktisch undenkbar.“ Die umfangreichen Big-Data-Sammlungen sollen aber nicht nur helfen, den Warenfluss zu dokumentieren und zu leiten. Die in den Logistikhallen durch die erfassten Warenbewegungen stetig und üppig sprudelnde Datenquelle ist für jedes Unternehmen ein enorm wertvolles Planungstool, um proaktiv auf Marktbewegungen reagieren zu können. Über das Tagesgeschäft hinaus hilft die digitale Informationsflut auch, bestehende Lager inklusive Fördertechnik und Warenfluss mithilfe von Simulationstechniken zu optimieren oder maßgeschneiderte Neubauten schnell und kostenoptimiert zu errichten.

Fünf Jahre Bauzeit, wie vor über 100 Jahren bei der Hamburger Speicherstadt, das kann sich heute kein Unternehmen mehr leisten. Das ähnlich große Amazon-Riesenlager in Tennessee war nach knapp einem Jahr Bauzeit einsatzbereit.



Der Autor

Der Journalist **Daniel Hautmann** schreibt nicht nur Storys und Bücher, er produziert auch Audio- und Bewegtbildformate. Dabei

beschäftigt er sich schwerpunktmäßig mit den Themen Technik, Energie und Umwelt. Mehrfach hat er schon für „tomorrow“ gearbeitet. Beim aktuellen Thema erkannte er Parallelen zu seinem Alltag: Denn um seine Abgabetermine punktgenau einzuhalten, muss der Freiburger, Ehemann und Vater eines jungen Fußballers und eines jungen Radsportlers mitunter selbst logistische Höchstleistungen erbringen.



Der Markt für Automated Guided Vehicles wächst rasant. Experten erwarten, dass schon Ende 2024 über 1,1 Millionen solcher Fahrzeuge weltweit im Einsatz sein werden

Fleißige Flitzer

Immer mehr Automated Guided Vehicles – kurz AGVs – transportieren in den Fluren der Produktionswerke von Schaeffler führerlos Material und Güter an ihren Bestimmungsort. Aktuell sind 100 der fleißigen Flitzer weltweit in den Produktionsstätten des Konzerns im Einsatz – ein Topwert in der Branche. „Unser Ziel ist es, 500 AGV-Anwendungen weltweit bis 2025 zu implementieren und dadurch jährlich 25 Millionen Euro einzusparen“, sagt Thomas Krämer, Leiter Advanced Production Technology. Unter AGVs versteht man flurgebundene Fahrzeuge, deren Einsatz sich auf innerbetriebliche Aufgaben konzentriert und die eine kontinuierliche, bedarfsorientierte und flexible Versorgung der Produktion ermöglichen. „Der Einsatz von AGVs als Transportsystem bietet enorme Vorteile: Neben einer Optimierung unserer internen Materialflüsse durch intelligent gesteuerte Fahrzeugflotten sind insbesondere auch die Erhöhung der Arbeitssicherheit, eine bessere Transparenz innerhalb des Bestands sowie eine hohe Verfügbarkeit und Produktivitätssteigerungen durch einen 24-Stunden-Betrieb zu nennen“, betont Sebastian Hirschmann, Projektleiter AGV bei Schaeffler. „Ebenso lassen sich die Systeme auf den zunehmenden Automatisierungsgrad in

der Schaeffler-Produktion dynamisch, flexibel und skalierbar anpassen.“

Alle AGVs an einem Standort sind über ein Flottenmanagement miteinander vernetzt und kommunizieren untereinander. Das Gesamtsystem besteht aus der eigentlichen Fahrzeugflotte, einer Leitsteuerung als Mittel zur Standortbestimmung und Lageerfassung, einer Einrichtung zur Datenübertragung sowie Peripherie wie zum Beispiel Ladestationen. Die zurückgelegten Strecken der AGVs reichen von circa 250 Metern pro Zyklus in der Kettenfertigung Bühl bis zu 1,6 Kilometern in Skalice, wo ein Routenzug-AGV eingesetzt wird. Neben AGVs sollen zukünftig bei Schaeffler auch noch flexibler einsetzbare mobile Cobots zum Einsatz kommen. Einen Ausblick auf eine solche fahrbare Roboterplattform gibt das Projekt DEX, das am Schaeffler Hub for Advanced Research an der Technischen Universität Nanyang in Singapur (NTU) in enger Zusammenarbeit mit der Orca-design Consultants Pte. Ltd. entwickelt wurde. Das Projekt soll Funktionalität mit intelligentem sozialen Verhalten verbinden und die Produktivität im industriellen Umfeld für eine Vielzahl von Aufgaben unterstützen und steigern.

Vorsicht, Fälschung!

Produktpiraterie kostet Milliarden: nicht nur wegen entgangener Umsätze, sondern auch wegen möglicher Folgeschäden durch mangelnde Qualität der Plagiate. Die Folgen sind vielschichtig – die Schutzmaßnahmen aber auch.



Von Lars Krone

Die Zahlen sind beeindruckend – aber auch erschütternd: Die grenzübergreifenden Gesetzeshüter der Europol beziffern den Anteil von gefälschten Produkten am weltweiten Handel auf 2,5 Prozent und mit einem Wert von 461 Milliarden US-Dollar. Betroffen von der Produktpiraterie sind vor allem westliche Industrieländer. Rund 24 Prozent der weltweit entdeckten Verletzungen gewerblicher Schutzrechte betrafen nach der jüngsten OECD-Studie aus dem Jahr 2019 die USA, gefolgt von Frankreich (17 Prozent), Italien (15), der Schweiz (11) und Deutschland (9). Den größten Warenanteil daran haben Schuhe, Kleidung, Lederwaren, Elektronikartikel und Uhren.

Resilienz gegen Fake-Produkte stärken

Die Produktpiraterie berührt jedoch nicht nur Luxus- oder Konsumgüter. Betroffen sind auch besonders kritische Produktgruppen wie medizinische Artikel und sicherheitsrelevante Industrieprodukte – und damit auch Schaeffler. Der weltweit aktive Automobil- und Industrielieferer misst der Entwicklung einer wirksamen Resilienz gegen solche Angriffe deshalb eine große Bedeutung bei.

Die Folgen der Fälscherei sind vielschichtig. Produzenten verlieren nicht nur Umsatz oder Wettbewerbsvorteile, ihnen drohen auch Imageschäden, Schadensersatzansprüche, Arbeitsplatzverluste oder Gerichtsverfahren. Und es trifft nicht nur die großen Firmen: Nach einer Umfrage des Amts der Europäischen Union für Geistiges Eigentum (EUIPO) unter kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) gab jedes vierte an, von Verletzungen seiner Rechte des geistigen Eigentums betroffen zu sein.

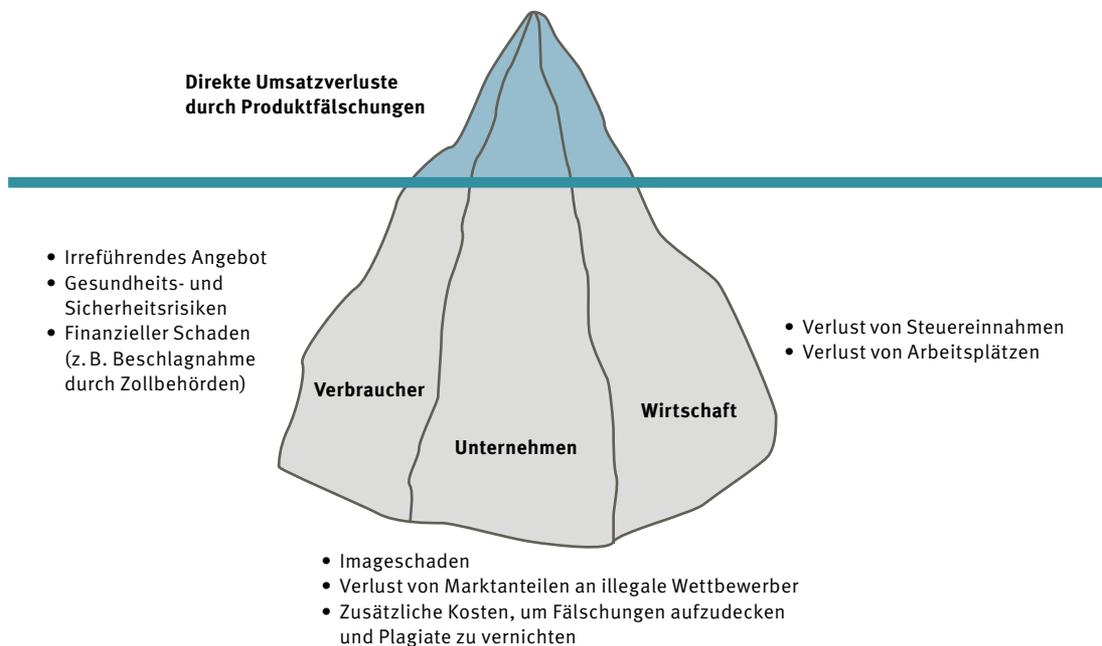
„Der illegale Handel mit gefälschten und raubkopierten Waren stellt eine große Herausforderung für eine innovationsgetriebene Weltwirtschaft dar“, sagt auch Christian Archambeau, Executive Director des EUIPO. „Er schadet dem Wirtschaftswachstum, stellt eine erhebliche Bedrohung für die individuelle und kollektive Gesundheit und Sicherheit dar, nährt die organisierte Kriminalität und untergräbt eine solide öffentliche Verwaltung, die Rechtsstaatlichkeit und das Vertrauen der Bürger in die Regierungen.“ Höchste Zeit also, die nötigen Abwehrkräfte aufzubauen oder zu stärken.

Vor allem der Aspekt Sicherheit liegt Martin Rügemer vom Schaeffler Brand Protection Team sehr



Die jüngste Vernichtungsaktion: Schaeffler hat auf dem Betriebsgelände der Riwald Recycling Franken GmbH in Schweinfurt-Sennfeld etwa 30.000 Plagiate mit einem Gesamtgewicht von zehn Tonnen vernichten lassen. Der Schrott wird verpresst und später in einem Stahlwerk eingeschmolzen – somit findet die Ressource Stahl ihren Weg zurück in den Wertstoffkreislauf. Im Bild v. l.: Martin Rügemer, Schaeffler Global Brand Protection, und Frank Ziegler, Riwald Recycling

Schäden durch Produktpiraterie: Umsatzeinbußen sind nur die Spitze des Eisbergs



am Herzen: „Natürlich bedeutet ein gefälschtes Teil oft einen erheblichen Imageschaden und Umsatzverluste für ein Unternehmen. Aber besonders bei sicherheitsrelevanten Produkten kann jede Fälschung aufgrund von minderwertigen Materialien oder Designfehlern schadhaft sein – und stellt vor allem eine potenzielle Gefährdung da. So kann ein Lager in einem Kraftwerk ausfallen, aber auch ein Radlager in einem Pkw blockieren. Die Auswirkungen können sehr ernst sein.“

Während Käufer von Konsumgütern oft einfach Geld sparen wollen und bewusst unechte T-Shirts oder Uhren kaufen, sind sich die Hersteller von industriellen Teilen oder Käufer von Lagern teilweise gar nicht im Klaren darüber, dass auch ihre Branche Opfer von Produktpiraterie ist. „Manche Hersteller glauben, dass ihre technisch sehr aufwendigen Produkte gar nicht gefälscht werden können und sie daher nicht betroffen sind“, sagt Ingrid Bichelmeir-Böhn, ebenfalls Mitglied der zentralen Stelle zur Bekämpfung der Produkt- und Markenpiraterie bei Schaeffler. „Aber da geht man einfach von falschen Tatsachen aus. Den Fälschern ist nämlich völlig egal, ob die

Produkte technisch genau nachgebaut werden, ob sie funktionieren oder Normen oder Qualitätsmaßstäbe erfüllen. Oft sehen sie auf den ersten Blick wie das Originalteil aus, sind aber schadhaft und damit gefährlich. Den Fälschern geht es nur ums Geldverdienen.“ Und dies mit der gesamten Bandbreite des Produktangebotes: „Es gibt nichts, was nicht gefälscht wird“, ergänzt ihr Kollege Rügemer. „Bei Schaeffler ist vom kleinen Rillenkugellager über Radlager oder Kupplungen bis zu Großlagern, zum Beispiel für Windkraftanlagen, eigentlich alles dabei.“

Umfangreicher Maßnahmenkatalog von Schaeffler

Um resilienter gegen Produktpiraterie zu werden, hat Schaeffler in den vergangenen Jahren eine ganze Reihe von Maßnahmen umgesetzt. Besonders im Fokus steht der intensive Austausch mit den Kunden. „Wir stecken viel Aufwand in die Aufklärung, zum Beispiel mit Infomaterialien, Vorträgen oder Posts auf Plattformen wie LinkedIn“, sagt Bichelmeir-Böhn. „Zum einen, um die Käufer für das Thema Produktpiraterie zu sensibilisieren.

Und zum anderen, damit sie gefälschte Produkte erkennen können beziehungsweise wissen, was sie machen können, wenn sie Zweifel an deren Authentizität haben.“

Zu diesem Zweck führte Schaeffler 2017 die Schaeffler-OriginCheck-App ein. Mit dieser können Kunden selbst ganz einfach einen speziellen und individuellen Schaeffler-Code per Handy auf Etiketten von Schaeffler-Produkten und zum Teil auf den Produkten selbst prüfen und erhalten eine Benachrichtigung, ob es sich um einen Code handelt, der in einer von Schaeffler geführten Datenbank vorhanden ist. Sollte der Code dort nicht auftauchen beziehungsweise mehrfach verwendet worden sein, erhält der User eine Warnung und Anweisungen für nächste Schritte.

Um Produktpiraten das Handwerk zu legen, reicht die detektivische Spurensuche allein nicht. Es wird immer wichtiger, neue Methoden zu antizipieren und entsprechende Schutzmaßnahmen einzuleiten. „Um auch zukünftig den Produktpiraten die Stirn zu bieten, müssen wir uns mit den Fälschern und ihren Methoden weiterentwickeln“, erklärt Ingrid Bichelmeir-Böhn. Dazu gehört auch das Monitoring digitaler Vertriebskanäle. „Durch den Onlinehandel können Verkäufer

erheblich einfacher weltweit ihre Produkte anbieten“, so Bichelmeir-Böhn weiter. „Deshalb ist es sehr wichtig, dass wir gezielt diese Plattformen beobachten und gegen Verkäufer gefälschter Waren vorgehen und deren Listings löschen lassen. Es gibt hier mittlerweile immer mehr Verschiebungen von B2B- und B2C-Plattformen hin zu Social Media. Daran sieht man, dass wir mit unseren Maßnahmen erfolgreich sind.“

Zusammenarbeit multipliziert Wirkung

Die Markenschützer von Schaeffler setzen bei ihren Resilienzmaßnahmen auch auf die Unterstützung durch Vertriebsmitarbeitende und Händler. „Wir haben mittlerweile ein sehr gutes Netzwerk aufgebaut, das uns sowohl online als auch in der realen Welt einbezieht und uns wichtige Hinweise zuspielt, denen wir dann nachgehen. Zudem arbeiten wir auch eng mit dem Zoll oder Behörden wie Europol zusammen“, ergänzt Martin Rügemer. „Aber es kann auch ein Privatperson sein, der über eBay etwas gekauft hat und uns über die OriginCheck-App kontaktiert.“

Ein Beispiel hierfür ist die vorbildliche Vorgehensweise des griechischen Schaeffler-Vertriebspartners SKAMA. Dieser bot einem Kunden, der sich für das vermeintlich bessere Angebot eines Konkurrenten entschieden hatte, an, die gelieferten Lager auf ihre Echtheit zu überprüfen. Die Kontrolle der Data-Matrix-Codes mit der OriginCheck-App erhärtete den ersten Verdacht. SKAMA schickte umgehend Fotos der fraglichen Ware an das Schaeffler-Team,



„Manche Hersteller glauben, dass ihre technisch sehr aufwendigen Produkte gar nicht gefälscht werden können und sie daher nicht betroffen sind“

Ingrid Bichelmeir-Böhn, Mitglied der zentralen Stelle zur Bekämpfung der Produkt- und Markenpiraterie bei Schaeffler

das die Fälschungen zweifelsfrei bestätigte. Für einen weiteren Verdachtsfall reisten Mitglieder des Brand Protection Teams nach Griechenland und identifizierten erneut sämtliche Lager als Plagiate. Mit anwaltlicher Unterstützung vor Ort wurden die Lieferungen umgehend beschlagnahmt. Eine ähnliche Erfahrung machte der türkische Schaeffler-Vertriebspartner Özevren Rulman. Er hatte eine Reihe von Ausschreibungen gegen deutlich günstigere Mitbewerber verloren und hegte daher den Verdacht, dass etwas nicht stimmen könnte. Er bot den Kunden an, mit der OriginCheck-App die Echtheit der billigeren Lager zu prüfen, die sich prompt als Fälschungen herausstellten. Özevren Rulman konnte durch sein Eingreifen sogar die bestehenden Geschäftsbeziehungen zu seinen Kunden ausbauen.

Ohne Wissen Markenrechte verletzt

Ein bitteres Erlebnis mit Produktpiraterie hatte auch das deutsche Unternehmen Diehr und Rabenstein, das von einer auf den ersten Blick seriös wirkenden Firma namens Yakang beliefert werden sollte. Doch am Flughafen Nürnberg wurden die bestellten Waren vom Zoll beschlagnahmt, anschließend wurde der Unternehmenssitz von Diehr und Rabenstein von den Behörden durchsucht. Es hatte sich herausgestellt, dass das Unternehmen gefälschte Lager erworben hatte. „Im ersten Moment wussten meine Mitarbeiter und ich gar nicht, wie uns geschieht“, erinnert sich Inhaber Wolfgang Diehr.

500.000

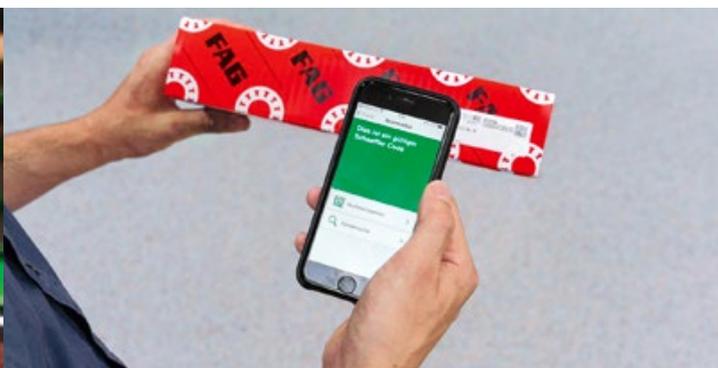
Jobs fallen laut Schätzungen des Instituts der deutschen Wirtschaft **durch die Einfuhr von Plagiaten in die EU weg.**

7.000

Fälle hat die Global Brand Protection von Schaeffler seit ihrer Gründung im Jahr 2004 untersucht.

15.000

gefälschte FAG-Lager und 40.000 Verpackungsduplikate wurden bei einem behördlichen Zugriff in Indien inkassiert.



So sieht ein kaputtes Lager aus, das gefälscht war (l.). Mit der Schaeffler OriginCheck-App können Kunden die Echtheit von Schaeffler-Produkten überprüfen (oben r.). Wird dieser Data-Matrix-Code (unten r.) auf einem Schaeffler-Lager via App gescannt, erhält der Kunde eine Benachrichtigung aufs Handy, ob das Lager echt ist

„Solche Szenen kennt man ja nur aus dem Fernsehen. Jetzt standen wir selbst wie Verbrecher da, wie Kriminelle, im Fadenkreuz von Ermittlern, Gerichtsvollziehern, Anwälten und Sachverständigen. Durch den gewaltigen Auftritt haben wir die Ernsthaftigkeit der Situation erstmals erkannt und verstanden, dass wir ohne unser Wissen Markenrechte verletzt hatten. Unsere Anwälte klärten uns im Anschluss darüber auf, dass wir mit allem rechnen müssen, auch mit Gefängnisstrafen und Insolvenz! Wir waren entsetzt. Alles, was wir in den letzten zweieinhalb Jahrzehnten mühsam aufgebaut haben, unsere Firma, unsere Häuser, unseren Lebensstandard ... Das alles sollte nun verloren sein?“ In enger Zusammenarbeit mit Schaefflers Brand Protection Team wurde der Fall schließlich gelöst. „Wir wollen mit unserem Vorgehen gegen Produktpiraterie Vertrauen schaffen“, unterstreicht Bichelmeir-Böhn. „Die Kunden können sich jederzeit an uns wenden und werden von uns unterstützt. Sie werden mit den Problemen nicht alleingelassen.“

Seit seiner Gründung im Jahr 2004 hat das Brand Protection Team von Schaeffler bereits über 7.000 Fälle untersucht und konsequent weitere Maßnahmen zum Schutz vor Produktpiraterie und Markenrechtsverletzungen eingeleitet. Idealerweise werden geeignete Maßnahmen vor Ort, also beim Fälscher, ergriffen, um die Ware zu beschlagnahmen und damit zu verhindern, dass diese Produkte auf den Markt kommen. Als Beispiel nennt Ingrid Bichelmeir-Böhn einen behördlichen Zugriff in Indien, bei dem mit einem Schlag 15.000 gefälschte FAG-Lager und 40.000 Verpackungsduplikate einkassiert wurden.

Aber solche Großfunde werden seltener. Die Produktpiraten haben vielerorts auf Just-in-time-Produktion umgestellt. Bauteile und Verpackungen werden erst kurz vor Auslieferung mit gefälschten Marken-Insignien gekennzeichnet. Der Großteil der Waren lagern namenlos in Kellerräumen, sogenannten Go-downs, und sind so sicher vor der Beschlagnahme.

Beschlagnahmte Produkte werden rund um die Welt immer wieder in spektakulären Aktionen vernichtet – auch um potenzielle Nachahmer abzuschrecken. Schaeffler greift ebenfalls zu solch plakativen Mitteln, hat sich aber dafür stark gemacht, dass der Fälschungsschrott nicht einfach



„Es gibt nichts, was nicht gefälscht wird. Bei Schaeffler ist vom kleinen Rillenkugellager über Radlager oder Kupplungen bis zu Großlagern eigentlich alles dabei“

Martin Rügemer vom Schaeffler Brand Protection Team

auf dem Müll landet. „Wir achten in unserem Fall darauf, dass die Plagiate im besten Falle eingeschmolzen werden, denn der Stahl kann ja noch verwendet werden“, erläutert Martin Rügemer. Für diesen mittlerweile Schule machenden Nachhaltigkeitsvorstoß wurde ein Dienstleister von Schaeffler in den Vereinigten Arabischen Emiraten mit dem „Green Dot Award“ ausgezeichnet. Noch nachhaltiger (und sicherer) wäre es natürlich, wenn solche Fälschungen erst gar nicht produziert werden würden ...

„Es könnte gehen! Wenn ...“

Transformation, Wandel, die Resilienz stärken – wie geht das?
Andreas Hoberg, Produktionsexperte und Unternehmensberater
bei der Ingenics AG, ordnet Prioritäten und Begriffe.

Resilienz – die Fähigkeit, sich gegen äußere Störungen zu behaupten. Darauf kommt es für Unternehmen in ökonomisch turbulenten Zeiten an. Pandemie, Krieg, Klimakrise – das sind „Ereignisse“, die die Geschäftsmodelle fast aller Unternehmen betreffen. Große Unruhe kann oftmals

nur mit großen Umwälzungen gemeistert werden – Stichworte Transformation und Wandel. Mit Andreas Hoberg wandern wir einmal durch den dichten Wald von Begriffen und Zusammenhängen rund um unser Schwerpunktthema in dieser Ausgabe: Resilienz.

Das sagt der Experte über ...

... eine historische Einordnung des aktuellen Wandels

Wir Menschen neigen dazu, zu sagen, dass genau diese Zeit, in der wir leben, die herausforderndste mit dem größten Wandel ist. Aber in großen Zyklen gesehen gab es schon größere Umbrüche und epochalere Transformationsschübe. Die Erfindung der Dampfmaschine oder der Einsatz von IT und Computern sind Beispiele. Der große Unterschied zu heute ist, dass die Zyklen kürzer geworden sind, viel kürzer. Unternehmen haben heute quasi keine Vorlaufzeit mehr und können sich deshalb nicht mehr mit einer strategischen, prozessualen Richtigkeit aufstellen. Man liegt viel häufiger in Rückenlage, und das ergibt dann deutlich andere – höhere – Anforderungen an die Führungskräfte und die handelnden Personen im Unternehmen. Die Zyklen sind kürzer und damit die nötige Reaktionsgeschwindigkeit. Gerade die letzten drei Jahre mit Pandemie und Krieg haben, so mein

„Hilfe und Meinung von außen sind in solchen Phasen wie jetzt – mit multidynamischen Einflüssen – Beschleuniger und steigern extrem die Effizienz“



„Im Vergleich zu früher sind die Zyklen kürzer geworden. Unternehmen haben heute quasi keine Vorlaufzeit mehr, um sich strategisch und prozessual richtig aufzustellen“

nämlich nichts geändert. Aber natürlich gibt es die unterschiedlichsten Blickwinkel und Dimensionen zur Erhöhung der Resilienz.

Eindruck, viele Führungskräfte und Firmen ausgeblaut. Es war ein permanentes Gefühl der Rückenlage, obwohl man bis dahin eigentlich gut unterwegs war und sich in einer positiven und starken Position für die Ausrichtung zur Transformation befand.

... den Ursprung des Begriffes Resilienz

Der ist, glaube ich, so alt, wie man in China Bambus kultiviert. Diese Pflanze zeichnet extreme Biegsamkeit bei gleichzeitiger Stabilität aus. Das ist das Synonym für Resilienz aus der Natur.

In der Wirtschaft war das Thema zwar immer präsent, aber teilweise etwas aus dem Fokus gerückt. Nur jetzt angesichts der sehr kurzzyklisch aufeinander folgenden Krisen, die teilweise existenziell waren oder eben auch noch sind, ist der Faktor Resilienz plötzlich wieder wichtiger geworden.

... die aktuelle Bedeutung von Resilienz

Unternehmen müssen sich fragen, wie es um ihre Stabilität und ihre Flexibilität bestellt ist. Was ist das Fundament, was ist unsere ureigene, individuelle Stärke? Wofür stehen wir? Was ist unser Kern? Was ist unsere Innovationskraft? Und basierend auf diesen Antworten gilt dann: Stärken stärken. Daraus kann das Unternehmen Motivation nach innen aufbauen und auch gegenüber dem Kunden sagen: „Schau her: Das ist das, was wir jetzt machen!“ Diese positive Energie ist nötig in einer Umgebung mit so vielen schlechten Nachrichten.

Ich finde es richtig und wichtig, dass der Faktor Resilienz wieder mehr im Fokus ist. Am Ansatz von Stabilität bei gleichzeitiger Flexibilität hat sich

Transformation kann von Stärke getrieben sein: Ein Unternehmen weiß, wo es steht in einem wirtschaftlichen Ökosystem, und strebt im Sinne von Weiterentwicklung nach Veränderung. Das sehe ich so für einige Branchen, zum Beispiel im Werkzeugbau, im Maschinenbau oder in der Verfahrenstechnik. Aus dieser Stärke heraus kann man viel für Stabilität und Flexibilität machen.

Transformation und Resilienz können aber auch ein Hoffungsanker sein, wenn ein Unternehmen wie ein Frosch an einem Strohalm hängt, der sich im Wind wiegt, und hofft, dass er nicht bricht. Das trifft zum Beispiel dort zu, wo die aktuellen Veränderungen oder Krisen auf ganze Branchen oder Branchenabschnitte einwirken. Zwei Beispiele dazu: zum einen die Automobilindustrie, die einen heftigen Wandel durchlebt. Was passiert da gerade, was davon ist politisch getrieben? Welche Auswirkungen hat das? Zum anderen die klassischen Kaufhäuser, wo wir Konsumenten mit unserem neuen Kaufverhalten, das massiv Richtung Online geht, die Veränderungen machen. Gerade bei Letzteren wird nicht aus einer Position der Stärke heraus nach Resilienz und Transformation gerufen.

So eine Transformation hat immer mehrere Dimensionen und auch immer eine übergeordnete Ebene: Das sind die Prozesse und Abläufe und die damit primär verbundenen Positionen und Personen. Und über alledem steht idealerweise ein bewusster Strategieprozess. Aus all diesen Blickwinkeln müssen wir schauen vor und in der Transformation. Wenn wir in diesem Zusammenhang von Resilienz sprechen, meinen wir auch immer die gesamte Resilienz des Unternehmens: Wie stark ist es, wie schwach und wie flexibel?

... die größten Fehler beim Aufbau von Resilienz

Arroganz und wegducken nach dem Motto: „Ach, das betrifft uns nicht.“ Das hängt auch wieder stark mit den handelnden Personen zusammen und deren Erfahrungen. Die große Krux ist ja, dass es Geschäftsmodelle betrifft, die über Jahre oder Jahrzehnte funktioniert haben. Bestes Beispiel ist der deutsche Mittelstand: Wir haben hier teilweise eine sehr vielschichtige, aufeinander aufgebaute Lieferkette, im Fachjargon „Supply Chain“. Man kennt sich und es funktioniert – eine deutsche Besonderheit und Stärke des Mittelstands. Das sehe ich nach wie vor positiv. Aber plötzlich haben sich die Randbedingungen radikal geändert und gewisse Produkte werden nicht mehr gebraucht – das kann die Situation für einen Zulieferer in Abhängigkeit existenziell gefährdend ändern. Wir sehen das ja auch in der Automobilindustrie mit ihren verketteten Strukturen, dass sich die Lieferkette teilweise völlig neu sortiert. Und man muss es so deutlich sagen: Da werden einige auf der Strecke bleiben.

... wichtige Faktoren beim Aufbau von Resilienz

Entscheidungsfreude, Entscheidungsgeschwindigkeit, Risikofreude, Fehlerkultur, Stringenz, Einbindung der Mitarbeitenden beziehungsweise präzise, transparente Informationen für die Belegschaft: „Das wollen wir, das machen wir.“ Das setzt Kräfte frei. Das sind für mich die wichtigsten Faktoren.



„Entscheidungsfreude, Entscheidungsgeschwindigkeit, Risikofreude, Fehlerkultur, Stringenz, Einbindung der Mitarbeitenden beziehungsweise präzise, transparente Informationen für die Belegschaft – das sind für mich die wichtigsten Faktoren“



... die „Gamechanger“ in den Startlöchern, die die Resilienz vergrößern können

Ganz klar die Digitalisierung. Sie wird immer noch nicht genutzt, wie sie genutzt werden sollte und kann. Ich brauche Transparenz für meine Entscheidungen, digitale Lösungen können diese herstellen und wertvolle Daten generieren. Damit kann ich mein Unternehmen analysieren und besser verstehen. Und dann kann ich – nach der Auswertung – digital auch simulieren und dadurch vorausschauend handeln. Das ist das A und O. Von irgendeinem Automatismus oder einer Selbststeuerung sind wir dann immer noch weit entfernt. Der Transformations-Brandbeschleuniger kann und wird Digitalisierung sein.

... den Prozess der Transformation

Das ist heutzutage ein Strategieprozess, der durch einen CEO moderiert und unterstützt werden muss. Und der Transformationsprozess muss deutlich schneller vorankommen als bisher. Die Entscheidungsfindungen müssen schnell sein, auch wenn sie in eine ganz andere Richtung als bisher gehen – dazu gehört ein gehöriges Maß an Widerstandsfähigkeit. Es dauert oft zu lange, mit sehr vielen Abwägungen und Eventualitäten, die durchdacht werden. In der Zeit sind die Umstände dann schon wieder andere oder der Wettbewerb entscheidet schneller und verschafft sich so einen Vorteil im strategischen Transformationsprozess. Mir hat ein Automobilvorstand erzählt, dass sie als gesamter Vorstand während der Corona-Pandemie jeden Tag zusammen 20 Minuten eine Telefonkonferenz gemacht haben und relativ schnell alle Entscheidungen zusammenhatten. Jetzt, so sagt er, debattieren und diskutieren sie wieder in monatlichen Vorstandssitzungen. Das verdeutlicht, dass man ohne gewisse Attitüden besser fährt – mit einem klaren Angang an die Frage: „Wo knackt oder knirscht es gerade?“

... den Unterschied von Theorie und Praxis beim Aufbau von Resilienz

In einfachen Worten: Die Maßnahmen müssen funktionieren. Casus knacksus sind die Implementierung und Integration in den Unternehmensalltag. Das ist es, was am Ende zählt. Aber natürlich gibt es – je nach Kunde – sehr unterschiedliche Ausgangspositionen. In den letzten drei, vier Jahren waren die großen Leitlinien immer geprägt durch heftige äußere Einflüsse. Ganze Geschäftsmodelle haben sich geändert

und dazu noch viele Randbedingungen. Wenn man da als Unternehmen erfolgreich bleiben will, muss man die Maßnahmen für Transformation eben auch umsetzen. Am Beispiel der Automobilindustrie: Wenn ich wegwill oder wegmuss vom Verbrenner-Pkw, hin zur Elektromobilität, dann darf ich darüber nicht nur reden, sondern muss das tatsächlich auch machen. Umsetzung ist also in der Zukunft der wichtigste Aspekt – für die Unternehmen selbst und für die Berater. Wir fassen das bei unseren Kunden immer positiv zusammen mit unserem Credo: „Es könnte gehen! Wenn ...“ Und für das „Wenn“ müssen wir Lösungen finden. Es gibt leider in der Transformation und für das Optimieren von Resilienz nicht den einen geraden und richtigen Weg. An Lösungen muss man sich herantasten, weil vieles inhaltliches Neuland ist.

... die Gründe, warum Firmen Unternehmensberatungen kontaktieren

Zumeist ist das nicht, weil das Wasser schon bis zum Hals steht, sondern es gibt andere Gründe. Oft fehlt Kapazität – Kapazität, um für Transparenz zur Entscheidungsfindung zu sorgen, also das eigene Unternehmen unter die Lupe zu nehmen für eine grundsätzliche Analyse. Oder es fehlt dann die Kapazität, um die darauf basierenden und getroffenen Entscheidungen inhaltlich umzusetzen. Das trifft umso mehr zu, wenn die Industrien unter solchen – nennen wir sie mal: multidynamischen Einflüssen stehen wie in dieser Phase. Da sind Hilfe und Meinung von außen einfach Beschleuniger und steigern extrem die Effizienz.



Der Experte

Andreas Hoberg studierte in Ulm Produktionstechnik. Seit 2005 ist er bei der Ingenics AG, die mit über 500 Beschäftigten an

20 Standorten in neun Ländern hauptsächlich Produktions- und Logistikunternehmen berät. Er ist seit 2011 Managing Partner und unter anderem zuständig für Strategieberatung, Prozess- und Organisationsberatung sowie Digitalisierung.

„Arbeitswelt wird auf den Kopf gestellt“

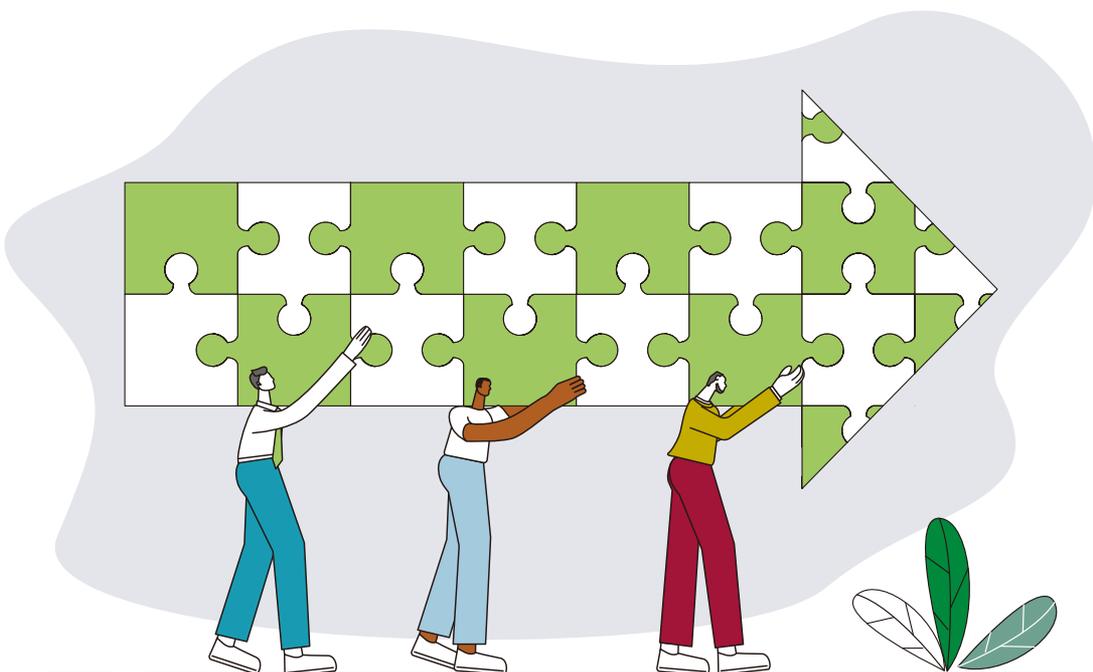
Warum Spitzenengineering ein zunehmend wichtiger Resilienz-Faktor für Unternehmen wird, erläutert Fraunhofer-Forscher Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu, Direktor im Forschungsbereich Produktentstehung.

Interview: Björn Carstens

Exzellenz gehört neben Nachhaltigkeit, Innovativität und Leidenschaft zu den Unternehmenswerten von Schaeffler. Sie definieren „Engineering Excellence“ als entscheidenden Resilienz-Faktor für Unternehmen. Warum ist Exzellenz so wichtig?

Man muss sich die Ausgangslage klarmachen. Fast alle Wirtschaftszweige müssen sich – getrieben von technologischen, aber auch ökologischen und gesellschaftlichen Entwicklungen – transformieren. Auf produzierende Unternehmen prasseln dabei vielfältige Engineering-Herausforderungen ein. Sie müssen neue, zum Teil disruptive Technologien sowohl bei Entwicklung als auch bei Produktion und dem Produkt selbst mit bestehendem

Know-how verknüpfen. Dazu müssen die Entwicklungsabteilungen in volatilen Zeiten wie den unsrigen fast hellseherische Fähigkeiten entwickeln, was die Märkte zukünftig erwarten. Hinzu kommen die Kriterien, die wir schon immer als exzellentes Engineering bezeichnet haben – also ein zuverlässiges, verfügbares und sicheres System sowie die Produktqualität im Allgemeinen. Produktlösungen müssen entsprechend dieser Gemengelage immer mehr interdisziplinär gefunden werden. Schon allein mit Blick auf die immer wichtiger werdende Kreislaufwirtschaft. Das alles in Einklang zu bringen heißt, Engineering Excellence noch einmal neu zu denken. Das sind unheimlich große Herausforderungen für Produktentwickler. Und nur Unternehmen, die diese Herausforderung meistern,



entwickeln die nötige Resilienz, um sich am Markt zu behaupten.

Bitte konkretisieren Sie diese Herausforderungen.

Die Digitalisierung und insbesondere die künstliche Intelligenz (KI) wird zu intelligenten, vernetzten Systemen führen, die auf dem engen Zusammenwirken vieler Fachdisziplinen basieren. Dies prägt nahezu alle Zukunftsthemen wie Mobilität, Energieversorgung und Kreislaufwirtschaft. Derart komplexe Systeme zu kreieren erfordert eine neue, auf der Systemtheorie und Systemtechnik beruhende Herangehensweise. Darauf sind weder Industrie noch Hochschulen adäquat vorbereitet: In beiden Sektoren sind die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten aufbauorganisatorisch nach Fachdisziplinen respektive Fakultäten aufgestellt; es fehlt an ganzheitlichen Methoden und ganzheitlichem Denken. Und genau das braucht es, um ein zirkuläres Produkt auf den Weg zu bringen. Das fängt bei der Materialauswahl an, geht über potenzielle Upgrade-Modelle bis hin zur Überlegung einer qualitätsgesicherten Überholung. Letzteres ist beispielsweise beim Refurbishing von Smartphones ein gängiges Modell. All das muss schon beim ersten Entwurf berücksichtigt werden.

Können Sie uns aus Ihrer Praxis ein Beispiel eines erfolgreichen Umdenkens nennen?

Ein schönes Beispiel für eine Produktentwicklung, die zeigt, welche Potenziale gehoben werden können, wenn man das Ganze ein wenig anders angeht, ist der Maschinen- und Anlagenbauer GEA – einer der weltweit größten Systemanbieter für die Nahrungsmittel-, Getränke- und Pharmaindustrie. Als hauptsächlich Stahl verarbeitendes Unternehmen stellen Lieferzeiten, Kosten und der tiefe CO₂-Fußabdruck des Materials ein immer größer werdendes Problem dar. Was unsere Forschenden jetzt gemeinsam mit dem Unternehmen gemacht haben, ist Folgendes: Sie haben bei der Produktentwicklung genetische, also sich weiterentwickelnde KI-Algorithmen zu Hilfe genommen. Man kann sich das in etwa so vorstellen: Genetische Algorithmen führen Experimente durch, versuchen, mehrere neue Wege in der Produktentwicklung zu finden. Dabei kamen gute und weniger gute Lösungen heraus, die von den Mitarbeitenden der Firma gefiltert wurden. Hier kommt der Faktor Mensch ins Spiel. Denn in diesem Moment lernt das System. Im Endeffekt haben die Vorschläge, die durch die genetischen Algorithmen generiert und mithilfe der Mitarbeitenden ausgewählt wurden,

dazu geführt, dass GEA bei der Herstellung seines Produkts 30 Prozent weniger Stahl verbraucht hat und so signifikant seinen CO₂-Fußabdruck verbessern konnte.

Sie haben Algorithmen angesprochen. Welchen Einfluss hat künstliche Intelligenz auf Engineering Excellence?

Ich bin überzeugt: Engineering Excellence wird es in Zukunft ohne Mithilfe von KI kaum oder gar nicht geben. Weil KI gleich mehrfach hilft. Zum einen können wir KI mit der Expertise von Fachleuten füttern, die in Rente gehen, und dieses Wissen konservieren, bevor es verloren geht. Wichtig ist es aber auch, dieses Wissen zu externalisieren, um auch im Zeichen des Fachkräftemangels fachgebietsübergreifend leistungsfähig zu bleiben. Der Fachkräftemangel ist ohnehin ein weiterer Punkt, bei dem KI helfen kann. Viele Industrienationen haben einfach Probleme, Nachwuchs zu finden. Die Situation ist teilweise dramatisch. Und wenn Entwicklerinnen und Entwickler fehlen, muss KI die wenigen vorhandenen Kapazitäten entlasten. Zum Beispiel indem sie wie bei GEA verschiedene Lösungsansätze entwickelt, aus denen Experten die besten herausfiltern und weiterentwickeln. Wir müssen es schaffen, KI wirklich in den Engineeringprozess einzuführen. Dafür müssen eigene KI-Systeme entwickelt und eingesetzt werden.

Warum sind Sie davon so überzeugt?

Weil KI das Potenzial hat, unsere bekannte Arbeitswelt auf den Kopf zu stellen. In der Informatik ist es gang und gäbe, dass Studenten Software-Entwicklungscodes durch ChatGPT laufen lassen, um ihn zu analysieren. Künftig werden Software-Entwickler vermutlich kaum noch am Code dokumentieren, weil Systeme wie ChatGPT das im Nachhinein genauso gut können. Ähnlich sieht das bei Fehleranalysen aus. Aber, und jetzt kommt das große Aber: Wir haben solche KI-Lösungen noch nicht, wenn wir über wirklich komplexe Systeme sprechen. Daran müssen wir arbeiten. Wenn ich für die deutsche Perspektive sprechen darf: Es wäre auch aus Resilienz-Gesichtspunkten schön, wenn so ein System zuerst in Deutschland entwickelt werden würde als in den USA oder in China.

Schon mehrfach fiel der Begriff Kreislaufwirtschaft. Welchen Einfluss hat er auf Engineering Excellence?

Früher wurden beim Produkt oft nur die ersten beiden Phasen Entwicklung und Betrieb betrachtet.

Jetzt geht es vermehrt um vorgelagerte Fragen wie: Welche Rohstoffe können genutzt werden, wie kann der Ressourcenverbrauch reduziert werden, und es geht um nachgelagerte Aspekte wie Recycling und das schon angesprochene Refurbishing. Die Digitalisierung bringt uns dabei einen neuen Zugang zum Produkt, da wir Daten über verschiedene Lebenszyklusphasen generieren können. Die Hersteller wissen jetzt sehr genau, wie das Produkt gefertigt wurde, wie es ausgeliefert wurde, wer es gekauft hat, wie es der Konsument genutzt hat, welche Fehler angefallen sind und so weiter und so fort. Aus dieser Datenmenge kann ich unheimlich viele Schlüsse ziehen. Zum Beispiel ob ich als Hersteller lieber ein Produktupgrade fahre oder eine neue Produktgeneration auf den Markt bringe. Bisher war immer viel Bauchgefühl dabei. Jetzt hält auch hier Engineering Excellence Einzug.

Können Sie ein Beispiel nennen?

Der Haushaltsgerätehersteller Miele befindet sich auf einem guten Weg in Sachen Nachhaltigkeit und Digitalisierung. Beispiel Geschirrspülmaschine. Früher hätte man vermutlich dem Kunden versprochen: Dieses Gerät hält 20 Jahre lang. Das macht man nicht mehr, weil in diesen 20 Jahren vermutlich viel effizientere Geräte entwickelt werden. Stattdessen stellt Miele seinen Kunden Softwarelösungen zur Verfügung, um während der Betriebsphase den Energieverbrauch zu senken. Das ist ein immenser Wandel in der gesamten Entwicklung eines Unternehmens, sich auf solche Geschäftsmodelle einzulassen.

Aber kaputt bedeutet weiterhin Schrottplatz?

Nein, es geht auch um Wiederaufbereitung. Beispiel: Ist die Maschine nach zehn Jahren kaputt, wird sie gegen Aufpreis gegen eine neuere, effizientere ausgetauscht, die alte Maschine wird mitgenommen, mit einem neueren Technologiestand ausgestattet und als erneuertes Gerät wieder verkauft. Engineering Excellence zeichnet sich aber auch dadurch aus, dass Geräte so konstruiert werden, dass sie sich leicht reparieren lassen. Auch das ist ein Schritt weg von der Wegwerfgesellschaft.

Sie fordern Unternehmen auf, komplexe Systeme professionell zu entwickeln und schnell zum nachhaltigen Markterfolg zu bringen. Wie verträgt sich „schnell“ mit „Excellence“?

Schnell bedeutet in dem Kontext agiles Entwickeln – ein Modewort, das es im Software-Engineering schon lange gibt. Agilität bedeutet nur, in der Lage

zu sein, auf neue Gegebenheiten zu reagieren. Eine Resilienz-Grundtugend, die überhaupt nicht konträr mit dem Begriff der Excellence ist.

Sie unterscheiden zwischen technischen und soziotechnischen Systemen. Was verstehen Sie unter soziotechnisch?

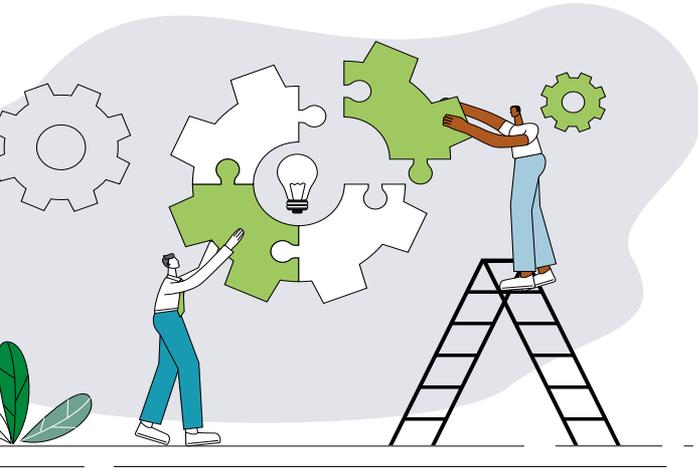
Soziotechnisch hat zwei Perspektiven. Zum einen, wenn ein System in einem Umfeld agieren muss. Das heißt: Es gibt Benutzer, es gibt andere Systeme, es gibt eine Gesetzgebung – also ein gesellschaftliches Umfeld, in dem das System akzeptiert werden muss. In der Vergangenheit hat man wenig Shitstorm erwarten dürfen, das sieht heutzutage anders aus. Beispiel E-Autos: Die Generationen Y und Z kaufen keine mehrere Tonnen schweren Elektroautos von Luxusherstellern. So kann nicht die Zukunft von Elektromobilität aussehen. Diese Käuferklientel gibt es im Moment vielleicht noch, aber sie stirbt aus. Das meine ich damit, auch das soziale Umfeld bei der Produktentwicklung zu betrachten. Die zweite Perspektive ist der Entwicklungsprozess selbst, in dem der Mensch trotz aller KI-Systeme noch immer eine entscheidende Rolle spielt. Der Mitarbeitende muss neue Methoden in der Entwicklung akzeptieren, er muss offen sein für Weiterbildungen, aber er muss auch Spaß an der Sache haben.

Können die Innovationsherausforderungen nur gestemmt werden, wenn Politik, Wirtschaft und Wissenschaft eng zusammenarbeiten?

Ja, definitiv. Politik muss die Rahmenbedingungen schaffen, damit Entwicklungs-, Innovations- und Produktionsstandorte attraktiv bleiben. Wieder ein Beispiel: Aktuell liegt Nordamerika bei der Standortwahl von Unternehmen weit vorne, weil dort die politischen Verhältnisse halbwegs stabil sind und die Energiekosten niedrig. Und die staatlichen Subventionen sind in den USA um den Faktor sechs bis sieben höher als beispielsweise in Deutschland. Das heißt aber nicht, dass andere Nationen jetzt ihre Subventionen hochfahren müssen. Sie müssen andere Wege gehen, damit die Konzernzentralen der großen produzierenden Unternehmen nicht abwandern. Genau dort steckt das meiste geistige Eigentum, die Engineering Excellence.

Welche entscheidende Rolle hat die Wissenschaft?

Sie muss bei jungen Talenten Technikbegeisterung entfachen. Professoren sollten Studierende nicht gleich im ersten Semester mit übertriebenen Mathenanforderungen aussieben. Womöglich verlieren wir



Die ganzheitliche Betrachtung schon im Entwicklungsprozess wird immer wichtiger für den Unternehmenserfolg. Es müssen nicht nur Produktion und Produkt optimiert werden, sondern auch die Stationen davor und danach

in diesem Schritt Techniktalente. Und wenn der demografische Wandel so hart ist, dass ein Unternehmen keine Talente mehr bekommt, wird es praktisch gezwungen, einen neuen Standort zu suchen. Wir machen oft den Fehler, nur Spitzenforschende ausbilden zu wollen, stattdessen müssen wir auch an die Breite denken. Ich weiß nicht, ob ein Steve Jobs in Deutschland ein Informatikstudium bestanden hätte. Ein technisch basiertes Studium darf keine elitäre Veranstaltung sein. Da sind die Hochschulen gefragt, Ausbildung anders zu denken.

Das von Ihnen mitentwickelte Advanced Systems Engineering (ASE) soll ein Leitbild für eine neue Perspektive in Planung, Entwicklung und Betrieb technischer Systeme werden. Wie und warum?

ASE lässt sich am besten erklären, wenn man die Strategie in drei Begriffspaare unterteilt. Der erste ist Advanced Systems. Künftige Systeme werden sich massiv ändern. Sie werden autonom, intelligent und hochvernetzt sein. Aktuell ist es noch so: Wir entwickeln ein Produkt und danach einen Service. Das kann so nicht mehr erfolgreich sein. Die Systeme selbst drängen uns dazu, ein neues Leitbild im Engineering zu entwerfen, in dem Produkt und digitale Erweiterungen verschmelzen. Damit sind wir beim zweiten Begriffspaar, dem Systems Engineering. Dabei steht die modellbasierte Systemoptimierung über den gesamten Lebenszyklus mithilfe eines digitalen Zwillings im Vordergrund. Wir können nicht mit den Methoden der vergangenen 20 Jahre entwickeln. Wir haben tolle Spezialisten für Hydraulik, für Mechanik, für die Schaltungstechnik, aber uns fehlt häufig die Interdisziplinarität in der Entwicklungsmethodik.

Der dritte Teil beschreibt das Advanced Engineering, das neu gedacht werden muss. Dabei geht es im Wesentlichen um zwei Komponenten. Zum einen muss neue Technologie wie KI oder digitale Zwillinge angewendet werden. Aber genauso wichtig sind die soften Themen wie Agilität, Kreativität und Sozialkompetenz. Entwicklung muss Spaß machen. Entwicklung kann nicht heißen, nur eine ausführende Einheit zu sein, die eine Anforderungsspezifikation in eine Produktspezifikation überführt. Das können Algorithmen irgendwann genauso gut. Dieses Leitbild des verantwortungsvoll-selbstbestimmten, kreativen Entwicklers muss in die Köpfe der Unternehmensleitungen. Denn beim Engineering haben wir den größten Stellhebel für nachhaltigen Unternehmenserfolg.

Was bedeutet ASE für den Arbeitsmarkt?

Wir müssen lernen, dass wir im Arbeitsmarkt bereits sehr viel Erfahrung haben. Diese Ingenieure müssen wir auf dem Weg in die Zukunft mitnehmen. Ältere Kollegen begeistert man am besten, wenn man ihnen junge begeisterte Kollegen an die Seite stellt. Aber woher nimmt man die, das ist die Frage! Das Argument, studiere irgendwas mit Technik, du findest sicher einen Arbeitsplatz, zieht nicht mehr. Wir müssen zeigen, welche Möglichkeiten Technik schafft, wie sich mit Technik gestalten lässt, was sich mit Technik bewirken lässt. Zum Beispiel kann man Umwelttechnik studieren und sich damit auseinandersetzen, wie sich die Ansteuerung von intelligenten Netzen verbessern lässt, um so 20 bis 30 Prozent weniger CO₂ auszustoßen. Ohne technische Lösungen werden wir es nicht schaffen, mit bald zwölf Milliarden Menschen friedlich und nachhaltig auf dieser Erde zusammenzuleben.



Der Experte

Prof. Dr.-Ing. Roman Dumitrescu promovierte 2010 im Bereich Systems Engineering. Von 2011 bis 2015 war er Leiter der Abteilung Produktentstehung

des Fraunhofer-Instituts für Entwurfstechnik Mechatronik IEM. Seit 2015 ist er einer von drei Direktoren des Instituts und verantwortet weiterhin den Bereich Produktentstehung.

In Motion

Die moderne Welt von heute braucht nicht nur nachhaltige, sondern vor allem auch resiliente Verkehrssysteme.



Zeit, dass sich was (leiser) dreht

Flugzeuge, Hubschrauber, Multicopter-Drohnen sind Hightech-Maschinen. Das Problem: Ihre Propeller sind nervig laut. Eine technische Lösung, die zu einer höheren Akzeptanz zwischen Mensch und Maschine beitragen könnte, haben US-Wissenschaftler am Massachusetts Institute of Technology (MIT) gefunden. Sie entwickelten einen Propeller, der an eine deformierte Acht erinnert. Das Forscherteam testete den Geräuschpegel an einem Prototyp einer Drohne. Das Ergebnis: eine um die Hälfte reduzierte Lautstärke gegenüber herkömmlichen Rotoren. **Der Trick: Die Luftwirbel entstehen**

nicht nur an der Spitze der Propeller, sondern sie verteilen sich über die gesamte Form. Ein weiterer Pluspunkt ist die Leistung. Die Propeller erzeugen bei jeder Drehzahl mehr Schub als klassische Propeller. Das Unternehmen Sharrow Marine hat bereits ein serienreifes Produkt auf dem Markt – allerdings fürs Wasser. **Die Amerikaner verkaufen Schiffsschrauben (siehe Foto),** die nach dem gleichen toroidalen Prinzip gebaut sind. Diese sind nicht nur leiser und vibrationsärmer, sondern steigern auch bei gleicher Drehzahl die Geschwindigkeit. Außerdem sparen sie bis zu 30 Prozent Treibstoff.

Anschluss Schienenbus

Was für Mobilitätsalternativen zum Straßenverkehr gibt es auf dem sprichwörtlichen platten Land? „Keine“, würde mancher Dorfbewohner dem Fragesteller zuraunen. Doch, es gebe eine, würde Professor Christian Schindler von der RWTH Aachen erwidern, eine, die es schon mal gab. Den guten alten Schienenbus. „Ein einfach gebautes, einteiliges und günstiges Fahrzeug“, erklärt Schindler. An dem Projekt „FlexSBus-LR“ (Flexibler Schienenbus für den Ländlichen Raum) arbeiten die Aachener Forscher zusammen mit Industriepartnern (u. a. Schaeffler) seit 2021. Denn allein in Deutschland gibt es etwa 300 nicht elektrifizierte Strecken mit einer Länge von mehr als 13.000 Kilometern. Die Infrastruktur wäre vorhanden, **die Reaktivierung der alten Schienen mittels der „Ein-Waggon-Züge“ ein Leichtes, um den ländlichen Raum zu stärken und resilienter gegenüber dem Trend Stadtfucht aufzustellen.** Hauptaspekte der Aachener Mobilitätslösung sind Leichtbau, Energieeffizienz, ein emissionsarmer Antrieb unter Verwendung eines Pkw-Elektromotors, Lärmreduktion und Wirtschaftlichkeit über den gesamten Lebenszyklus. Der Kniff: Chassis und Fahrgastzelle sind getrennt, sodass perspektivisch auch Güter transportiert werden können. Das Projekt zeigt: Auch alte Ideen lassen sich recyceln.



Weltpremiere für innovative E-Antriebe

Elektrifizierung mal anders: Bei gleich drei Kunden aus dem Segment kompakter Kommunalfahrzeuge bringt der weltweit tätige Automobil- und Industriezulieferer Schaeffler seine hocheffizienten Radnabenantriebe in Serie. Vollelektrisch angetrieben fahren die Kehrmaschinen, Transporter und Schneeräumfahrzeuge lokal CO₂-frei und tragen zu einer besseren Luftqualität in Städten bei. Das Besondere am innovativen Antrieb: Alle erforderlichen Komponenten für Antrieb und Bremse sind direkt in der Felge verbaut – nicht in der Fahrzeugmitte oder an den Antriebsachsen. **Das spart Platz und macht die Fahrzeuge deutlich wendiger, besser manövrierbar und damit resilienter im Stadtverkehr.** Das vom E-Motor erzeugte Drehmoment wird über das Getriebe direkt an das Rad übertragen. Die direkte Kraftübertragung bedeutet einen besonders hohen Wirkungsgrad des Antriebs.

-15°

könnte das Thermometer anzeigen und trotzdem würde die nasse Straße nicht zu einer spiegelglatten Rutschpartie werden. Zumindest wenn im Asphalt die Erfindung der chinesischen Universität Shijiazhuang steckt. **Dort hat ein Team eine resilientere, umweltfreundlichere und effektivere Alternative zum Salzstreuen erfunden.** Die Wissenschaftler verpackten ein Salz auf Acetatbasis, das keine Chloride enthält, mit anderen chemischen Verbindungen in Mikrokapseln und mischten diese dem Asphalt bei. Der Clou: Der Straßenbelag setzt die Kapseln über mehrere Jahre frei, sodass Wasser bei einem Test auf dem Superasphalt erst bei Temperaturen von etwa minus 20 Grad gefror.

„Nur wer seinen eigenen Weg geht, kann von niemandem überholt werden“

Marlon Brando, US-amerikanischer Schauspieler (1924–2004)

Die Zukunft auf der Hebebühne

Der Übergang zur E-Mobilität auf unseren Straßen stellt auch den Ersatzteilmarkt und die Werkstätten vor große Herausforderungen. Aftermarket-Vorstand Jens Schüler zeigt auf, wie Schaeffler Servicebetriebe auf den Transformationspfad mitnehmen will und wie die Ersatzteilsparte des Automobil- und Industrielieferers Reparaturen von Elektroautos demystifiziert.

Von Daniel Zwick

Es ist ein sehr spezieller Teil des Automobilmarkts, in dem Jens Schüler mit seinen Kollegen arbeitet, aber einer, mit dem fast jeder Autofahrer einmal in Berührung kommt: Der 48-jährige Manager verantwortet im Vorstand des Automobilzulieferers Schaeffler das Geschäft mit Ersatzteilen und Reparaturanleitungen für Werkstätten, im Fachjargon Aftermarket genannt.

Wer an seinem Wagen Probleme mit Getriebe oder Kupplung hat, der wird mit gewisser Wahrscheinlichkeit Teile aus der Produktion des Konzerns aus

dem bayerischen Herzogenaurach ins Fahrzeug eingebaut bekommen. Vor allem dann, wenn das Auto schon älter ist und zur Reparatur in einer freien Werkstatt auf die Hebebühne kommt. Je länger die Wagen gefahren werden, umso wahrscheinlicher wird so eine Reparatur.

Markt für Ersatzteile verändert sich

Der Markt für Ersatzteile verändert sich ebenso stark wie der für Neuwagen. Aber die Ausschläge sind deutlich andere. Laut Kraftfahrt-Bundesamt sind Pkw in Deutschland inzwischen im Durchschnitt 10,1 Jahre alt. Im EU-Schnitt sind es 12 Jahre.



20 %

weniger Ersatzteilbedarf haben E-Autos im Vergleich zum Verbrenner, u. a. weil es weniger Bauteile gibt, vor allem im Bereich des Antriebsstrangs, und wegen eines generell reduzierten Verschleißes, insbesondere bei den Bremsen. Bei den Reifen erwarten Experten allerdings durch das höhere Gewicht und die immensen Beschleunigungswerte eine größere Abnutzung und damit einen steigenden Bedarf.

Quelle: Report „At the Crossroads: The European Aftermarket in 2030“ der Boston Consulting Group

15 %

weniger Unfallreparaturen als heute werden Werkstätten im Jahr 2035 vermutlich durchführen. Der Grund: Wegen Assistenzsystemen kommt es zu weniger Unfällen.

Quelle: Versicherungsverband GDV



„Wir verstehen uns als treibende Kraft bei der Herausforderung, den Ersatzteilmarkt fit für die E-Mobilität zu machen. Dabei stellen wir den Bedarf unserer Kunden nach wirtschaftlichen und zukunftsfähigen Reparaturlösungen in den Mittelpunkt“

Jens Schüler, CEO Automotive Aftermarket bei Schaeffler

Seit 2010 steigt der Behörde zufolge das Durchschnittsalter „kontinuierlich an“. Mehr als eine Million Autos auf den Straßen des Landes sind sogar älter als 30 Jahre. Die Kundschaft für Jens Schüler wächst also – und die aktuelle Lage am Pkw-Markt mit stark gestiegenen Preisen und knappem Neuwagen-Angebot spielt ihm auch in die Hände.

„Es gibt einige Faktoren, die in der kommenden Zeit sehr für den Ersatzteilmarkt sprechen“, sagt Jens Schüler. Die Preise für Ersatzteile seien zwar auch gestiegen, allerdings nicht so stark wie die für Neu- und Gebrauchtwagen. „Unser Geschäft läuft gut in guten Zeiten, und es läuft noch besser in schlechten Zeiten“, sagt Schüler. Lediglich wenn die Autofahrer ihre Wagen stehen lassen würden, könnte das die Nachfrage nach Ersatzteilen dämpfen. Aber danach sieht es in Deutschland und anderen Märkten momentan nicht aus.

Lieferengpässe wie im Neuwagenmarkt treffen die Werkstätten mittlerweile weniger. „Ersatzteile sind da“, sagt Schüler. Bei Komponenten für Elektroautos könne es zu Wartezeiten kommen, aber noch werden diese Teile kaum nachgefragt. Die meisten E-Autos sind noch nicht alt genug, um massenweise in die Werkstatt zu müssen. Schaeffler und andere Ersatzteilhersteller bereiten sich trotzdem darauf vor.



Da staunt der Profi: Der zweimalige DTM-Champion und langjährige Schaeffler-Markenbotschafter Marco Wittmann lässt sich das E-Axle RepSystem-G erklären

Reparaturlösung als clevere Alternative

2022 hat Schaeffler die erste Reparaturlösung für E-Achsen vorgestellt. Wo Fahrzeughersteller ihren Kunden derzeit ausschließlich teure Austauschaggregate zur Verfügung stellen, bietet der Automotive Aftermarket von Schaeffler mit dem E-Axle RepSystem-G als **erster Anbieter im Ersatzteilmarkt eine Reparaturlösung für E-Achsgetriebe**. Während bei einer Fahrzeuginstandsetzung mittels Austauschaggregat der Antriebsstrang komplett ersetzt wird, tauschen die Werkstätten bei der Schaeffler-Lösung nur die relevanten Komponenten respektive die Teile mit dem größten Verschleiß aus. **Das spart Ressourcen, Geld und CO₂** und zahlt somit auf das Thema Nachhaltigkeit ein. Ebenfalls schafft die neue Reparaturlösung zusätzliches Geschäftspotenzial für freie Werkstätten.

In Elektroautos liegt eine Chance. Schüler zeigt die Schachtel mit der „Reparaturlösung“ seines Unternehmens für die elektrische Antriebsachse des VW eGolf, der 2017 auf den Markt kam und inzwischen nicht mehr gebaut wird. „Eine Austausch-E-Achse kostet mehr als 5.000 Euro, unsere Reparaturlösung wird dagegen deutlich unter 1.000 Euro liegen“, sagt der Manager. „Wir zeigen der Werkstatt, wie man das Elektroauto reparieren kann, und wollen die Reparatur demystifizieren. Dafür bieten wir Reparaturanleitungen an und vermitteln mit Trainern die technische Kompetenz.“

Schüler folgt damit geradezu mustergültig den Vorschlägen der Berater von Roland Berger, die in einer aktuellen Studie zum Aftermarket feststellen, die Chance für Teilehersteller liege darin, ihr Produktportfolio um spezifische Komponenten für Elektroautos zu erweitern. „Dies wird besonders dann erfolgreich sein, wenn es ihnen gelingt, diesen Übergang zu nutzen, um sich als vertrauenswürdiger, langfristiger Partner für Werkstätten zu positionieren“, schreiben die Berater in dem Papier, das der europäische Zuliefererverband Clepa in Auftrag gegeben hat. Auf diesem Weg könnten die Ersatzteilhersteller auch dazu beitragen, dass mehr freie Werkstätten überleben können. Denn mit Hochvolttechnik kennen sich bisher noch nicht so viele Automechaniker aus.

Verbrenner als Bestandsfahrzeug weiter ein Umsatzbringer

Noch liegt dieses Geschäft aber in der Zukunft. Selbst wenn die Autohersteller zum Ende des Jahrzehnts weitgehend zu Elektroauto-Unternehmen geworden sind, wie sie es derzeit planen, werden Zulieferer wie Schaeffler noch lange Verbrenner-Komponenten fertigen. Zumindest als Ersatzteil.

„Im Jahr 2030 werden global vielleicht nur noch 20 Prozent der Neuwagenverkäufe Autos mit Verbrennermotoren sein. Aber der Bestand sieht anders aus, da werden 74 Prozent Verbrenner, 15 Prozent Hybride und nur 11 Prozent reine Elektroautos sein. Wir entwickeln gerade ein Produktionskonzept, das uns die Möglichkeit gibt, weitere Teile für diese Autos zu liefern“, sagt Schüler. Allerdings werden diese Ersatzteile wohl zum Großteil aus Asien kommen. „In Europa entwickeln wir beispielsweise Werke für Kupplungen nicht mehr weiter, in Asien aber schon.“ Schüler sieht durchaus

Chancen im absehbar schrumpfenden Verbrennergeschäft, weil sich Konkurrenten nach und nach daraus zurückziehen werden.

Wachstum im Werkstattgeschäft möglich

Schaeffler, so sein Plan, soll im Ersatzteilgeschäft in den kommenden Jahren deutlich wachsen, auf mehr als drei Milliarden Euro Umsatz pro Jahr. „Wir blicken dabei auch auf Zukaufmöglichkeiten im Bereich Produkt, im Marktzugang und bei Serviceleistungen an die Werkstatt“, sagt er. Solche Übernahmen und eigenes Wachstum sollten dabei helfen, über die Umsatzschwelle zu kommen.

Zu diesem Wachstum soll auch ein neuer Umgang mit Ersatzteilen beitragen, der eigentlich ein alter ist: Schüler will Werkstätten künftig wieder gebrauchte, aufgearbeitete Autoteile anbieten. In den USA, wo er lange gearbeitet hat, gebe es das noch heute. „Weil sich die Technik unter der Motorhaube dort nicht so schnell verändert wie in Europa, gibt es viele Teile im Fuhrpark, die man bei jüngeren Autos als Ersatzteil verwenden kann. In Europa gibt es das faktisch nicht mehr, hier haben Neuteile die aufbereiteten Teile vom Markt verdrängt“, sagt Schüler.

Er gehe aber davon aus, dass dieses Geschäft zurückkomme – aus zwei Gründen: Man kann damit CO₂-Emissionen verringern, und es könnte andererseits eine Antwort auf die derzeitigen Knappheiten sein. „Ich gehe davon aus, dass wir mehr als bisher von dem Material leben müssen, das im System ist“, sagt Schüler. Gerade bei den hochwertigen Komponenten der Elektroautos mit ihren vielen wertvollen Rohstoffen habe das seinen Sinn.



Der Autor

Der Diplom-Volkswirt **Daniel Zwick** ist Wirtschaftsjournalist bei der „WELT“ und „WELT am Sonntag“. Er schreibt vor allem über den Strukturwandel in

der Automobilindustrie und über neue Mobilität. In seinem Wohnort Berlin fährt der zweifache Familienvater fast immer Fahrrad.

Neue Wege durch die Stadt

Die Urbanisierung ist ein weltweiter Megatrend. Doch so unwiderstehlich die Anziehungskraft der Metropolen ist, das Zusammenleben auf engem Raum bringt gesellschaftliche Herausforderungen mit sich. Einige der größten kreisen um den Transport von Personen und Waren. Ein paar Beispiele.

Herausforderung Neue Strategien

Seit Beginn der Industrialisierung zieht es Menschen in Städte. Viele fanden dort Arbeit, wohnen aber in erbärmlichen Behausungen, atmen Industrieluft, bekamen Grün kaum zu sehen. Einflussreiche Stadtplaner und Architekten steuerten dagegen, mit der 1933 aufgelegten „Charta von Athen“. Ihre Idee: Wohnen, Arbeiten und Freizeit räumlich trennen. Um die Funktionsbereiche zu verbinden, entstand das Konzept der autogerechten Stadt – mit Verkehrsachsen bis hin zu Autobahnen. Die Folgen: Abgase, Lärm – und die Beanspruchung von immer mehr öffentlichem Raum durch Autos. Zeit für eine Verkehrswende: 2020 einigten sich die für Stadtentwicklung zuständigen Ministerinnen und Minister der EU auf die „Neue Leipzig-Charta“. Darin heißt es, städtische Mobilitätssysteme sollten „multimodal“ sein, mehr Menschen öffentliche Verkehrsmittel nutzen, zu Fuß gehen oder Rad fahren. „Stadt der kurzen Wege“, heißt fortan die Devise. Einige Städte machen bereits Ernst damit: Darunter Portland und Houston in den USA, Bogotá

in Kolumbien, Melbourne in Australien, Shanghai in China sowie die europäischen Metropolen Barcelona und Paris. Es hat sich dafür der Begriff 15-Minuten-Stadt eingebürgert: Bewohnerinnen und Bewohner sollen innerhalb von 15 Minuten zu Fuß oder mit dem Fahrrad die wichtigsten Anlaufstellen des Alltags erreichen können. Nicht alles, aber vieles soll praktisch „ums Eck“ sein.

70 %

der weltweit emittierten **Treibhausgase stammen schon heute aus Städten**, ein Drittel davon stammt von Verkehrsmitteln, die heute nahezu ausschließlich von Motoren angetrieben werden, in denen fossile Energieträger verbrennen.

Herausforderung Grüner werden



Der städtische Verkehr trägt nicht nur maßgeblich zum Klimawandel bei, Städte sind auch von den Folgen des Klimawandels besonders betroffen. Sie müssen nicht nur rasch emissionsarm werden, sondern sich auch an den bereits unvermeidlichen Klimawandel anpassen. Starkregen und Hitzewellen sind die Bedrohungen. Regenwasser kann auf Dächern, Straßen und Plätzen nicht versickern und fließt stattdessen in die Kanalisation, die bei Starkregen schnell überfordert ist; das Ergebnis sind überflutete Straßen und vollgelaufene Keller. Obendrein macht der Temperaturanstieg Städte zu Wärmeinseln, im Vergleich zu umliegenden Regionen kann die „Überwärmung“ bei sechs bis acht Grad liegen. Ein Grund dafür: Gebäude und Straßen nehmen die Sonnenstrahlen auf, speichern die Energie und geben die Wärme wieder ab. Linderung versprechen grüne und blaue Infrastrukturen: Baum- und Buschpflanzungen, dazu Teiche, Seen, Kanäle. Den Platz für all das gewinnen Stadtplaner vor allem durch die Umnutzung von Straßenverkehrsfläche.

80 %

seines benötigten Gemüses kann eine Stadt wie Berlin laut einer Studie des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung **selbst anbauen**, wenn dafür neben bestehenden Grünflächen auch Flachdächer sowie Parkplätze und andere Verkehrsflächen genutzt würden.

Herausforderung

Wirtschaftliche und soziale Teilhabe

Chinesische Forscher haben das urbane Wachstum am Perlfluss-Delta mit den schnell gewachsenen Millionenstädten Guangzhou, Shenzhen und Zhuhai untersucht. Sie wollten herausfinden, wie sich die Qualität des Verkehrsnetzes auf die wirtschaftliche Entwicklung von Ballungsräumen auswirkt. Das 2022 veröffentlichte Ergebnis bestätigt: Prosperierende Gebiete können die wirtschaftliche Entwicklung der umliegenden Randzonen fördern, wenn leistungsstarke Verkehrsachsen den Fluss von Waren und Arbeitskräften beschleunigen.

Laut dem „World Cities Report 2022“ der Vereinten Nationen wachsen Städte gerade in ärmeren Ländern massiv, bis 2050 mit einer Rate von 65 Pro-

zent im Vergleich zu einem nur zwölfprozentigen Wachstum in Ländern mit eher mittleren und höheren Einkommen. Vor allem in Afrika vollziehen sich Urbanisierungsprozesse mit einer auch auf anderen Kontinenten noch nie dagewesenen Geschwindigkeit. Dieses Wachstum erfolgt ungesteuert und meist in der Fläche, was einen hohen Mobilitätsbedarf verursacht. Doch öffentlicher Personennahverkehr (ÖPNV), der eine bezahlbare Fortbewegung und damit einen wirtschaftlichen Aufstieg ermöglichen könnte, ist gerade dort Mangelware, weil es an finanziellen Möglichkeiten fehlt. Kein Geld, kein ÖPNV. Kein ÖPNV, keine bezahlbare Massenmobilität. Oft sind private Sammeltaxis die einzige Mög-

lichkeit, in Metropolen des Globalen Südens längere Strecken zurückzulegen. Dafür fehlen aber vielen Menschen die Mittel. Wer 20 bis 50 Prozent seines Einkommens für den Weg zur Arbeit ausgeben muss, was im Globalen Süden auf neuenswerte Teile der Bevölkerung zutrifft, kann sich den Weg zum Job irgendwann nicht mehr leisten und rutscht weiter in die Armut ab.

66%

des urbanen Raums, über den **Afrika im Jahr 2050** verfügen wird, existiert laut Prognose des Reports „Africa’s Urbanisation Dynamics 2022“ heute noch gar nicht.

Herausforderung Finanzierung

Einen leistungsfähigen öffentlichen Personennahverkehr muss eine Metropolregion nicht nur wollen, sondern sich auch leisten können. In Deutschland beispielsweise decken die Einnahmen des ÖPNV nur rund 75 Prozent der Kosten. Gewinne lassen sich ohnehin nicht erzielen, oder nur auf Kosten von Zuverlässigkeit, Taktung und Sicherheit. Ohne staatlich gelenkte Zuschüsse wird ein leistungsstarker ÖPNV nicht zu betreiben sein, so das Fazit einer weltweiten Studie der britischen University of Greenwich.

Doch wie sollen Städte ihre ÖPNV-Töpfe füllen? Da gibt es einige Ideen: London beispielsweise investiert Einnahmen aus der 2003 eingeführten Pkw-City-Maut in den ÖPNV; mittlerweile ergänzen zusätzliche Emissionsabgaben die Einnah-

men. Bußgelder, Parkgebühren, Kfz- und Mineralölsteuern oder auch CO₂-Abgaben lassen sich ebenfalls als Quellen zur ÖPNV-Finanzierung nutzen. Städte wie Mumbai, New York, Osaka und Barcelona beteiligen Immobilienbesitzer und Grundstückseigentümer an den Kosten. In Brasilien muss jeder Arbeitgeber mit mehr als zehn Mitarbeitern einen Pro-Kopf-Obolus in einen ÖPNV-Topf einzahlen. Dieses Modell folgt einer Empfehlung der Weltbank. Sie lautet: „Wer profitiert, muss zahlen.“ Das gilt sowohl für Fahrgäste, die dies mit ihren Ticketpreisen tun, als auch für indirekte Nutznießer wie Geschäfte, Veranstalter oder eben auch Arbeitgeber. Da der Staat durch den gesellschaftlichen Nutzen eines funktionierenden ÖPNV ebenfalls profitiert, ist ein Beitrag aus der Steuerkasse ebenso gerechtfertigt.



Herausforderung Geschlechtergerechtigkeit

Frauen sind in Städten anders unterwegs als Männer. Männer fahren in der Regel morgens zur Arbeit und abends wieder zurück. Die Wegeketten von Frauen sind komplexer. Sie erledigen auf dem Arbeitsweg Einkäufe, bringen Kinder zur Schule oder Angehörige zu Ärzten. Sie gehen öfter zu Fuß und nutzen öffentliche Verkehrsmittel häufiger als Männer. Das geht aus einer international vergleichenden Untersuchung des dänischen Beratungsunternehmens Ramboll hervor. Doch bei der Planung der aktuellen Verkehrsinfrastruktur hatte die „Ernährermobilität“ Vorrang, also der Arbeitsweg der Männer. Und damit auch die Straße.

Aber nicht nur der Mangel an passenden Mobilitätsangeboten schränkt die Bewegungsmöglichkeiten von Frauen und damit ihre gesellschaftliche Teilhabe ein. Auch das Thema Sicherheit spielt eine Rolle. Sowohl beim Zufußgehen als auch bei der Nutzung von Bussen und Bahnen fürchten Frauen Übergriffe, vor allem nachts haben sie Angst vor sexueller Belästigung und vor Überfällen. In Lateinamerika sind sechs von zehn Frauen bereits physisch attackiert worden. Auch in Deutschland fühlt sich laut einer Studie des Bundeskriminalamtes nur etwa jede dritte Frau nachts im öffentlichen Nahverkehr sicher; mehr als jede zweite Frau meidet deshalb nachts Busse und Bahnen.



Herausforderung Lieververkehr

2003 führte das staugeplagte London als erste westliche Metropole eine City-Maut ein. 20 Jahre später steht London dennoch an der Spitze des globalen Stau-Rankings des Forschungsinstituts Inrix. Wie das? Neben den rund 15.000 klassischen London-Taxis überfluten mehr als 80.000 Autos privater Chauffeurdienste wie Uber die Straßen. Der entscheidende Staufaktor sind aber Lieferdienste. In London ebenso wie in anderen Städten der Welt. Schätzungen zufolge nimmt die Zahl der Lieferfahrzeuge in den 100 größten Städten weltweit bis 2030 um 36 Prozent zu.

Im Zentrum möglicher Gegenmaßnahmen steht der Gedanke, Liefervorgänge zu bündeln. Dies kann in Cityterminals geschehen, größeren Umschlagflächen, möglichst mit Gleisanschluss. Notwendig sind aber auch Mikrodepots, kleine Umschlagflächen zum Beispiel in leerstehenden Ladenlokalen, in denen Waren für den

Weitertransport auf der letzten Meile gesammelt werden. Mit Lastenfahrrädern lässt sich der finale Bestimmungsort dann umwelt- und platzschonend erreichen.

Womöglich werden in Zukunft für den Transport auf der letzten Meile auch Drohnen eingesetzt. Der Vorteil: Sie müssen nicht mit landgebundenen Hindernissen kämpfen – und ein schnellerer Zustellprozesse verspricht Kosteneinsparungen. Schätzungen zufolge sind rund 80 Prozent aller inländischen Paketsendungen theoretisch für den Lufttransport mit Drohnen geeignet.

4,8 Mrd.

Kilometer legen die **Lieferfahrzeuge** pro Jahr zurück, die auf dem fast 15.000 Kilometer langen Straßennetz von London unterwegs sind.

Herausforderung Elektrifizierung

Der motorisierte Individualverkehr wird auch in der urbanen Mobilität der Zukunft seinen Platz haben. Angesichts des Klimawandels aber nur, wenn private Pkw weder Schadstoffe noch Treibhausgase emittieren, genauso wie Sharingfahrzeuge, Busse und Lieferfahrzeuge. Dass der weltweite Absatz von E-Autos im Jahr 2022 um rund 60 Prozent gestiegen ist, stimmt optimistisch. Aber auch E-Autos sind kein Allheilmittel. Auch sie verstopfen die Straßen, auch sie beanspruchen Platz beim Parken.

Die Elektromobilität nimmt auch in vielen Ländern und Metropo-

len des Südens Fahrt auf – allerdings eher auf zwei oder drei Rädern. Mopeds, Motorräder und dreirädrige Tuk Tuks haben bei der wirtschaftlichen Entwicklung vieler asiatischer Ballungsräume eine wichtige Rolle gespielt. Traditionell sind sie mit Verbrennungsmotoren ausgestattet, doch seit einiger Zeit sind auch elektrische Varianten verfügbar. Mit einem Anteil an den Neuzulassungen von mehr als 56 Prozent sind im Mai 2022 in Indien erstmals mehr elektrische Threewheeler verkauft worden als solche mit Verbrennungsmotor. Der afrikanische Markt für solche Billigefahrte ist ebenfalls groß.

1.500 \$

und damit ähnlich viel wie eine Verbrenner-Alternative kostet das in Kenia für den afrikanischen Markt entwickelte und gebaute **E-Motorrad Roam Air**.



Herausforderung Bürger mitnehmen

Der Ruf nach Flächengerechtigkeit gefährdet Privilegien für das eigene Auto, das ruft Widerstände hervor. „Das Automobil ist wichtig als Bestandteil gesellschaftlicher Teilhabe“, sagt der Verkehrspsychologe Wolfgang Fastenmeier. Daher die Verlostangst. Trotzdem belegten bei einer (nicht repräsentativen) Befragung, bei der nach Beispielen guter Verkehrspolitik in europäischen Städten gefragt wurde, Kopenhagen, Wien und Zürich jeweils einen der ersten zehn Plätze. Und das, obwohl restriktives Parkraummanagement in allen drei Großstädten breite Anwendung findet, die städtische Verkehrspolitik dem ÖPNV und dem Fahrradverkehr Vorrang vor dem Individualverkehr einräumt. Im südkoreanischen Suwon stieg 2013 das erste EcoMobility World Festival: In einem Bezirk der Millionenstadt wurden einen Monat lang Verbrennungsmotoren von den Stra-

ßen verbannt. Anfänglich war der Widerstand groß. Doch dann sahen die Menschen auch die Vorteile: Gehwege verbreitert, Blumenbeete wurden angelegt, es wurden Straßenlaternen errichtet und Spielmöglichkeiten für Kinder geschaffen. Shuttlebusse fuhren im 15-Minuten-Takt. Der Lärmpegel sank, die Lebensqualität stieg. Obwohl das Projekt als großer Erfolg gilt, scheiterte 2015 in Berlin die Umsetzung eines Parallelvorhabens. Es fehlte Akzeptanz. „Der autofreie Monat wurde nicht als Chance, sondern als Bedrohung gesehen“, heißt es in einer Broschüre des Umweltbundesamtes. Die Lehre daraus: Es ist schwierig, Stadtbewohnern etwas zu nehmen, ohne sie „mitzunehmen“ – ohne ihnen persönliche Vorteile in Aussicht zu stellen: bessere Rad- und Fußgängerwege, kürzere Takte im ÖPNV, mehr Ruhe, mehr Sicherheit.

Herausforderung Bahn vs. Bahn. vs. Bahn

1863 ließ London als weltweit erste Metropole Teile seines Verkehrs unter der Erde verschwinden: Das Mobilitätskonzept U-Bahn wurde ein Welterfolg. Allerdings ist es auch teuer – bis zu 300 Millionen Euro kostet ein U-Bahn-Kilometer. Deshalb und weil vielerorts der Untergrund ohnehin keine „Unterkellerung“ zulässt, erlebt ein anderer Klassiker auf Schienen eine Renaissance: Die Straßenbahn, das älteste öffentliche Verkehrsmittel, das bereits seit mehr als 140 Jahren sogar elektrisch unterwegs ist. Nachdem sie von vermeintlich besseren und moderneren Transportmitteln verdrängt wurde, vom Auto und von der U-Bahn, erlebt sie seit einiger Zeit einen zweiten Frühling, von Addis Abeba bis Wuhan. Vorreiter der Renaissance war Frankreich, wo in mehr als 20 Städten komplett neue Straßenbahnsysteme aufgebaut wurden. Die Wiederentdeckung der Tram kommt nicht von ungefähr: Straßenbahnen sind stadtvträglich und effizient. Sie haben eine hohe Transportkapazität, verursachen aber weniger Investitionskosten als U-Bahnen. Allerdings konkurriert die Tram mit Fußgängern, Autofahrern und Naturflächen um knappen öffentlichen Raum. Da kommt eine weitere Alternative für urbane ÖPNV-Systeme ins Spiel: Seilbahnen. Obwohl in jeder einzelnen Kabine nur wenige

Menschen Platz haben, ermöglichen Seilbahnen aufgrund kurzer Taktfrequenzen hohe Beförderungsleistungen. Hindernisse lassen sich mit ihnen ohne großen baulichen Aufwand überwinden, die Investitionskosten pro Kilometer liegen auf dem Niveau einer Straßenbahn, die Personal- und Energiekosten sind niedriger. Dennoch sind sie im urbanen ÖPNV noch selten. Die meisten befinden sich in südamerikanischen Städten, in Caracas, Cali, Medellín und La Paz. Seilbahnbauer denken bereits über den reinen Schwebetrieb hinaus, der einen Nachteil hat: geringe Kurvengängigkeit. Einst sollen die Kabinen in einer Station an ein autonomes Fahrzeug weitergegeben werden können, das dann auf der Straße oder auf einer eigenen Trasse weiterfährt, auch um Kurven.

4,5 km

lang soll die Strecke der **Pariser Seilbahn Câble 1** sein, die einen Vorort mit dem Metronetz verbindet und fünf Stationen anfährt. Transportkapazität: 1.600 Menschen pro Stunde. 2025 soll die Bahn in Betrieb gehen.



Herausforderung Digitale Möglichkeiten nutzen

Tatsächlich führt an der Digitalisierung und Automatisierung des Verkehrs kein Weg vorbei. Teilautomatisiertes Fahren ist bereits Alltag. Doch automatisch parken, bremsen oder beschleunigen, das ist erst der Anfang. Was vor Kurzem noch wie Science-Fiction klang, wird in einigen Jahren den Straßenverkehr radikal verändern: autonomes Fahren. Der Mensch ist dann nur noch Mitfahrer. Autonome Fahrzeuge können den Verkehr sicherer machen – und schneller. Der Grund: Im fließenden Verkehr können die Abstände zwischen den Autos, die sogenannten Folgezeitlücken, mindestens halbiert werden, ebenso wie die Anfahrzeitlücken an Kreuzungen. Auf den Straßen können dann deutlich mehr Fahrzeuge fahren, ohne Staus zu verursachen. Forscher halten eine Kapazitätserhöhung um 40 Prozent für möglich. Dennoch werden autonome Fahrzeuge staugeplagte Städte wohl nur dann entlasten, wenn sie gemeinschaftlich genutzt werden; und wenn ihre Nutzung mit der Nutzung anderer Transportmittel ineinandergreift. Verkehrsexperten sind sich jedenfalls einig, dass das immer modularere Verkehrsangebot in Metropolen mit digitalen Technologien

besser miteinander verknüpft werden muss – und kann. Systeme als Insellösung haben wenig Zukunft. Als Ideal gilt eine App, bei der der Nutzer Start und Ziel eingibt und umgehend den für die gewünschte Fahrt optimalen Mobilitätsmix angeboten bekommt, gegebenenfalls in Echtzeit aktualisiert. Auch die Abrechnung der genutzten Angebote erfolgt automatisch über die App.



Der Autor

Der Berliner Journalist **Fritz Vorholz** schreibt seit über 30 Jahren, davon 27 Jahre als Redakteur der Wochenzeitung DIE ZEIT, über die

Themengebiete Umwelt, Energie, Klima, natürliche Ressourcen. Im Sommer 2016 stieß er zur Initiative Agora Verkehrswende. Dort war er vier Jahre lang für die strategische Kommunikation zuständig. Seit 2020 arbeitet er als freier Autor und Berater in den weiten Feldern der „neuen Mobilität“.

Think Green

Resilienz und Klimaschutz gehen Hand in Hand. Nur nachhaltige Wertschöpfungsketten sind dauerhaft stark und intakt.



Pflanzenschutz ohne Kollateralschäden

Fast 80 Prozent aller blühenden Nutz- und Wildpflanzen werden von Insekten bestäubt. Ohne diesen Akt gäbe es keine Samen, keine Früchte, keine Vermehrung – kein resilientes Ökosystem. Und dennoch machen Pestizide in der industriellen Landwirtschaft Bienen, die den allergrößten Teil der Bestäubungsarbeit leisten, und anderen Insekten unverändert das Leben schwer. **Ein britisch-amerikanisches Forschungsteam hat jetzt ein neues Kapitel im Pflanzenschutz aufgeschlagen:** Sie haben ein Enzym entdeckt, das Limonoide freisetzt, eine Familie natürlicher Pflanzenschutzstoffe, die Bienen & Co nichts anhaben können und trotzdem die Plantagen der Landwirte vor Schädlingen bewahren. Um die Limonoide im industriellen Maßstab abschöpfen zu können, implantierten die Forscher das Enzym gentechnisch in eine Tabak-ähnliche Pflanze, die daraufhin gleich zwei verschiedene Limonoide in großen, extrahierbaren Mengen produzierte. Florale Fabriken für ökologischen Pflanzenschutz.

Grüne Zukunftsmärkte

Natur- und Klimaschutz stärkt nicht nur die Resilienz unseres Planeten, sondern mittel- und langfristig auch die Wirtschaft. Das deutsche Umweltbundesamt prognostiziert sogar, dass die Steigerung der Energie- und Materialeffizienz im 21. Jahrhundert voraussichtlich zu einem entscheidenden Faktor für die internationale Wettbewerbsfähigkeit werden könne. **Durch die sogenannte Green Economy entstehen auch neue Mega-Märkte.** Das Volumen zentraler „grüner“ Zukunftsmärkte wie Energieeffizienz, umweltfreundliche Energieerzeugung, nachhaltige Wasserwirtschaft und Mobilität, Materialeffizienz, Abfallmanagement und Recycling könnte sich Expertenschätzungen zufolge weltweit mehr als verdoppeln: von 4,6 Billionen Euro im Jahr 2020 auf 9,3 Billionen Euro im Jahr 2030. Rosige Aussichten für die Green Economy.



„Sei du selbst die Veränderung, die du dir wünschst für diese Welt“

Mahatma Gandhi (1869–1948),
Anführer der indischen
Unabhängigkeitsbewegung

50 %

günstiger als reine E-Fuels soll ein Kraftstoff sein, der mithilfe von Strom und Wasserstoff – beides deutlich weniger als bei herkömmlichen E-Fuels – **aus Abfällen wie altem Frittierfett, Schlachtresten oder auch Altreifen gewonnen wird.** READi-Power-to-Liquid nennt die Hamburger Hochschule HAW das von ihr entwickelte Verfahren, **mit dem man alles herstellen können soll, was heute aus Erdöl hergestellt wird** – aber mit deutlich reduziertem CO₂-Fußabdruck. Weiterer Clou: Eine Anlage mit 5.000 Liter Jahresproduktion ist so kompakt, dass sie sich dorthin bringen lässt, wo die Abfälle anfallen. Auch das schont Ressourcen. Ende 2023/Anfang 2024 sollen die ersten kommerziellen Anlagen in Betrieb gehen.

Grüne Korridore

Städte fressen sich immer weiter in Naturräume hinein, spalten diese sogar auf. Weitere menschliche Eingriffe wie Straßenbau und Waldrodungen verstärken die **Zerstückelung natürlicher Lebensräume.** Um die Artenvielfalt zu erhalten, ist eine bereits in den 1990er-Jahren entstandene Idee weltweit auf dem Vormarsch: mehrere Hundert Meter breite **„grüne Korridore“, die als natürliche Habitate Städte und andere denaturalisierte Flächen durchziehen** und so einen „Wildwechsel“ ermöglichen. Vorteil für die Spezies Mensch: Die künstlich angelegten Naturräume wie die rechts gezeigte 25 Kilometer lange Rutas Naturbanas im costa-ricanischen San José können als Naherholungsgebiete genutzt werden und verbessern das Mikroklima.



Wege ins Grüne

Die Resilienz eines Unternehmens wird zunehmend enger mit der Frage verknüpft sein, wie nachhaltig es aufgestellt ist. Schaeffler hat seine Nachhaltigkeitsstrategie im Laufe des Jahres 2022 weiter geschärft. Lesen Sie, welche Schritte das Unternehmen schon gegangen ist und welche noch geplant sind.

Von Jan Horst

Die Klimakrise ist eine der weltweit dringlichsten Herausforderungen. Die Schaeffler Gruppe hat sich – wie viele andere Unternehmen auch – zum Ziel gesetzt, künftig klimaneutral zu wirtschaften. Bis 2040 soll der Plan umgesetzt sein. Entscheidend bei der Planerfüllung sind die Treibhausgasemissionen, die Schaeffler sowohl in der eigenen Produktion als auch in der Lieferkette reduzieren möchte. Dazu hat der Konzern 2022 einen Climate Action Plan aufgestellt. An dieser Stelle sei nur einer, aber ein wesentlicher Bestandteil des Plans genannt: die Entwicklung grüner Produkte.

Hier arbeitet Schaeffler an einem ganzheitlichen Konzept zur automatisierten und holistischen Berechnung von CO₂-Fußabdrücken, um Emissionsreduktionen auch auf Produktebene sicherzustellen. „Nachhaltigkeit beginnt bei der Produktentwicklung. Hier wird ein großer Teil des CO₂-Fußabdrucks festgelegt“, unterstreicht Uwe Wagner, Vorstand Forschung und Entwicklung bei Schaeffler.

Um seiner ökologischen und sozialen Verantwortung gerecht zu werden, hat Schaeffler die Nachhaltigkeitsstrategie im Laufe des Jahres 2022 konsequent auf die drei Dimensionen Umwelt, Soziales und Unternehmensführung ausgerichtet und zehn Handlungsfelder festgelegt (siehe Grafik rechts).

Handlungsfelder

Die zehn Felder berücksichtigen sowohl die inhaltlichen Schwerpunkte der Nachhaltigkeitsstrategie als auch die Anforderungen externer Stakeholder.



Umwelt

Schaeffler möchte die Umweltauswirkungen seiner Geschäftstätigkeit so gering wie möglich halten.

- 1 Klimaneutralität
- 2 Kreislaufwirtschaft
- 3 Ressourceneffizienz und Umweltschutz
- 4 Grüne Produkte



Soziales

Schaeffler möchte unter anderem die berufliche und persönliche Entwicklung seiner Belegschaft unterstützen.

- 5 Vielfalt, Mitarbeitende und Personalentwicklung
- 6 Arbeits- und Gesundheitsschutz
- 7 Verantwortung in der Gesellschaft und Lieferkette
- 8 Produktsicherheit und -integrität



Unternehmensführung

Schaeffler hat ein Compliance Management System für ein regelkonformes Handeln etabliert.

- 9 Unternehmensführung
- 10 Geschäftsintegrität



„Bei Schaeffler wollen wir bis 2040 klimaneutral wirtschaften. Das erfordert entschlossenes, schnelles und zielgerichtetes Handeln über alle Bereiche des Unternehmens hinweg“

Klaus Rosenfeld,
CEO Schaeffler

2022

präsentierte Schaeffler ein **neues Kegelrollenlager**, mit dem sich der CO₂-Fußabdruck durch den Einsatz von CO₂-reduziertem Stahl, höhere Materialausnutzung und induktives Härten **um 70 % gegenüber einem Standardbauteil reduzieren lässt**.

1.850 m²

groß ist die Fläche der **Solaranlage auf dem Dach der Schaeffler-Konzernzentrale** in Herzogenaurach. Gesamtleistung: 375 Kilowatt. Dank der Anlage können etwa 340.000 kWh Strom in einem Jahr produziert werden.

69

Maßnahmen zur Energieeinsparung wurden 2022 bei Schaeffler umgesetzt. Zusammen mit den 204 Energiesparmaßnahmen aus den beiden Vorjahren **werden ab 2023 jährlich kumuliert 64,2 GWh Energie eingespart** – so viel wie der Jahresverbrauch an Wohnenergie von 7.300 Personen über alle Haushaltsgrößen hinweg in Deutschland (Quelle: Statistisches Bundesamt).

Schaeffler auf dem Weg zur Klimaneutralität

Meilensteine 2022

April 2022

Nachhaltige Lieferkette für E-Motoren

Schaeffler bezieht Seltenerd-Oxide von dem norwegischen Unternehmen REEtec A, um E-Motoren für Hybridmodule, Hybridgetriebe und rein elektrische Achsantriebe noch nachhaltiger zu machen.

EcoVadis Platin Status 2022

Schaeffler verbesserte sich beim Nachhaltigkeitsrating von EcoVadis auf insgesamt 76 von 100 Punkten.

Juli 2022

Climate Action Plan

Um den Mitarbeitenden die nötige Orientierung auf dem Weg zur Klimaneutralität zu geben, hat Schaeffler 2022 einen ganzheitlichen Klimaaktionsplan entwickelt.

Dezember 2022

CDP-Nachhaltigkeitsrating – zweimal Bestnote „A“

Beim renommierten internationalen Nachhaltigkeitsrating des CDP erreichte Schaeffler 2022 bei Klimawandel und Wassersicherheit jeweils die Bestnote „A“ und gehört somit zum besten einen Prozent der teilnehmenden Unternehmen.

Wasserstoffproduzent Lhyfe und Kauf eines Photovoltaik-Parks

Schaeffler schließt eine Kooperationsvereinbarung mit dem französischen Wasserstoffproduzenten Lhyfe zum Bau und Betrieb einer industriellen Elektrolyse-Anlage mit bis zu 15 Megawatt Kapazität in Herzogenaurach ab. Zudem erwirbt Schaeffler in Deutschland einen Photovoltaik-Park, der zwei Prozent des Elektrizitätsbedarfs der deutschen Schaeffler-Standorte abdecken wird. Bis 2030 sollen rund 25 Prozent des weltweit benötigten Stroms selbst erzeugt werden.

Juni 2022

Climate Action Day

Globaler Klimaaktionstag mit rund 23.000 Ideen aus der Schaeffler-Welt, um Treibhausgasemissionen zu verringern. Seit Oktober 2022 unterstützt zudem das neue Climate Action Training alle Mitarbeitenden bei Schaeffler in ihrem Engagement für den Klimaschutz.

September 2022

Langfristige Versorgung mit Solarstrom

Schaeffler schließt Liefervertrag mit Statkraft Markets GmbH und deckt künftig elf Prozent seines Strombedarfs in Deutschland aus Photovoltaik.

Kommende Ziele

2025

Diversität im Top-Management

Erhöhung des Anteils von Frauen im Top-Management auf 20 Prozent.

Produktion

Schaeffler will als Zwischenziel 75 Prozent der Produktions-emissionen vermeiden.

2024

Energieeffizienz

Umsetzung von Energieeffizienz-Maßnahmen bis 2024 mit dem Ziel, anschließend jährlich 100 GWh Energie einzusparen.

Regenerative Energie

100 Prozent des weltweit zugekauften Stroms ist 2024 regenerativ erzeugt. Bereits seit 2022 beziehen alle europäischen und chinesischen Werke zu 100 Prozent Strom aus regenerativen Quellen. Unter anderem dadurch konnten im Jahr 2022 etwa 530.000 Tonnen Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 2019 eingespart werden.

Arbeitssicherheit

Die Schaeffler Gruppe hat sich zum Ziel gesetzt, die Häufigkeit der Arbeitsunfälle bis 2024 jährlich um durchschnittlich zehn Prozent zu senken. Im Berichtsjahr konnte die Unfallrate um 25,6 Prozent im Vergleich zum Vorjahr verringert werden.

2030

Produktion

Klimaneutrale Produktion bezüglich der Emissionen aus dem Verbrauch von Energieträgern an Schaeffler-Standorten (Scope 1) sowie der indirekten Treibhausgasemissionen aus eingekaufter Energie wie Strom oder Fernwärme (Scope 2).

Frischwasser

Reduzierung des Frischwasserbezugs um 20 Prozent im Vergleich zu 2019. Auf dem Weg dorthin hat Schaeffler allein 2022 Maßnahmen implementiert, die zur anschließenden jährlichen Einsparung von 150 Millionen Liter Wasser führen werden. Das würde reichen, um 75 50-Meter-Schwimmbekken zu füllen. Maßnahmen sind u. a.: Nutzung von Kondenswasser, Anlagen- und Prozessoptimierung z. B. bei Kühlwasserkreisläufen, Brauchwasseraufbereitung.

Stahl

Schaeffler verbraucht jedes Jahr Flachstahl mit einem Gewicht von umgerechnet 92 Eiffeltürmen. Bis 2030 will das Unternehmen bei dieser Nutzung 25 Prozent der Treibhausgasemissionen reduzieren, z. B. durch die Verwendung von Stahl mit reduzierten Emissionen bei der Stahlerzeugung sowie der Verringerung des Materialverbrauchs und der Vermeidung von Schrott.

2040

Klimaneutral

Die Schaeffler Gruppe hat sich zum Ziel gesetzt, ab dem Jahr 2040 klimaneutral zu wirtschaften und Treibhausgasemissionen sowohl in der eigenen Produktion als auch in der Lieferkette, beispielsweise durch den Einsatz von erneuerbaren Energien, zu reduzieren.

530.000

Tonnen Treibhausgase hat Schaeffler etwa im Jahr 2022 im Vergleich zum Basisjahr 2019 unter anderem durch den Einsatz von erneuerbaren Energien **eingespart**.

10.000 kWh

pro Maschine und Jahr lassen sich im Bereich Industrial Automation durch **neuartige Konzepte von Schaeffler für lineare und rotative Direktantriebe** erzielen. Diese Antriebe haben eine **um 30 Prozent verringerte Verlustleistung** und damit einen signifikant geringeren Energiebedarf.

95 %

weniger CO₂ wird bei der **Aufbereitung eines Lagers** emittiert als bei der Neuproduktion.



Der komplette Nachhaltigkeitsbericht von Schaeffler zum Download

Überleben im Extremen

In vulkanischem Gestein, in den tiefsten Meeresschluchten und unter dem Eis der Antarktis finden sich Lebewesen, die selbst unter extremen Bedingungen höchst widerstandsfähig sind, die sogenannten Extremophilen. Ihre besonderen Fähigkeiten führen auch zu immer neuen Anwendungen in der Biotechnologie.

Manche mögen's heiß

Hitze wird beim Kochen auch dazu eingesetzt, sämtliche Mikroben abzutöten. Die Schulweisheit lautete einst: Leben braucht Wasser, also gibt es jenseits des Siedepunkts kein Leben. Aber bereits Mitte des 19. Jahrhunderts tauchen erste Forschungen über hitzeresistente Lebensformen auf. Heute weiß man: Thermophile überleben nicht nur heiße Bedingungen, sondern gedeihen jenseits der 50 Grad sogar besonders gut. Organismen, deren optimaler Temperaturbereich über 70 Grad liegt, nennt man hyperthermophil. Aktueller Rekordhalter ist das 2008 entdeckte Archaeon *Methanopyrus kandleri*, das sich bei 122 Grad vermehren kann, wenn man den Druck seines Lebensraums in 4.000 Meter Meerestiefe, also rund 400 Bar, anwendet.

Archaeen wie *Methanopyrus kandleri* sind bei Forschern ohnehin besonders beliebt. Denn diese einzelligen Organismen sind beispielsweise in heißen Quellen, Geysiren und unterseeischen Vulkanschloten zu finden, also dort, wo vor Milliarden von Jahren wahrscheinlich das Leben auf der Erde seinen Anfang genommen hat.

Da viele industrielle Prozesse durch hohe Temperaturen beschleunigt werden, gibt es ein großes Interesse, die Fähigkeiten hitzeresistenter Mikroorganismen zu nutzen. Genauer gesagt die von deren Enzymen, also jenen Molekülen, die Stoffwechselprozesse in Gang bringen und am Laufen halten. Solche thermophilen Enzyme verbessern Waschmittel oder helfen dabei, industrielle Synthese-Prozesse von der Raffinerie hin zu Bioreaktoren zu ver-

lagern. Bei der Abscheidung emulgierter Fette und Öle in Abwässern können temperaturfeste Enzyme ebenfalls wertvolle Dienste leisten. Viel Potenzial sehen Forscher auch im Bereich regenerativer Energien, sei es bei der Hochtemperatur-Fermentation in der Biogasgewinnung oder in der Glukoseaufspaltung als Vorstufe zum Biosprit.

Beim Kampf gegen die Corona-Pandemie leistete das thermophile Enzym *DNA-Polymerase* wichtige Arbeit – als Akteur der Polymerase-Kettenreaktion, kurz PCR. Diese dient dazu, das entnommene Probematerial zu vervielfältigen, um damit arbeiten zu können. Dabei wird die DNA-Doppelhelix einer Probe in einem Hochtemperaturschritt bei rund 95 Grad in zwei Stränge aufgeschmolzen und ausgehend von synthetisch hergestellten Gegenstücken (Primern) bei Temperaturen zwischen 45 und 68 Grad verdoppelt. Bereits nach dem 20. PCR-Zyklus gibt es eine Million Kopien, an einem Nachmittag 100 Milliarden. Bleibt diese Kettenreaktion im Falle eines Corona-Tests aus, ist der PCR-Test negativ.

Vor Corona kannte das Kürzel PCR außerhalb von Laboren kaum jemand, dabei hatte der 2019 verstorbene Biochemiker Kary Mullis die Polymerase-Kettenreaktion bereits 1983 entdeckt. Das brachte ihm zehn Jahre später den Nobelpreis für Chemie ein. Zu Recht, denn PCR ist aus kaum einem biowissenschaftlichen Bereich wegzudenken – von der Medizin über die Paläontologie bis hin zum genetischen Fingerabdruck in der Kriminalistik.



2.000 Jahre alt kann die extremophile Pflanze *Welwitschia mirabilis* werden. Und das selbst an einem der unwirtlichsten Orte des Planeten, der Namib-Wüste mit täglichen **Temperaturschwankungen von über 50 Grad, häufigen Sandstürmen und jahrzehntelangen Trockenphasen**. Ihr Überlebenstrick: Die Pflanze bildet neben einer 15 Meter langen Pfahlwurzel einen feingliedrigen Wurzelkranz mit bis zu 15 Meter Durchmesser aus. Damit nimmt die Pflanze Nacht- und Morgentau auf. ***Welwitschia mirabilis* gehört zu den am längsten auf der Erde existierenden Pflanzen.** Wissenschaftler gehen davon aus, dass es sie seit über 100 Millionen Jahren gibt.

Keine Angst vor dem Erfrieren

Kälte bietet nicht so viel Spielraum für die Evolution wie hohe Temperaturen. Der Grund: Bei frostigen Graden bilden sich auch in Zellen Eiskristalle, die diese und andere Strukturen von Lebewesen mechanisch zerstören können. Im Labor vermeidet man deshalb die Kristallbildung, indem man Mikroorganismen oder auch Gewebe in flüssigen Stickstoff taucht und so schockgefriert. Die Abkühlung unter den Gefrierpunkt erfolgt dabei so schnell, dass keine Kristalle wachsen können und das gefrorene Wasser eine gleichmäßige Phase bildet.

In der Natur findet man zwei entgegengesetzte Strategien zur Vermeidung von Frostschäden. Psychrophile, also Organismen, die optimal an niedrige Temperaturen von 15 Grad und darunter angepasst sind, setzen vor allem auf den Einsatz von Anti-Frost-Proteinen (AFP). Diese verhindern die Bildung von Eiskristallen. AFP wurden zuerst bei arktischen Fischen entdeckt, finden sich aber auch bei Insekten, Pflanzen, Pilzen und Bakterien.

In einigen Ländern werden Anti-Frost-Proteine aus Fischen oder mit gentechnisch veränderter Hefe erzeugte AFP bereits Lebensmitteln zugemischt, zum Beispiel, um gefrorenes Speiseeis besonders cremig werden zu lassen. Auch dem Gefrierbrand bei Tiefkühlkost, also dem Austrocknen äußerer Schichten beim Auftauen, könnten Anti-Frost-Proteine Einhalt gebieten.

Kryophilen Organismen können sogar minus 10 Grad Frost und mehr nichts anhaben. Ihr Trick



ist die Eisnukleation. Bei dieser natürlichen Schockfrostung beschleunigen Proteine die Bildung immer neuer Eiskeime (Nukleation) und verhindern so das zellzerstörende Wachstum der Kristalle. Diese Strategie findet sich bei frosttoleranten Insekten wieder. Sogar manche Frösche können so einen Großteil ihres Wassergehalts schadlos gefrieren und wieder auftauen lassen.

Und auch hier gibt es biotechnische Einsatzmöglichkeiten. So löst das Eisnukleationsprotein des Bakteriums *Pseudomonas syringae* schon bei minus 2 Grad die Eisbildung von Wassertropfen aus. Das macht es zum perfekten Helfer bei der Herstellung von Kunstschnee. Zum Vergleich: Bei natürlichem Schnee beginnt der durch Kondensationskeime wie Mineralstaub oder Ruß ausgelöste Gefrierprozess erst bei minus 15 Grad. Bei YouTube sind beeindruckende Videos abrufbar, in denen das Protein Wasser in Reagenzgläsern in Sekundenbruchteilen gefrieren lässt. Das Problem: *P. syringae* kann Pflanzen schädigen. Obwohl für die künstliche Frostbeschleunigung abgetötete Bakterien genutzt werden, ist das Verfahren wegen möglicher Schäden in der Natur in einigen Ländern verboten.

Ein großes wirtschaftliches Potenzial haben auch natürliche Tenside, die Bakterien in extremer Kälte bilden, um ihre Nahrung als leicht verdauliche Tröpfchen zu lösen. Solche kältebeständigen Tenside könnte man beispielsweise nutzen, um das Eindicken von Biodiesel bei tiefen Temperaturen zu verhindern. Oder um Waschmittel schon bei tieferen Temperaturen wirksamer zu machen. Auch bei Umweltkatastrophen in kalten Regionen ließen sich kälteresistente Tenside zur Reinigung einsetzen. Kälteresistente Oberflächenbeschichtung, etwa bei Flugzeugtragflächen, wären ein weiteres Einsatzgebiet für eine biotechnische Anwendung in diesem Bereich.

Durch natürliche Schockfrostung überstehen kryophile Lebensformen wie etwa einige Froscharten Temperaturen von minus 10 Grad und darunter



Ein salzresistentes und rostfressendes Bakterium mit dem passenden Namen *Halomonas titanicae* soll das Wrack der Titanic bis 2030 zersetzt haben

Leben im Salz

Salze geben nicht nur unserem Essen Geschmack. Sie sind als Körperbaustein und Stoffwechselbeteiligte sogar lebenswichtig. Aber nur in geringen Dosen. Bereits eine zu uns genommene Menge von 0,5 bis 1 Gramm Kochsalz pro Kilogramm Körpergewicht kann zum Tode führen. Es gibt aber zahllose Mikroorganismen, die in trockenen oder nassen Lebensräumen mit hohem Salzgehalt, wie dem Toten Meer, leben können. Sie haben besondere Schutzmechanismen entwickelt, mit denen sie ihren Salzhaushalt optimieren. Viele dieser Mikroorganismen tragen den Wortstamm *Halo-* vom griechischen *halos* für Salz im Namen. Zum Beispiel das Bakterium *Halomonas*. Das hat Wege entwickelt, um wechselnde Salzkonzentrationen zwischen 0,5 und 25 Prozent ausgleichen zu können.

Für Biotechniker besonders spannend ist ein Schlüsselement, das Bakterien wie *Halomonas* vor UV-Strahlung, extremen Temperaturschwankungen, Austrocknung und hohen Salz- oder Säurekonzentrationen schützt. Es heißt Ectoin. Ectoin wirkt hydratisierend und bildet eine sehr stabile, aber luftdurchlässige Wasserschicht um die Bakterien. Eigenschaften, die sich die Kosmetikindustrie gern zunutze macht. Der natürliche Wirk-

stoff wird dank seiner entzündungshemmenden und pflegenden Eigenschaften Cremes und Salben beigemischt. Auch die Pharmabranche ist Ectoin-Fan. Dort ist es Bestandteil vieler Augen- und Nasentropfen, aber auch von Mitteln gegen Atemwegserkrankungen wie Asthma.

Um an das Ectoin in industriell nutzbaren Mengen heranzukommen, werden die Bakterien „gemolken“. Dazu packt man sie zunächst in eine Umgebung mit extrem hohem Salzgehalt, damit sie viel Ectoin bilden. Im Anschluss folgt ein Bad in einer salzfreien Lösung. Um dort zu überleben, muss *Halomonas* das nun überflüssige Ectoin wieder loswerden und gibt es in die Lösung ab, aus der es extrahiert werden kann.

Das Membranprotein *Bacteriorhodopsin* aus dem extrem salzresistenten *Halobacterium salinarum* hingegen fasziniert viele Wissenschaftler wegen seiner besonderen Fähigkeiten, auf Licht zu reagieren. Schon seit Ende der 1990er-Jahre wird *Bacteriorhodopsin* biotechnologisch verwendet, unter anderem als Sicherheitspigment sowie auch als der erste biomolekulare Datenspeicher. Darüber hinaus hat die Entdeckung des *Bacteriorhodopsins* von *Halobacterium salinarum* das junge Forschungsfeld der Optogenetik eröffnet. Der Bakterienbaustein ist einem Rhodopsin im menschlichen Auge nicht unähnlich. Forscher halten es daher für möglich, dass diese Ähnlichkeit Wege zur Heilung neuronaler Störungen öffnet.

1,2 Millimeter Größe erreichen Bärtierchen maximal. **Abgesehen davon sind Bärtierchen ziemlich großartig.** Nicht zu Unrecht gelten sie als extremophilstes Tier. Plus 100 Grad oder minus 273 Grad – kein Problem. Auch Vakuum und kosmische Strahlung kann dem resilienten Winzling nichts anhaben, wie sich bei Tests im All gezeigt hat. Ein Jahrzehnt ohne Nahrung und Wasser – easy. Nach dem ersten Tropfen erwacht das Bärtierchen,

als wäre nichts gewesen, verstoffwechselt und pflanzt sich fort. Seine extreme Resilienz beruht auf Verzicht: Bärtierchen haben kein Herz, atmen über die Haut, und als Auge dienen einzelne Zellen, die hell und dunkel unterscheiden können.



Sauer macht erfinderisch

Über das Säure-Base-Gleichgewicht unserer Umwelt machen wir uns eher selten Gedanken, außer vielleicht bei der Auswahl von Pflanzen für den Garten. Der normale pH-Wert in den meisten biologischen Zusammenhängen liegt bei 7,0 bis 7,2. Acidophile Mikroben werden allerdings auch in extrem saurem Milieu bis pH 0 gefunden, ihre alkaliphilen Gegenstücke in extrem alkalischer Umgebung bis etwa pH 12.

Acidophile tauchen oft im Kontext mit vulkanischer Aktivität auf, etwa an vulkanischen Gasquellen, die unter anderem Schwefelwasserstoff ausstoßen. Acidophile sind daher meist auch extrem thermophil. Sie kommen bereits seit Jahrhunderten im Bergbau zum Einsatz, nämlich in der sogenannten Biolaugung. Dabei werden anderweitig wenig ergiebige Erze aufgeschüttet und bewässert. Das erweckt die in den Erzen bereits vorhandenen Mikroben zum Leben. Sie greifen das Gestein an und setzen das gewünschte Metall frei. Es kann schließlich aus der ablaufenden Brühe gewonnen werden.

Das Conan-Bakterium

Arnold Schwarzenegger wurde durch seine Rolle als hünenhafter und unbezwingbarer Barbar Conan weltberühmt. Dass *Deinococcus radiodurans* als Conan unter den Bakterien bezeichnet wird, sagt viel über seine Widerstandskraft aus. Einzelne Vertreter von *D. radiodurans* hielten eine Strahlendosis von 17.500 Gy aus. Zum Vergleich: Menschen sterben nach einer Strahlendosis von 7 bis 10 Gy innerhalb von ein bis zwei Wochen. Außerdem ist „Conan“ als polyextremophiler Organismus resistent gegen Austrocknen und sehr gut gegen UV-Strahlen geschützt. Eine Arbeitsgruppe der Universität Wien hat diese Bakterien auch schon außerhalb der internationalen Raumstation ISS auf ihre Widerstandsfähigkeit im All getestet – die Mikroben überlebten einen dortigen Aufenthalt drei Jahre lang. Astrobiologen halten es daher für möglich, dass sich das Leben durch Transport von Keimen von einem Planeten zum anderen ausbreiten kann. Einige könnten so vor etwa 3,5 Milliarden Jahren den Weg zur Erde gefunden und so den Ursprung des Lebens auf diesem Planeten

Die dahinterstehenden mikrobiologischen Prozesse blieben lange Jahre verborgen. Erst ab dem späten 20. Jahrhundert gelang es, das Wirken der Acidophilen zu verstehen und bekannte Stämme gezielt einzusetzen. So werden heute extrem schwer zugängliche Gold-Ressourcen von Mikroben in industriellen Tanks zugänglich gemacht. Im Uran-Bergbau ist es üblich, entsprechende Nährmedien in unterirdische Lagerstätten zu injizieren.

Auch Alkaliphile können industriell genutzt werden. Besonders interessant sind die Enzyme alkaliphiler Bakterien für Waschmittelhersteller. Das Enzym Amylase zersetzt Kohlenhydrate, Protease nimmt sich Proteine vor und Lipase knackt Fette. Bei Wärme verstärkt sich ihre Wirkung – und hier wird es kompliziert. Im Gegensatz zu vielen Acidophilen sind Alkaliphile wenig hitzeresistent. Genau dort haben Forscher angesetzt und im Genlabor das Bakterium *Thermopallium natronophilum* entwickelt. Dessen Enzyme sind auch bei hohen Waschttemperaturen bis zur 100-Grad-Grenze aktiv.

gebildet haben. Durch ihre Widerstandsfähigkeit könnte *Deinococcus radiodurans* auch als hochresilienter Datenspeicher interessant sein. Die Idee: Die Daten werden in Form künstlicher DNA in den Bakterien hinterlegt. Erste Erfolge gibt es bereits. Ein Vorteil von künstlicher DNA als Datenspeicher ist die hohe Speicherdichte. Jüngeren Forschungen aus den USA zufolge lassen sich auf einen Kubikmillimeter DNA eine Milliarde Gigabyte an Daten hinterlegen. Das gesamte Internet ließe sich so in einem Speicher von der Größe eines Schuhkartons ablegen und durch DNA-Sequenzierung unendlich oft vervielfältigen.





Don't crack under pressure

Unter der Meeresoberfläche nimmt der hydrostatische Druck mit jeweils zehn Metern Tiefe um eine Atmosphäre (ungefähr ein Bar) zu. In den tiefsten Gräben des Pazifiks (Challenger Deep: 10.929 m) herrschen also Drücke von mehr als einem Kilobar, das entspricht einem Gewicht von einer Tonne pro Quadratzentimeter. Dennoch finden sich auch dort noch Lebewesen, die an diese für uns Oberflächenbewohner tödlichen Bedingungen angepasst sind, so genannte Barophilie.

Viele Tiefseebewohner finden sich in der Umgebung heißer Quellen und sind dementsprechend auch an hohe Temperaturen angepasst. Die Energieversorgung in der Tiefsee beruht auf der Chemosynthese – zum Beispiel der Oxidation („Verbrennung“) von reduzierten Metallen, die aus hydrothermalen Quellen austreten. Aber auch im Umfeld von Manganknollen, die mancherorts auf dem Meeresboden herumliegen und demnächst kommerziell abgebaut werden sollen, findet sich eine noch weitgehend unerforschte Artenvielfalt.

Sogar in tiefen Gesteinsschichten existieren wider Erwarten Lebewesen, die fern von Sonnenlicht und unter hohem Druck zurechtkommen. Sowohl der Tiefseeboden als auch der tiefere Untergrund zählen zu den am wenigsten erforschten Teilen der irdischen Biosphäre. Das über zehn Jahre durchgeführte Großprojekt Deep Carbon Observatory (2009–2019) kam zu dem Schluss, dass sich unter unseren Füßen mindestens zwei Milliarden Kubikkilometer Lebensraum befinden – das

Astrobiologen halten es für möglich, dass es auch auf dem Mars unterirdisches Leben in Form druckresistenter Mikroorganismen gibt

ist mehr als das doppelte Volumen aller Ozeane zusammengenommen. Die extrapolierte Biomasse der Steinbewohner im Untergrund beträgt um die 20 Milliarden Tonnen, ein Mehrfaches der Gesamtmasse der menschlichen Erdbevölkerung.

Manche dieser Mikroben sind von industriellem Interesse, weil sie an der Produktion von Öl- und Gaslagerstätten mitwirken. Andere helfen beim Abbau von Uranerzen mit. Unterirdisches Leben ist auch für die Astrobiologie besonders spannend, da vergleichbare Lebensräume durchaus auch auf dem Mars existieren.

Aufsehen erregte die Art *Desulforudis audaxviator*, die zuerst in 2,8 Kilometer Tiefe in Südafrika gefunden wurde und dort scheinbar die einzige Mikrobenart in ihrem Lebensraum war. Betreibt sie wirklich ein Ökosystem ganz allein? Oder sind andere Arten vielleicht so fest im Gestein verankert, dass sie nicht extrahiert werden konnten? Weitere Überraschungen folgten, als *D. audaxviator* auf anderen Erdteilen gefunden wurde. Wie die Art, die von atmosphärischem Sauerstoff abgetötet wird, die Fernreise absolviert hat, bleibt noch zu klären.



Der Autor

Der deutsch-englische Wissenschaftsjournalist und Autor populärwissenschaftlicher Bücher, **Dr. Michael Groß**, lebt und arbeitet in der

Universitätsstadt Oxford. Dabei stößt er immer wieder auf Schnittmengen zwischen Astrobiologie, Nanowelten und Extremophilen. 2014 wurde Groß mit dem GDCh-Preis für Journalisten und Schriftsteller der Gesellschaft Deutscher Chemiker ausgezeichnet.

Digital

Digitale Technologien helfen maßgeblich dabei, schnell und wirksam auf wechselnde Situationen zu reagieren.



Vorbereitung auf den Q-Day

Kryptografie, die Wissenschaft der Geheimhaltung von Informationen, ist so alt wie die Menschheit selbst. Verschlüsselten schon die alten Römer ihre Botschaften in Geheimschiffren, zerbrechen sich heutzutage in einer hochtechnologisierten Digitalwelt unzählige Cybersecurity-Strategen rund um den Erdball die Köpfe über die Post-Quanten-Kryptografie. **Denn: Die in den Startlöchern stehenden Quantencomputer könnten mit ihrer enormen Rechenleistung etablierte Verschlüsselungscodes im Nullkommanichts knacken.** Der Worst Case für jeden Datenschützer. „Bestimmte Operationen, wofür herkömmliche Rechner Zehntausende Jahre benötigen würden, können so von Quantencomputern in wenigen Sekunden gelöst werden“, heißt es in einer Erklärung der Ruhr-Universität Bochum. Hacker könnten mit den Power-Rechnern beispielsweise Banken, Krankenhäuser, Strom- und Verkehrsnetze entern. Ein Horrorszenario. Es ist Eile geboten, dies zu verhindern. Die US-amerikanische Behörde National Institute of Standards and Technology (NIST) möchte daher noch in diesem Jahr, spätestens 2024, konkrete Verschlüsselungsstandards veröffentlichen, die selbst von Quantencomputern nicht zu knacken sind.



Besser schmieren mit Schaeffler-App

Bis zu 80 Prozent aller vorzeitigen Lagerausfälle werden durch unsachgemäße Schmierung verursacht. Die Grease App des weltweit tätigen Automobil- und Industrielieferers Schaeffler setzt genau hier an, indem sie nach Eingabe der Betriebsbedingungen wie Lasten, Drehzahlen und Umgebungseinflüsse jeweils den idealen Schmierstofftyp, die Schmierstoffmenge, Fettgebrauchsdauer und Nachschmierintervalle für die kundenseitige Erst- und Nachschmierung von Wälzlagern ermittelt. Für die Berechnungen greift die Software auf Daten aus dem eigenen Wälzlager-Berechnungstool Bearinx zurück. **So werden eine Über- bzw. Unterschmierung verhindert und vorzeitige Lagerausfälle vermieden.** Zudem gibt die App Hinweise für die Auswahl geeigneter Schmierstoffe.



Hier finden Sie die Grease App zum Download

> 200

registrierte KI-Influencer gibt es laut einer Studie der Agentur Ogilvy bereits weltweit. Diese virtuellen Influencer – die erfolgreichste ist Lu von der brasilianischen Zeitschrift Luiza mit über 25 Millionen Followern – werden für Marken zunehmend attraktiv. **Vorteil gegenüber menschlichen Influencern: kein Vertrag und volle Kontrolle über jegliche Kommunikation.**

„Ich weiß nicht, ob es besser wird, wenn es anders wird. Aber es muss anders werden, wenn es besser werden soll“

Georg Christoph Lichtenberg, deutscher Schriftsteller und der erste deutsche Professor für Experimentalphysik (1742–1799)

Der Offline-Atlas

Das Internet verbindet Menschen weltweit miteinander – Konnektivität und Wissenszugriff tragen maßgeblich zur Resilienz der Bevölkerung bei. Laut aktuellen Schätzungen greift jedoch mehr als ein Drittel der Weltbevölkerung nicht auf das Internet zu. Aus unterschiedlichen Gründen. Auch hier gibt es ein Nord-Süd-Gefälle.



Die KI-Revolution

Die Wucht, mit der künstliche Intelligenz in fast alle Lebensbereiche vordringt, ist enorm. Auch der Arbeitsalltag wird durch selbstlernende Systeme grundlegend neu sortiert. Wie müssen sich Mitarbeitende und Führungskräfte anpassen, um diese Transformation zu meistern?

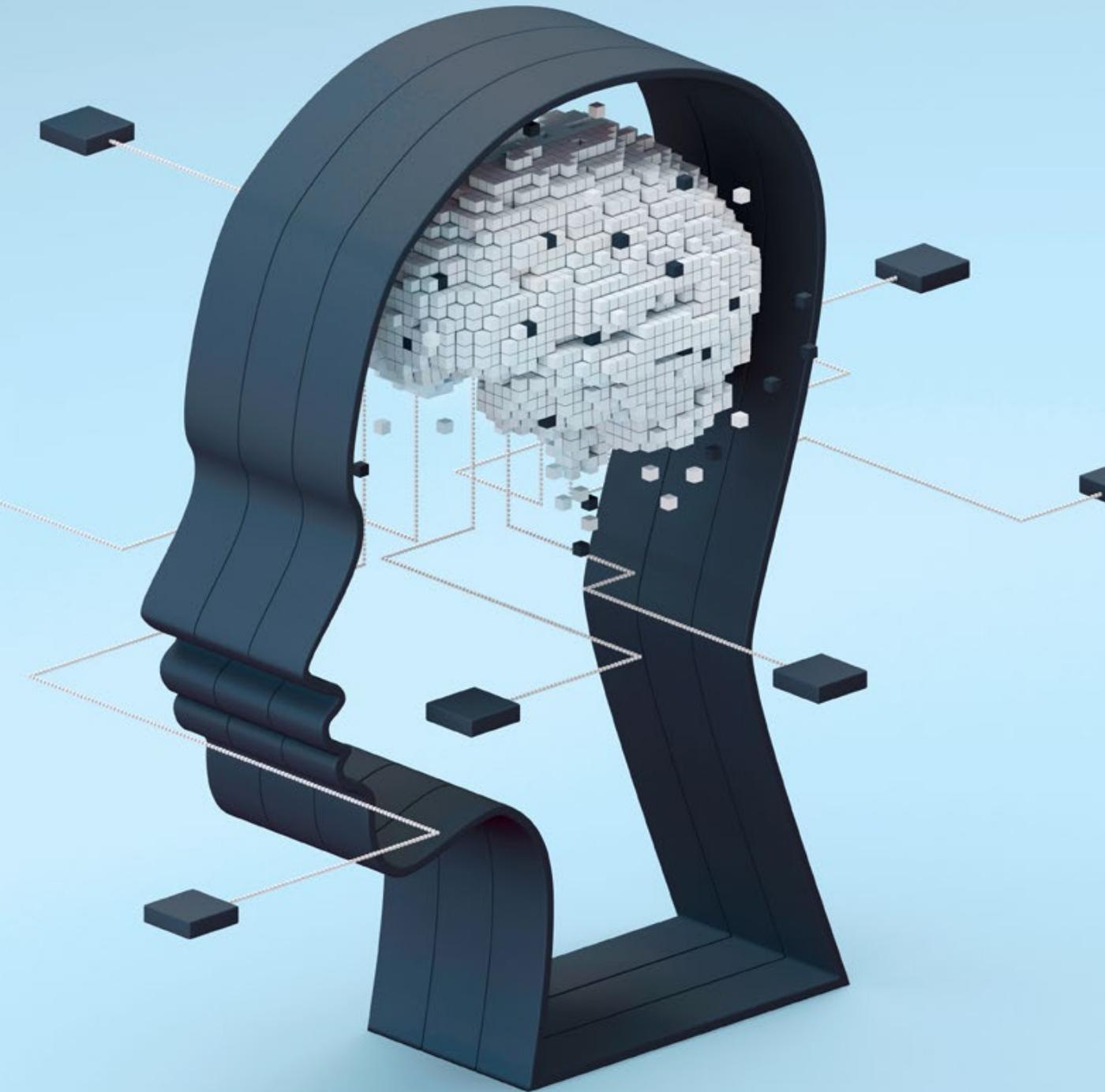
Von Christian Heinrich

In der Industrialisierung veränderte die Entwicklung der Dampfmaschine alles. Mühsame Handarbeit wurde durch automatisierte Prozesse ersetzt. Die Entwicklung der Elektrizität, von Fließbändern, Robotern und Computern brachte weitere Umwälzungen. Nun also künstliche Intelligenz. Und wenn man der globalen Tech-Elite und den Schlagzeilen der Nachrichtenkanäle Glauben schenkt, bringt uns diese Technologie keine Umwälzung, sondern ein Schleuderprogramm.

Die Drehzahl, mit der KI das Leben auf unserem Planeten umwälzt, ist derart hoch, dass ebenjene globale Tech-Elite unlängst forderte, auf die Entwicklungsbremse zu treten. 1.000 Personen unterzeichneten ein entsprechendes Manifest der Organisation Future of Life, darunter Apple-Gründer Steve Wozniak, Tesla-Chef Elon Musk, Deep-Learning-Pionier Yoshua Bengio und mehrere Entwickler von Googles KI-Tochter DeepMind. Die Kernforderung lautet: „Leistungsstarke KI-Systeme sollten erst dann entwickelt werden, wenn wir sicher sind, dass ihre Auswirkungen positiv und ihre Risiken überschaubar sind.“ Hauptgrund für die Besorgnis: KI-Programme wie ChatGPT können menschliche Interaktion simulieren und anhand weniger Stichworte Texte, Bilder und sogar Videos erstellen. Fähigkeiten, die in Kombination mit krimineller Energie eine Gefahr für unsere Gesellschaft darstellen. Zumal es weltweit kaum gesetzliche Regeln für den Umgang mit KI gibt. Die werden dringend gebraucht, denn der KI-Geist ist längst aus der Flasche und wird sich vielleicht zähmen, aber nicht wieder einsperren lassen.

Auch in der Berufswelt ist KI längst angekommen. Als Übersetzer, als Programmierer, als Analyst – in allen möglichen Bereichen nimmt uns die KI bereits Arbeit ab. Manche würden es eher so formulieren: Sie nimmt uns Arbeit weg. Tatsächlich werden manche Jobs wegfallen – aber andere, neue Berufe werden entstehen. Und wenn die künstliche Intelligenz – sind wir mal so optimistisch – richtig eingeführt und eingesetzt wird in Unternehmen, dann kann sie nicht nur die Produktivität, sondern auch den Einfluss und die Position fast aller Mitarbeitenden um einige Stufen nach oben heben: Aus manchem einfachen Angestellten wird eine Art Abteilungsleiter, der die Arbeit der KI regelt und so den eigenen Output enorm erhöht. Wagen Sie mit uns einen Blick in die nahe Zukunft, die sich schon heute abzeichnet und uns alle betrifft: Die sieben Punkte auf den folgenden Seiten beschreiben, wie die künstliche Intelligenz die Arbeitswelt kurz- und mittelfristig prägen und verändern könnte oder es schon tut.





100 Mio.

aktive Nutzer hatte die KI-Software ChatGPT nach nur zwei Monaten. Damit ist das Programm **die am schnellsten gewachsene Computeranwendung** der IT-Geschichte.

1. KI macht Maschinen schlauer

Die Bio-Landwirtschaft wird künftig womöglich noch biologischer – dank künstlicher Intelligenz. So wird bereits an Programmen gearbeitet, in denen Salatköpfe auf dem Feld automatisch analysiert werden und dann nur die Dosis an umweltfreundlichen Pestiziden bekommen, die sie brauchen. Ganz zu schweigen von Futtermaschinen, die den Nutztieren die ideale Menge und Zusammensetzung an Nahrung geben, oder intelligenten Mähreschern, die selbstständig das Getreide auf dem Feld abernten. Dabei gilt: Je mehr Daten gesammelt werden, in diesem Fall etwa durch das regelmäßige Wiegen von Tieren oder die Entnahme von Bodenproben, desto eher kann künstliche Intelligenz zum Einsatz kommen.

Dieser Grundsatz gilt auch für viele andere Felder. Je mehr Sensoren eingesetzt, je mehr Daten erfasst und analysiert werden, desto umfassender „weiß“ eine künstliche Intelligenz Bescheid, was geschieht, und kann entsprechend handeln. Aber nicht immer sind viele vorhandene Daten eine Voraussetzung für den Einsatz von KI. Wenn es etwa um einfache Übertragen von Dokumenten von einem Dateiformat ins andere geht, braucht es keine Big-Data-Analyse, sondern lediglich die Fähigkeit, ein in einem bestimmten Format vorliegendes Dokument und dessen Eigenschaften und Inhalte zu erkennen und es dann in ein anderes Format zu übertragen. Mithilfe von KI kann so ein wesentliches Problem unserer Zeit besser angegangen werden: Die sogenannte „Interoperabilität“ von Daten, damit sind die Herausforderungen gemeint, dass Daten auf verschiedenen Systemen gleichermaßen lesbar sind.



2. KI als Assistent für den Menschen

Nicht nur Maschinen können von KI profitieren, gleiches gilt für den Menschen. Ein paar Beispiele für den Einsatz von KI: Für Anwälte kann die KI in Sekundenschnelle Archive durchforsten und zu aktuellen Fällen vergleichbare Urteile aus der Vergangenheit herausuchen. Übersetzungsprogramme wie DeepL helfen bei der Entwirrung babylonischer Sprachgewirre und bauen so Barrieren ab. In Banken entwickeln künstliche Intelligenzen Anlagestrategien und -empfehlungen. Und im Bereich Human Resources durchsuchen KIs in wenigen Minuten Tausende Profile von Bewerbern und helfen, den passenden Kandidaten zu finden.

Grundsätzlich ist der Einsatz von künstlicher Intelligenz fast überall vorstellbar. Lediglich der Umfang des Einsatzes ist unterschiedlich. In einem Software-Unternehmen etwa könnte KI künftig die Hauptarbeit machen: Die Programmierer geben Programmieraufträge an eine KI, diese programmiert – und die Menschen überprüfen nur noch, wo Feinschliff vonnöten ist.

Experten mahnen allerdings: Da eine KI nur so gut ist, wie das Datenmaterial, mit dem sie gefüttert wurde, ist es unabdingbar, die Ergebnisse solcher Systeme auf Plausibilität und Validität zu prüfen. Das Tückische: Aktuelle KI-Systeme wie ChatGPT kennen keinen Zweifel. Wenn sie der Überzeugung sind, sie kennen eine Antwort, dann verkünden sie diese vertrauenerweckend selbstbewusst – selbst wenn die Antwort völlig falsch ist. Da es zum Volkssport geworden ist, ChatGPT auf die Probe zu stellen, ist das Internet voll von solchen Falschaussagen der KI. Zudem wirft der KI-Einsatz vermehrt ethische Fragen auf. KI-Experten müssen daher nicht nur technische Kompetenzen aufweisen, sondern auch nach ethischen Prinzipien, Normen, Werten oder Tugenden agieren, um unerwünschte oder gar rechtswidrige Entwicklungen als solche zu erkennen und möglicherweise zu stoppen.

Und was ist, wenn die KI so schnell dazulernt, dass sie nicht mehr Ross, sondern Reiter werden will? Auch bei der Klärung dieser Frage sollten wir uns nicht die Zügel aus der Hand nehmen lassen.

3. Darum hat KI schon jetzt mehr revolutionäre Energie als die Automatisierung

Der Roboterarm in der Fabrik, der klaglos ein Auto nach dem anderen lackiert. Der Kopierer im Büro, der nicht nur einzelne Seiten kopiert, sondern sie gleich auch noch zu einem Buch zusammenleimt. Der Robo-Koch, der an der heißen Fritteuse cool ein Fast-Food-Menü nach dem anderen bruzzelt. Durch Fortschritte in der Automatisierung konnte der Mensch in den letzten Jahrzehnten an Maschinen immer mehr Routinearbeiten delegieren, also wiederkehrende, immer gleiche „Handgriffe“, die klar definiert und abgegrenzt sind.

Die KI erweitert die Möglichkeit des Delegierens drastisch – nämlich über die Prozesse hinaus, bei denen das physische Machen im Vordergrund steht, auf das mitdenkende Zuarbeiten. Denn KI kann Aufgaben übernehmen, für die Menschen monate- oder gar jahrelang Informationen analysieren und Berechnungen anstellen müssten. „Die Stärke der KI-Systeme ist ihre Fähigkeit, große Mengen an Daten zu analysieren und auszuwerten“, sagt Rahild Neuburger, Akademische Oberrätin an der Ludwig-Maximilians-Universität München und Mitglied der

Plattform Lernende Systeme. Und weiter: „Insbesondere bei wiederkehrenden Führungsaufgaben können KI-Systeme unterstützen, wie dem Erstellen und Verwalten von Dienst- und Schichtplänen, der Aufgabenzuteilung, der Zusammenstellung und Konfiguration von Teams oder bei Budgetkontrollen.“

Über das Tagesgeschäft hinaus kann KI in mittel- bis langfristige strategische Planungen eingebunden werden. „KI-gestützte Process-Mining-Lösungen können Geschäftsmodelle und -prozesse abbilden, analysieren und nachhaltig optimieren“, erklärt Rahild Neuburger. Mithilfe von durch KI erstellten Analysen wären Führungskräfte schneller in der Lage, relevante operative und strategische Entscheidungen zu treffen, so die Einschätzung der Expertin. Eine solche Agilität fördert die Resilienz des Unternehmens maßgeblich. Für Rahild Neuburger steht fest: „KI-Systeme sind nicht nur eine neue Technologie. Aufgrund ihrer Fähigkeit, quasi selbstständig zu lernen und Schlussfolgerungen zu ziehen, stellen sie ein neuartiges Element in der Organisations- und Arbeitswelt dar.“

4. Wie KI unseren Arbeitsalltag und die Aufgabenverteilung verändert

„Den Arbeitsalltag verändert KI auf unterschiedliche Weise. Vor allem ändern sich die Tätigkeitsprofile, wenn intelligente Maschinen den Menschen unterstützen“, sagt Wilhelm Bauer, Leiter des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation, der sich wie Rahild Neuburger in der Plattform Lernende Systeme engagiert. Dort ist er Co-Leiter der Arbeitsgruppe Arbeit/Qualifikation, Mensch-Maschine-Interaktion.

Wenn KI dem Menschen zuarbeitet, vergrößern sich dadurch die Handlungsmöglichkeiten jedes Einzelnen deutlich. „Wenn Unternehmen KI einführen, gewinnt die agile Projektarbeit an Bedeutung. Hier sind soziale, kommunikative und Selbstkompetenzen, wie Eigeninitiative, Kreativität oder Problemlösungsfähigkeit, gefragt“, sagt Bauer. „In dem Maße, wie eigenständiges, problemfindendes und -lösendes Verhalten an Bedeutung gewinnt, treten solche Kompetenzen in den Hintergrund, die zur gewissenhaften Erfüllung gleichförmiger Routineaufgaben erforderlich sind.“

Ein Beispiel aus der Praxis: Während ein Lagerarbeiter früher selbst mit einem Gabelstapler in der Halle hin und her gefahren ist und Artikel bewegt hat, nehmen ihm immer

mehr KI-gesteuerte Fahrzeuge diese einfache Routinearbeit ab. Für den Lagerarbeiter bedeutet dies, dass er jetzt, wenn man so will, zu einer Art Abteilungsleiter aufgestiegen ist: Gleich mehrere von KI gesteuerte Gabelstapler können für ihn arbeiten, er selbst überwacht sie nur noch und greift ihnen bei Problemen unter die Arme. Die Produktivität des Lagerarbeiters steigt enorm – aber auch seine Verantwortung und die erforderliche Eigeninitiative.

Das Beispiel zeigt eine grundsätzliche Tendenz, die sich durch den vermehrten Einsatz von KI in der Arbeitswelt in vielen Fällen abzeichnet: Der Mensch wird häufig weniger selbst schaffen, stattdessen wird er die gewonnenen Freiräume nutzen, um mehr zu delegieren, zu überprüfen, Probleme zu lösen, kreativ zu werden und zu interagieren. Und das alles schneller und besser als je zuvor.

Was für manchen Handwerker, der gern selbst anpackt, ernüchternd klingen mag, ist in weiten Feldern des Berufsalltag eine enorme und meist willkommene Hilfestellung. Denn das „Schaffen“ ist nicht immer so poetisch und beflügelnd, wie es klingt. Der Lagerarbeiter dürfte sich freuen, dass er selbst nicht mehr mühsam mit dem Gabelstapler hin und her fahren muss.

5. Wie KI den Arbeitsmarkt verändert

Weder Industrialisierung noch Automatisierung, noch Digitalisierung haben den Menschen aus der Arbeitswelt verdrängt. Im Gegenteil: Nie haben mehr Menschen gearbeitet als in der Gegenwart. Aber wie andere technische Innovationen wird auch die KI die Arbeitswelt verändern. Bestimmte Jobs, die viel Routine mit sich bringen, werden wegfallen, dafür neue entstehen. Etwa der des „Data Scientists“, also Spezialistinnen und Spezialisten, die die hochwertigen Datengrundlagen schaffen und pflegen, ohne die KI-Anwendungen gar nicht arbeiten können.

„Ich habe keine Sorge, dass uns durch den KI-Einsatz die Arbeit ausgehen wird“, sagt der Mensch-Maschine-Interaktionsexperte Bauer. Das Know-how der Mitarbeitenden werde auch zukünftig ein wichtiges Kapital bleiben. Bauer spricht hier vom sogenannten Branchen- oder Domänenwissen. „Wer KI etwa in der industriellen Produktion anwenden will, muss über profundes Produktionswissen verfügen“, nennt er ein Beispiel.

Auf den ersten Blick klingt es wenig sozialverträglich, wenn ein Job, den bislang drei erledigt haben, dank KI von einem einzigen Mitarbeiter erledigt wird. Aber angesichts

des Fachkräftemangels in vielen Branchen ist der effiziente Umgang mit der Ressource Mensch der einzig mögliche Weg, Prozesse überhaupt noch aufrechtzuerhalten.

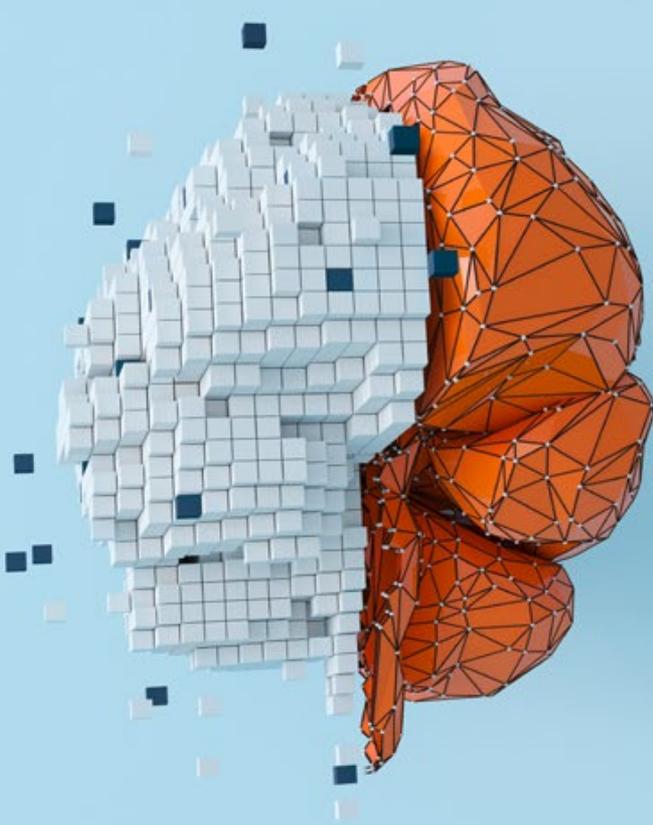
Dass die auf uns zukommenden Veränderungen den Beschäftigten Sorgen bereiten könnten, etwa ob der KI-Einsatz zur Fremdsteuerung führt, bis hin zu Ängsten vor dem Verlust des eigenen Tätigkeitsbereichs, müsse in den Führungsetagen auf jeden Fall bedacht werden, mahnt Rahild Neuburger an. „Diese Ängste frühzeitig zu erkennen und ihnen entgegenzusteuern ist eine der wesentlichen Voraussetzungen dafür, dass die Einführung von KI-Systemen gelingt und ihre Potenziale ausgeschöpft werden“, sagt die Expertin. Dies erfordere zunächst Wertschätzung gegenüber den Beschäftigten und ihren Sorgen, aber auch den konstruktiven Umgang mit entstehenden Ängsten. Möglicherweise lasse sich diesen Ängsten vorbeugen, wenn es gelingt, die Vorteile und Entlastungseffekte eines KI-Systems als Werkzeug in den Vordergrund zu stellen. „Denn je deutlicher der Mehrwert für jeden Einzelnen wird und je besser die Angst vor dem Verlust des eigenen Jobs reduziert wird, desto höher dürften Offenheit und Akzeptanz unter den Beschäftigten sein“, sagt Neuburger.

6. Wie werden wir fit für KI?

Zentral für eine gelungene Zusammenarbeit mit KI-Systemen ist die Qualifizierung der Beschäftigten. Aber wie gelingt diese? „Wichtig ist, dass eine humane Arbeitsgestaltung von Beginn an mitgedacht wird“, betont Nadine Müller, Bereichsleiterin Innovation bei der Dienstleistungsgewerkschaft ver.di und ebenfalls Mitglied der Plattform Lernende Systeme. Müller hält es für enorm wichtig, dass Beschäftigte von Anfang an Einfluss haben auf den Einsatz von KI – denn dann stelle sich gar nicht erst das Gefühl eines Ausgeliefertseins ein. Im Idealfall sollte man nicht nur verkünden, dass an bestimmten Stellen und Prozessen im Unternehmen eine KI eingeführt wird, sondern man sollte den Mitarbeitern die Möglichkeit geben, auf diese Einführung Einfluss zu nehmen und sie zu optimieren. Auf diese Weise fühlen sich die Mitarbeiter weniger als Opfer einer externen Maßnahme, sondern als Teil einer Erneuerung, die sie maßgeblich mitbestimmen.

Grundsätzlich, so hat es Arbeitswissenschaftler Bauer beobachtet, stehen Mitarbeitende dem Thema KI positiv gegenüber. Er sagt: „Auffällig ist die hohe intrinsische Motivation vieler KI-Nutzer, wenn es um den Erwerb neuer Kompetenzen geht. Ausschlaggebend hierfür mögen auch exzellente Karrierechancen sein. Das erleichtert es den Menschen, die Lernanforderungen erfolgreich zu bewältigen.“

Eine Unternehmensbefragung hat laut Bauer ergeben, dass aktuelle Qualifizierungskonzepte die Integration von arbeitsplatznahe Lernen und Handeln betonen. Dies solle die zielgerichtete Umsetzung neuer Erfahrungen in der praktischen Anwendung fördern. „KI-Qualifizierung findet bevorzugt als aufgabenspezifisches ‚On-the-Job-Training‘ oder als Inhouse-Seminar statt. Weltweit verfügbare, umfangreiche Online-Bildungsangebote unterstützen ein solches Vorhaben“, sagt Bauer.



7. Was KI für die Work-Life-Balance tun kann

Laut einer Studie der Unternehmensberatung Accenture könnte die Anwendung von KI-Technologien die Erträge von Unternehmen bis 2035 um durchschnittlich 38 Prozent steigern. Auch diese Zahl deutet darauf hin, dass KI die Produktivität pro Mitarbeitendem deutlich erhöhen wird. Auf der einen Seite lehrt die Erfahrung, dass eine Steigerung der Produktivität langfristig nicht weniger Arbeit bedeutet. Doch weil sie so umfassend sein dürfte, könnte es dieses Mal tatsächlich so sein, dass die Arbeitszeit der Menschen insgesamt verkürzt wird. Dies würde auch dem aktuellen Trend entgegenkommen, dass vor allem junge Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer – insbesondere von der Generation Z, also den um die Jahrtausendwende Geborenen – mehr Wert auf eine gute Work-Life-Balance legen. Dies könnte eine der umfassendsten Umwälzungen sein, die KI am Arbeitsplatz bewirkt: Sie schenkt den Menschen mehr Freizeit.



Der Autor

Für die Recherche dieser Story hat Autor **Christian Heinrich** auch die KI ChatGPT ausprobiert.

Zunächst war er beeindruckt von den klugen und kreativen Antworten auch auf komplexe Fragen, etwa wie er sich gegenüber seiner Frau

aus der Affäre ziehen sollte, um nicht mit ihr Gartenarbeit machen zu müssen. Dann wollte er ChatGPT seiner achtjährigen Tochter vorführen. Sie fragte das Chatprogramm, wie das magische Tier von Benni in der Kinderbuchreihe „Die Schule der magischen Tiere“ heißt. Es sei der Pinguin Oskar, antwortete ChatGPT selbstsicher. Falsch, es ist Rabbat, der Fuchs. Das war enttäuschend – und irgendwie auch beruhigend. Irren ist eben nicht nur menschlich ...

Kleine KI-Kunde

Chatbots

Systeme, die mit Menschen **über natürliche Sprache in Dialog treten können** – auf diese Weise entsteht eine Brücke der Kommunikation, sodass KI und Menschen sich leichter austauschen können.

Cognitive Advisors

Diese kognitiven Assistenzsysteme können **Zusammenhänge in größeren Datenmengen erkennen** und dadurch auch komplexe Aufgaben übernehmen und Analysen durchführen.

Robotic Desktop Automation

Beschreibung für den Prozess, bei dem Tätigkeiten jedweder Komplexität **vollständig an eine KI übergeben** werden.

Machine Vision

Ein Teilbereich der KI, bei dem **Bildzusammenhänge erkannt und klassifiziert werden** können. Kommt beispielsweise bei Qualitätskontrollen zum Einsatz.

Kultur trifft Digital

Neue Technologien fegen durch die oft angestaubten Museen, Konzerthallen und Zirkusmanegen. Sie machen Freizeitattraktionen fit für die Zukunft und erobern dank Bits und Bytes neue Besuchergruppen.

Von Björn Carstens

Ein Museumsbesuch verursacht bei vielen Post-Millennials nicht gerade Euphorie-Stürme. Doch wie interessiert man ein junges Publikum für alte Meister? Einer, der neue Wege beschreitet, ist Eike Schmidt, deutscher Direktor der weltberühmten Kunstsammlung Uffizien. Das Florentiner Museum ist einer der Vorreiter auf diesem Gebiet, die Schatzkammer der Medici öffnet ohne Vorbehalte ihre Türen gegenüber der Social-Media-Welt. „Unsere Sammlungen gehören allen, nicht nur einer selbst ernannten kulturellen Elite, aber vor allem den jungen Generationen“, sagt Schmidt, der in der Szene als fortschrittsgetriebenes *enfant terrible* gilt.

Schmidt pinselt gern an neuen Denkmodellen. Sein Motiv: die Sichtbarkeit von Kunst erhöhen und den Multiplikator World Wide Web samt all der damit verknüpften Technologien zur Vernetzung und Interaktion nutzen. Denn es gibt wohl kaum noch einen Bereich, der nicht die komplette Klaviatur der Digitalisierung spielen muss, um Schritt zu halten in einer Welt, in der alles mit allem und jeder mit jedem vernetzt ist. Museen sind schon lange nicht mehr nur Archivierungs- und Ausstellungsanstalten, die ausschließlich sammeln und

bewahren. Auch sie müssen sich den innovationsorientierten Herausforderungen im digitalen Kulturmanagement stellen.

Verfremdete Kunst-Memes auf TikTok

Auf der TikTok-Seite der Uffizien-Galerien sieht man Videos, in denen das Gemälde des jungen Papstes Leo X. den „Happy-Song“ zum Besten gibt und dabei animierte Grimassen schneidet. Worüber mancher Kunstfreund die Nase rümpft, scheint die Zielgruppe anzusprechen. Über 140.000 Follower und 1,6 Millionen Likes lügen nicht. „Wenn wir die jüngeren Generationen kriegen wollen, müssen wir ihre Sprache sprechen“, weiß Schmidt. Auf Instagram sind die Uffizien schon seit Jahren aktiv. Regelmäßig lädt das Museum zu Online-Events ein, bei denen philosophisch diskutiert wird. Stichwort Interaktion: Viele der mehr als 700.000 Follower beteiligen sich mittlerweile aktiv an intellektuellen Debatten. Die einfache Gleichung dahinter: Jeder User gleich ein potenzieller Besucher im Museum.

Schmidt hat keine Angst, dass Kunst, die digital omnipräsent zur Schau gestellt wird, „analoge“ Besucher kosten könnte: „Es ist schon jetzt abzusehen, dass das Metaverse die Sehnsucht nach dem Original noch einmal deutlich weiter



verstärken wird. Je präsenter ein Werk im Digitalen ist, desto stärker ist die Nachfrage nach dem physischen Original. Die Aura eines digital reproduzierten Kunstwerks wächst durch die Digitalisierung“, wird Schmidt in einem Interview mit dem „Handelsblatt“ zitiert. Nur weil Museen auch online besucht werden können, fallen sie nicht als physische Orte der Kunsterfahrung weg.

Kunst weltweit zugänglich machen

Weltweit empfinden Museen und Ausstellungshäuser digitale Formate längst nicht mehr als Bedrohung, sondern nutzen sie als Chance. Wer auf die Kunstplattform Google Arts & Culture klickt, an der sich bereits mehr als 2.000 Museen weltweit beteiligen, erlebt virtuelle Rundgänge in der Manier von Street View. Zu manchen Exponaten kann man hoch aufgelöste Fotografien und Detailinformationen aufrufen. Gleichzeitig ist Google Arts & Culture auch eine Form der Archivierung und ein Zugänglichmachen von Kunst – denn wer kann in einem Menschenleben schon Tausende Museen auf diesem Erdball besuchen?

Ähnlich geht die Graphische Sammlung der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich vor, die 50.000 Kunstwerke digitalisiert und frei zugänglich gemacht hat. „Wir machen Werke von Künstler:innen zugänglich, die sonst vielleicht

unentdeckt bleiben würden, und setzen Kunst in einen Kontext. So erhalten Besuchende automatisch noch mehr Informationen und stellen neue Verbindungen zwischen den Kunstwerken her“, sagt Leiterin Linda Schädler auf der ETH-Homepage. Zudem bringe die Digitalisierung weitere Vorteile: „Bei uns ist der Träger des Kunstwerks fast immer Papier, das heißt, die Werke sind sensibel. Wir müssen diese gut vor Licht geschützt in Boxen aufbewahren. Durch die Digitalisierung sind diese Kunstwerke auch dann sichtbar, wenn sie gerade nicht ausgestellt sind.“

Würde dagegen jemand im Museum für Digitale Kunst in Tokio den Stecker ziehen, wäre die Kunst nicht mehr existent. Denn Bilder, Skulpturen oder andere Exponate, die man berühren kann, gibt es nicht mehr. Alles ist animiert. 500 Computer und genauso viele Projektoren sorgen dafür, dass die Ideen der Kuratoren lebendig werden. Es wird mit Videos, Lichtskulpturen und Spiegeltricks gearbeitet. Der Besucher verliert sich in der labyrinthisch angelegten Ausstellung.

Virtuelle Konzerte

Ureigenste Aufgabe von Kunst ist die Veränderung. Das gilt auch für die Musikbranche. Gestreamte Konzerte waren in den vergangenen Jahren der Live-Entbehrungen nichts Ungewöhnliches,

65 Millionen

Pixel lassen die 70er-Jahre-Popband ABBA auf einem gigantischen Bildschirm noch mal Hallo sagen. Die Firma Industrial Light & Magic hat ganze Arbeit geleistet. **Tausende von alten 35-mm-Negativen der Band und unzählige Stunden Konzertmaterial und TV-Auftritte wurden gescannt, analysiert und digitalisiert.** Haare, Fingernägel, Make-up – jedes Details sollte stimmen, damit das virtuelle Konzerterlebnis so real wie möglich erscheint.



11

Laser-Beamer hat Roncalli an den Logen angebracht, um die Hologramme auf dem Zirkusrund (rund 300 Grad) sichtbar zu machen



inzwischen gehen die Stars der internationalen Musikszene einen Schritt weiter und spielen als Avatare digitale Shows in bunten Gamingwelten. So wie US-Superstar Ariana Grande oder Rapper Travis Scott, deren digitale Erscheinungsbilder im beliebten Videospiel Fortnite auftraten, unterlegt von echten Live-Aufnahmen. Das Publikum bestand natürlich ebenfalls aus Avataren. Für altmodisch sozialisierte Konzertgänger, die keine Lust auf Spielkonsolen haben, wäre eher die virtuelle Reunion von ABBA etwas. Deren im echten Leben in die Jahre gekommene Bandmitglieder stehen seit Sommer 2022 als jüngere Hologramme ihres eigenen Ichs auf der Bühne.

Willkommen bei den Hologanten

Auch das „fahrende Volk“ setzt auf Hightech-Hologrammtechnik. 2018 gab es beim deutschen Zirkus Roncalli weltweit erstmals Holografie in der Manege zu bestaunen. Eine kleine Sensation. „Über 150 Länder berichteten in den Abendnachrichten darüber“, erinnert sich Zirkusdirektor Bernhard Paul. Zu sehen sind bei Roncalli seit nunmehr fast fünf Jahren ausschließlich imaginäre Tiere wie Elefanten, Pferde und Vögel, die auch Kunststücke vorführen, zu denen reale auch nach bestem Training nicht in der Lage wären – und das ganz ohne dem Tierwohl in die Quere zu kommen. Elf 360-Grad-Projektoren erwecken die Leuchttiere zum Leben. Mal realistisch, mal fantastisch – aber immer eindrucksvoll.

Vorteil für den Zirkus neben begeisterten Zuschauern: Er spart sich die Kosten für Futter, Unterbringung und Transport. Außerdem erscheint der Einsatz von echten Tieren vielen Zuschauern als ein qualvoller Anachronismus, Tierschützern sowieso. Viele Städte und Regionen verbieten bereits den Einsatz von lebenden Tieren in Showprogrammen. Mit Hologrammen à la Roncalli transformiert die Showbranche hingegen ihren traditionellen Programmteil mit moderner Technik ins 21. Jahrhundert.

Auch im französischen L'Écocirque Bouglione tanzen Eisbären als Hologramme durch die Manege, und virtuelle Killerwale gleiten entspannt durch

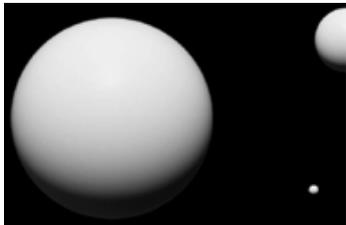
„Durch die Digitalisierung sind Kunstwerke auch dann sichtbar, wenn sie gerade nicht ausgestellt sind“

Linda Schädler,
Leiterin Graphische Sammlung
der ETH Zürich

Die teuersten NFTs aller Zeiten

Digital zertifizierte Werke aus Bits und Bytes, sogenannte Non Fungible Tokens (NFT), revolutionieren den Kunsthandel. Das sind die teuersten Transaktionen.

Quelle: Bitcoin2Go



91,8 Mio. \$

erzielte das bislang teuerste NFT. 28.983 Sammler erwarben insgesamt 312.686 Anteile am **Kunstwerk „The Merge“ von „Pak“**.

69,3 Mio. \$

spielte der Verkauf von „Everydays: The First 5000 Days“ ein. 2007 nahm sich der Künstler „Beeple“ vor, jeden Tag ein neues Kunstwerk online zu stellen. 5.000 Tage lang schuf er täglich ein neues digitales Bild und fügte sie zu einem Gesamtwerk zusammen. Heraus kam **„Everydays: The First 5000 Days“**.



52,7 Mio. \$

brachte das **NFT „Clock“ ein – ein Timer, der zählt, wie viele Tage WikiLeaks-Gründer Julien Assange im Gefängnis saß**. Als das NFT Anfang 2022 verkauft wurde, drohte Assange eine lange Haftstrafe in den USA. Die anonyme Künstleridentität „Pak“ und Assange sammelten bei der Auktion Geld für seine Rechtsverteidigung.



trockenen Luftraum. Auf Leinwänden im Hintergrund entstehen Traumwelten. Vier Jahre haben die früheren Tiertrainer Sandrine und André Bouglione an der Show gefeilt. „Wir sind von Herzen Artisten und Entertainer und wollen mit unserer Kunst auch jüngere Generationen begeistern. Und diese haben aus ethischen Motiven große Probleme damit, wenn wir mit echten Tieren arbeiten“, nennt Sandrine einen der Gründe für die Transformation.

Hightech-Zoo statt Käfighaltung

Auch die Zoo-Branche ist bereits auf den Hologramm-Zug aufgesprungen. Entweder als Ergänzung zum realen Tierleben oder als rein virtuelle Show. Der im Dezember 2022 im australischen Brisbane eröffnete „Hologramm-Zoo“ lässt seine Besucher in ein mit hochpräzisem Laserlicht erzeugtes Holoverse eintauchen. Sie schreiten dort über Canyons, sehen Blauwale und Dinosaurier oder queren einen nächtlichen Fluss, auf dem rosa leuchtende Lotusblüten treiben und in dem drei Meter große Goldfische schwimmen. Neben dem passenden Ton verdichten natursimulierende Düfte und auch Windmaschinen die Atmosphäre zu einer perfekten Kopie der Natur.

Hinter dem Projekt steckt die australische Firma Axiom Holographics, die sonst eher für hochrangige Wissenschaftsinstitutionen, Regierungen oder auch Militärs arbeitet. Firmenchef Bruce Dell ist schon jetzt so begeistert von der Holo-Zoo-Idee, dass er bereits Ableger in Japan, Texas und Europa angekündigt hat.

Sprichwörtlich eintauchen in virtuelle Tierwelten lässt der Anbieter Swim VR seine Kundschaft. Statt Tauchermaske setzen die Schnorchler eine wasserdichte Virtual-Reality-Maske auf. Dann steigen sie ins Schwimmbecken und sehen statt blauer Kacheln eine farbenfrohe schillernde Unterwasserwelt. Bunte Riffische tummeln sich zwischen farbigen Korallenzweigen, eine Schildkröte schwimmt gemächlich vorbei, und ein Anemonenfisch verteidigt sein Revier. „Findet Nemo“ 4.0. – und das ganz ohne Eingriffe in sensible Ökosysteme und ohne CO₂-emittierende Langstreckenflüge. Und der Weiße Hai greift auch nicht an – höchstens virtuell ...

Digital-Gemälde spülen Geld in die Kasse

Der Handel mit fälschungssicheren, Blockchain-basierten Digital-Zertifikaten, Non-Fungible Tokens genannt (kurz NFTs), beflügelt die Kunstszene seit einiger Zeit (siehe Fakten links). Auch hier hat Uffizien-Direktor Eike Schmidt ein Konzept für sein Haus entwickelt, wie man die digitalen Möglichkeiten museal monetarisieren kann.

Mehr als 500 Jahre nachdem Michelangelo Buonarroti Anfang des 16. Jahrhunderts sein Meisterwerk „Die Heilige Familie“ (Tondo Doni) auf eine runde Holztafel malte, erschufen italienische Pixelkünstler in Kooperation mit den Uffizien das Gemälde neu – als ultrahochauflösende und mit einem eigens entwickelten Verfahren chiffrierte Bilddatei. Kunstliebhaber griffen dafür tief in die Tasche. Für 140.000 Euro wech-

selte ein Tondo-Doni-Avatar den Besitzer. Die Uffizien und die für die Digitalisierung verantwortliche Firma Cinello machten halbe-halbe. Gerade für Museen ist das eine interessante Nebenerwerbsquelle, insbesondere vor dem Hintergrund der durch die Corona-Beschränkungen vielerorts leeren Kassen. Außer den Rechten zur Digitalisierung müssen die Kunsthäuser nichts weiter einbringen – nur kassieren. Kein Wunder, dass Cinello auch mit weiteren Museen von Weltrang zusammenarbeitet.

Um solche Avatare von Meisterwerken auf einem ultrahochauflösenden Monitor sichtbar zu machen, braucht es einen speziellen Decoder und eine App. Neben einer analogen Urkunde garantiert diese aufwendige Verschlüsselung zum einen die Echtheit und die Provenienz der

digitalen Kopie und schützt sie auch vor Manipulationen.

Schmidt kann sich auch vorstellen, Blockchain-basierte Minderheitenanteile an physischen Kunstwerken mit partizipatorischen Elementen zu veräußern. Anteilseigner können sich damit zum Beispiel das Recht sichern, ein Abendessen im exklusiven Kreis unter dem Tondo Doni zu zelebrieren. Denkbar sind auch Einnahmeteilungen an Sonderausstellungen oder eben auch der Verkauf von Lizenzen. Schmidt: „Ich halte das für eine interessante Möglichkeit. Auch wenn die partizipatorischen Rechte noch genau definiert werden müssten.“

Das größere Potenzial sieht Schmidt bei der Kunst, die ausschließlich für den digitalen Bereich kreiert wurde: „Wenn wir an künstlerische Werke denken, die eigens für das Digitale geschaffen sind, bieten natürlich die Limitierung und die Authentifizierung durch die Blockchain Möglichkeiten, diese endlich sammelbar, handelbar und auch verleihbar zu machen. Daraus sind schon jetzt nachhaltige Geschäftsmodelle entstanden, was einzelne Künstler und Galerien angeht“, weiß Schmidt.



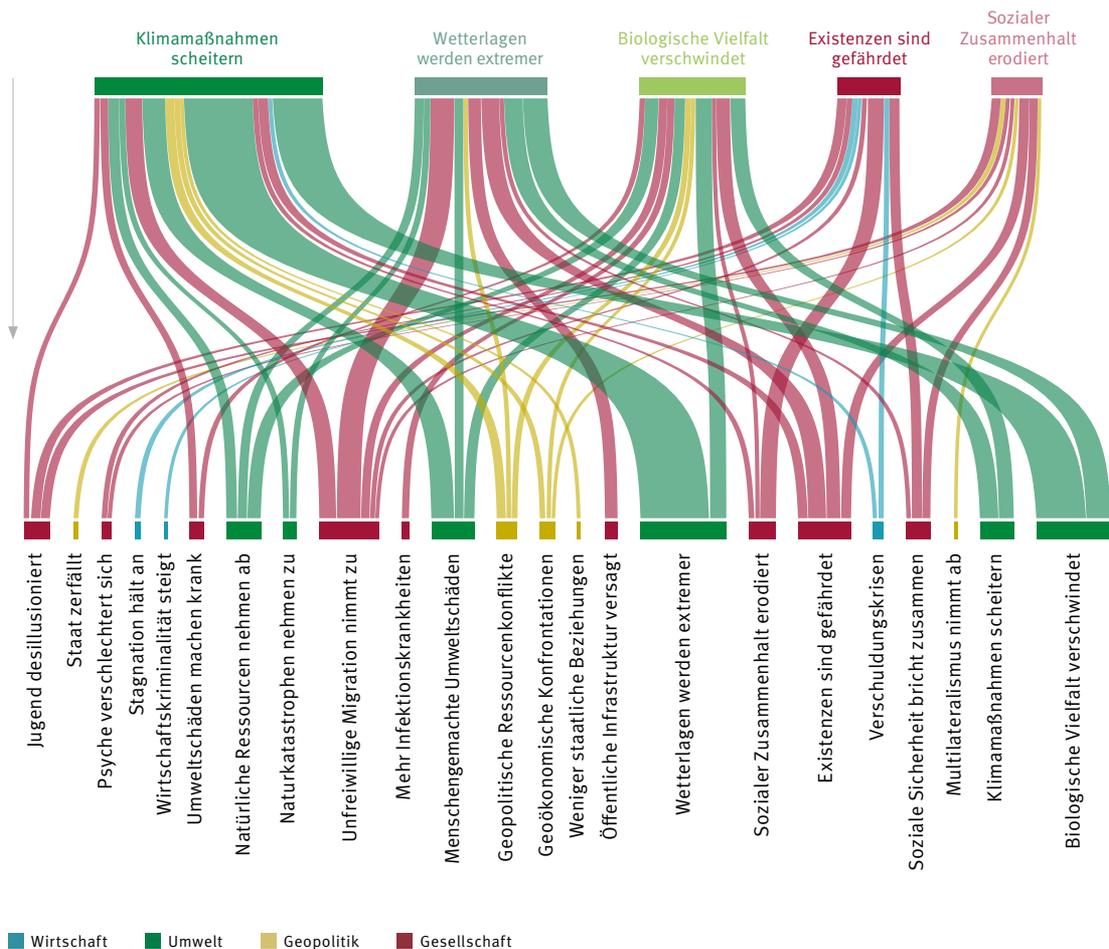
Uffizien-Museumsdirektor Eike Schmidt vor Michelangelos Meisterwerk „Die Heilige Familie“ (Tondo Doni)

Future Life

In einer komplexeren, unberechenbareren Welt wird es immer wichtiger, auf alles vorbereitet zu sein – resilient zu sein. Es gibt viele Ansätze, dies zu erreichen.

Ein Risiko kommt selten allein

Klimaschutzmaßnahmen tragen entscheidend zur Resilienz unseres Planeten bei. Dieses Schaubild zeigt die Zusammenhänge zwischen den laut „Global Risk Report 2022“ des Weltwirtschaftsforums aktuell fünf größten Bedrohungen der Welt (obere Reihe) und weiteren Risiken, die sie auslösen oder verschärfen (untere Reihe). Interessant: Das Versagen von Klimaschutzmaßnahmen stellt den größten Bedrohungsmultiplikator dar. Der Klimawandel ist nicht nur ein Umweltproblem. Er ist ein Problem für (fast) alles.



Quelle: Global Risk Report, Weltwirtschaftsforum



Nahrung aus CO₂

Ist ein **Proteinpulver aus Kohlendioxid** einer der Problemlöser für die globale Ernährungsversorgung? Solein, so heißt die senfgelbe, staubfeine Erfindung des finnischen Start-ups Solar Foods, braucht keine flächenfressende Landwirtschaft und könnte überall auf der Welt im Labor produziert werden – sehr förderlich für eine resiliente Nahrungskette. Wie funktioniert das? Das Verfahren ähnelt dem Fermentationsprozess, der zur Herstellung von Wein oder Bier verwendet wird. Aber anstelle von Zucker ernähren sich die Bakterien unter Einsatz von erneuerbarem Strom vor allem von Kohlendioxid, gelöstem Wasserstoff und Stickstoff. Der Mix wird zu Aminosäuren, Vitaminen, Fetten und Kohlenhydraten verstoffwechselt. Heraus kommt ein **völlig neuer Ersatz für Eiweißlieferanten wie Fleisch oder Milch**, der weder Tiere noch Pflanzen schädigt. In Singapur soll das klimafreundliche Pulver 2024 auf den Markt kommen.

> 92.000

Bakterienstämme und damit 90 Prozent aller beschriebenen Arten sind in der Datenbank BacDive am Leibniz-Institut in Braunschweig katalogisiert. **Die weltweit größte Wissensdatenbank ihrer Art** bietet Forschenden auf der ganzen Welt Zugang zu phänotypischen Daten. Beispielsweise mit Abfragen wie „Zeige mir alle Stämme, die unter bestimmten Bedingungen wachsen“ oder „Zeige mir alle Stämme, die aus einer marinen Umgebung isoliert wurden“. **Für die Forschung ist das Wissen über Bakterien essenziell**, denn sie sind bei Weitem nicht nur Krankheitserreger, sondern können sehr nützlich sein – zum Beispiel für die Herstellung von Lebensmitteln, in der Medizin oder auch in Klärwerken. Auch im menschlichen Körper übernehmen Bakterien lebenswichtige Funktionen.

„Eine Krise kann ein produktiver Zustand sein. Man muss ihm nur den Beigeschmack der Katastrophe nehmen“

Max Frisch, Schweizer Schriftsteller und Architekt (1911–1991)

Strömender Stoff

Wer erschöpft ist, verletzt sich leichter – beim Sport wie bei körperlicher Arbeit. Forschende der ETH Zürich haben ein spezielles Garn entwickelt, das Körperbewegungen messen kann. Wird der smarte Textilsensor in der Arbeitskleidung integriert, kann er die Müdigkeit des Trägers bei körperlicher Belastung voraussagen und rechtzeitig vor drohender Erschöpfung warnen – **ohne dass es dafür elektronische Bauteile wie Batterien oder Chips braucht**. Das Garn dehnt sich aus, wenn man daran zieht, und erzeugt dabei ein elektrisches Signal. Über eine spezielle Antenne werden die Signale an ein Smartphone übermittelt und von einer (noch zu entwickelnden) App ausgewertet. Nächster Schritt: aus dem Prototyp ein marktreifes Produkt machen.



Nur Mut!

Zu den Eigenschaften, die Kapitäne im Sturm auszeichnen, gehören Widerstandsfähigkeit und Pragmatismus. Was können Wirtschaftskapitäne und wir alle von Seeleuten in Sachen Resilienz lernen? Eine ganze Menge, weiß Seefahrtsexperte und Buchautor Stefan Kruecken.



Von Stefan Kruecken

Mehr als 150 Kapitäne habe ich im Laufe der Jahre interviewt. Vieles, was sie im Auge des Sturms durchgestanden haben – mit Ruhe, Mut, Überzeugung und Tatkraft – lässt sich aufs Leben übertragen. Auch aufs Wirtschaftsleben. Kapitäne in schwerer See können Vorbild sein für Führungskräfte, die Konflikte und Krisen lösen müssen.

Manchmal geht es um die Frage von Leben oder Tod. Wie im Falle des Hamburger Kapitäns Emil Feith, der den Massengutfrachter Svea Pacific durch einen Jahrhundertsturm brachte. Der Orkan brüllte damals mit einer Stärke, die selbst der alte Seemann noch nie erlebt hatte. Vor der Brücke vermischten sich Gischt und Wellen zu einer grauen Wand. Schläge gingen durch das Schiff und der Stahl schrie. Ein Offizier bat den Kapitän in den Salon, ein Deck tiefer. Dort hatte sich die Crew versammelt. Die Männer waren bleich vor Angst und starrten hinaus ins Inferno. Sie trugen Rettungswesten.

Das alles passierte im Oktober 1991. Auf dem Nordatlantik vereinigten sich ein Hurrikan und ein arktisches Tiefdruckgebiet zu etwas, das die Meteorologen den „perfekten Sturm“ nannten. Hollywood machte daraus einen Blockbuster, mit George Clooney in der Hauptrolle. Mittendrin in dieser rauen Realität wurde der Massengutfrachter Svea Pacific von den Brechern hin und her gerissen. Kapitän Feith auf der Brücke. Mit jedem Wort, das er mir erzählt, bewundere ich seine Widerstandskraft, seine Zähigkeit, und seine Gabe, Schiff und Crew durchzubringen mehr und mehr.

Ängste einfach wegpeifen

„Ich war nicht sicher, dass wir es schafften“, sagte mir der alte Seemann. „Um ehrlich zu sein, glaubte ich jede Stunde weniger daran.“ Wie es trotzdem gelang? Welle für Welle. Um eine Panik zu verhindern, griff er nach einer Kassette, die ihm seine Frau mitgegeben hatte. Johnny Cash, es geht im Lied darum, dass das Wasser steigt: „Five feet high and risin““. Der Kapitän piff dazu, als sei man an einem Sommertag im Hamburger Hafen unterwegs und nicht mitten auf dem lebensfeindlichen Nordatlantik. Als der Chef der Maschine in den Salon kam und sich – auf Deutsch – erkundigte, wie denn die Lage sei, antwortete Feith: „Sieht nicht gut aus.“ Dann grinsten beide, als hätten sie einen

schmutzigen Witz gerissen – und schnauzten die internationale Crew auf Englisch an, sie solle sich gefälligst nicht so anstellen. Das Ablenkungsmanöver gelang.

Nun sind wir nach Corona und in einer durch den Ukraine-Krieg weiter zugespitzten geopolitischen Weltlage alle in einem großen Sturm gefangen. Unsicherheit ist überall zu spüren und greift tief hinein ins berufliche und private Leben. An den Arbeitsplatz, in die Familien, in den Freundeskreis. Viele Menschen fragen sich: Wie bekomme ich mein Schiff – meine Firma, meine Familie – einigermaßen sicher durch den Sturm? Wenn sich jemand mit dieser Frage auskennt, dann sind es Kapitäne.

Ich erkenne Muster in ihrem Handeln. Wie sie sich auf schwereres Wetter vorbereiten. Wie sie ihre Crew anleiten und ihr Schiff hindurchführen. Ich bin überzeugt, dass im ruhigen Handeln der Kapitäne Ansätze stecken, die sich auf den Alltag übertragen lassen. Dies betrifft die Erwartung eines Orkans und die entsprechenden Vorbereitungen ebenso wie die Frage, wie man inmitten des größten Chaos die Nerven behält. Wie man Autorität, Führungsstärke und damit auch Sicherheit ausstrahlt, ohne sich diktatorisch zu verhalten. Wie weit man sich selbst und anderen vertraut und ob man sich von den eigenen Emotionen, vor allem von der Angst, davontragen lässt.

Klares Denken, klares Handeln, klare Ansagen

Womit wir beim Thema „Dienstgesicht“ wären. Ein Kapitän müsse manchmal auch Schauspieler sein,

„Ein Kapitän muss manchmal auch ein Schauspieler sein“

Kapitän Emil Feith

erzählte mir Kapitän Feith. Für Gefühle sei in einer Krisensituation kein Platz – und generell gehöre es sich nicht für einen Kapitän, andere an Emotionen teilhaben zu lassen. „Emotionen“ klang, so wie er das sagte, wie etwas Unappetitliches, das man nicht unter seinem Schuh haben möchte.

Klares Denken, klares Handeln, klare Ansagen, Zeit für das „Dienstgesicht“. Ich mag das Konzept auch deshalb, weil es so aus der Zeit gefallen zu sein scheint, in einer Gegenwart, in der jeder sein Inneres in sozialen Medien nach außen kehrt. In stürmischen Zeiten, wenn Menschen verunsichert sind, verschärft übersteigerte Emotionalität die Dinge nur. Das „Dienstgesicht“ hingegen vermittelt Ruhe und Entschlossenheit. Die Entschlossenheit, bis zur letzten Minute um Schiff und Crew zu kämpfen. Wichtig dabei: Bei der Führungsposition des Kapitäns geht es nicht um Macht. Im Gegenteil: Gerade viele alte Kapitäne zeichnet die Eigenschaft



„An keinem anderen Ort der Welt kommt man sich so klein und unbedeutend vor wie auf dem Nordatlantik im Sturm“

Kapitän Jürgen Schwandt



aus, sich selbst und das eigene Befinden nicht zu wichtig zu nehmen. Mehr „wir“, weniger „ich“. Denn auch dem rauesten Seebären ist klar, dass er ohne loyale Crew im Hintergrund kein Schiff sicher in den nächsten Hafen steuern kann. Daher ist es gerade in stürmischen Zeiten von entscheidender Bedeutung, dass man als vorbildliche Führungspersönlichkeit sein Team bedingungslos hinter sich versammelt – komme, was wolle.

Die Geschichten vieler Kapitäne handeln häufig von dramatischsten Ereignissen zwischen Leben und Tod. Von wilden Stürmen, von Monsterwellen, von Piraten, von Problemen mit der Fracht, doch den meisten Seeleuten, mit denen ich sprach, war eines extrem wichtig: Auf keinen Fall sollte die Story angeberisch klingen.

Mit hanseatischer Attitüde allein kommt natürlich niemand durch den Sturm. Elementar wichtig ist der technische Zustand des Schiffes – und deshalb sind die meisten Kapitäne, die ich kenne, Pedanten zur See. Das Schiff muss intakt und gut gepflegt sein,



vor allem die Maschine. Aber es geht um Details. Egal, ob ich mit ihnen an Bord eines Kreuzfahrtschiffs ging, auf eine Fähre, einen Frachter oder zur Ausflugsfahrt auf die Elbe. Als Erstes inspizierten sie den Zustand der Rettungsboote. Sie sahen nach, ob die Davits geschmiert waren. Sie prüften, ob die Rettungswege frei waren. Sie maulten, wenn jemand die Sicherheitshinweise ignorierte.

Katastrophen haben nicht einen Grund

Als ich mit Kapitän Jürgen Schwandt auf einem Kreuzfahrtschiff unterwegs war, regte er sich darüber auf, dass der Sicherheitsoffizier sein Haar lang und das Hemd aus der Hose trug. Ein anderes Mal beschwerte er sich über eine Topfpflanze im Fluchtweg. Das könne nicht angehen! Er verlangte sofort, den Diensthabenden zu sprechen und fragte ihn, ob er sich im Notfall wirklich um den Gummibaum kümmern wolle? Die Topfpflanze war kurz darauf verschwunden. Hinter der vermeintlichen Pedanterie steckt ein simpler Gedanke. Katastrophen haben in der Regel nicht einen Grund, sondern sind die

Summe vieler kleiner Fehler. Stellt man also kleine Fehler ab, ist es weniger wahrscheinlich, dass es zu großen Versäumnissen kommt. Und in dieser Sicht auf die Dinge fängt ein kleines Problem schon damit an, dass ein Sicherheitsoffizier nicht darauf achtet, ob sein Hemd in der Hose steckt.

„Mit einer funktionierenden Crew und einem starken Schiff komme ich überall durch. Da muss man sich keine Sorgen machen“, sagte mir Johannes Hritz, Trawlerkapitän aus Bremerhaven. In seinem Arbeitsalltag auf dem Nordatlantik hat er es bisweilen mit Wellen in Höhe siebenstöckiger Häuser zu tun. Kein Problem, wenn alle richtig zusammenarbeiten und aufpassen.

Hritz sagte mir, dass er daher gerne mit ihm vertrauten Seeleuten zusammenarbeite. Er achte darauf, dass respektvoller Umgang an Bord herrsche. Widerstandsfähigkeit gehört zum Beruf – und eine gewisse Härte. Bei Verdacht auf einen Herzinfarkt, bei Knochenbrüchen oder Nierenkoliken steuert er einen Hafen an. Aber bei, sagen

„Mit einer funktionierenden Crew und einem starken Schiff komme ich überall durch“

Kapitän Johannes Hritz



wir: Schnittwunden? Können immer mal passieren. „Für diese Fälle haben wir einen Tacker an Bord“, meint er. Ich stelle mir vor, wie eine solche Aussage bei einem beliebigen Job an Land ankäme.

Was mir an der Haltung der alten Kapitäne auch gefällt, ist gelebter Pragmatismus. Sie fahren einen Kurs, sie haben einen Plan. Wenn es allerdings nötig ist, ändern sie ihn eben ab, damit es passt. Das macht Kapitäne zu echten Resilienz-Profis – wenngleich sie freilich mit diesem Begriff kaum etwas anfangen können.

Ich erinnere mich an die Geschichte eines Seemanns aus Hamburg, der in einem schweren Orkan auf der Biskaya einem Motorschiff aus Dänemark nach einem „Mayday“ zu Hilfe kam. Das andere Schiff meldete Maschinenprobleme und einen Wassereintrich. „Please pick me up, Sir“, flehte der Kapitänskollege über Funk. Was im enormen Wellengang aber nahezu unmöglich erschien. Die dänische Crew stieg schließlich in ein aufblasbares Rettungsfloß, das der Sturm schnell forttrieb. Als er feststellte, dass eine Leinenverbindung mit dem Floß anders nicht herzustellen war, legte Kapitän Peter Steffens im entscheidenden Moment den Rückwärtsgang ein. Rückwärts mit einem Frachter – im Orkan? Unkonventionell, aber erfolgreich. Ein Manöver, für das ihn einige Kapitänskollegen sicherlich kritisierten, meinte Steffens. Na und? Die dänische Besatzung

war in Sicherheit. Steffens und seine Crew konnten die Schiffbrüchigen an der Bordwand hochziehen.

Den nächsten Hafen zu erreichen, das hat für alle Kapitäne oberste Priorität. Ebenso aber die Sicherheit der Crew. Für die meisten Kapitäne ist der Gedanke, einen Mann auf See zu verlieren, unerträglich. Wenn es passiert, beschäftigt es sie noch Jahrzehnte später.

Auch Kapitän Feith, mit dem diese Geschichte begann, schaffte es durch den Jahrhundertsturm. Trotz eines Maschinenausfalls. Trotz eines Wassereintrichs unterhalb der Wasserlinie, den die Pumpen gerade so in Schach hielten. Als er mit seinem Frachter in Liverpool ankam, hatte der wütende Ozean alle Farbe vom Schiff geschlagen. An vielen Stellen blitzte der nackte Stahl durch, und die Ladung – T-Träger für einen Hochhausbau – waren nur noch als Schrott zu gebrauchen, denn das Salzwasser würde das Baumaterial rosten lassen. Stahl mag härter sein als Seeleute, aber nicht resilienter ...

Doch das Wichtigste war: Sie hatten überlebt.



Der Autor

Stefan Kruecken, Jahrgang 1975, leitet mit seiner Frau Julia den von ihnen gegründeten Ankerherz Verlag. Vorher war er Polizeireporter für die

Chicago Tribune und arbeitete als Reporter für Zeitschriften wie max, Stern und GQ von Uganda bis Grönland. Gerade erschien sein neues Buch: „Das muss das Boot abkönnen“.

Kurs Richtung Resilienz

Mehr als 80 Prozent des Welthandels wird über den Seeweg abgewickelt. Entsprechend ist die Resilienz der Flotten ein mitentscheidendes Bindeglied, um ein Reißen strapazierter Lieferketten zu verhindern. Der UN-Report Maritime Transport 2022 zeigt Schwachstellen auf.

- **Die internationale Seeflotte ist in die Jahre gekommen.** Das aktuelle Durchschnittsalter aller Frachtschiffe, die auf den Weltmeeren unterwegs sind, beträgt fast 22 Jahre. Setzt man das Alter in Relation zur Ladungskapazität, sinkt der Durchschnittswert immerhin auf 11,5 Jahre, das heißt, große „Pötte“ sind im Schnitt jünger als kleine. Aber das ist kein Grund zur Entwarnung, denn **viele Reedereien scheuen Investitionen** wegen der Unsicherheit über technologische Entwicklungen, sich häufig ändernder Umweltvorgaben, steigenden Kreditkosten und der eingetrübten Wirtschaftsaussichten.
- Trotz neuer Technologien sind die **CO₂-Emissionen der weltweiten Seeflotte zwischen 2020 und 2021 um 4,7 Prozent gestiegen.** Den größten Anteil daran haben Container-, Schüttgut- und Stückgutschiffe. Die Welthandels- und Entwicklungskonferenz der Vereinten Nationen (UNCTAD) fordert mehr Investitionen, um den CO₂-Fußabdruck des Seeverkehrs zu verringern.
- Zwischen 1996 und 2022 steigerten die Top-20-Carrier ihren Anteil an der Containerbeförderungskapazität von 48 auf 91 Prozent. **Die vier größten Containerschiffreedereien haben ihre Marktanteile in den vergangenen fünf Jahren nochmals drastisch ausgebaut,** um mehr als die Hälfte der globalen Kapazität zu kontrollieren. Die Top-4-Carrier verfügen über eine Marktmacht von 58 Prozent. Das kann zu Marktmachtmissbrauch und höheren Tarifen und Preisen für die Verbraucher führen.
- Die Überdimensionierung von Schiffen gibt ebenfalls Anlass zur Sorge. Zwischen 2006 und 2022 hat sich die Größe der größten Containerschiffe der Welt von 9.380 TEU (Standardcontainer) auf 23.992 TEU mehr als verdoppelt. Das stellt nicht nur einige Häfen und Seestraßen vor Probleme, **die Größe der Schiffe wuchs auch schneller als die Frachtmengen,** die sie füllten. Die dadurch angestoßene Marktkonsolidierung kann ebenfalls zu einem eingeschränkten Angebot und höheren Tarifen und Preisen für die Verbraucher führen.
- Steigende **Frachtpreise belasten die Volkswirtschaften ärmerer Länder deutlich mehr** als die in Ländern mit mittleren und hohen Einkommen.
- Für 2022 prognostiziert die UNCTAD ein moderates Wachstum des globalen Seehandels auf 1,4 Prozent. Und für den Zeitraum 2023 bis 2027 wird ein jährliches Wachstum von durchschnittlich 2,1 Prozent erwartet, **eine langsamere Rate als der Durchschnitt der letzten drei Jahrzehnte von 3,3 Prozent.**



Houston, wir haben ein Schrottproblem

Die Zahl der Satelliten im All steigt rapide. Was aber, wenn die Hightech-Flügler kaputtgehen? Dann rasen sie als gefährlicher Weltraumschrott um die Erde und bedrohen die immer expansivere Nutzung des Orbits. Aber wie kann man des himmlischen Mülls Herr werden? „tomorrow“ hat sich auf die Suche nach Antworten begeben.



Von Björn Carstens

Selbst Astronomie-Laien entdecken mit bloßem Auge bisweilen Ungewöhnliches am nächtlichen Firmament. Strahlend helle Flugobjekte, die auf den ersten Blick etwas sternschnuppenschönes an sich haben. Verantwortlich dafür ist ein nicht minder schillernder und gleichwohl umstrittener US-amerikanischer Multi-Unternehmer: Elon Musk. Seine Starlink-Satelliten spinnen sich wie ein eigenes Sternennetz um unseren Planeten.

Nach Angaben des „Jonathan's Space Report“ gehörten Musks Raumfahrtunternehmen SpaceX Mitte Januar dieses Jahres 3.374 der künstlichen Flugobjekte im Orbit, 3.338 waren aktiv. Das Wachstum ist beachtlich. 2019 hatte SpaceX laut Branchendienst Spaceflight Now erst 67 Satelliten im All. Heute sind es 50-mal so viele. Tausende weitere sollen folgen. Erst kürzlich hat die zuständige US-Behörde FCC SpaceX erlaubt, 7.500 Starlink-Satelliten der zweiten Generation zu starten.

Das SpaceX-Beispiel verdeutlicht: Es wird immer wuseliger im Weltraum. Fast wöchentlich schießen Raketen neue Satelliten in die Erdumlaufbahn. Seit Sputnik 1957 den Wettlauf ins All einläutete, sind nach Angaben der europäischen Weltraumagentur ESA rund 6.400 Raketen (Stand Dezember 2022) ins Universum gestartet, die mehr als 15.000 Satelliten dorthin beförderten. Von denen befinden sich gegenwärtig noch rund 9.800 im Weltraum – davon funktionieren circa 7.200. Ihre Einsatzgebiete sind breit gefächert: Von Wetternachrichten und Klimadaten über Telekommunikation bis hin zur Navigation – alles läuft über den Weltraum. Die restlichen circa 2.600 künstlichen Trabanten haben entweder ihre Mission beendet oder sind defekt. Sie müssten eigentlich gezielt zum Absturz gebracht werden, damit sie beim Wiedereintritt in die Erdatmosphäre verglühen. Ansonsten besteht die Gefahr, dass sie durch Zusammenstöße mit anderen Objekten die Zahl der Weltraumtrümmer erhöhen. Das Problem: Ein internationales Weltraumschrott-Gesetz gibt es bislang nicht. Viele Satelliten werden sich selbst überlassen.

Mehr All-Aktivitäten, mehr Müll

Die Herausforderung, der Sache Weltraumschrott Herr zu werden, dürfte nicht kleiner werden. Denn es drängen immer mehr Unternehmen

Auf Kollisionskurs

Mehr Trümmer, mehr Gefahr – Zusammenstöße im All werden immer wahrscheinlicher.

1995

wurde der französische **Aufklärungssatellit „Cerise“** von einem Trümmerstück einer Ariane-Rakete beschädigt, die zehn Jahre zuvor explodiert war. Aufprallgeschwindigkeit: 50.000 Kilometer pro Stunde.

2007

zerschoß China mit Absicht einen ausgedienten Satelliten. Folge: **3.000 größere Bruchstücke** im All.

2009

stießen erstmals zwei Satelliten zusammen – der US-Kommunikations-satellit **„Iridium 33“** mit dem russischen Aufklärungssatelliten **„Kosmos 2251“**. Aufprallgeschwindigkeit in etwa 800 Kilometern Höhe: fast zwölf Kilometer pro Sekunde. Die freigesetzte Energie entsprach zehn Tonnen TNT-Sprengstoff.

2020

kam es zu **mehr als 220 gefährlichen Begegnungen** zwischen Trümmerteilen und der internationalen Raumstation ISS in etwa 400 Kilometer Höhe.

„Wenn eine Aluminiumkugel von gerade mal einem Zentimeter Durchmesser auf einen Satelliten trifft, hat sie die Energie eines Mittelklassewagens, der mit etwa fünfzig Stundenkilometern in ihn hineinfährt“

Heiner Klinkrad, Experte für Weltraumtrümmer bei der ESA

in kosmische Sphären. Noch machen zwar staatliche Organisationen wie ESA und NASA den Löwenanteil aus mit weltweiten Space-Investments von rund 78 Milliarden Euro im Jahr 2021, die privatwirtschaftlichen Akteure greifen aber auch zunehmend nach den Sternen. 2021 investierten Raumfahrtunternehmen wie SpaceX, Blue Origin von Amazon-Gründer Jeff Bezos und viele andere laut ESA 13 Milliarden Euro – was rund 14 Prozent des globalen Raumfahrtinvestments ausmacht. Bis 2040, so sagen die US-Investmentbanker von Morgan Stanley, dürfte sich der Umsatz in der Raumfahrt von rund 340 Milliarden Dollar im Jahr 2016 auf mehr als eine Billion etwa verdreifachen. Experten schätzen, dass Weltraum-Start-ups rund um den Erdball in den nächsten zehn bis 15 Jahren 100.000 Satelliten ins All bringen wollen.

Hinter den USA und China, die nach den Vereinigten Staaten die zweitmeisten Satelliten im All haben, wollen auch Länder und Regionen im Orbit mitmischen, die diesbezüglich bislang wenig Schubkraft entwickelt haben. So schwingt sich Ruanda auf, zum Zentrum einer afrikanischen Raumfahrtindustrie zu werden. Erste Satelliten sind seit 2019 in der Umlaufbahn. Das ehrgeizige Ziel: Die Rwanda Space Agency plant, weitere 330.000 Satelliten in die Umlaufbahn zu schießen. Unglaubliche Zahlen!

Darüber hinaus gibt es viele weitere Aktivitäten im All: Das französische Start-up Space Cargo Unlimited plant zum Beispiel, 2025 eine unbemannte Weltraumfabrik zu eröffnen. „Der Weltraum bietet ideale Bedingungen, um effizientere Produkte herzustellen“, wirbt der Geschäftsmann Nicolas

Gaume. „New Space“ heißt jener Aufbruch der Raumfahrtbranche. So ist Ende 2022 das private Raumfahrtunternehmen ispace zum Mond aufgebrochen. Bis 2040 will das japanische Start-up eine Stadt auf dem Erdtrabant bauen. Auch die NASA-Mondmission Artemis (siehe Infokasten auf Seite 81) ist in vollem Gange. Es ist allerhand los, weit oben über unseren Köpfen – und das birgt große Gefahren. Spät dämmt den Raumfahrern, dass sie das Müllproblem im All lange unterschätzt haben.

Gefahr einer Kettenreaktion

Experten fürchten bereits jetzt, dass wegen des vielen Schrotts Raumflüge irgendwann kaum mehr möglich sein werden, wenn nicht gegengesteuert wird. Bei einer Geschwindigkeit von mehreren Zehntausend Kilometern pro Stunde verwandeln sich selbst winzige Partikel in zerstörerische Geschosse. Der Sachschaden bei einem Crash mit einem sündteuren Hightech-Satelliten geht dann schnell in die Milliarden. Mal abgesehen davon, welche fatalen Folgen ein Zusammenstoß mit dem Weltraumschrott für Astronauten haben könnte.

Das Kessler-Syndrom – bekannt geworden durch den damaligen NASA-Mitarbeiter Donald J. Kessler im Jahr 1978 – beschreibt die Gefahr, dass sich die Zahl der Trümmerstücke im erdnahen Orbit in einer Kettenreaktion vervielfältigt – jede Kollision erzeugt neue Trümmer, und je grösser die Anzahl der Trümmerstücke ist, desto wahrscheinlicher werden Kollisionen. Die meisten Kollisionen finden statt, wenn kleine Objekte auf große treffen. Kessler warnte vor einem sich selbst verstärkenden

Kaskadeneffekt, der die Zahl der Schrottteilchen exponentiell anwachsen lässt. Irgendwann – Kessler sprach von rund hundert Jahren – würde jede bemannte Raumfahrt unmöglich, weil das Kollisionsrisiko zu hoch wäre.

Nach Angaben des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) befindet sich eine große Zahl von Trümmerstücken in einer Höhe von etwa 36.000 Kilometern und darüber. Dort gefährden sie hauptsächlich TV- und Telekommunikations-satelliten, die sich in einer sogenannten geostationären Umlaufbahn befinden. Aber auch im niedrigen Erdbit, also bis zu einer Höhe von 2.000 Kilometern, kreisen bereits Zehntausende bedrohliche Teile Weltraumschrott.

Das sind die Weltall-Aufräumer

2021 weihte die ESA ihr neues Zentrum für Weltraumsicherheit ein. Neben der Überwachung des Weltraumwetters und der Untersuchung von Sonnenstürmen geht es vor allem um den Kampf gegen Weltraumschrott. „Wir fordern, dass ab 2030 am Ende jeder Mission das Objekt verschwinden muss“, sagt Holger Krag, Leiter des Programms

90 %

aller Arten von ausgedienten Weltraumobjekten **müssen aktiv beseitigt werden**, um die Wachstumsrate von Weltraumschrott zu begrenzen, bevor die Beseitigung beginnen kann.

Quelle: Umweltbericht 2022 des ESA Space Debris Office

Weltraumsicherheit der ESA. Damit eine solche lückenlose All-Reinigung umgesetzt werden kann, bräuchte es eine kompetitive Landschaft mehrerer Anbieter, um entsprechende Technologien sowie preissenkende Routinen und Skalierungseffekte zu entwickeln.

Gemeinsam mit dem Schweizer Start-up Clearspace will die ESA einen Roboter in die Erdumlaufbahn schicken, der mit seinen Greifarmen Trümmerteile und defekte Satelliten entfernt. Eine Art Weltraum-Müllabfuhr, die mithilfe einer Sonde den Schrott umklammert und ihn in Richtung Erde abschleppt, damit er in der Atmosphäre verglüht.

Eine Idee: Roboter mit Greifarmen könnten Trümmerteile in die Erdatmosphäre abschleppen; wo sie dann verglühen





Eine Art aluminiumbeschichtetes Bremssegel könnte Satellitenteile sanft aus der Umlaufbahn drängen

Trümmermeer

Millionen von Schrottteilchen rauschen durch den Orbit

ca. 32.300

Trümmerteile größer als zehn Zentimeter hat die ESA Stand Ende 2022 im Weltraum registriert. Typische **herrenlose Objekte** sind ausgediente Raketenoberstufen, abgeschaltete und zerstörte Satelliten sowie verloren gegangenes Werkzeug von Astronauten.

ca. 1.000.000

Kleinstteilchen größer als ein Zentimeter, schätzen Wissenschaftler, schwirren durch den Orbit. Weitere 130 Millionen dieser winzigen Teilchen sollen nur etwas größer als ein Millimeter sein. Das können gefrorene Treibstoffreste oder abgebröckelter Lack sein.

> 640

Ereignisse hat die ESA bislang erfasst, bei denen Weltraumschrott durch sogenannte Fragmentierungen, also durch **Kollisionen und Explosionen**, entstanden ist.

ca. 10.600

Tonnen soll dieser Schrott laut ESA insgesamt wiegen.

Kein Witz: Erste Satelliten haben bereits einen „Griff zum Wegschmeißen“ an ihrer Außenhaut, der das Entsorgen vereinfacht.

Eine weitere ESA-Idee ist eine Art aluminiumbeschichtetes Bremssegel („Drag Augmentation Decelerating System“), das Satellitenträger sanft aus seiner Umlaufbahn in Richtung Erdatmosphäre schieben soll, wo sie verglühen. Aktuell ist das Modell für das „Deorbiting“ von Kleinsatelliten im Bereich von einem bis 100 Kilogramm entwickelt worden. Das gleiche Projekt ist laut ESA aber auch für mittelgroße bis große Satelliten denkbar.

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) arbeitet ebenfalls an Technologien, um Weltraumschrott zu entsorgen. Eine Idee: Trümmerteile mit einem Hochleistungslaser so stark abbremsen, dass sie in die Erdatmosphäre sinken, wo sie dann verglühen. Derart starke Laser bräuchten allerdings ein eigenes kleines Kraftwerk. Ein anderer DLR-Ansatz ist es, defekte Satelliten nicht gleich abstürzen zu lassen, sondern zunächst einen Reparaturversuch zu starten. Für dieses „On-Orbit Servicing“ muss eine sichere Annäherung mit einer fliegenden Serviceeinheit samt Roboterarm an den defekten Satelliten gelingen. Keine einfache Zielsetzung, aber erste Versuche mit Partnern auf der ISS wurden bereits durchgeführt.

Um Müll einsammeln oder anderweitig entsorgen zu können, muss er zunächst lokalisiert werden. Genau hier setzt das deutsche Start-up Vyoma an. Das Unternehmen will mit eigenen Satelliten Echtzeitdaten sammeln, um Weltraummüll zu lokalisieren. Mehr noch: Die Daten helfen auch, mögliche Kollisionen vorherzusagen und so zu verhindern. Bei Geschwindigkeiten von mehreren Zehntausend Kilometern pro Stunde ist das allerdings eine echte Herausforderung. Der erste der beiden Vyoma-Satelliten soll 2024 starten. Kommerzielle und institutionelle Kunden soll es bereits geben. „Das wird erst mal reichen, um einen Katalog aufzubauen von Objekten, die größer als 20 Zentimeter sind“, heißt es vonseiten von Vyoma. Anschließend sollen zehn weitere Überwachungssatelliten folgen. Sie alle sollen am Ende ihrer Mission in der Erdatmosphäre rückstandslos verglühen.

Auch das Start-up Okapi Orbits sammelt Daten – aber nicht um Weltraummüll zu entsorgen, sondern

um Unfälle damit zu verhindern. Die Daten wandern in eine Kollisionsvermeidungssoftware für Satelliten. Eine künstliche Intelligenz analysiert die Informationen und empfiehlt Kunden im Fall der Fälle ein mögliches Ausweichmanöver.

Manuel Metz vom DLR sieht die vielen unterschiedlichen Ansätze positiv. „Ich habe den Eindruck, dass die Industrie da eine Marktperspektive sieht.

Es gibt in mehreren Ländern verschiedene Ansätze, die erprobt werden.“ Genau das sei der richtige Weg, sagt der Experte. Angesichts der Komplexität der Aufgabe scheint es auch nur logisch, dass es nicht nur den einen richtigen Lösungsweg geben kann. Vielmehr wird auch bei diesem überirdischen Problem Technologieoffenheit der Schlüssel zum Erfolg sein.

Technik von Schaeffler an Bord von Mondmission

Mit der Schaeffler Aerospace GmbH ist der Schaeffler-Konzern seit über einem halben Jahrhundert ein wichtiger Partner für Luft- und Raumfahrtunternehmen. Vor wenigen Wochen ist die Mondmission „Artemis 1“ von Schaeffler-Partner NASA erfolgreich gestartet. Mit an Bord: Technik aus Unterfranken. Ingenieure von Schaeffler Aerospace in Schweinfurt haben Kugellager für Hochgeschwindigkeits-Triebwerkspumpen entwickelt und in die USA geliefert. Alles top secret!

Die Triebwerke stammen von der Firma Aerojet Rocketdyne. „Mit mehr als zwölf Millionen PS ist die Aerojet Rocketdyne RS-25 der stärkste Antrieb, den es auf unserem Planeten gibt“, sagt Armin Necker, Geschäftsführer von Schaeffler Aerospace. Die Rakete ist mit vier RS-25-Triebwerken bestückt. Jedes hat ein Gewicht von mehr als drei Tonnen und einen Durchmesser von etwa zweieinhalb Metern. Eine besonders wichtige Aufgabe erledigen dabei die Turbopum-

pen, in denen Hochpräzisionslager von Schaeffler Aerospace verbaut sind. Die Pumpen fördern den Treibstoff mit einem Druck von etwa 450 bar und den Oxidator Sauerstoff mit etwa 300 bar in die Brennkammer. Dabei erreichen die Hochdruckpumpen Drehzahlen von etwa 35.000 und 24.000 Umdrehungen pro Minute. Sie tun das, ohne dass sie mit Öl oder Fett geschmiert werden könnten, da

flüssiger Wasserstoff und Sauerstoff unter -200 Grad Celsius kalt sind. Geschmiert werden die Lager nur vom Raketensprit, nämlich flüssigem Sauerstoff und Wasserstoff, heruntergekühlt auf -200 Grad Celsius. Für die Wälzlager entwickelte Schaeffler den extrem robusten und korrosionsbeständigen Werkstoff Cronidur 30, der mittlerweile auch in vielen weiteren Bereichen Anwendung findet.



Raketentriebwerke mit Schaeffler-Lagern in den Turbopumpen

Impressum

Herausgeber

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

Projektleitung „tomorrow“

Nadja Lemke
(Leiterin Global Branding & Corporate Marketing),
Martin Mai
(Leiter Newsroom, Chefredaktion Schaeffler Gruppe)

Kontakt mit der Redaktion

tomorrow@speedpool.com

Chefredaktion

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

Redaktion & Produktion

Speedpool GmbH

Redaktionsleitung

Volker Paulun;
Björn Carstens,
Stefan Pajung (Stv.)

Autoren

Dr. Michael Groß, Daniel Hautmann,
Christian Heinrich, Jan Horst,
Lars Krone, Stefan Kruecken,
Fritz Vorholz, Daniel Zwick

Schlussredaktion

David Feist,
Christoph Kirchner

Koordination

Carina Chowanek,
Gina Fernandez

Grafik

Janina Roll,
Julian Schmaljohann,
Thomas Wildelau

Druckvorstufe

Julien Gradtke,
Anke von Lübken

Druck

Zeitfracht Medien GmbH



*Aufbau des neuen Radnabenmotors von Schaeffler. Mehr dazu auf Seite 29.

Fotos/Illustrationen

Titel: Eduardo Teixeira de Sousa/Getty; S. 3: Schaeffler; S. 4: Ivo Christov/speedpool, Malte Müller/Getty, Andriy Onufriyenko/Getty; S. 5: Michael Merck/iStock, iStock, John Lund/Getty; S. 6: iStock; S. 7: Schaeffler; S. 8: Ivo Christov/speedpool; S. 10: gemeinfrei; S. 11: Autostore; S. 12: Alnatura, privat; S. 13: Schaeffler; S. 14: iStock; S. 15–19: Schaeffler; S. 20–23: iStock, David Gense/Fraunhofer IEM; S. 24–27: Malte Müller/Getty, Ingenics; S. 28/29: Hersteller; S. 30/31: James Teohart/iStock; S. 32: Schaeffler; S. 33: privat; S. 34: iStock; S. 35: Ivo Christov/speedpool; S. 36: iStock; S. 37: Ivo Christov/speedpool; S. 38: iStock; S. 39: Roam; S. 40: Ivo Christov/

speedpool; S. 41: iStock, privat; S. 42: iStock; S. 43: Jacob Lund/iStock, Jeannette Sordi; S. 44–47: iStock, Schaeffler; S. 48: iStock; S. 49: Mia Lidene/Wikipedia; S. 50: Werner Schneider/iStock; S. 51: ZDF, iStock; S. 52: iStock; S. 53: NASA, privat; S. 54: iStock; S. 55: Schaeffler; S. 56–61: iStock, privat; S. 62/63: iStock; S. 64: Johan Persson; S. 65: Roncalli; S. 66: Künstler; S. 67: Roberto Serra/Getty; S. 68: Solar Food, iStock; S. 70: Getty; S. 72: Andree Kaiser/Ankerherz Verlag; S. 73: Yuriy Gluzhetsky/Getty; S. 74: Ankerherz Verlag; S. 75: Getty; S. 76: Getty, iStock; S. 79: Clean Space; S. 80: ADEO; S. 81: NASA; S. 82: Schaeffler

tomorrow Alle bisher erschienenen Ausgaben



01/2015
Mobilität
für morgen



02/2015
Produktivität



03/2015
Unterwegs



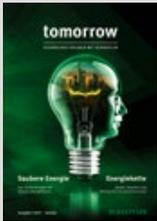
01/2016
Innovationen



02/2016
Nachhaltigkeit



03/2016
Digitalisierung



01/2017
Energie



02/2017
Bewegung



03/2017
Maschinen



01/2018
Transformation



02/2018
Urbanisierung



03/2018
Beschleunigung



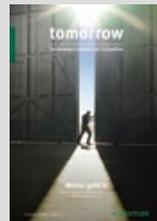
01/2019
Herausforderungen



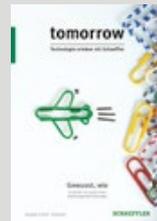
02/2019
Holismus



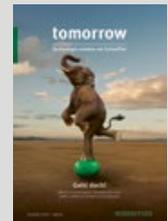
03/2019
Arbeit



01/2020
Chancen



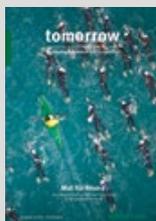
02/2020
Innovation



01/2021
Agilität



02/2021
Effizienz



03/2021
Pioniergeist



01/2022
Reduktion



02/2022
Sustainable
Transportation



03/2022
Systeme



01/2023
Resilienz

tomorrow im Internet



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



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@speedpool.com



Web-Welten

Mehr zum Erfolgsfaktor
Pioniergeist finden Sie in
unserem Web-Special
we-pioneer-motion.com



FSC

www.fsc.org

MIX

Papier aus ver-
antwortungsvollen
Quellen

FSC® C022647