

Creating Chemistry

FOR A SUSTAINABLE FUTURE



SUPERCOMPUTER

Zeitalter der Superhirne

Supercomputer sind bereits heute blitzschnelle Analysierer. Jetzt steht der nächste Durchbruch unmittelbar bevor. Und die Potenziale sind gewaltig.

28

Risiko

Warum wir so oft mit unserer Einschätzung danebenliegen

54

**Urbane
Landwirtschaft**

Farmen aus Stapelcontainern versorgen Stadtbewohner in Nigeria mit Frischwaren

■ - BASF

We create chemistry

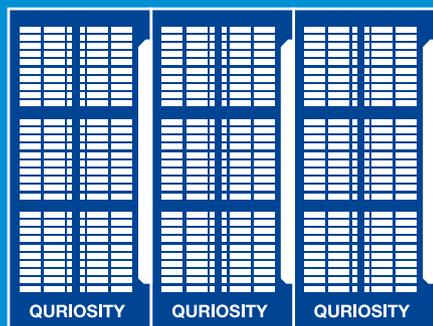
FOKUS

Der Supercomputer – eine Lösung für unsere Probleme?

Seiten 06–25

1,75 Milliarden Berechnungen

kann der Supercomputer QURIOSITY aus dem Jahr 2017 pro Sekunde durchführen.

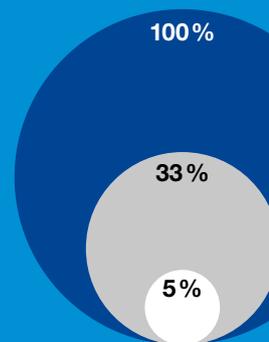


Das entspricht der Leistung von rund 50.000 Notebooks.

Quelle: BASF

24

Die Industrie in der EU stellte im Frühjahr 2017 etwa 5 Prozent der weltweiten Ressourcen für Hochleistungsrechner, nutzte aber ein Drittel davon.



Quelle: EU-Kommission

Vernetzung mit dem Kunden

Mit Onlinedaten aus der Lackierlinie der Kunden stellt BASF den richtigen Farbton fürs Auto ein – oder kann wenn nötig sofort nachjustieren.



Quelle: BASF

„Künstliche Intelligenz bietet die riesengroße Chance, Menschen zu helfen.“

20



Quelle: Interview mit Professorin Barbara Grosz

EDITORIAL

Das weltweite Rennen um eine Trillion, das ist eine Eins mit 18 Nullen, Rechenoperationen pro Sekunde ist in vollem Gang. Immer schnellere und leistungsfähigere Supercomputer verknüpfen und analysieren Datenmengen, die wir in der modernen Welt erzeugen. Sie helfen uns, für Herausforderungen wie den Klimaschutz oder die Erforschung von Krankheiten schneller bessere Lösungen zu finden.

Bei BASF nutzen wir digitale Technologien, um in Forschung und Produktion, in Logistik und bei der Vernetzung mit Kunden effizienter und innovativer zu werden. Unsere Forscher etwa rechnen mithilfe unseres Supercomputers in komplexen Simulationen und Modellierungen zig Millionen möglicher molekularer Verbindungen durch. Die vielversprechendsten untersuchen sie dann im Labor weiter. Aber wie klug können Maschinen werden? Und noch wichtiger: Auf welchen Gebieten ist und bleibt ihnen der Mensch überlegen? Wo liegen Chancen und Grenzen der digitalen Technologien? Die Antworten geben Experten, die wir für diese Ausgabe von Creating Chemistry befragt haben.

Geht es um neue Technologien, mischen sich in der Gesellschaft oft Zustimmung und Neugier mit Vorbehalten und der Angst vor Risiken. Wovon es abhängt, wie wir Risiken einschätzen, wovor wir uns fürchten und ob wir Fakten vertrauen, dazu erfahren Sie mehr in Creating Chemistry. Wir beleuchten Themen, die unsere Gesellschaft bewegen. Auch die Frage nach der Zukunft von Diesel oder wie Palmöl nachhaltig angebaut werden kann, zählen dazu. Am Ende steht immer der Mensch im Mittelpunkt neuer Entwicklungen und Ideen. Jeder ist gefragt, sich zu informieren und die Zukunft mitzugestalten.

Viel Spaß beim Lesen!
Ihr



Dr. Kurt Bock
Vorsitzender des Vorstands
BASF SE



„Wo liegen Chancen und Grenzen der digitalen Technologien?“

Ihre Meinung ist uns wichtig

Sie lesen die neue Ausgabe des BASF-Magazins. Wie gefällt sie Ihnen? Über welche Themen würden Sie gerne mehr wissen? Schreiben Sie uns Ihre Meinung und Ihre Ideen.



creating-chemistry@basf.com

13

18

IN DIESEM HEFT

28



Ortwin Renn

Wissenschaftlicher Direktor am Institut für transformative Nachhaltigkeitsforschung in Potsdam

Thema Risikoexperte Professor Ortwin Renn erläutert, warum Risiken so häufig falsch eingeschätzt werden. Eine gesellschaftliche Herausforderung, die nicht folgenlos bleibt, wie der Artikel „Die falsche Angst“ zeigt.

20



Barbara Grosz

Professorin am Higgins-Lehrstuhl für Naturwissenschaften, Harvard University/USA

Interview mit Professorin Barbara Grosz, seit den 1970er-Jahren führend auf dem Gebiet der Künstlichen Intelligenz (KI). Sie erklärt, warum es ein Fehler wäre, Menschen durch KI zu ersetzen.

54



Angel Adelaja

Nigerianische Unternehmerin

Porträt von Angel Adelaja. Ihre Farmen in Nigeria liefern aus stapelbaren Containern Frischwaren und kurbeln die örtliche Wirtschaft an.

FOKUS

06



Zeitalter der Superhirne

Supercomputer machen als blitzschnelle virtuelle Analysierer von sich reden. Künftig sollen ihnen Quantencomputer zur Seite springen. Die Potenziale sind gewaltig.

18 Infografik Wie die fortschreitende Digitalisierung die Wertschöpfungsketten der Industrie durchdringt.

20 Interview Professorin Barbara Grosz spricht darüber, wie Künstliche Intelligenz aus ihrer Sicht das Leben der Menschen verbessern kann.

24 BASF QURIOSITY ist der rechenstärkste Supercomputer der Chemiebranche. Was BASF mit ihm vorhat.

ZWEI POSITIONEN

36

Saubere Mobilität: Kann Diesel eine Rolle spielen?

Einst galt Diesel als Wunderkraftstoff, heute sind seine Vorteile umstritten. Die Experten Professor Thomas Koch und Julia Poliscanova diskutieren über die Rolle, die er künftig in der Mobilität spielen sollte.



41



BASF Dr. Frank Mönkeberg erklärt, warum wir Diesel immer noch brauchen.

REPORTAGE

49



70

Millionen Tonnen Palmöl und Palmkernöl werden derzeit verbraucht

Es findet sich in der Hälfte aller verpackten Waren, die wir kaufen. Der weltweite Verbrauch von Palmöl wächst schnell, doch die Kosten für die Umwelt sind hoch. Wie kann man die steigende Nachfrage decken und gleichzeitig Wälder, Menschen und Tierwelt schützen?

28



Verzerzte Risikowahrnehmung

Tornados, Terror, Verunreinigungen im Essen – uns umgeben viele Risiken. Aber wir fürchten uns oft vor den falschen. Das bleibt nicht ohne Folgen.

42

Aus Abfall gemacht

Für den einen ist es Müll, für den anderen eine wichtige Ressource. Wir zeigen Produkte, die Weggeworfenes als ungewöhnliche Rohstoffe nutzen.

640.000

Tonnen Fischernetze und andere Fischereitensilien befinden sich in den Weltmeeren.



Creating Chemistry 7

Inhalt

Ausgabe 2018

06 Fokus

Zeitalter der Superhirne

Wie Super- und Quantencomputer Wirtschaft und Gesellschaft verändern.

26 Neuentdeckungen

Schon gesehen?

Innovationen, die unser Leben erleichtern.

28 Thema: Risiko

Die falsche Angst

Warum es Menschen so schwerfällt, Risiken richtig einzuschätzen.

34 Reportage: Stille

Stille in der Stadt

Guggenheim Museum, New York: Die Installation „PSAD Synthetic Desert III“ ist ein Ort tiefer Stille.

36 Zwei Positionen

Hat Diesel eine Zukunft?

Zwei Meinungen zu seiner Rolle in einer sauberen Mobilität der Zukunft.

42 Blick um die Welt

Das zweite Leben

Recycling – wenn Abfall zur Ressource wird.

44 Thema: Palmöl

Herausforderung Palmöl

Es ist das am häufigsten verwendete Pflanzenöl der Welt. Wie lässt es sich nachhaltig gewinnen?

49 Reportage

Blick auf Kalimantan Barat

Kleinbauern produzieren 40 Prozent des Palmöls, das wir konsumieren. Sie berichten, wie sie die Situation beurteilen.

52 Nahaufnahme

Katalysatoren aus der Natur

Enzyme werden von lebenden Zellen erzeugt und sind ständig im Hintergrund aktiv.

54 Inspiration

Urbane Landwirtschaft

Fresh Direct ist ein Unternehmen, das in Nigeria mit Farmen aus stapelbaren Containern Pionierarbeit leistet.

57 Wahr oder falsch?

Cooler Chamäleons

Mit steigendem wissenschaftlichen Kenntnisstand erweisen sich einige unserer Gewissheiten im Laufe der Zeit als Irrtümer.

58 Chemie im Alltag

Wie Wirkstoffe zur Arznei werden

Ohne Wirkstoffe kein Medikament. Ohne weitere Helfer aber auch nicht.

59 BASF Digital / Impressum



Das Creating Chemistry-Magazin finden Sie auch online mit zusätzlichen Inhalten unter basf.com/creating-chemistry-magazin

Zeitalter der Superhirne

Fokus Supercomputer machen als blitzschnelle virtuelle Analysierer von sich reden. Doch schon hat mit Quantenrechnern der Wettlauf um den nächsten großen Durchbruch in der IT begonnen. Erfahren Sie, wie diese Entwicklung Gesellschaft und Wirtschaft verändert.

01 Supercomputer:

Geballte Rechnerleistung für Simulationen der Zukunft.

► [Seite 12](#)

02 Quantencomputer:

Auf dem Weg zum nächsten großen Durchbruch in der IT.

► [Seite 14](#)

03 Mensch – Maschine:

Thesen zum neuen Verhältnis von Mensch und Algorithmus

► [Seite 16](#)

04 Fokus Infografik:

Die digitale Welt durchdringt die Industrie.

► [Seite 18](#)

05 Fokus Interview:

KI wird Menschen unterstützen – nicht ersetzen.

► [Seite 20](#)

06 Fokus BASF:

Wie der neue Supercomputer die Digitalisierung voranbringt.

► [Seite 24](#)



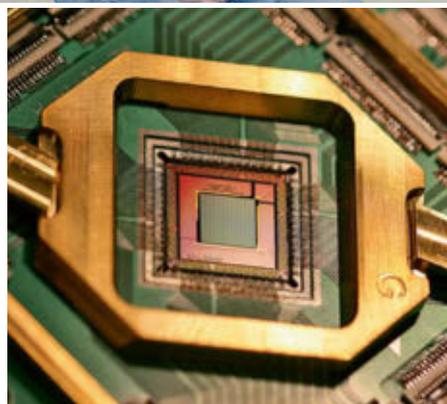
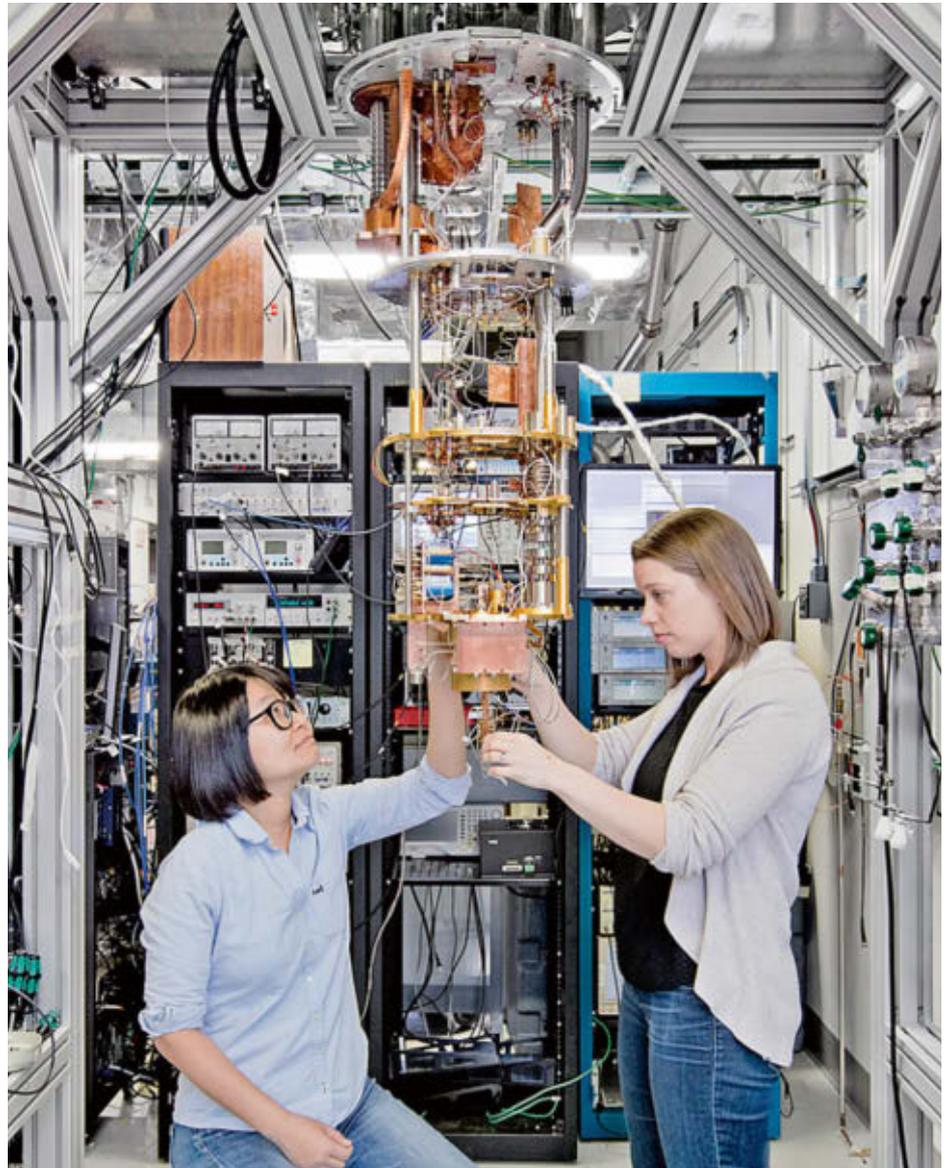
Supercomputer

Der Hochleistungsrechner der TU Dresden füllt eine eigene Halle. Seine Spitzenleistung liegt bei über 1,5 Billionen Rechenoperationen pro Sekunde.





Foto: Jürgen Lösel/dpa, d-wave systems, Connie Zhou/IBM



Quantencomputer

IBM-Expertinnen untersuchen die Hardware eines Quantencomputers im IBM Q Lab. (Bild oben)

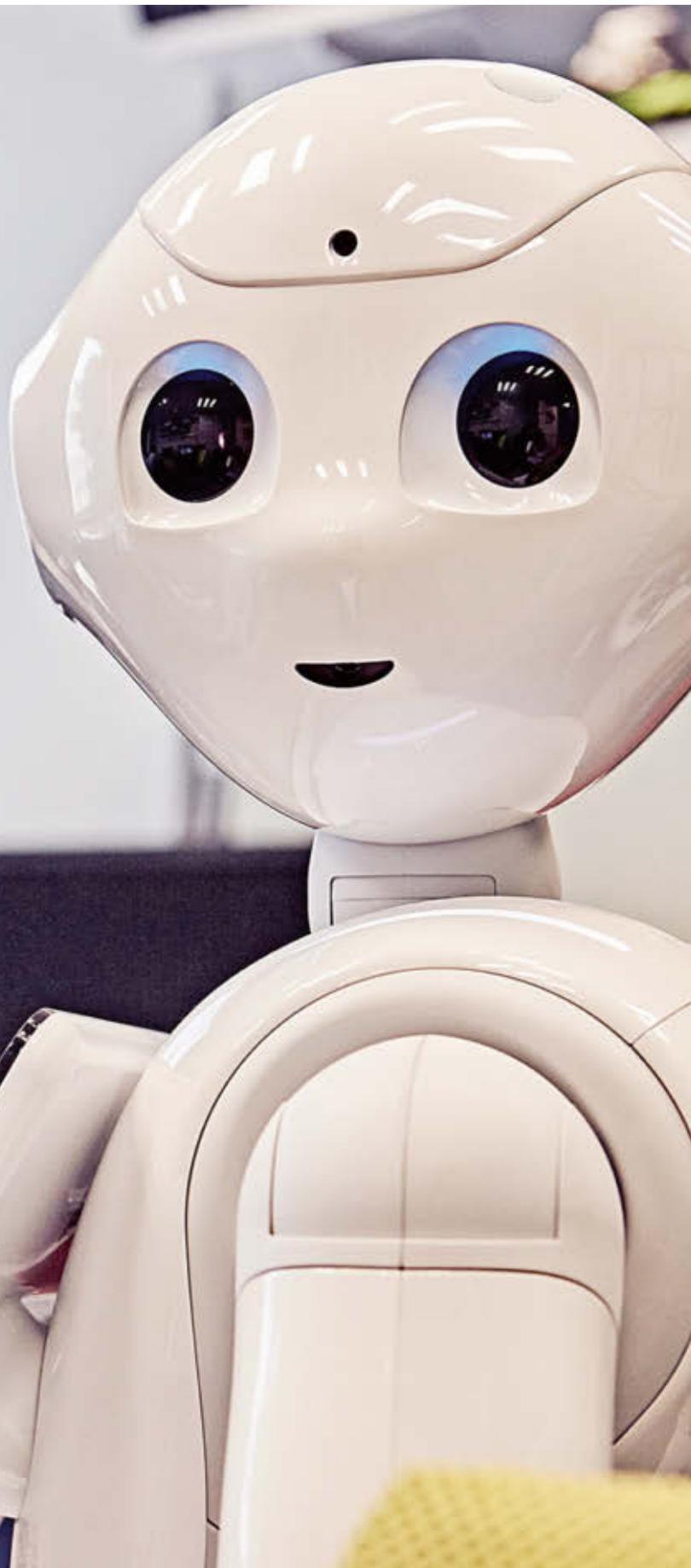
Prozessoren bilden mit ihren fragilen Qubits das Herz der Quantencomputer. Momentan werden maximal 17 Qubits erreicht. Doch erst bei 30 bis 50 Qubits ist der Quantencomputer den bisherigen Superrechnern wirklich überlegen. (Bild links)



Mensch – Maschine

Ein selbstlernender Computer spielt in Tokio japanisches Schach auf Profiniveau. Erst Schach, dann Go, jetzt auch Poker: Computer übertreffen Menschen in immer mehr intelligenten Herausforderungen. (Bild oben)
Hinter den Leistungen Künstlicher Intelligenz stecken Programmierer. (Bild links)

Foto: gettyimages, shutterstock, ulsteinbild/BSP/Marie Bienaimé



Der kleine Roboter Pepper des japanischen Mobilfunkunternehmens Softbank spricht dank der Technologie von IBMs Supercomputer Watson 20 Sprachen und erkennt sogar Emotionen.

Die Antwort auf alle wichtigen Fragen des Lebens ist eigentlich ganz einfach. „42“ lautet sie, berechnet in 7,5 Millionen Jahren vom Supercomputer „Deep Thought“ im Science-Fiction-Roman „Per Anhalter durch die Galaxis“. Anders als in der 40 Jahre alten Fiktion liefern die leistungsstarken Rechenmaschinen heute nutzbare Ergebnisse. In der Chemie helfen sie beispielsweise bei der Simulation von Molekülen, um neue Wirkstoffe zu finden. Sie machen die Wasser- und Energieversorgung effizienter und sind wichtige Helfer bei der Vorhersage von Epidemien und Erdbeben oder bei der Diagnose von Krankheiten: In Japan beispielsweise tappten Onkologen im Fall einer 60 Jahre alten Frau im Dunkeln – bis sie IBMs Watson zurate zogen. Gerade einmal zehn Minuten brauchte der Superrechner, um die Diagnosedaten der Erkrankten mit zig Millionen Krebsstudien abzugleichen und eine extrem seltene Leukämieart zu finden. Die Mediziner passten ihre Therapie an, die Frau wurde mithilfe von „Dr. Watson“ erfolgreich behandelt.

Rekordbrechende Supercomputer

Supercomputer, die durch mehrere Tausend Prozessoren höchste Rechenleistungen erzielen, könnten eine Schlüsselrolle dabei spielen, die Herausforderungen der Zukunft zu bewältigen. „Wir stehen vor Veränderungen, die revolutionär sein werden“, prognostiziert der US-amerikanische Informatik-Professor und Supercomputer-Experte Thomas Sterling. Dank ihrer Rechenpower sieht er Supercomputer auf einer Stufe ▶

01 Super-computer

Serverschrank reiht sich an Serverschrank – so sieht ein Supercomputer von außen aus.



mit Innovationen, die die Entwicklung der Menschheit entscheidend vorangebracht haben – wie etwa die Entdeckung des Feuers. Entsprechend hart umkämpft ist der Markt. Vor allem China und USA liefern sich ein Wettrennen der Hochleistungsrechner.

Mit dem CDC 6600 kam 1964 in den USA der erste Superrechner der Welt auf den Markt. Über lange Jahre dominierten die Amerikaner die Szene, doch jüngst haben sich Maschinen aus China an die Spitze geschoben: Mit 93 Petaflops – das sind 93.000.000.000.000.000 Berechnungen pro Sekunde – ist der Sunway TaihuLight der mit Abstand schnellste Supercomputer (Stand November 2017). „Mit seiner Hilfe können etwa komplexe Klimamodellierungen fast hundertmal schneller errechnet werden als von Computern mit einem Petaflop, der damit ein ganzes Jahr beschäftigt wäre. Das gibt dem Kampf gegen den Klimawandel eine neue Dimension“, beschreibt Sterling. Tianhe-2 folgt auf Sunway und weist immerhin eine fast doppelt so hohe Rechenleistung auf wie der drittplatzierte Piz Daint aus der Schweiz. Der schnellste US-Computer Titan liegt auf dem fünften Platz.

Oft gehen mit Leistungsrankings allerdings auch starke Vereinfachungen einher.

Entwicklung der Rechnerleistung

Berechnungen pro Sekunde (FLOPS)

- 1941** Konrad Zuses Z3, Deutschland: erster funktionsfähiger Digitalrechner der Welt 2

- 1946** ENIAC, USA: erster elektronischer Universalcomputer 500

- 1964** CDC 6600, USA: erster Supercomputer 3.000.000

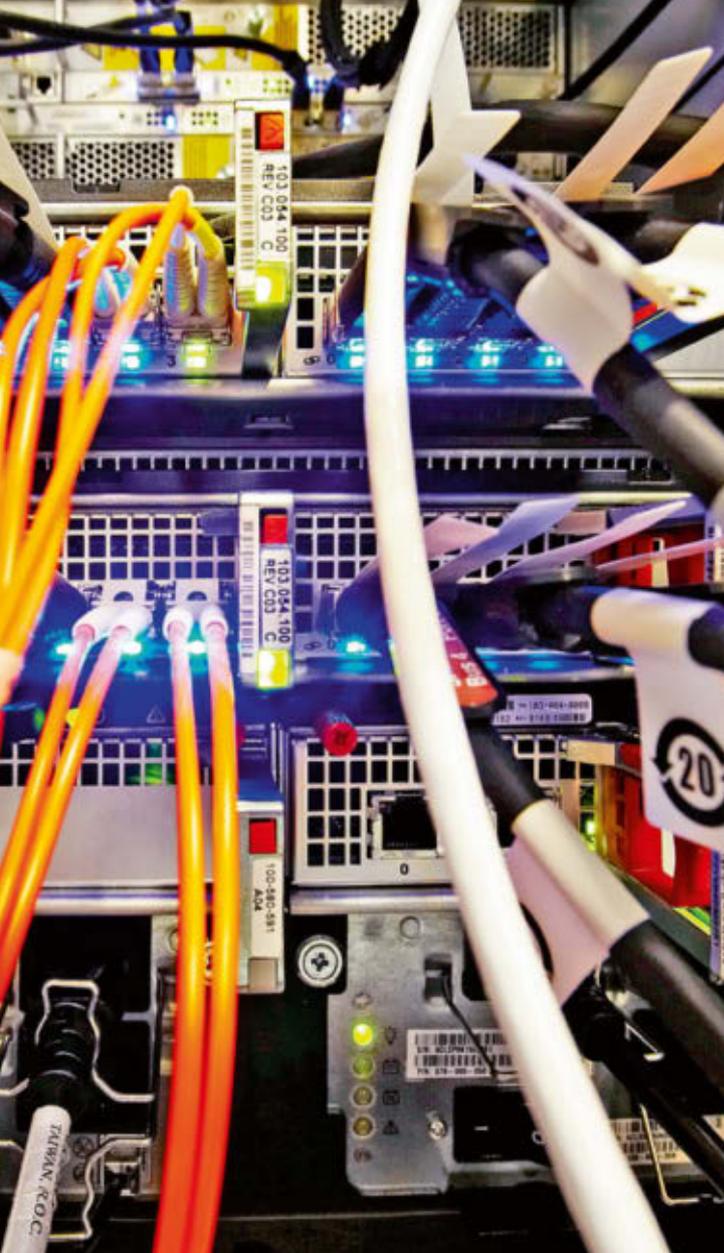
- 1984** M-13, Sowjetunion: erster Computer im Gigaflobereich 24.000.000.000

- 2017** Sunway TaihuLight, China: aktuell schnellster Rechner 93.000.000.000.000.000



Supercomputer-Ranking (Stand November 2017)
www.top500.org

Große Rechenkraft allein hilft nicht bei allen wissenschaftlichen Fragen weiter. Auch die Größe des Speichers spielt eine wichtige Rolle – und vor allem die Programmierung. Trotzdem ist die Rechenleistung eine wichtige Voraussetzung, damit die Superhirne ihre Fähigkeiten voll ausspielen können. Daher tüfteln Forscher weltweit schon an der nächsten Stufe des Superrechners: dem Exascale-Computer. 1.000 Petaflops stark, soll er eine Trillion, das sind 10 hoch 18, Rechenoperationen in der Sekunde ausführen können. China hat nach eigenen Angaben schon mit dem Bau eines Prototyps begonnen, gefolgt von den Vereinigten Staaten. Damit sie nicht ins Hintertreffen geraten, gab das US-Energieministerium diesen Sommer eine Förderung von 258 Millionen \$ an Firmen bekannt, die in den nächsten drei Jahren den Exascale-Rechner voranbringen sollen.



„Wir stehen vor Veränderungen, die revolutionär sein werden.“

Thomas Sterling
Professor für Computerwissenschaften,
Indiana University/USA

Die bisher eher abgeschlagene Europäische Union wiederum will laut Andrus Ansp, dem Kommissar für den digitalen Binnenmarkt, ebenfalls kräftig investieren, um bis 2022 die Exascale-Marke zu knacken. Geschätzte 5 Milliarden € werden dafür nach EU-Auskunft nötig sein. Bisher sind die EU-Staaten viel zu sehr auf die Rechenleistung von Supercomputern angewiesen, die etwa in China und den USA stehen. So stellte noch im Frühjahr

Ein Blick hinter die Kulissen: das Kabelgemenge für die Netzwerkverbindungen.

Der Weg zur Superintelligenz

- **1951**
Marvin Minsky baut den ersten Neurocomputer SNARC.
- ▶ **1956**
Wissenschaftler präsentieren das erste KI-Programm Logic Theorist.
- ▶ **1972**
Das Expertensystem Mycin zur Diagnose und Therapie von Infektionskrankheiten wird eingeführt.
- ▶ **1994**
Erster Test mit autonom fahrenden Autos auf Deutschlands Straßen.
- ▶ **1997**
Der Computer Deep Blue schlägt im Schach den amtierenden Weltmeister Garri Kasparow.
- ▶ **2011**
IBM bringt den leistungsfähigen KI-Rechner Watson auf den Markt.
- ▶ **2017**
Die Software Libratus schlägt vier Weltklasse-Spieler im Poker.

2017 die EU-Industrie nur etwa 5 Prozent der Kraft von Hochleistungscomputern, nutzte aber ein Drittel der weltweiten Ressourcen. Auch Japan steigt in den Aufholkampf mit ein und will mit „AI Bridging Cloud Infrastructure“ schon 2018 an die Spitze der Supercomputer-Liga stürmen.

Helfer der Naturwissenschaftler

„Besonders im Bereich der Naturwissenschaften sind starke Supercomputer schon heute unverzichtbar, um molekulare Vorgänge eins zu eins zu simulieren“, sagt der deutsche Wissenschaftsphilosoph und Experte für Künstliche Intelligenz (KI) Professor Klaus Mainzer. So helfen sie, aus der Vielzahl möglicher Kombinationen dieser Bausteine genau diejenigen herauszufiltern, die überraschende Erkenntnisse und neue Produkte versprechen. Der lernfähige Superrechner trifft die Vorauswahl, ins Labor kommen nur noch die vielversprechendsten Substanzen. Demgemäß vertraut auch BASF seit Herbst 2017 auf solch einen kraftvollen digitalen Helfer, um virtuelle Experimente auszubauen und komplexe Fragestellungen zu beantworten. So verkürzt er die Zeit, bis verwertbare Ergebnisse vorliegen, von mehreren Monaten auf wenige Tage (siehe Seite 24–25).

„Die anspruchsvollen Fragestellungen aus der Chemie können zu einem Treiber für Supercomputing werden“, glaubt Sterling. Sie könnten dazu beitragen, die kritischen Grenzen der Technologie zu erkunden – und zu überwinden. Denn der Branche machen Engpässe zwischen Prozessor und Speicher zunehmend zu schaffen. Diese werden umso schwerwiegender, je größer die Datenmengen sind, die hin- und hergeschoben werden müssen. „Dieser Flaschenhals der herkömmlichen Von-Neumann-Rechner-Architektur muss überwunden werden“, sagt Sterling. Dafür sei ein neues Denken nötig, um Rechen- und Speicheroperationen auf smarte Weise zusammenzuführen.

Eine andere Technologie hat die elementare Logik, nach der chemische Prozesse funktionieren, bereits verinnerlicht: Der Quantencomputer könnte neue Erkenntnis-horizonte erschließen. Die nächste Dimension der Superhirne – das Denken in mehreren Zuständen gleichzeitig – steht in den Startlöchern. ▶

Es ist ein silbern glänzender Zylinder, in dem sich der Schatz befindet: Qubits, von einer Heliumpumpe auf minus 273 Grad Celsius gekühlt. Mit diesen Bausteinen arbeiten Quantencomputer. Denn Qubits können – anders als die Bits eines klassischen Computers – zwei Zustände gleichzeitig speichern und verarbeiten. Diese neue Rechenlogik soll sie deutlich schneller machen als jeden Supercomputer und ihre Suche nach neuen Produkten, Anwendungen oder Mustern effizienter. Der Nachteil: Qubits sind äußerst flüchtig. Stabil und fehlerfrei arbeiten sie nur ohne äußere Einflüsse. Dazu muss man sie nicht nur kühlen, sondern auch noch per Vakuum von der Außenwelt abschirmen.

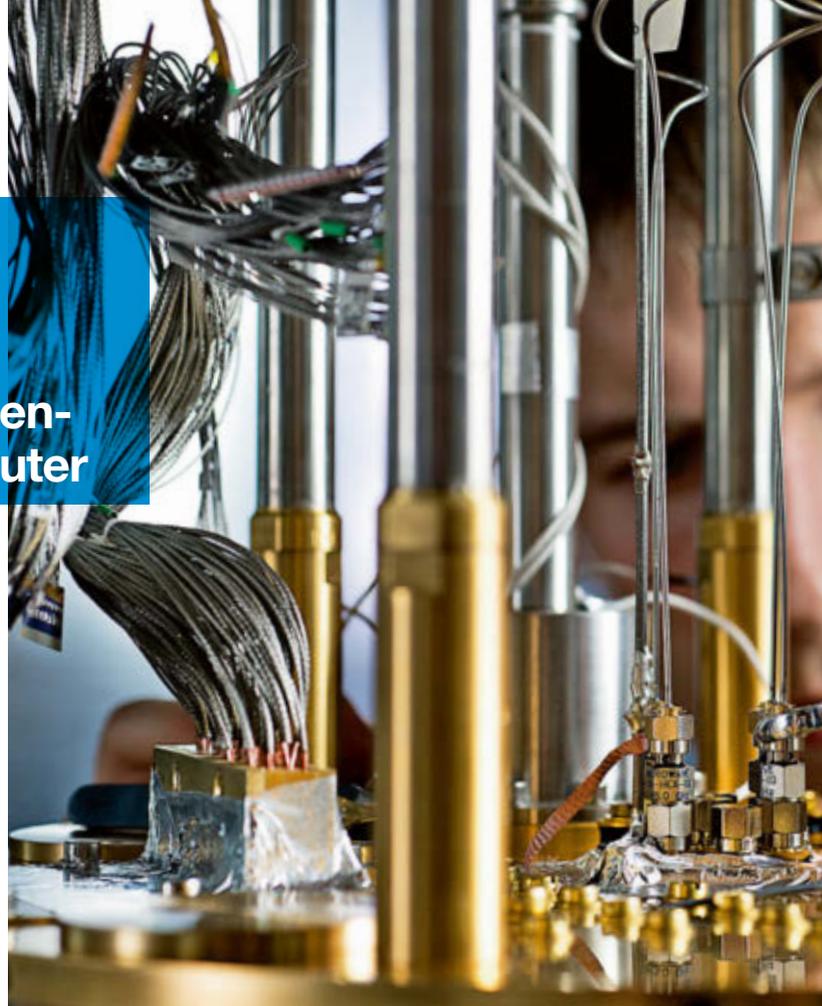
Fragile Superhirne

Das Problem ist erst ansatzweise geknackt. Bis heute haben Forscher voll programmierbare 5-Qubit-Computer und etwas fragilere 10- bis 20-Qubit-Testsysteme entwickelt. So stellte beispielsweise IBM im Mai 2017 einen Prozessor vor, der aus 17 Qubits besteht – und die Basis für den ersten kommerziell verfügbaren Quantenrechner bilden soll. „Wir machen immer schnellere Fortschritte“, sagt der IBM-Forscher Anthony Annunziata, PhD, aus den USA. Mittlerweile laufe das IBM-System stabil genug, um Rechenoperationen über einen längeren Zeitraum hinweg durchzuführen. Aber noch, warnt Annunziata, befinde sich die Technologie in einer sehr frühen Phase. „Quantenrechner stehen heute in etwa da, wo klassische Computer in den 1940er-Jahren waren. Aber sie entwickeln sich wesentlich schneller weiter.“

Erst ab 30 bis 50 Qubits wäre ein Quantenrechner bei der Lösung eines speziellen Problems jedem konventionellen Superrechner überlegen, glauben Experten wie Professor Raymond Laflamme, Direktor des Institute for Quantum Computing an der kanadischen University of Waterloo. „Aber wenn man den Trend der letzten 15 Jahre fortschreibt, sind 100 Qubits in den nächsten zehn Jahren vorstellbar“, sagt der Quantencomputer-Pionier. Und schon in vier bis fünf Jahren dürfte der grundsätzliche Durchbruch der Quantencomputer gelingen, prognostiziert das Massachusetts Institute of Technology/USA. Ob IBM, Google, Microsoft oder Intel: Keiner der

02 Quanten- Computer

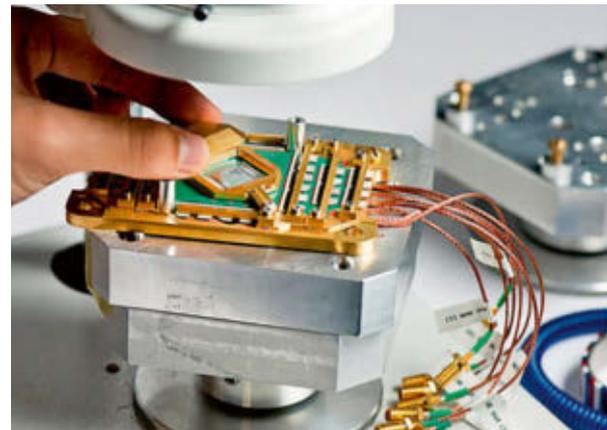
Feinarbeit von Hand am Quantencomputer D-Wave, den etwa Entwickler der NASA und Google im Einsatz haben.



Solche Prozessoren sollen Quantencomputer zu den leistungsfähigsten Rechnern machen.

„Quantenrechner stehen heute in etwa da, wo klassische Computer in den 1940er-Jahren waren.“

Anthony Annunziata, PhD
IBM-Forscher, USA



Tech-Größen scheut den hohen Aufwand, den die Entwicklung eines leistungsfähigen Quantencomputers mit sich bringt – ganz zu schweigen von Geheimdiensten wie der US-amerikanischen NSA, die „unter dem Radar“ an leistungsfähigen Quantensystemen arbeiten dürften, um verschlüsselte Kommunikation zu knacken.

Quantencomputer als Impulsgeber

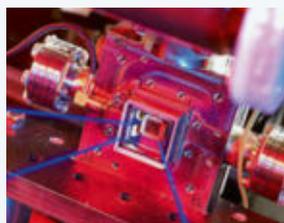
Denn das „Moore'sche Gesetz“, nach dem sich die Leistungsfähigkeit von Computerchips alle ein bis zwei Jahre verdoppelt, stößt mittlerweile technologisch an seine Grenzen.

Ein Durchbruch beim Quantencomputer, so Experten, könnte neue Impulse geben. Sechs bis sieben Teams weltweit forschen Laflammes Einschätzung nach derzeit daran, dieses Ziel zu erreichen, und es fließen dafür Milliardenbeträge. Um den Fortschritt in der Quantentechnologie voranzutreiben, will beispielsweise die EU-Kommission in den nächsten neun Jahren 1 Milliarde € investieren. Und im August 2017 machte China mit der Nachricht Schlagzeilen, erstmals habe ein Satellit mit einer Bodenstation einen Quantenschlüssel ausgetauscht – ein Meilenstein auf dem Weg zu einer quasi



Was Quantencomputer einzigartig macht

So funktioniert es Durch spezielle Bausteine (Qubits) können Quantenrechner Daten sehr schnell gleichzeitig verarbeiten.



unknackbaren Verschlüsselung via Quantentechnologie. „Das heißt aber nicht, dass Quantenrechner konventionelle Supercomputer in absehbarer Zukunft auf breiter Front überholen oder gar ersetzen. Sie werden sie bei der Lösung spezieller Probleme ergänzen“, betont Annunziata. Besonders prädestiniert ist seine Funktionsweise dafür, Abläufe auf molekularer Ebene darzustellen. Und damit beispielsweise zu zeigen, wie ein Elektron mit dem anderen und mit dem Kern interagiert. „Wird die Zahl der elektronischen Zustände erhöht, wachsen die möglichen Interaktionen exponentiell. Da dies für konventionelle Computer nicht exakt darstellbar ist, versuchen sie sich in Annäherungen.“ Ein Quantencomputer dagegen operiert nach den Prinzipien der Quantenmechanik – denselben Mechanismen, die auch bei molekularen Interaktionen wirken.

Das ist ein Qubit:

Ein Qubit ist eine quantenmechanische Informationseinheit. Während ein Bit klassischer Computer nur einen der beiden Zustände „0“ oder „1“ darstellen kann, kann ein Qubit beide Werte – oder unendlich viele Zwischenzustände – gleichzeitig annehmen. Gelingt es, Hunderte dieser Bausteine in einem Quantencomputer zu bündeln, so könnte dieser in einem Moment mehr Werte speichern und verarbeiten, als das Universum Elementarteilchen besitzt.

Das Besondere daran:

Ein Quantencomputer könnte hochkomplexe Modelle berechnen, an denen herkömmliche Systeme bislang scheitern.

Nutzen für die Forschung

Von der höheren Genauigkeit der Modellierung, so Laflamme, könnten etliche Bereiche profitieren – wie Materialwissenschaften, Chemie- oder Pharmaindustrie. Den Nachteil der Quantenpartikel – ihre Empfindlichkeit – könnten die Forscher dabei zu ihrem Vorteil nutzen, etwa zur Erkundung von Bodenschätzen oder zur Diagnose von Krankheiten. So werden Qubits bereits als supersensible Sensoren eingesetzt, die einzelne Atome von fehlerhaften Proteinen, die möglicherweise zu Krebs ausarten, präzise wahrnehmen. Dafür stellen sie sich sehr genau auf die Schwingungen eines speziellen Atoms ein.

Doch derzeit geht es vor allem darum, die Zahl derer zu erhöhen, die Quantencomputer verstehen und nutzen wollen, betont Annunziata. So hat IBM vor gut einem Jahr seinen Quantencomputer öffentlich zugänglich gemacht. 50.000 Nutzer haben seitdem auf die Plattform Quantum Experience zugegriffen. Durch den Open-Source-Ansatz könne man von und mit der Gemeinschaft lernen, sagt Annunziata. Jüngst hat die Google-Mutter Alphabet Medienberichten zufolge mit ihrem Quantenrechner nachgezogen und will ihn für Wissenschaftler und Entwickler öffnen. So könnte eine Art Ökosystem entstehen, in dem die Disziplin „Quantencomputing“ gedeihen kann. ▶

Blick unter die Hülle

Im Inneren des Gehäuses herrschen Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt. Dazu totale Dunkelheit und Stille.



Das Herz des Quantencomputers

Die Qubits im Prozessor am unteren Teil des Quantencomputers sorgen für die enorme Rechenleistung.

Foto: d-wave systems, gettyimages



Früher und heute:
Lernen Sie mehr zur
Geschichte des Computers
on.basf.com/frueher-und-heute



Der Mensch gibt die Befehle, die Systeme der Künstlichen Intelligenz lernen mit.

03

Mensch – Maschine

15,7

Milliarden \$

soll das zusätzliche Wachstum für die Weltwirtschaft durch KI bis 2030 betragen.

Faktor Mensch – Thesen zum neuen Verhältnis von Mensch und Algorithmen.

1 Algorithmen sind auch nur Menschen: Der trügerische Schein der Objektivität

In immer mehr Lebensbereichen werden Daten durch Software analysiert. Damit gewinnen solche Algorithmen an Macht. Doch diese agieren so subjektiv und selektiv, wie sie ihre menschlichen „Schöpfer“ programmiert haben. Bewusste oder unbewusste Vorurteile und Lebenserfahrungen der Programmierer fließen in Algorithmen ein. Kredite werden verweigert oder erschwert, weil die Software den Schuldner in einem problematischen Wohnviertel verortet, dieser aber durchaus solvent ist. Scheinbar objektive Software

zur Vorhersage von Verbrechen („predictive policing“) kann wie ein Verstärker für bereits bestehende Diskriminierung wirken. Kontrolliert die Polizei dadurch etwa besonders viel in sozialen Brennpunktvierteln, erfasst sie dort möglicherweise mehr Kriminalität. Dies fließt dann wieder stärker gewichtet in digitalisierte Zukunftsprognosen ein.

2 Die Welt wird erzählt – und nicht gezählt: Die wirkliche Wertschöpfung resultiert aus einer Kombination von Datenanalyse und menschlicher Expertise

Schon 2008 rief Chris Anderson das „Ende der Theorie“ aus. „Die Datenflut macht das wissenschaftliche Verfahren obsolet“, schrieb der Chefredakteur der Zeitschrift „Wired“. Algorithmen könnten dank Big Data Muster finden, die Forschung und Wissenschaft mit ihren Methoden niemals entdecken würden. „Mit genügend Daten sprechen die Zahlen für sich selbst“, so Anderson. Doch knapp zehn Jahre nach Andersons Artikel ist die Euphorie der Ernüchterung gewichen. Zurückzuführen ist das auf Fehlschläge der Datensammler wie etwa Google, deren Programm Flu Trends 2012/13 eine Grippeepidemie im Anmarsch sah, die es dann nie gab. In komplexen Situationen können Korrelationen keine Kausalität, Annahmen keine Beweise ersetzen. Hier ist menschliche Expertise gefragt.

3 Der Mensch lenkt, der Rechner denkt: Wir müssen die Kontrolle über die Technologie behalten

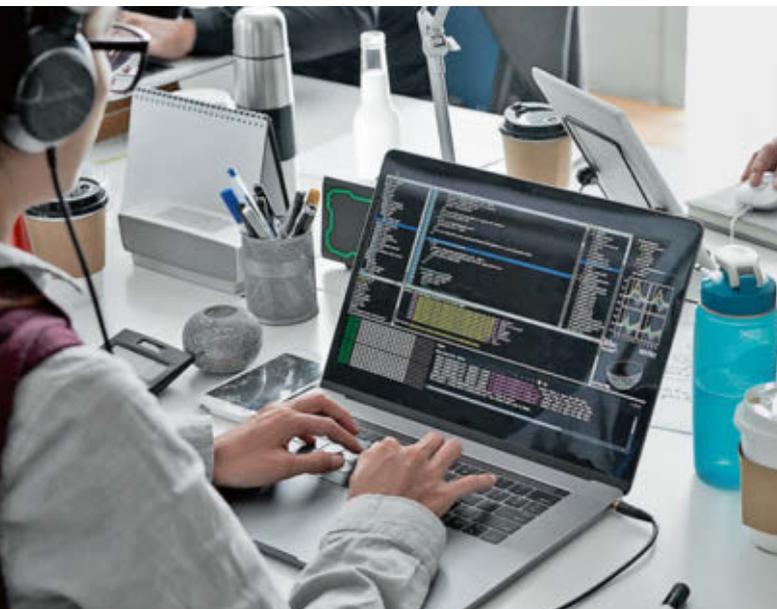
Systeme der Künstlichen Intelligenz (KI) entwickeln sich bereits eigenständig weiter. Sie lernen nach mathematischer Logik aus Fehlern und erschließen sich eigenständig Entscheidungen. Wie genau etwa neuronale Netze der KI jeweils zu ihren Schlüssen kommen, lässt sich für den Menschen kaum noch nachvollziehen. Ein Punkt, an dem dringend nachgebessert werden müsse, fordert Informatik-Professor Alan Bundy aus Schottland. Politiker und Verbraucherschützer verlangen indes für die immer smarter agierenden KI-Algorithmen anerkannte Standards. Zudem solle deren Funktionsweise von unabhängiger Stelle überprüft werden – besonders, wenn die KI in gesellschaftlich

relevanten Bereichen agieren. Außerdem müssten KI-Maschinen warnen, bevor sie außerhalb ihrer Kompetenzen agierten, damit der Mensch ihnen beispringt – oder wieder vollständig die Kontrolle übernimmt.

4 Supercomputer sind nicht automatisch die besseren Menschen: Menschliche Erfahrungen und Werte lassen sich nicht delegieren

Durch KI und selbstlernende Algorithmen machen Maschinen rasante Lernfortschritte. Forscher halten eine Superintelligenz, also Maschinen, die dem Menschen in vielen oder allen Gebieten überlegen sind, in wenigen Jahrzehnten für möglich. Hier ist ein rationaler Blick auf die Grenzen und Möglichkeiten der neuen Technologien gefragt. Künstliche Intelligenz kann in bestimmten Bereichen auf der Basis solider Daten objektiv bessere Entscheidungen treffen als der oft intuitiv handelnde Mensch. Bei komplexen Entscheidungen, die den Kern menschlichen Zusammenlebens betreffen, wie etwa Armutsbekämpfung, gibt es indes weder richtig noch falsch: Hinter ihnen stehen Menschen, die je nach ihren Erfahrungen, Werten und Zielen eine Wahl treffen. Diese Essenz einer humanen und demokratisch verfassten Gesellschaft lässt sich nicht an smarte Maschinen delegieren. ■

Erst die Programmierung erschließt die Leistung der Superrechner.



Überholt uns die künstliche Superintelligenz?

Pro und Contra Die Eigendynamik der Künstlichen Intelligenz lässt Raum für beides: Skepsis wie Hoffnung.



Klaus Mainzer

Professor für Philosophie und Wissenschaftstheorie und Experte für Künstliche Intelligenz, TU München

Pro Systeme Künstlicher Intelligenz (KI) sind heute schon zu Leistungen in der Lage, die wir mit Lernerfahrungen und Intuition erbringen. Sie schaffen das allein mit großer Rechenpower plus raffinierter Mathematik. Das ist – ohne Wenn und Aber – eine beachtliche Innovation, die wir nutzen sollten. Künstliche Intelligenz schlägt jeden Pokerexperten – ohne Emotionen, ohne jedes Bewusstsein, und das, obwohl das Spiel als Inbegriff von Intuition gilt. Und Poker ist nur der Prototyp für Situationen, in denen Menschen sich bei unvollständiger Information entscheiden müssen. Über kurz oder lang werden diese

Algorithmen auch bei Entscheidungssituationen in Wirtschaft und Politik zur Anwendung kommen. Sie könnten uns zum Beispiel bei komplexen Verträgen unterstützen, aber nicht ersetzen. Meinungsbilder spezieller Gruppen lassen sich dank Big Data mittlerweile sehr genau feststellen. Technisch ist durch KI so etwas wie eine Regierung des „perfekten Populismus“ denkbar. Manch Autor sieht gar die Demokratie durch hochintelligente Algorithmen gefährdet. Diese Debatte könnte man als „Science Fiction“ abtun. Ich nehme sie ernst. Daher müssen wir darauf achten, dass KI-Systeme unsere Dienstleister bleiben.



Alan Bundy

Professor für Automated Reasoning, School of Informatics, University of Edinburgh/Schottland

Contra Dass intelligente Maschinen die Weltherrschaft übernehmen – davon sind wir noch extrem weit entfernt. Wenn ein Google-Computer ein sehr komplexes Spiel besser beherrscht als ein Mensch, dann heißt es ehrfurchtsvoll: „Oh, diese Maschinen sind schlauer als wir.“ Aber so ein Programm kann eben nur das. Selbst KI-Systeme wie beim autonomen Fahren haben nach wie vor einen sehr engen Fokus. Die Künstliche Intelligenz wird sich nicht sagen: „Hm, die Art und Weise, wie

ich agiere, ist jetzt vielleicht nicht besonders sicher.“ Der Mensch hingegen kann einen Schritt zurücktreten – und die Dinge aus einer breiteren Perspektive betrachten. Die echte Gefahr liegt nicht in einer zu smarten Technologie – sondern darin, dumme Maschinen zu überschätzen, ihnen Aufgaben zu geben, die sie überfordern. Etwa, wenn sich Ärzte bei Diagnosen zu sehr auf KI verlassen. Aber das sind Bedrohungen für einzelne Menschen, nicht für die Menschheit.

Die digitale Industrie

04
Fokus
Infografik

Infografik Die digitale Transformation schreitet immer weiter voran und durchdringt die Wertschöpfungsketten der Industrie. Wir zeigen einige Beispiele.

Vorausschauende Wartung:

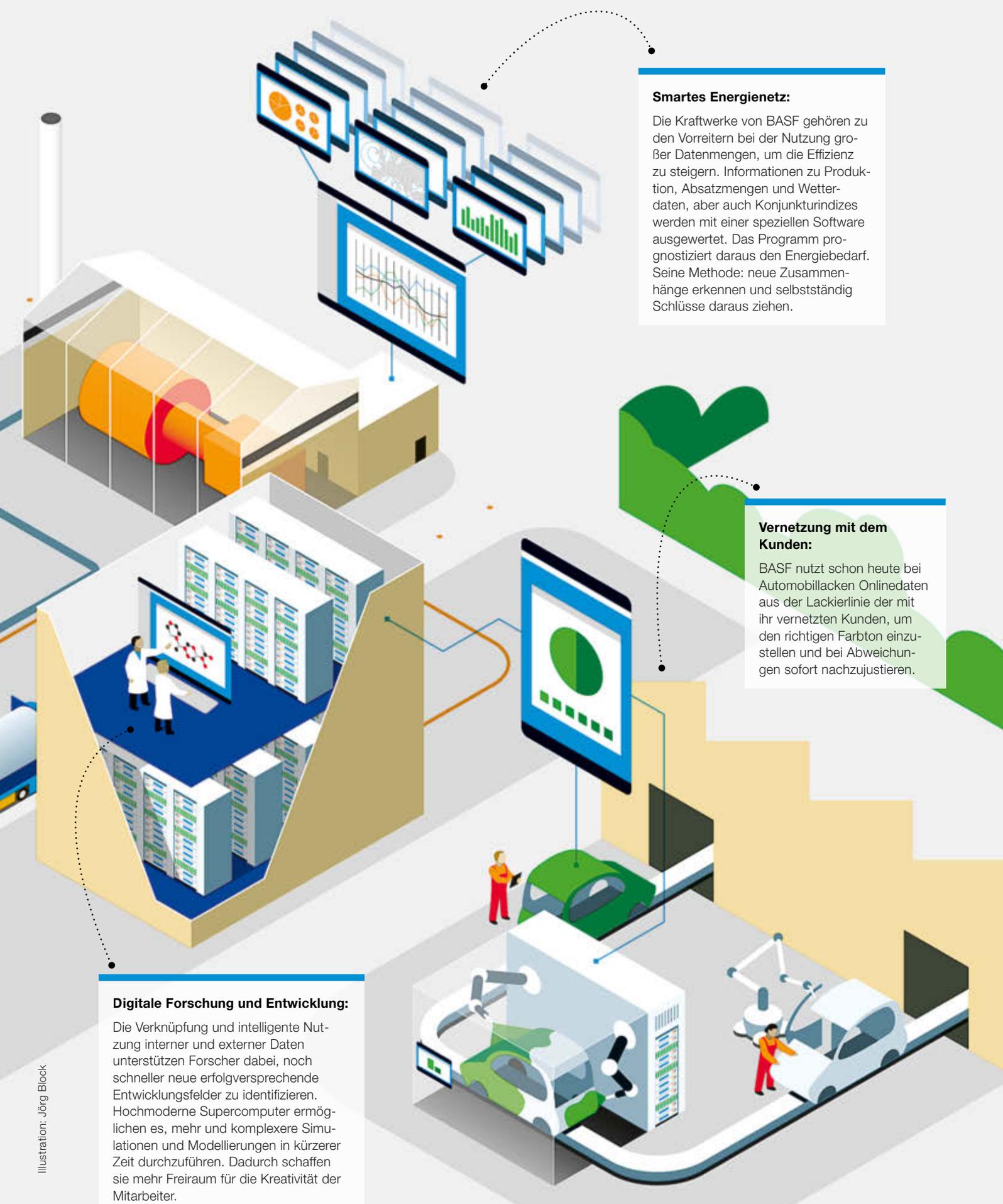
Im Steamcracker, in dem viele wichtige chemische Grundbausteine für die weitere Produktion bei BASF entstehen, erfassen mehrere Tausend Sensoren rund um die Uhr Prozessdaten wie etwa Druck und Temperatur: Diese werden mit einer Analyse-Software ausgewertet, um den optimalen Zeitpunkt für Wartungsmaßnahmen vorherzusagen, ungeplante Ausfälle zu verhindern und so die Anlage optimal zu betreiben.

Digitale Logistik:

Autonome und automatisch fahrende Fahrzeuge werden durch Transponder im Boden über das Werksgelände geleitet. Das spart Zeit: Bei BASF dauert die Anlieferung eines konventionellen Kesselwagens in Ludwigshafen vom werkseigenen Bahnhof zu einer der über 150 Ladestellen momentan etwa 22 Stunden. Mit autonom fahrenden fahrerlosen Fahrzeugen dauert die Anlieferung nur noch eine Stunde.

Informationen vor Ort:

In Produktionsanlagen kommen zunehmend industriespezifische Tablets zum Einsatz, die den Zugriff auf Informationen vor Ort an der Anlage ermöglichen (Augmented Reality). Auf dem Display werden unter anderem Bedienungsanleitungen oder Messwerte eingeblendet. In der Aus- und Weiterbildung werden Mitarbeiter im Umgang mit den neuen digitalen Technologien geschult.



Smartes Energienetz:

Die Kraftwerke von BASF gehören zu den Vorreitern bei der Nutzung großer Datenmengen, um die Effizienz zu steigern. Informationen zu Produktion, Absatzmengen und Wetterdaten, aber auch Konjunkturindizes werden mit einer speziellen Software ausgewertet. Das Programm prognostiziert daraus den Energiebedarf. Seine Methode: neue Zusammenhänge erkennen und selbstständig Schlüsse daraus ziehen.

Vernetzung mit dem Kunden:

BASF nutzt schon heute bei Automobillacken Onlinedaten aus der Lackierlinie der mit ihr vernetzten Kunden, um den richtigen Farbton einzustellen und bei Abweichungen sofort nachjustieren.

Digitale Forschung und Entwicklung:

Die Verknüpfung und intelligente Nutzung interner und externer Daten unterstützen Forscher dabei, noch schneller neue erfolgversprechende Entwicklungsfelder zu identifizieren. Hochmoderne Supercomputer ermöglichen es, mehr und komplexere Simulationen und Modellierungen in kürzerer Zeit durchzuführen. Dadurch schaffen sie mehr Freiraum für die Kreativität der Mitarbeiter.

Illustration: Jörg Block

05
Fokus
Interview

Professorin
Barbara Grosz
ist Vorsitzende
des ständigen
Ausschusses
der „One
Hundred Year
Study on
Artificial Intelli-
gence“.



Künstliche Intelligenz wird Menschen unterstützen – nicht ersetzen

Interview Barbara Grosz, Higgins-Professorin für Naturwissenschaften an der Harvard University/USA, forscht seit den 1970er-Jahren auf höchstem Niveau an Künstlicher Intelligenz (KI). Sie spricht mit Creating Chemistry über ihre Leidenschaft für dieses Fachgebiet und darüber, warum es ein schrecklicher Fehler wäre, Menschen durch KI zu ersetzen.

Creating Chemistry: Künstliche Intelligenz scheint heute allgegenwärtig zu sein, aber was genau ist damit gemeint?

Professorin Barbara Grosz: Es heißt ja, wenn man sechs Wissenschaftler bittet, KI zu definieren, erhält man sieben verschiedene Definitionen. Also gebe ich Ihnen meine. Künstliche Intelligenz ist sowohl ein Forschungsbereich als auch eine Reihe von Berechnungsmethoden. Beim Forschungsgebiet liegt der Fokus auf dem, was ich rechnergestütztes Begreifen intelligenten Verhaltens nennen würde. Mit rechnergestütztem Begreifen meine ich, dass man die kognitiven Prozesse und Darstellungen ermittelt, die benötigt werden, um intelligentes Verhalten zu erzeugen. Dann findet man heraus, wie sich diese in einem Computersystem umsetzen lassen. Bei der Reihe der Berechnungsmethoden schließlich handelt es sich um die Algorithmen, sogar um die Mathematik, aber auch um die rechnergestützten Strukturen, die gebraucht werden, um dieses Verständnis tatsächlich zu operationalisieren.

Computersysteme zu schaffen, die frei mit Menschen kommunizieren können, ist eine der zentralen Herausforderungen in der KI. Wie hat Ihre Arbeit über

die Verarbeitung natürlicher Sprache geholfen, dieses Ziel zu erreichen?

Als ich angefangen habe, erforschten viele Leute die syntaktische Verarbeitung, also die Struktur der Sätze, und die semantische Verarbeitung, durch die Sinn geschaffen wird. Jeder wusste in gewisser Weise, dass Kontext, Dialog und Pragmatik von Bedeutung sind. Doch niemand hatte eine Vorstellung davon, wie man diese Faktoren rechnergestützt bearbeiten könnte. Deshalb war

„Ich glaube, dass Künstliche Intelligenz eine echte Chance bietet, etwas zu bewegen.“

Barbara Grosz

Professorin für Naturwissenschaften an der Harvard University/USA

eines der ersten Dingen, die ich getan habe, etwas, das später als die „Zauberer von Oz“-Experimente bekannt wurde. Ich ließ zwei Menschen in verschiedenen Räumen über Fernschreiber miteinander kommunizieren. Ich sagte einer der

beiden Personen, dass sie mit einem Computer sprechen würde, und bat sie, eine Aufgabe zu erledigen. Die bei diesen Experimenten entstandenen Protokolle zeigten, dass diese Art von „aufgabenorientierten Dialogen“ eine Struktur hat, dass diese Struktur der Aufgabe entspricht und dass unsere Art zu reden durch diese Struktur beeinflusst wird. Nachdem ich ein Berechnungsmodell für solche aufgabenorientierten Dialoge entwickelt hatte, lautete die nächste Frage, wie sich dieses auf andere Arten von Unterhaltung übertragen lässt. Das führte mich gemeinsam mit Kollegen zur Entwicklung intentionaler Modelle und zur Sprechakttheorie, die andere in der KI aufgegriffen haben.

Was passiert, wenn mehrere Akteure miteinander kommunizieren?

Bei einem Dialog ist nicht davon auszugehen, dass jeder Beteiligte den Kenntnisstand oder die Absichten der anderen Teilnehmer voll erfasst. Wenn mehrere Beteiligte zusammenarbeiten, muss man daher nicht nur ihre individuellen Pläne als Modell abbilden, sondern auch die Art und Weise, wie die Beteiligten interagieren und wie ihre Pläne miteinander verwoben sind. Ein Zweig meiner



**Barbara Grosz ist
Experte für kollaborative
Multiagentensysteme.**

Zahl an Ebenen. Das hat viele Bereiche der KI einen großen Schritt nach vorne gebracht. Deep Learning für sich allein genommen reicht allerdings nicht aus. Es wird wahrscheinlich nicht einmal alle Probleme bei der visuellen Wahrnehmung und der natürlichen Sprache bewältigen. Doch es hat einen enormen Unterschied bei dem gebracht, was KI-Systeme zurzeit leisten können.

Welche Herausforderungen müssen noch gemeistert werden, bevor wir wirklich „natürliche“ Unterhaltungen zwischen Computer und Mensch erleben?

Eine große Herausforderung besteht darin, gute Daten zu bekommen. Es gibt heute erheblich mehr Daten als vor ein paar Jahren, aber es handelt sich nicht immer um die richtige Art. Wer etwas über eine natürliche Sprache erfahren möchte, muss echte Gespräche untersuchen. Twitter etwa bietet dafür keine guten Daten, denn es handelt sich dabei ebenso wenig um einen echten Dialog wie bei den rudimentären Interaktionen, die wir gegenwärtig mit Siri und ähnlichen persönlichen Assistenzsystemen betreiben. Es wird schwierig sein, an die richtige Art von Daten zu kommen, und das auf ethisch korrekte Weise. Schließlich braucht man die Erlaubnis der Teilnehmer, wenn man ihre Unterhaltungen untersuchen möchte. Es wird auch nicht ganz einfach sein, zu gewährleisten, dass Daten von vielen unterschiedlichen Menschen gesammelt werden. Man kann weder einfach nur Daten von Studienanfängern erheben, wie dies traditionell in der psychologischen Forschung praktiziert wurde, noch ausschließlich von den heutigen Vielnutzern von sozialen Netzwerken oder lediglich von englischsprachigen Menschen. Selbst innerhalb eines einzelnen Landes wird es verschiedene Dialekte und unterschiedliche kulturelle Einflüsse auf die Gesprächsstrukturen geben.

Werden Entwicklungen in anderen Gebieten der Informatik, wie Quantencomputer, großen Einfluss auf KI haben?

Arbeit bestand darin, diese Modelle zu entwickeln. Ein anderer Aspekt lag in der Verwendung theoretischer Modelle als Inspirationsquelle für die Gestaltung oder zur Eingrenzung der Teile von Systemen, die entwickelt werden müssen. Ein Beispiel ist ein Projekt, an dem ich gemeinsam mit einem Kinderarzt an der Medizinischen Hochschule von Stanford arbeite und an dem Kinder mit komplexen Krankheiten beteiligt sind. Diese Kinder können mit zwölf bis fünfzehn Pflegepersonen oder mehr Kontakt haben, die womöglich nur wenige Details über die Arbeit der jeweils anderen kennen. Die heutigen elektronischen Patientenaktensysteme tun nichts, um diesen Pflegepersonen dabei zu helfen, die Betreuung zu koordinieren. Wir nutzen unsere Multiagentensystem-Theorie der Zusammenarbeit als analytische Lupe. Damit sehen wir, was passiert, wenn Pflegepersonen und Patienten – oder in diesem Fall Eltern – versuchen, zusammenzuarbeiten. Wir möchten erkennen, welche Teile fehlen. Und wir möchten verstehen, welche Systeme wir entwickeln können,

um alle dabei zu unterstützen, als Team erfolgreicher zusammenzuarbeiten. Eines dieser Teile soll sicherstellen, dass alle Beteiligten sehen können, welches die Ziele sind. So wissen sie, was sie erreichen sollen. Ein anderer Teil soll die Art und Weise verbessern, wie Teammitglieder Informationen austauschen.

Es scheint, als seien in den vergangenen Jahren gewaltige Sprünge bei der Entwicklung und Anwendung von KI-Technologien gemacht worden.

Was treibt diesen Fortschritt an?
Viele der wichtigsten Ideen in der KI, wie neuronale Netze oder Text-Mining, gibt es seit den 1960er-Jahren. Doch die Computer der damaligen Zeit waren nicht leistungsstark genug. Deshalb hat es einfach nicht funktioniert. Heute existiert dank Videospiele und der Entwicklung leistungsfähiger Grafikprozessoren eine viel höhere Rechenleistung. Das hat es dem Bereich maschinelles Lernen ermöglicht, das sogenannte Deep Learning zu entwickeln. Dieses beinhaltet neuronale Netze mit einer viel größeren

Keine Frage: Wenn es gelingt, Quantencomputer zum Laufen zu bringen, werden wir damit Probleme in den Griff bekommen, die wir heute noch nicht lösen können. Doch ich kann Ihnen nicht sagen, welche Probleme das sein werden. Das Ausmaß, in dem diese Technologien dazu beitragen werden, die Fähigkeit zum logischen Denken zu steigern, ist von Folgendem abhängig: Wie können wir besser verstehen, wie wir Systeme dazu bekommen, logisch auf einem höheren kognitiven Niveau zu denken, das bei intelligentem menschlichen Verhalten beteiligt ist?

Wo werden KI-Technologien Ihrer Meinung nach in der Zukunft die größten Auswirkungen haben und was bedeutet das für unsere Arbeitsplätze und die Rolle des Menschen?

Ich möchte mich nicht in Wahrsagerei versuchen, aber es besteht großes Interesse daran, mit KI die Bereiche Bildung und Gesundheitsversorgung zu verbessern. Ich denke auch, dass es beim autonomen Fahren viele Veränderungen geben wird. Beim Gesundheitswesen und bei der Bildung stellt sich meiner Meinung nach für die Gesellschaft insgesamt eine gewaltige ethische Frage. Wir könnten diese Systeme bauen, damit sie Ärzte und Lehrer unterstützen und mit diesen zusammenarbeiten. Oder wir könnten versuchen, Geld zu sparen, indem wir sie anstelle der Menschen einsetzen. Es wäre ein schrecklicher Fehler, Menschen zu ersetzen. Aber es gibt großartige Dinge, die KI-Systeme bei der Verarbeitung von großen Datenmengen werden leisten können. Doch damit erhält man nicht die gleichen Einblicke in einen Patienten. Was Kranke brauchen, ist ein Arzt, der sie in- und auswendig kennt. Dasselbe trifft auch auf den Bildungsbereich zu. Anstatt zu versuchen, Lehrer zu ersetzen, könnten Systeme entwickelt werden, die sie unterstützen. Wenn 30 oder 40 Schüler mit Computern arbeiten, kann der Lehrer nicht alle im Auge behalten, doch ein Computer kann das. Er registriert, wenn Schüler nicht aufpassen oder wenn sie auf ein Problem stoßen.

„Es wäre ein schrecklicher Fehler, Menschen zu ersetzen.“

Barbara J. Grosz

Professorin für
Naturwissenschaften an der
Harvard University/USA



Barbara J. Grosz ist Professorin am Higgins-Lehrstuhl für Naturwissenschaften an der Harvard University in Cambridge/USA. Die „One Hundred Year Study on Artificial Intelligence“ (Hundertjahresstudie zum Thema Künstliche Intelligenz), in deren ständigem Ausschuss sie den Vorsitz führt, untersucht regelmäßig die künftigen Auswirkungen von KI auf sämtliche Aspekte der Arbeit, des Lebens und der Freizeit.

Grosz hat einen Bachelor in Mathematik von der Cornell University in Ithaca, New York/USA, und einen MA sowie einen PhD in Informatik von der University of California in Berkeley/USA. Sie verbrachte den ersten Teil ihrer Forschungskarriere am SRI International Artificial Intelligence Center, Menlo Park/USA, wo sie das Institutsprogramm für natürliche Sprachen und deren Darstellung leitete.



Erklärvideo: Lernen Sie mehr über die Funktionsweise von KI
on.basf.com/KI

Und er kann den Lehrer informieren, wer Hilfe benötigt und warum. Genau so ein System bauen wir gerade.

Die breite Nutzung von KI-Technologien wird große Risiken und ethische Fragen aufwerfen. Wie sollte man damit umgehen?

Alle Aktivitäten des Menschen bergen Risiken, und der Umgang damit erfordert ein Zusammenspiel aus Planung, Richtlinien und Vorschriften. Ich glaube, dass wir uns zum Zeitpunkt der Entwicklung mit den ethischen Fragen befassen müssen. Daher müssen wir unseren Studenten beibringen, ethische Fragen schon bei der Entwicklung zu berücksichtigen. Außerdem sollten wir ihnen vermitteln, wie sie mit diesen Fragen umgehen sollen. Nicht zuletzt muss die Industrie ethischen Fragen und der ethischen Gestaltung die gleiche Bedeutung einräumen wie der Entwicklung effizienter Algorithmen. Wir brauchen die Industrie, um Partnerschaften zum Austausch bewährter Konzepte zu bilden – wie dies jetzt geschieht. Auch müssen Technologiefachleute, Sozial- und Kognitionswissenschaftler ebenso wie Anwälte beteiligt sein, wenn die Vorschriften erstellt werden.

Welche potenziellen Anwendungsgebiete für KI-Technologien finden Sie persönlich am aufregendsten?

Ich glaube, dass die riesengroße Chance besteht, mit KI das Leben von Menschen in weniger entwickelten Gesellschaften weltweit zu verbessern. Und auch die Umwelt könnte profitieren, wenn wir das priorisieren. Einige Leute arbeiten heute in solchen KI-Projekten mit verschiedenen Anwendungen etwa für Bildungs- und Gesundheitsversorgungssysteme. Ich finde das sehr aufregend. Möglicherweise verdient niemand damit sofort viel Geld. Aber die langfristigen wirtschaftlichen Vorteile, die sich daraus ergeben, dass das Niveau der gesundheitlichen Versorgung und der Bildung in Gesellschaften mit geringen Ressourcen angehoben und die Umwelt besser geschützt wird, werden viel größere Bedeutung haben. ■

Supercomputer unter der Lupe

BASF QURIOSITY ist der weltweit stärkste Rechner in der Chemiebranche. Der neue BASF-Supercomputer soll mit virtuellen Experimenten neue chemische Verbindungen und Produkte finden, die sonst unentdeckt blieben. Aber er kann noch mehr.

1,75 Milliarden Berechnungen pro Sekunde schafft der brandneue Supercomputer QURIOSITY der BASF – eine Leistung, die die Hardware ordentlich aufheizt. „Mit der Abwärme von nur einem Schrank könnte man zwei Häuser heizen“, sagt Dr. Stephan Schenk, Teamleiter High Performance Computing & Databases der BASF, halb schmunzelnd, halb mit Respekt: Insgesamt steckt in den 18 übermannsgroßen Schränken die Leistung von rund 50.000 Notebooks – was die Drähte von QURIOSITY zum Glühen und die Komponenten zum Schmelzen bringen würde, gäbe es nicht ein ausgeklügeltes Luft-Wasser-Kühlsystem. Angeschlossen ist es an den BASF-Verbund, der schon heute bei der Kühlung von Produktionsanlagen eine wichtige Rolle spielt. „Strom und Kühlung sind die großen Herausforderungen, die einem Supercomputer noch Grenzen setzen“, sagt Schenk. Das neue Superhirn kann etwa das Zehnfache von dem an Rechenkraft leisten, was bisher bei BASF möglich war. Er ist mit Abstand der größte Computer in der Chemieindustrie.

Schnell verliefen auch die Planungen: „Im September 2016 war uns klar, welche Anforderungen wir an unseren Supercomputer haben. Kurz darauf haben wir die Ausschreibung gestartet“, sagt Schenk. Zu diesem Zeitpunkt waren die Experten von Hewlett

Packard Enterprise (HPE) bereits dabei, eine neue Generation von Superrechnern zu entwickeln. Im Dezember 2016 unterschrieben dann BASF und HPE den Vertrag: BASF erhält den ersten Superrechner aus der neuen Generation. In den Monaten danach tüftelte HPE in Texas/USA an der praktischen Umsetzung des Supercomputers der BASF: Auf meterhohen Flipchart-Wänden wurden die passende Hard- und Softwarearchitektur skizziert, aus Schaumstoff und Pappe die ersten Modelle gebastelt, bis die Komponenten von QURIOSITY schließlich in den Rechnerschränken einer fußballfeldgroßen Fabrikhalle von Houston aufgebaut wurden. Im Juli 2017 ging der Superrechner nach erfolgreicher Leistungsmessung nach Ludwigshafen.

Chemie aus dem Supercomputer

Vor allem die Forscher und Entwickler erwarteten QURIOSITY sehnsüchtig. Denn mit seiner geballten Rechenpower und gefüttert mit den entsprechenden Informationen kann der Superrechner dabei unterstützen, komplizierte Modelle auszuwerten. In Zukunft soll QURIOSITY unter anderem dabei helfen, in kürzester Zeit neue molekulare Verbindungen durchzurechnen. BASF-Forscher können damit ermitteln, was passiert, wenn sich Variablen innerhalb einer chemischen



1,75

Milliarden Berechnungen kann der Supercomputer QURIOSITY pro Sekunde durchführen. Das entspricht der Leistung von rund 50.000 Notebooks.



BASF Supercomputer:
Erfahren Sie mehr über QURIOSITY
on.basf.com/supercomputer_d

Dr. Stephan Schenk (links) und Marcel Michael bei der Inbetriebnahme von QURIOSITY.



Zu den ersten Rechnungen des Supercomputers gehören Simulationen von Industriekatalysatoren, Pflanzenschutzmitteln und Materialien.

06 Fokus BASF

entdeckt hätten“, schildert Schenk. Auch ein Scale-up – der Schritt von der Herstellung im Labor hin zum Produktionsmaßstab – soll mithilfe des Supercomputers künftig schneller vonstatten gehen. Das Problem hierbei: Chemikalien verhalten sich im Labor ganz anders als in einem Produktionsreaktor. Diese Veränderungen haben BASF-Forscher dank komplexer Simulationen am Rechner dargestellt. „Damit konnten wir uns den Bau einer Pilotanlage sparen“, sagt Schenk.

Gleichzeitig kann QURIOSITY auch als Optimierer in der Produktion eingesetzt werden. Dank des digitalen Rechenkünstlers können Daten aus dem Betriebsalltag, aber auch zur Preis- oder Konjunktorentwicklung verknüpft und Anlagen effizienter gefahren werden. Wartungstermine können so vorhergesagt werden, bevor ein Schaden eintritt, oder Rohstoffe und Energie punktgenauer bereitgestellt werden. „Der Supercomputer ist ein Werkzeug, das in vielen Bereichen der BASF wertvolle Unterstützung liefern kann – von der Forschung und Entwicklung über die Fertigung und Logistik bis hin zu neuen digitalen Geschäftsmodellen“, fasst Dr. Martin Bruder Müller, stellvertretender Vorstandsvorsitzender und Chief Technology Officer der BASF, zusammen und Schenk ergänzt: „Wenn ich ein Produkt damit um 1 Prozent verbessere, kann sich das im besten Fall in einem zweistelligen Millionen-gewinn pro Jahr niederschlagen.“ Da sind die Kosten für die Energie, wenn das Rechnerhirn wieder einmal heiß läuft, gut angelegt. ■

Verbindung verändern, und die neu entstandenen Verbindungen dann in Laborversuchen weiter testen. Die Erwartungen sind hoch: Bei der Simulation chemischer Prozesse soll der Supercomputer völlig neue Wege aufzeigen, die bisher theoretisch oder im Labormaßstab für nicht möglich gehalten wurden. Das Potenzial solch immenser Rechnerleistung zeichnet sich schon heute ab, wenn Computersimulationen die Laborversuche unterstützen. So suchte BASF etwa für ein Pflanzenschutzmittel einen vorhandenen Wirkstoff in einer wasserlöslichen Form. Statt Abertausende Experimente durchzuführen, wurde eine Vielzahl möglicher Strukturen in einen Computer eingegeben, der daraus Versuchsvorschläge ableitete. Die hundert Besten wanderten ins Labor. Das ging nicht nur schneller, sondern war auch erfolgreicher. „Wir haben so Produkte gefunden, die wir sonst nicht

„Wir haben Produkte gefunden, die wir sonst nicht entdeckt hätten.“

Dr. Stephan Schenk
Teamleiter High Performance
Computing & Databases, BASF



Schon gesehen?

Neuentdeckungen In dieser Rubrik stellen wir inspirierende Innovationen vor, die unseren Alltag erleichtern und zugleich für mehr Nachhaltigkeit sorgen.



0,3

Mikrometer

Der Luftfilter kann Partikel mit einer Mindestgröße von nur 0,3 Mikrometer einfangen.

Papier aus Stein herstellen

✔ **Produkt** LIMEX ist eine Alternative zu Papier, das bei der Herstellung ohne Bäume und Wasser auskommt. Es wurde von der japanischen Firma TBM entwickelt und wird aus Kalkstein erzeugt – ein in großen Mengen vorkommender Rohstoff. Um eine Tonne herkömmliches Papier herzustellen, braucht man rund 20 Bäume und 100 Tonnen Wasser. LIMEX hingegen trägt dazu bei, die Entwaldung und Wasserknappheit zu verringern. Es ist außerdem haltbar, leicht und wiederverwertbar – und man kann sogar unter Wasser darauf schreiben.

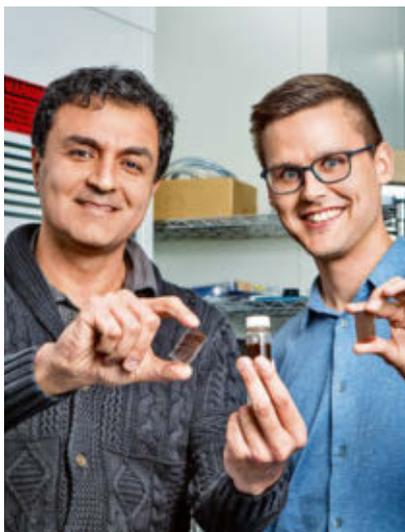
🔗 www.tb-m.com/en/about/paper/



Saubere Luft zum Mitnehmen

✔ **Produkt** Ob im Auto, Büro, oder auf der Straße – die kleine Dose namens Wynd hüllt ihren Besitzer in eine Blase frischer Luft. Batteriebetrieben und mit einer App verbunden, bekämpft der tragbare Luftreiniger mithilfe eines austauschbaren Filters lästige Gerüche ebenso wie schädliche Stickoxide, Allergene oder Rauch. Ein Sensor misst dafür kontinuierlich die Luftqualität.

🔗 shop.hellowynd.com



Solarfarbe

🔄 **Prototyp** Forscher des Royal Melbourne Institute of Technology in Australien haben eine Farbe entwickelt, die saubere Energie erzeugt. Hauptbestandteil ist eine neue Verbindung, synthetisches Molybdänsulfid, das als Halbleiter fungiert und die Spaltung von Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff katalysiert. Mit Titanoxid-Partikeln gemischt entsteht daraus eine Sonnenlicht absorbierende Farbe, die den Treibstoff auf Wasserstoffbasis nur aus Sonnenenergie und feuchter Luft erzeugt.

🔗 www.rmit.edu.au

Wachstumsturbo für Obst und Co



Prototyp Er sieht aus wie eine kleine Tischlampe. Aber der kleine finnische Inkubator für zu Hause sorgt nicht für Helligkeit, sondern stellt Obst und Gemüse in gerade mal einer Woche her. Das 3D-gedruckte Gerät besteht aus einem Reaktor und einer Kartusche, die mit Nährstoffen angereicherte Pflanzensamen enthält. Zusammen mit Licht, Wasser und Luft lassen sie sich vollautomatisiert züchten. Damit es so schnell geht, kultivieren die Experten des Technischen Forschungszentrums Finnland statt der gesamten Pflanze nur die nährstoffhaltigen Zellen. Schon jetzt stellt das Gerät unter anderem verschiedene Beeren her, die alle Nährstoffe und Vitamine ihrer herkömmlich gepflanzten Artgenossen enthalten. Aber eine Herausforderung gibt es noch: Die Beeren aus dem Reaktor sehen gewöhnungsbedürftig aus und auch der Geschmack ist bisher noch eher fad.

www.vttresearch.com

Das Labor im Handy

Prototyp Ist die Erdbeere wirklich reif? Wie hoch ist die Umweltbelastung um mich herum? Ist die Tablette echt? Antworten auf diese und andere Fragen könnten Verbraucher dank hauchdünner Infrarotsensoren in den nächsten zwei bis vier Jahren auf ihren Handys finden. trinamiX, eine hundertprozentige Tochter von BASF, verkapselt dafür die speziell entwickelten Sensoren Hertzstück™ statt mit einem Gehäuse mit einer neuartigen, zum Patent angemeldeten Schicht –

dünnere als ein Hundertstel der Dicke eines Haars. So sind die nicht mal stecknadelkopfgroßen Sensoren klein genug, um sie in die entsprechenden Messgeräte in Smartphones einzubauen. Sehr empfindlich und genau arbeiten sie in einem Wellenlängenbereich von 1.000 bis 5.000 Nanometern – und machen so das Unsichtbare sichtbar.

www.hertzstueck.de



Vorsicht geboten

Drei Faustregeln, mit denen Sie schnell erkennen, wie real eine Gefahr ist – oder eben nicht.

1 Immer skeptisch sein. Auf die Quelle achten. Ein bekanntes Institut ist besser als eine obskure Quelle aus dem Internet.

2 Datenlage analysieren. Schauen Sie, ob relative oder absolute Zahlen genannt werden. Mit Prozentzahlen lassen sich viele Dinge dramatischer darstellen, als sie in Wirklichkeit sind. Und vergessen Sie nicht: Mit Statistiken lässt sich alles beweisen – und oft auch das Gegenteil. Passen Sie bei der Interpretation von Zahlen genau auf.

3 Ängste nicht automatisch übernehmen. Lassen Sie sich nicht von reißerischen Überschriften in den Medien oder Social Media zu schnellen Entschlüssen verleiten – informieren Sie sich genau.



Landeanflug auf Los Angeles/USA über der Autobahn. Statistisch gesehen leben Fluggäste wesentlich risikoärmer als Autofahrer.

Die falsche Angst

Risiko Viele Gefahren umgeben uns. Ob Terror, Flugzeugabsturz oder verunreinigte Lebensmittel – die Angst davor hat uns fest im Griff. Aber sollten wir uns nicht eher vor ganz anderen Dingen fürchten?

Am 11. September 2001 kamen in den USA 256 Passagiere in den Flugzeugen ums Leben, mit denen die Terrorattacken durchgeführt wurden. Im folgenden Jahr aber war ein erschreckender Folgeeffekt zu verzeichnen: 2002 zeigte die Statistik einen drastischen Anstieg der Verkehrstoten um 1.600 Personen – etwa 4 Prozent mehr. „Aus Angst mieden viele Menschen Flugzeuge

und fanden die Menschen jetzt Flugreisen als sehr gefährlich. „Paradoxerweise haben wir kaum Angst davor, bei einem Unfall zu sterben, sondern eher davor, zusammen mit vielen anderen umzukommen – wie im Flugzeug oder bei einem terroristischen Anschlag“, sagt Gigerenzer. Dabei wird verdrängt, dass wir den gefährlichsten Teil der Reise – statistisch gesehen – schon hinter uns haben, wenn wir unseren Wagen im Parkhaus am Flughafen abstellen. Ihr Gefühl sagt den Menschen, dass sie am Lenkrad des eigenen Pkw mehr Kontrolle haben als im vom Piloten gesteuerten Flugzeug. „Und ein kontrollierbares Risiko wirkt nicht so gefährlich wie ein unkontrollierbares Risiko“, ergänzt Paul Slovic, Psychologie-Professor an der University of Oregon/USA und einer der führenden Experten für Risikowahrnehmung. Dabei gab es in den ersten Jahren nach den Anschlägen keinen einzigen tödlichen Unfall bei kommerziellen Flügen in den USA.

„Die gefühlte Angst weicht deutlich von der Realität ab, die sich mit Zahlen nachweisen lässt.“

Professor Gerd Gigerenzer
Direktor Harding-Zentrum für
Risikokompetenz, Berlin

und nahmen lieber den eigenen Wagen. Der stärkere Verkehr führte dann zu mehr Verkehrsunfällen. Und somit zu mehr Toten“, erläutert Professor Gerd Gigerenzer, Direktor des Harding-Zentrums für Risikokompetenz, Berlin. Geschockt durch die Attentate emp-

Realitätssinn sieht anders aus

Ob Epidemien, Terroranschläge oder Flugzeugabstürze – der moderne Mensch schätzt Risiken oft höher ein, als sie sind. Er ist in einer emotionalen Schiefelage: ▶

Foto: gettyimages

„Den Menschen fällt es schwer, Risiken richtig einzuordnen. Ihre gefühlte Angst weicht deutlich von der Realität ab, die sich mit Zahlen und Statistiken nachweisen lässt“, sagt Gigerenzer. Der moderne Mensch hat Angst vor Gefahren, die es für ihn gar nicht gibt oder die sehr unwahrscheinlich sind. Denn Gefahren sind das eine, das andere ist die Wahrscheinlichkeit, dass sie tatsächlich eintreten. Ein Löwe ist erst mal gefährlich – doch wenn er in einem Zoo lebt, ist die Gefahr für den Menschen relativ gering.

„Ein kontrollierbares Risiko wirkt nicht so gefährlich wie ein unkontrollierbares.“

Professor Paul Slovic
University of Oregon/USA

„Wir leben risikoärmer denn je, und Gefahren erscheinen uns oft bedrohlicher, als sie tatsächlich sind“, beobachtet Professor Ortwin Renn, Wissenschaftlicher Direktor des Instituts für transformative Nachhaltigkeitsforschung (IASS), Potsdam, der sich ausgiebig mit dem Thema Risikowahrnehmung beschäftigt hat. Paradoxerweise wird diese Angst noch dadurch verstärkt, dass es uns so gut geht und eigentlich alles in Ordnung ist. „Denn das bedeutet natürlich auch, dass wir viel zu verlieren haben“, erklärt Renn. In saturierten Gesellschaften wie den westlichen Industrienationen hätten die Menschen dementsprechend mehr Angst als in weniger entwickelten Gesellschaften, in denen sich die Individuen persönliche Fortschritte versprechen, wenn sie Risiken eingehen.

Irrationalität ist international

Gründe für die falschen Einschätzungen gibt es viele. Gefühle beeinflussen, wie wir Risiken sehen – nicht der Verstand. So werden Wahrscheinlichkeiten anders eingeschätzt, als sie statistisch eintreten. „Die meisten Risikoanalysen im täglichen Leben laufen schnell und automatisch ab. Sie sind von Gefühlen geleitet, die sich aus erfahrungsbasiertem Denken ergeben“, sagt Slovic. Dass wir immer wieder auch unwahrschein-

Top 5: Giftigste Stoffe

Gifte Vier der fünf giftigsten Stoffe stammen aus der Natur, einer aus der Industrie.

Angegeben ist der LD₅₀-Wert

Dies bedeutet: Erhalten Versuchstiere wie Ratten oder Mäuse pro Kilogramm Körpergewicht die unten angegebene Menge des Stoffes, sterben 50 Prozent von ihnen.

1. Botulinumtoxin A (Natur)

Quelle: Bakterium
Clostridium botulinum
0,00000003 mg

2. Tetanustoxin A (Natur)

Quelle: Bakterium
Clostridium tetani
0,000005 mg

3. Diphtherietoxin (Natur)

Quelle: Bakterium
Corynebacterium diphtheriae
0,0003 mg

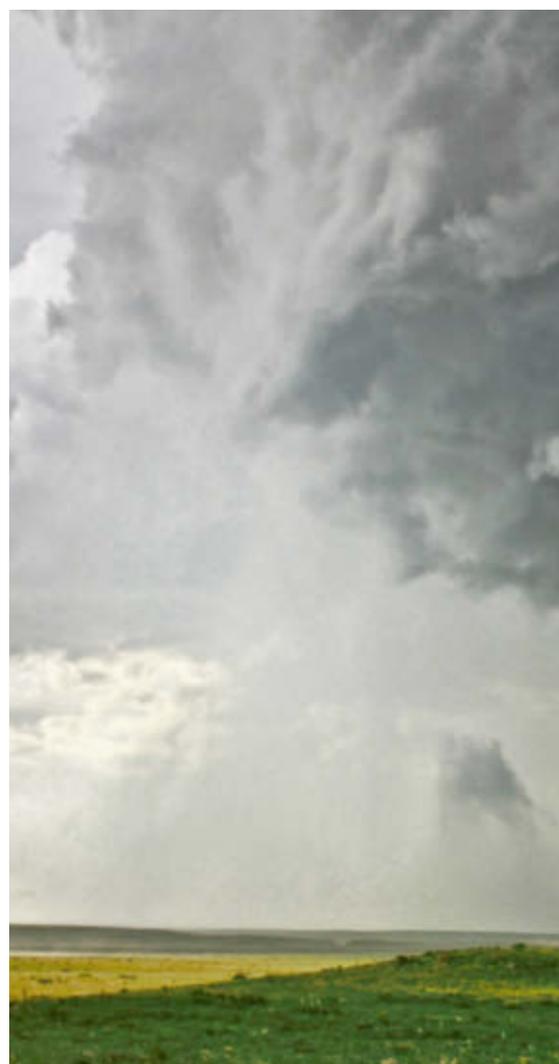
4. Dioxin (synthetisch)

Quelle: Nebenprodukte bei Verbrennungen in der Industrie
0,03 mg

5. Muscarin (Natur)

Quelle: verschiedene Pilzarten
0,2 mg

Quelle: „The Extraordinary Chemistry of Ordinary Things“, Carl H. Snyder, 2003



liche Dinge erleben und Medien uns davon berichten, bestärkt uns in dem Glauben, dass das Unwahrscheinliche vielleicht doch nicht so unwahrscheinlich ist. Ein Denkfehler. Das, vor dem wir uns fürchten, ist höchstwahrscheinlich gerade nicht das, was wir erleben werden.

Auch soziale und kulturelle Faktoren spielen eine wichtige Rolle dabei, was uns ängstigt. Dennoch ist Irrationalität international. Universell gilt: Seltene und spektakuläre Risiken wie etwa Tornados, Flugzeugabstürze oder Terroranschläge werden überschätzt, wahrscheinlichere Todesursachen dagegen gehen unter. Risikoexperte Slovic hat noch weitere Faktoren ausgemacht: Wer ein Risiko freiwillig auf sich nimmt, schätzt es geringer ein als ein aufgezwungenes. Auf die größten Gefahren wird dann mit Gleichmut reagiert. Dazu zählen etwa Bluthochdruck, Übergewicht, Alkoholkonsum und Rauchen. Und fettreiche Ernährung wird zu Unrecht

Von März bis Juli ist das Risiko für Tornados in den USA besonders hoch. Dieser Tornado wütete im Mai 2010 in Campo/Colorado.



Foto: gettyimages, Litera Japan Co, shutterstock

für risikoloser gehalten als gentechnisch veränderte Lebensmittel. „Was Menschen kennen oder zu kennen glauben, macht ihnen häufig keine Angst“, ergänzt Renn. In diese Kerbe schlägt auch, dass die Risiken neuer Technologien vielen mehr Angst machen als die Risiken bekannter Techniken. Doch die Angst vor Unbekanntem oder Technikfeindlichkeit sind keine guten Ratgeber. Denn verantwortlich gehandhabtes Risiko heißt: Neuerungen, Fortschritt und damit Verbesserung der Lebensverhältnisse. Auf diese Auswirkungen zu verzichten bedeutet ein hohes Risiko für eine Gesellschaft. Vorbehalte gegen Unbekanntes zu hegen, ist so mit hohen indirekten Kosten verbunden.

Dabei hat es sogar auch mit moderner Technik zu tun, dass wir Gefahren falsch einschätzen. Heutige Analysemethoden erkennen die kleinsten Verunreinigungen. Wissenschaftler finden mittlerweile im wahrsten Sinne des Wortes die Nadel ▶

Kultur der Angst



Mariko Nishizawa, PhD
Risikoforscherin und
Gründungsdirektorin,
Japan

Risikoeinschätzung Es hängt auch von Kultur und Gesellschaft ab, welche Risiken Menschen fürchten, sagt die japanische Risikoforscherin und Gründungsdirektorin von Litera Japan Co, Mariko Nishizawa.



Risikowahrnehmung ist immer auch vom Kontext abhängig. Hören Menschen in den Nachrichten ständig etwas über die Ausbreitung von Viren, dann glauben sie eher, dass auch sie sich anstecken können. Sind sie dagegen bestimmte Risiken gewöhnt, werden diese als nicht so gefährlich eingestuft. So leben Japaner seit Generationen mit Erdbeben. Deshalb gehen sie mit dem Erdbeben-Risiko viel entspannter um als beispielsweise Deutsche, die das Phänomen Erdbeben kaum aus eigenem Erleben kennen.

Lebensmittelqualität

Japaner dagegen sind sehr empfindlich, was die Qualität ihrer Lebensmittel angeht. Sie mögen keine künstlichen Zusatzstoffe oder -farben in ihrem Essen. Amerikaner jedoch tolerieren künstliche Zusätze, die Lebensmittel haltbarer machen. Auch Hormonbehandlungen für Tiere sind in Japan tabu, ebenso in

vielen europäischen Staaten. In den USA dagegen bekommen die Tiere sie regelmäßig verabreicht. Man sieht also, was Menschen als riskant ablehnen, variiert kulturell.



Neue Technologien

Das wird auch bei technologischen Neuerungen offensichtlich. In Deutschland werden Risiken frühzeitig ausgelotet. Man ist sich bewusst, eine zu 100 Prozent risikofreie Technologie gibt es nicht – und ist daher oft zögerlich und zurückhaltend, wenn es darum geht, neue und unbekannte Wege einzuschlagen. Da mag ein bisschen die „German Angst“ durchschimmern. Die Amerikaner dagegen stehen technologischem Fortschritt sehr offen gegenüber. Und auch in Japan wird High-End-Technik überwiegend geschätzt und schon massiv eingesetzt – von Hochgeschwindigkeitszügen, die pünktlich losfahren, bis hin zum Roboter an der Hotelrezeption.

im Heuhaufen – ein Molekül unter einer Quadrillion anderer. Um es anschaulich zu machen: Es lässt sich mittlerweile ein einzelnes Roggenkorn in einem 20.000 Kilometer langen Güterzug voller Weizenkörner nachweisen. Und natürlich ebenso jede noch so kleine Giftspur – auch wenn sie für den Organismus oft folgenlos ist. Denn die Dosis macht das Gift oder eben das Medikament. So ist Botulinumtoxin, besser bekannt als Botox, der giftigste Stoff, den die Natur produziert. Ein Esslöffel würde ausreichen, um ganz Europa zu vergiften, rechnet die Deutsche Gesellschaft für Neurologie als Gedankenspiel vor. Und doch lassen sich viele Menschen das Nervengift freiwillig unter die Haut spritzen oder nutzen es medizinisch bei Verkrampfungen, Spasmen oder übermäßigem Schwitzen. Denn extrem verdünnt – ein kleines Fläschchen enthält nur ein milliardstel Gramm des Gifts – und fachgerecht angewendet, ist der Nutzen vielfach höher als mögliche Risiken beziehungsweise Nebenwirkungen.

Informationsflut verändert Risikowahrnehmung

Neben einer höheren Analysegenauigkeit verändert auch die Informationsschwemme medienvermittelter Gefahren die Wahrnehmung. Jederzeit stürmen Nachrichten von jedem Punkt der Welt auf uns ein. Diese betreffen den einzelnen Menschen oft nur selten, beeinflussen unsere Risikoeinschätzung dennoch enorm. Insbesondere was Chemikalienfunde in Lebensmitteln angeht, scheint eine Schockwelle die nächste zu jagen. Auch wenn eine kritische Berichterstattung grundsätzlich wichtig ist, erweisen sich viele vermeintliche Lebensmittelskandale mit Augenmaß betrachtet tatsächlich jedoch oft weit jenseits der kritischen Größe, bei der eine Gefahr besteht. Einer der größten Risikofaktoren beim Thema Lebensmittel liegt dagegen wenig öffentlichkeitswirksam im Hygieneverhalten der Verbraucher, worauf das deutsche Bundesinstitut für Risikobewertung immer wieder hinweist. Deutschlandweit ist das Bakterium *Campylobacter* mittlerweile mit mehr als 70.000 dokumentierten Erkrankungsfällen pro Jahr der häufigste Erreger von Darminfektionen – die Dunkelziffer dürfte

Lebensgefahr in Relation

Ein **Mikromort** bezeichnet eine Wahrscheinlichkeit von eins zu einer Million, zu sterben. Diese Maßeinheit für Risiko wird auf Professor Ronald A. Howard, Stanford University/USA, zurückgeführt.

540 Kilometer Auto fahren



1 Mikromort

11 Kilometer Motorrad fahren



1 Mikromort

1 Bergsteiger Tour



3 Mikromort

1 Marathonlauf



7 Mikromort

1 Narkose bei Nicht-Notfall-Operation



10 Mikromort

Ausgewählte Risiken in Großbritannien, Marathonlauf: USA

Quelle: „The Norm Chronicles“, Michael Blastland and David Spiegelhalter, 2013

noch viel höher sein. Doch kaum jemand kennt ihn und auch medial erscheint das krankmachende Bakterium bisher selten. Dabei ist *Campylobacter* auf fast jedem Hühnchen zu finden und besiedelt damit auch die Fleischstücke, die gebraten oder gegrillt werden. Oft reicht es für eine Infektion schon, wenn ein roher Hühnchenschenkel auf den Grill gelegt wird und dieselbe Hand die fertige Bratwurst berührt.

Risiko als Politikum

Je verunsicherter die Bürger, umso schwieriger wird es für die Politik, einen rationalen Kurs zu halten. Das wird bei Aufregertemen wie Lebensmittelsicherheit, Kernkraft oder grüner Gentechnologie immer wieder deutlich. Risikomündigkeit ist ein gutes Rüstzeug gegen eine solche Verunsicherung: „Erst wenn wir lernen, wie wir selber Risiken verarbeiten und aus den Informationen über Risiken die entsprechenden realistischen Rückschlüsse ziehen, haben wir die Mittel dafür, in Zukunft Risiken besser einzuschätzen und angemessener mit ihnen umzugehen“, sagt Renn. Es führt eigentlich kein Weg daran vorbei, betont der Risikoforscher: „Das Risiko gehört zu unserem Leben dazu.“

„Wir müssen lernen, wie wir Risiken verarbeiten, um künftig angemessener mit ihnen umzugehen.“

Professor Ortwin Renn
Wissenschaftlicher Direktor
am Institut für transformative
Nachhaltigkeits-
forschung,
Potsdam

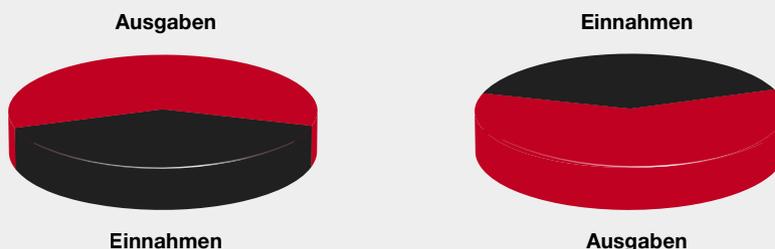


Tricksen mit Zahlen

Manipuliert Der Umgang mit Zahlen bietet viele Möglichkeiten, sie zu verzerren. Gerade auch die grafische Darstellung entscheidet mit, welche Schlüsse wir ziehen. Drei Beispiele, wie Infografiker und Statistiker ihre Aussagen frisieren.

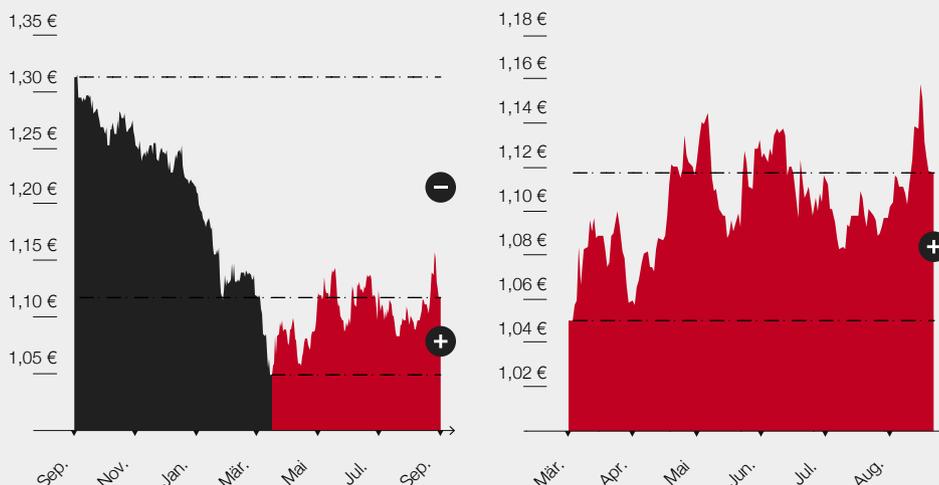
Optische Täuschungen

Torte mit Schlagseite 3D-Diagramme wirken moderner. Aber die Perspektive führt dazu, dass das Größenverhältnis verzerrt wird. Der Anteil der Ausgaben (rot) ist in beiden Grafiken derselbe: 60 Prozent.



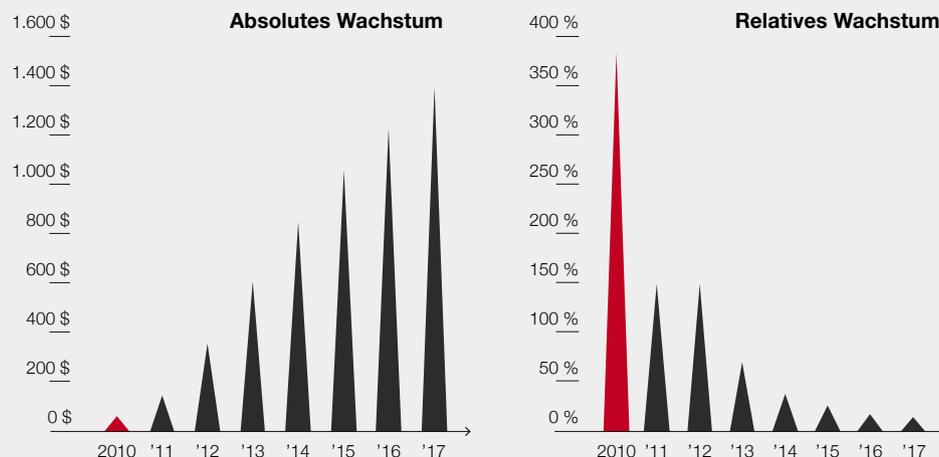
Auf und ab

Charts Häufig wird bei Kursverläufen die Y-Achse abgeschnitten – die Größe der Schwankungen ist so kaum noch nachvollziehbar. Und je nachdem, wie der Startzeitpunkt auf der X-Achse gewählt wird, lässt sich der Trend nach unten oder nach oben manipulieren.



Absolut gewachsen, relativ geschrumpft

Absolut versus relativ Die absoluten Zahlen steigen, doch der prozentuale Zugewinn nimmt von Jahr zu Jahr ab. Absolutes oder relatives Wachstum – der Erfolgskurs eines Unternehmens stellt sich so sehr unterschiedlich dar.



Stille in der Stadt



Reportage New York City ist eine der pulsierendsten, aber auch der lautesten Städte der Welt. Mitten in ihrem Herzen, im Guggenheim-Museum, hat der Künstler Doug Wheeler einen Ort tiefer Stille geschaffen. Wir haben ihn besucht.

Wie fühlt es sich an, die Straßen von New York City hinter sich zu lassen und einen Ort zu betreten, an dem es so ruhig ist, dass man seinen Herzschlag hören kann? Die Installation des Künstlers Doug Wheeler, „PSAD Synthetic Desert III“, die 1971 erdacht, aber erst kürzlich im New Yorker Solomon R. Guggenheim Museum erstmals umgesetzt wurde, bringt die Besucher vom Getöse der Stadt an einen Ort tiefer Stille.

Das Werk wurde so konzipiert, dass es Klang, Licht und Raum in einer „halb echofreien Kammer“ beeinflusst. Es unterdrückte bis auf ganz leise Hintergrundgeräusche jeden Laut. Wheeler verglich den visuellen und akustischen Eindruck von „Synthetic Desert“ mit seiner eigenen Erfahrung in den

Wüsten Nordarizonas in den USA, wo die fast völlige Stille das visuelle Entfernungsempfinden grundlegend beeinflusst. Das, was wir unter Stille verstehen, misst 30 Dezibel. „PSAD Synthetic Desert III“ brachte es auf 5 bis 10 Dezibel – so leise, dass die Besucher ihren eigenen Herzschlag hören konnten. Was war das für eine Erfahrung?

Um zu der Installation zu gelangen, mussten wir die oberste Etage des spiralförmig ansteigenden Guggenheim-Museums erklimmen. An einem unauffälligen Eingang warteten wir, bis wir an der Reihe waren. In der kleinen Nische war eine friedliche, ja beinahe ehrfürchtige Stimmung zu spüren. Ein Museumswärter erklärte uns dann die Regeln: keine elektronischen Geräte, mög-

Basotect®



Absorberstoff Dreiecke, die den Schall schlucken.

Eigenschaften:

Basotect ist ein flexibler Schaumstoff aus Melaminharz, einem schwer entflammaren, formstabilen Kunststoff. Seine offenzellige Struktur wird aus schlanken, leicht verformbaren Stegen gebildet. Diese ermöglichen es, den Schall fast vollständig zu absorbieren. Zusätzlich ist der Schaumstoff ein guter Wärmedämmer.

Anwendungen:

Ob in Gebäuden oder Schwimmhallen, in Fahrstuhlkabinen von Wolkenkratzern, in Autos, Schienenfahrzeugen oder in der Raum- und Luftfahrt – der Schalldämpfer findet vielseitige Einsatzgebiete. Als Wärmedämmer ist der Schaumstoff auch bei Warmwasserspeichern oder Solarkollektoren gefragt.

Das Guggenheim-Museum liegt an der betriebsamen Fifth Avenue in New York.

lichst wenig Bewegungen und kein Sprechen oder Flüstern. In Gruppen von jeweils nur fünf Leuten wurden wir durch eine Reihe von Schallschutzvorräumen geführt, die das Museum vom Installationsort trennten.

Vom geschäftigen Treiben der Stadt in die Stille der Wüste

Der Raum selbst war groß und durch verdeckte Neonröhren dezent beleuchtet. Eine Aussichtsplattform erstreckte sich von einem mit Teppichboden ausgelegten Laufsteg aus an der hinteren Wand entlang. So entstand der Eindruck, auf einem hohen Felsvorsprung oder an der Öffnung einer Höhle zu stehen und in die Ferne zu schauen. Die helle Decke war gewölbt, ohne Ecken und Kanten, was an einen weiten Himmel erinnerte. Hunderte von Pyramiden und Keilen aus Basotect® – einem schallabsorbierenden Melaminharz-Schaumstoff von BASF – bedeckten den Boden, die Rückwand und Teile der Seiten und der Decke. Die Installation machte sich nicht nur die schallabsorbierenden Eigenschaften von Basotect zunutze, sondern auch dessen Vielseitigkeit. „Basotect kann in jede Form gebracht, in jeder Farbe lackiert und sogar in bestimmte Textilien eingewickelt werden, um unterschiedliche Strukturen zu schaffen. Die Gestaltungsmöglichkeiten sind damit praktisch unbegrenzt“, erläutert Doyle Robertson, Basotect-Vertriebsmanager für BASF in Nordamerika. Durch das Zusammenspiel zwischen Beleuchtung und der Geometrie der Pyramiden schaffte „PSAD Synthetic Desert III“ aufsehenerregende negative Räume und Schatten, die an Bäume und Berge oder sogar an Menschen in einer Menge erinnern. Die Winkel waren einheitlich und perfekt. Es fühlte sich an wie ein weiter offener Raum und nicht wie ein mittelgroßes Zimmer in einem Gebäude in New York City.

Einmal im Inneren angekommen, war anfangs noch das gedämpfte Geräusch von Schuhen auf Teppichboden zu vernehmen. Die Mitglieder der kleinen Gruppe verteilten sich und setzten sich schnell hin. Dann war es still. Die einzigen Geräusche waren unser leichtes Atmen und Schlucken. Unser Bewusstsein war dafür geschärft, welchen Raum wir einnahmen und wie wir

Orte der Stille

Selbst in der lauten Welt von heute gibt es noch Orte, die echten Frieden und Ruhe bieten.



1 Eisriesenwelt bei Salzburg/Österreich

Dieses Eislabyrinth von mehr als 40 Kilometern Länge ist wahrscheinlich die größte Eishöhle der Welt. In der unheimlichen Stille und Dunkelheit wirken dramatische Eisformationen wie riesige Wesen.

www.eisriesenwelt.at

2 Makgadikgadi-Pfannen-Nationalpark, Botswana

Die trockene Savanne der Kalahari umgibt dieses Wildreservat. Auf einer der größten Salztonebenen ist der Wind das einzige Geräusch, das man während der Trockenzeit hört.

www.makgadikgadipansnationalpark.com

3 Dhamma Giri – Vipassana International Academy, Igatpuri/Indien

Alle Schüler in diesem Meditationszentrum bewahren das „edle Schweigen“ – eine Stille des Körpers, der Sprache und des Geistes. Die Vipassana-Meditationstechnik ist über 2.500 Jahre alt.

www.giri.dhamma.org



Mehr über Basotect erfahren Sie hier
basf.com/basotect

im Verhältnis zu den anderen Personen im Raum standen.

Der anfängliche Drang, den Aufbau verstehen zu wollen, verflüchtigte sich langsam, während wir unserem Verstand erlaubten, zur Ruhe zu kommen. Da Ablenkungen von der Außenwelt auf ein Minimum reduziert wurden, war die Installation eine Einladung, sich völlig auf die eigenen Sinne zu konzentrieren. Einige Besucher legten sich hin. Es war sehr friedlich.

„Die Welt wird lauter und geschäftiger, deshalb ist es wichtig, ruhigere Orte zu schaffen.“

Jörg Hutmacher

CEO, pinta acoustic, Minneapolis/USA

Eine Wohltat für Körper und Geist

Stillzuhalten und ruhig zu sein, gibt einem die Möglichkeit, wieder zu sich selbst, zu anderen und zu seinem Platz in der Welt zu finden. Ein zunehmend seltenes Erlebnis in der heutigen Welt und doch wesentlich für unser Wohlbefinden. „Die Welt wird lauter und geschäftiger, daher ist es wichtig, ruhigere Orte zu schaffen“, so Jörg Hutmacher, CEO von pinta acoustic, dem Unternehmen, das die Basotect-Pyramiden für die Installation zugeschnitten hat. „Der Mensch vollbringt mehr in einer Umgebung, in der er sich visuell und akustisch wohlfühlt.“

Nach gefühlt sehr kurzer Zeit sagte der Wärter, die 30 Minuten seien vorbei. Wir standen auf und gingen, etwas unsicher auf den Beinen, zurück durch die Schallsperren und ins Museum. Es dauerte eine Weile, bevor jemand etwas sagte. Vielleicht wollten wir den Bann nicht brechen. Als wir die unterste der spiralförmig angelegten Ebenen des Guggenheims erreicht hatten, war das Gleichgewicht wiederhergestellt.

New York City im Juli ist ein unglaubliches Fest aller Sinne. Es war herrlich heiß und feucht, voll, laut, geruchsintensiv und sehr farbenfroh. Mit ein klein wenig Ruhe im Geist schlossen wir uns wieder der Außenwelt an. ■

Diesel: Wie sieht die Zukunft aus?



„Wir denken in Europa sehr kurz-sichtig, weil wir uns auf Dieselkraftstoff konzentrieren. Elektroautos haben keinerlei Auspuffemissionen. Ich glaube, dass sie die treibende Kraft hinter unserer künftigen Mobilität sein sollten.“

Julia Poliscanova

Leiterin des Bereichs Clean Vehicle and Air Quality bei Transport & Environment, Brüssel/Belgien, einer Interessenvertretung, die sich für eine Verkehrspolitik auf Grundlage der Prinzipien nachhaltiger Entwicklung auf EU- und internationaler Ebene einsetzt. Sie war als Beraterin für Energie- und Verkehrsfragen für den Londoner Bürgermeister und das Europäische Parlament tätig.

Zwei Positionen Diesel galt einst als Wunderkraftstoff: effizient, leistungsstark und – wegen der gegenüber Benzin niedrigeren CO₂-Emissionen – als gut für die Umwelt. Doch in letzter Zeit steigt die Zahl der Argumente gegen ihn. Ist er sauber, ist er sicher, hat er eine Zukunft?

„Die neuesten Dieselmotoren sind sauber und effizient. Aber ich glaube, dass wir uns nicht auf eine einzige Energieform konzentrieren können – wir werden Diesel-, Benzin- und Elektroantrieb noch für viele Jahre brauchen.“

Professor Thomas Koch

Direktor des Instituts für Kolbenmaschinen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Vor 2013 hat er in der Nutzfahrzeugmotoren-Sparte der Daimler AG gearbeitet, wo er für die Bereiche Verbrennung, Turboaufladung und Kraftstoffe verantwortlich war. Er war an zahlreichen Innovationen bei Dieselmotoren beteiligt.

Foto: Jonas Rätermann



Im Jahr 2015 wurde bekannt, dass einige Autohersteller bei Diesel-Abgasuntersuchungen getrickst hatten. Dies löste eine breite Debatte über die Umweltverträglichkeit des Kraftstoffs aus. Da Studien die Emissionen von Dieselmotoren mit Atemwegserkrankungen und Krebs in Verbindung brachten, wurde gefordert, Dieselfahrzeuge in mehreren großen europäischen Städten zu verbieten. Zudem wurde das Vertrauen der Öffentlichkeit erschüttert. Kann Diesel die Wende schaffen oder ist seine Zeit abgelaufen? Wir fragen Professor Thomas Koch, Experte für Verbrennungsmotoren vom Karlsruher Institut für Technologie, und Julia Poliscanova, Expertin für saubere Fahrzeuge bei der europäischen Interessenvertretung Transport & Environment, nach ihrer Meinung.

Creating Chemistry: Paris, Stuttgart und Madrid zählen zu den Städten, die Dieselfahrzeuge bis 2025 verbannen könnten. Tun sie das Richtige?

Professor Thomas Koch: Nein, es ist nicht richtig, sie zu verbieten. Moderne Dieselaautos haben einen geringen Einfluss auf Emissionen in Städten. Bei den Investitionskosten mögen sie wahrscheinlich nicht für jedes Fahrprofil die richtige Lösung sein. Allerdings wurde bei der neuesten Generation das Problem der Emissionen von Stickoxid (NO_x) gelöst. Unter typischen Fahrbedingungen stoßen sie deutlich weniger Abgase aus, als die neuen, strengeren europäischen Grenzwerte erlauben – und sogar noch weniger als viele Benzinmotoren. Es stimmt, dass es ältere Autos gibt, die nicht so sauber sind. Die Frage ist jetzt, wie man diese optimieren kann. Das ist ein anderes Thema, als die Dieselseltechnologie zu verbieten.

Julia Poliscanova: Ich stimme zu, dass es in der Zukunft saubere Diesel geben kann. Doch die Wahrheit ist, dass die Dieselaautos der aktuellen Generation, die heute noch auf dem Markt sind, nicht sauber sind. Ihr Abgasausstoß beim Fahrbetrieb in Echtzeit übersteigt die neuen Grenzwerte. Diese Autos werden wahrscheinlich noch weitere 15 Jahre auf den Straßen unterwegs sein. Die Fahrzeuge mit der neuesten Technologie werden frühestens 2019 für den Verkauf zugelassen sein. So ist das Problem im Labor gelöst, aber sicherlich nicht in der Realität. Städte haben einfach keine andere Chance, um für sauberere Luft zu sorgen.

Ein Elektroauto wird an einer Ladestation aufgeladen. (Bild oben)

Am Neckartor in Stuttgart wird Feinstaub gemessen. (Bild unten links)

In vielen Städten werden Umweltzonen eingeführt. (Bild unten rechts)



Die beiden Alternativen zum Diesel, die am häufigsten genannt werden, sind Benzin und batteriebetriebene Elektrofahrzeuge. Sind sie die bessere Wahl?

Koch: Alle Lösungen müssen zu einer Welt der Mobilität beitragen, natürlich ohne irgendwelche Auswirkungen auf die Gesundheit der Menschen. Wenn man viele kurze Strecken innerhalb der Städte zurücklegt, ist ein Fahrzeug mit Benzin, Benzin-Hybrid oder Elektroantrieb eine sehr gute Lösung. Sobald man mehr als 12.000 Kilometer im Jahr fährt, ist Diesel attraktiver. Solange die Technologie gesundheitlich völlig neutral ist, bin ich für jede offen. Ich sehe keinen echten Unterschied mehr – bis auf die Fälle, wo der Strom aus einer Brennstoffquelle mit hohen Treibhausgasemissionen wie Kohle stammt.

Poliscanova: Die neue Generation von Benzinfahrzeugen wird Partikelfilter haben, aber immer noch einige Abgase ausstoßen. Im Gegensatz dazu fallen bei Elektrofahrzeugen keinerlei Auspuffemissionen an. Somit gibt es auf der einen Seite keine, auf der anderen Seite wenige Emissionen. Was die Umweltverträglichkeit des Stroms angeht, wurde in einer Studie im Auftrag der belgischen Universität VUB die Ökobilanz verschiedener Elektrofahrzeuge mit unterschiedlichem Stromerzeugungsmix untersucht und mit der von Dieselfahrzeugen verglichen. Das Ergebnis war, dass Elektrofahrzeuge nur dann schlechter sind als Dieselaautos, wenn sie mit Strom betrieben werden, der ausschließlich aus Kohlekraftwerken kommt. Wir fügen dem Energiemix ständig mehr erneuerbaren Strom hinzu, sodass der Vorteil des Elektroautos weiter zunehmen wird.





Glauben Sie also, dass wir uns in Richtung einer rein elektrischen Zukunft bewegen?

Poliscanova: Wenn es vom Gesetzgeber gewollt ist, wäre es absolut möglich, dass die Autowelt Mitte des Jahrhunderts rein elektrisch ist. Mittelfristig sind Benzinmotoren eine perfekte Kombination, um im ersten Schritt auf Hybrid-Benzin-Fahrzeuge, dann auf Plug-in-Hybridfahrzeuge und schließlich auf vollelektrische Fahrzeuge umzusteigen. Das Reichweitenproblem wurde weitestgehend gelöst – die Vollelektrofahrzeuge, die dieses oder nächstes Jahr auf den Markt kommen, haben alle eine Reichweite von mehr als 200 Kilometern. In den nächsten drei Jahren werden es mehr als 300 Kilometer sein. Die Kosten sinken und es wird in den frühen 2020er-Jahren Elektrofahrzeuge geben, die praktisch uneingeschränkt mit konventionellen Fahrzeugen konkurrieren können. Ich denke, dass es immer noch ein Problem gibt – die Auflade-Infrastruktur. Wir haben aber Zeit, um es zu lösen. Und ich bin auch der Meinung, dass sich die Art und Weise, wie wir Mobilität betrachten, komplett wandelt. Es ist eine dreigleisige Revolution: Sie ist elektrisch, autonom und gemeinschaftlich. Alle drei Elemente werden die Zukunft der Mobilität sein. In dieser Hinsicht ist der Elektromotor ein perfekter Beitrag.

Koch: Ohne Zweifel haben autonomes Fahren und Shared Mobility großes Potenzial für die Zukunft, aber

diese Frage ist von der zu trennen, ob ein Fahrzeug mit Strom oder mit einem Verbrennungsmotor betrieben wird. Ich stimme zu, dass batteriebetriebene Elektroautos eine Lösung sind, aber warum sollte man nur diese Technologie fördern? Es gibt einige echte Nachteile: das Gewicht der Autos, die Reichweite, die Stromerzeugung durch fossile Energieträger und die Kosten der Infrastruktur, die über Steuern und Gebühren an den Verbraucher weitergegeben werden. Stellen Sie sich außerdem vor, wir wären nicht in der Lage, die Energie für den Verkehr, die heute im Wesentlichen auf Flüssigtreibstoffen beruht, von der Energie für andere Zwecke zu trennen. Überlegen Sie, wie verletzlich unsere gesamte Wirtschaft wäre, wenn es einen Zusammenbruch gäbe. Ich glaube, wir werden Diesel-, Benzin- und Hybridmotoren noch lange Zeit brauchen.

„Die Dieselsechnologie wird in Verbindung mit der Hybridisierung die nächste Stufe erreichen und weiter verbessert werden.“

Professor Thomas Koch

In welchen Bereichen wird Diesel auch künftig ein wichtiger Bestandteil des Treibstoffmixes sein?

Koch: Insbesondere beim Lkw-Fernverkehr werden Dieselmotoren auch weiterhin die beste Umweltbilanz bieten, aber auch bei mittleren und langen Entfernungen mit Autos. Bei einer normalen Limousine ist Diesel einfach der bessere Antrieb, denn seine CO₂-Emissionen sind 10 bis 20 Prozent niedriger als die von Benzin und liegen unter denen eines Benzin-Hybrid-Motors. Wird die gesamte Produktion von Diesel vom Bohrloch bis zur Tanksäule (Well-to-Tank) sowie vom Kraftstofftank bis zum Rad (Tank-to-Wheel) berücksichtigt, verursacht der Dieselmotor erst recht eine niedrigere CO₂-Belastung als der Benziner. Kurz gesagt: Wir brauchen ihn.

Poliscanova: Es stimmt, auf den Kilometer gerechnet ist ein Dieselmotor effizienter als ein Benziner. Aber in den vergangenen Jahren ließ sich beobachten, dass Benzinmotoren aufgeholt haben. Der Unterschied bei den CO₂-Emissionen ist heute sehr gering, vor allem bei kleineren Autos. Diesel fördert demgegenüber das falsche Verbraucherverhalten, indem er die Menschen insbesondere in Europa ermuntert, größere Autos zu kaufen. Das macht die Vorteile zunichte. Was Lastwagen angeht, wird Diesel weiter eine Rolle spielen, aber langfristig gibt es andere Lösungen. Es werden vielleicht wegen des Batteriegewichts nicht alle Lastwagen elektrisch fahren, aber andere Möglichkeiten sind etwa ▶

E-Autobahnen, auf denen Lastwagen über elektrische Oberleitungen angetrieben werden.

Wie schätzen Sie die Wartungs- und Betriebskosten bei den verschiedenen Antrieben ein?

Poliscanova: Laut Europäischem Verbraucherverband werden Elektrofahrzeuge zur zunehmend besseren Lösung, wenn man sich die Gesamtbetriebskosten ansieht. Eine kürzlich aktualisierte Untersuchung von Element Energy hat ergeben, dass sie in den nächsten paar Jahren mit konventionellen Autos gleichziehen werden. Wer die Verträge für Leasing – ein wichtiger Teil des Markts – betrachtet, wird feststellen, dass Elektrofahrzeuge bereits jetzt mit Dieselfahrzeugen gleichauf liegen. In den frühen 2020er-Jahren wird dies auch für Privatfahrzeuge gelten. Aus Verbraucherperspektive denke ich, dass das einzig verbleibende Problem mit Elektrofahrzeugen die Tatsache ist, dass nicht genug Modelle auf dem Markt sind. Gäbe es mehr, würden die Verbraucher heute mehr Elektroautos kaufen.

„In den vergangenen Jahren haben Benzinmotoren gegenüber Dieselmotoren aufgeholt. Der Unterschied bei den CO₂-Emissionen ist heute sehr gering.“

Julia Poliscanova

Koch: Die Gesamtbetriebskosten von Elektrofahrzeugen sind immer noch höher als beim Diesel. Unter vielen Betriebsbedingungen sind sie nicht wettbewerbsfähig. Zudem würden batteriebetriebene Elektrofahrzeuge ohne die Steuereinnahmen von Benzin und Diesel – in Deutschland sind das etwa 36 Milliarden € – unter Druck geraten. Allerdings betrachte ich wie bereits erwähnt die elektrische Lösung als eine andere interessante Herangehensweise, die für bestimmte Anwendungen sinnvoll ist. Ich würde mich über wettbewerbsfähige batteriebetriebene Fahrzeuge freuen. Doch Diesel wird noch eine lange Zeit eine sehr attraktive, verbraucherfreundliche Option bleiben.

Staatliche Anreize und Steuern beeinflussen die Entscheidungen der Verbraucher. Was würde passieren, wenn einheitliche Wettbewerbsbedingungen bestünden?

Koch: Würde man die Subventionen für Elektroautos reduzieren, geriete diese Technologie auf jeden Fall stärker unter Druck. Ich bin auch der Meinung, dass Elektroautos für städtische Mobilität ein interessanter Ansatz und Vollelektrofahrzeuge bis zu einem gewissen

Maße sinnvoll sind. Der Staat sollte Umweltstandards vorgeben und dem Markt dann erlauben, Fahrzeuge anzubieten, die diesen Standards gerecht werden, anstatt festzulegen, welche Technologie wir verwenden. Die Dieseltechnologie wird in Verbindung mit der Hybridisierung die nächste Stufe erreichen und weiter verbessert werden. Diesel wird noch für Jahre unabhängig vom Steuerniveau eine attraktive Alternative für die Verbraucher und unsere umweltverträglichste Fortbewegungsmöglichkeit sein.

Poliscanova: In Europa hat die niedrigere Besteuerung von Diesel zur Folge, dass Dieselaautos etwa 50 Prozent der Neuverkäufe ausmachen. Wenn man sich aber die Märkte anschaut, wo Diesel nicht subventioniert wird, liegt der Absatzanteil bei weniger als 5 Prozent. In den USA sind es weniger als 1 Prozent und in China unter 2 Prozent. Würde kein Treibstoff subventioniert, wäre die größte Veränderung, die wir in Europa sähen, dass die Dieselnachfrage sinken würde. Stattdessen würden kleinere Kompaktfahrzeuge für den Stadtverkehr gebaut. Mehr braucht man in europäischen Städten nicht.

Was ist Ihr Fazit?

Poliscanova: Das größte Manko von Diesel ist die notwendige Komplexität, ihn zu reinigen. Ja, wir können eine weitere technische Lösung, eine weitere Abgasnachbehandlung, ein weiteres Rohr, einen weiteren Katalysator oder einen weiteren Sensor hinzufügen. Aber Diesel an sich ist einfach sehr kompliziert und das macht ihn teuer. Im Vergleich dazu sind Elektrofahrzeuge unkompliziert und pflegeleicht. Außerdem gibt es ein Problem bei der Wettbewerbsfähigkeit: 70 Prozent der leichten Nutzfahrzeuge mit Dieselantrieb weltweit werden in Europa verkauft. Der Anteil in den USA und China liegt bei unter 1 Prozent. Man kann die Tatsache nicht ignorieren, dass andere Wirtschaftsräume der Welt nicht den Weg des Diesels gehen. Meine persönliche Überzeugung ist, dass die Zukunft elektrisch ist.

Koch: Ich frage mich, warum die Gegner der Dieseltechnologie bei ihrer Argumentation so viele Fakten ignorieren. Aber in einem Punkt sind wir uns nicht uneins: Was wir heute praktizieren, ist nicht umweltfreundlich – wir importieren fossilen Kraftstoff und verbrennen ihn hier in Europa. Stattdessen müssen wir vollständig synthetische Kraftstoffe entwickeln – Kohlenwasserstoffe, die zu 100 Prozent umweltfreundlich sind. Wir haben begonnen, daran zu arbeiten, und es ist der richtige Weg, auf dieser wichtigen Technologie aufzubauen. Momentan ermöglichen erschwingliche Dieselfahrzeuge die Freiheit, zu jeder Zeit bei jedem Wetter schnell überall hinzufahren – bei minus 15 Grad Celsius oder bei plus 40 Grad Celsius. Das ist ein Menschheitstraum. ■

BASF-Standpunkt

Warum wir Diesel immer noch brauchen

Die Zukunft der Mobilität wird eines Tages vielleicht elektrisch sein. Wir glauben aber, dass Diesel noch eine wichtige Rolle zu spielen hat. Deshalb unterstützen unsere Lösungen aus der Chemie die Entwicklung verschiedener sauberer Technologien, von den jüngsten Dieselmotoren bis hin zu batteriebetriebenen Elektrofahrzeugen.

Wenn man die aktuellen Schätzungen zur globalen Erwärmung ernst nimmt, brauchen wir den Dieselmotor. Er zeigt einen klaren Vorteil gegenüber Benzinmotoren beim CO₂-Ausstoß und bei der Kraftstoffeffizienz. Hinzu kommt, dass die neuesten Dieselmotoren die saubersten aller Zeiten sind: Den Abgasen werden 99 Prozent der Stickoxide (NO_x) und des Feinstaubes entzogen. Das gilt nicht nur unter Laborbedingungen: Innerhalb der Europäischen Union sind seit 2017 neue Tests im realen Fahrbetrieb (Real Driving Emission) vorgeschrieben. Hierbei werden alle neu zertifizierten Fahrzeuge unter echten Fahrbedingungen getestet, um sicherzustellen, dass die neuen Dieselfahrzeuge nicht nur im Testlabor, sondern auch beim Fahren auf der Straße sauber sind.

Glücklicherweise sind diese strengen Standards bereits erreichbar, unter anderem durch die Leistungen von Chemikern und Ingenieuren der BASF. Unsere Katalysatoren-Technologien und Abgasnachbehandlungen helfen neuen Fahrzeugen, die härtesten Umweltprüfungen zu bestehen.

Sauberer Diesel als Teil des Mobilitätsmixes

Ich glaube aber fest daran, dass in Zukunft batteriebetriebene Elektrofahrzeuge einen bedeutenden Marktanteil erreichen und somit eine wichtige Rolle im künftigen Mobilitätsmix spielen werden. Auf absehbare Zeit werden Reichweite, Batteriegewicht und Leistung jedoch weiter dafür sorgen, dass sich der Einsatz von reinen Elektrofahrzeugen auf kurze Pendelstrecken und leichte Nutzfahrzeuge beschränkt. Ebenso werden die Kosten noch für einige Zeit ein Hemmschuh sein. Um den Gesamtbetriebskosten eines Verbrennungsmotors entsprechen zu können, müssten die



Im Motorenlabor von BASF in Hannover werden Funktionalität und Dauerhaltbarkeit künftiger Katalysatoren-Technologien getestet.

99%

des NO_x und Feinstaubes wird den Abgasen durch die neuesten Dieselmotoren entzogen.

Frank Mönkeberg

Dr. Frank Mönkeberg ist Head of Application Engineering für Europa bei BASF in Hannover.



Batteriekosten erheblich sinken. Auch hier leistet BASF einen wichtigen Beitrag, um diese Ziele zu erreichen. Das Unternehmen produziert fortschrittliche Kathodenmaterialien für Lithium-Ionen-Batterien und forscht außerdem an Konzepten für Batteriematerialien der nächsten Generation, darunter die Lithium-Schwefel-Technologie.

Die Technologie der Elektrofahrzeuge steckt nach wie vor in den Kinderschuhen. Daher brauchen wir sauberen Diesel als Teil des Mobilitätsmixes, vor allem, wenn wir das Ziel des Pariser Klimaabkommens, die Erderwärmung auf 2 Grad Celsius zu beschränken, erreichen wollen. Es ist schön, an eine elektrische Zukunft zu denken. Aber wenn wir eine lebenswerte Zukunft wollen, brauchen wir eine ganze Reihe an saubereren Technologien. Und anstatt auf eine Elektromobilitätsrevolution zu hoffen, ist es sinnvoller, alle bereits vorhandenen Optionen zu nutzen. Synthetische (CO₂-neutrale) Kraftstoffe beispielsweise könnten auch eine wichtige Rolle bei der Erreichung der globalen CO₂-Ziele spielen.

Die Zukunft der Mobilität muss nachhaltig sein. Wie wir dieses Ziel erreichen, muss Gegenstand einer andauernden tatsächlichen Debatte sein. In der Zwischenzeit werden unsere Technologien auch künftig verschiedene saubere Optionen ermöglichen, sodass der Verbraucher diejenige auswählen kann, die seinen Bedürfnissen am besten gerecht wird. ■

Das zweite Leben

Blick um die Welt Für den einen ist es Abfall, für den anderen eine wichtige Ressource: Wir zeigen Produkte, die Weggeworfenes als ungewöhnliche Rohstoffe nutzen.



BRÜSSEL

1. Recycling ohne Ende

In Entwicklung Sport Infinity will eine neue Generation von Sportschuhen schaffen, die nicht weggeworfen werden, sondern bei denen jedes Gramm unendlich oft wiederverwertet wird. Der zerkleinerte Ausgangsstoff soll zusammen mit einer Verstärkung aus Recyclingmaterial anderer Branchen, wie etwa Kohlefasern aus dem Flugzeugbau, zu neuen Produkten geformt werden – ohne Zusatz von Klebemitteln. Zudem sollen die zu entwickelnden abfallbasierten Werkstoffe es ermöglichen, individuell anpassbare Sportartikel aus Kunststoff in nur einem Verfahrensschritt herzustellen. An dem von der Europäischen Kommission finanzierten Projekt sind zehn Partner aus Industrie und Wirtschaft beteiligt, unter ihnen BASF.

on.basf.com/sportinfinity_d

WEINFELDEN

2. Wenn Brotreste zu Bier werden

Im Handel Dominic Meyers sorgt mit seinem Bier dafür, dass weniger Lebensmittelreste weggeworfen werden. Er sammelt unverkauftes Brot aus Bäckereien, trocknet und mahlt es und braut dann mit Wasser, Hefe, Hopfen und Gerstenmalz daraus Bier. Das Brot ersetzt nach seinen Angaben bis zu einem Drittel des Braumalzes. 8 Tonnen ergeben etwa 1.000 Hektoliter „Damn Good Bread Beer“, wie sich das Spezialgetränk nennt: „Verdammt gutes Brotbier“.

www.breadbeer.ch



SANTIAGO DE CHILE

3. Skateboard aus alten Geisternetzen

Im Handel Herrenlos herumtreibende Fischernetze sind eine tödliche Gefahr für Fische, Delfine und Seevögel. Drei US-amerikanische Surfer haben eine Verwendung für dieses gefährliche Treibgut gefunden: Skateboards. Um ihre Idee zu verwirklichen, haben sie 2014 in Chile das Start-up Bureo gegründet und Sammelstationen in chilenischen Küstenorten errichtet. Dort können Fischer ihre alten Netze abgeben, anstatt sie über Bord zu werfen. In einer Recycling-Fabrik in Santiago de Chile werden die Netze dann zu Plastikgranulat geschreddert und weiterverarbeitet.

www.bureo.co



Herrenlose Fischernetze

Die Welternährungsorganisation FAO geht davon aus, dass sich derzeit insgesamt 640.000 Tonnen Fischernetze und andere Fischereierüstensilien in den Weltmeeren befinden und sie etwa 10 Prozent aller Meeresabfälle ausmachen.

Foto: repurposeschoolbags, Olympic Movement

SANDTON

4. Schultaschen aus Altplastik

✓ Im Handel Der Weg zur Schule ist für Kinder im ländlichen Südafrika oft lang und verläuft entlang stark befahrener Straßen. Die zu 100 Prozent aus recyceltem Kunststoff bestehenden Schultaschen von Repurpose Schoolbags erleichtern benachteiligten Schülern, die ihre Bücher sonst in alten Plastiktüten tragen würden, das Leben. Die intelligent gestalteten Rucksäcke sind nicht nur umweltfreundlich: Sie haben auch reflektierende Streifen, um die Sichtbarkeit und Sicherheit im Straßenverkehr zu verbessern. Nach der Schule können sie zudem als Lichtquelle eingesetzt werden. Eine Solarzelle wird zu einer Schreibtischlampe, die bis zu 12 Stunden Licht zum Lesen und für die Hausaufgaben spendet – eine große Hilfe für Schüler, die zu Hause keinen Strom haben.



www.repurposeschoolbags.com

TOKIO

5. Elektroschrott wird medaillenreif

• In Planung Gold, Silber, Bronze aus Schrott: Sämtliche der 5.000 Olympiamedaillen in Tokio sollen zum ersten Mal komplett aus Recycling-Metall sein. Genauer: aus Handy- und Elektroabfällen. 8 Tonnen Edelmetalle werden nach Auskuff des Organisationskomitees dafür benötigt. Zum Vergleich: In einer Tonne

Handys sind rund 300 Gramm Gold, 3 Kilogramm Silber und über 140 Kilogramm Kupfer verbaut. Seit April 2017 werden im ganzen Land rund 2.000 Sammelboxen in ausgewählten Mobilfunkgeschäften aufgestellt, in die die Japaner ihre ausrangierte Elektronik werfen können.

www.tokyo2020.jp/en/



Herausforderung Palmöl

Palmöl Es findet sich in fast allem – von Pizza und Margarine bis hin zu Kosmetik und Waschmittel. Die Nachfrage nach Palmöl ist schnell gestiegen – doch Regenwälder, Tiere und die örtliche Bevölkerung zahlen einen hohen Preis. Während die Branche daran arbeitet, die Nachhaltigkeit zu verbessern, stellen wir die Frage, welche Fortschritte erzielt wurden und was als Nächstes passieren muss, um Umwelt und Bevölkerung zu schützen.

„Ich habe den Kampf der älteren Generationen gegen Unternehmen beobachtet, die den Wald übernehmen und daraus Ölpalmenplantagen machen wollten. Jetzt bewahre ich den Wald für zukünftige Generationen.“ Arifin ist Waldhüter in der indonesischen Provinz Kalimantan Barat. Abholzung, die Vertreibung der Bevölkerung, die Zerstörung des natürlichen Lebensraums seltener Arten – die Auswirkungen der Palmölproduktion hat in den vergangenen Jahren große öffentliche Sorge bis hin zu Aufrufen für den Boykott von Palmölzeugnissen ausgelöst. Dennoch ist Palmöl das am häufigsten verwendete Pflanzenöl der Welt. Es findet sich in der Hälfte aller verpackten Produkte. In den zehn Jahren von 2003 bis 2013 hat sich die globale Nachfrage nach Palmöl mehr als verdoppelt und steigt seitdem weiter an. Kein Wunder: Es ist vielseitig, leicht zu verarbeiten und die Erträge pro Hektar Land sind viel höher als bei Sonnenblumenöl, Rapsöl oder anderen Pflanzenölen. Es hilft dabei, eine

wachsende Weltbevölkerung zu ernähren, und bietet Millionen Kleinbauern Arbeit. Darüber hinaus hat Palmkernöl auch einzigartige chemische Eigenschaften, die es zu einem wichtigen nachwachsenden Rohstoff machen.

Ein drängendes Dilemma

Wie lässt sich mit der wachsenden Nachfrage Schritt halten und dennoch die Umwelt schützen und die Rechte der einheimischen Bevölkerung respektieren? Ein Fortschritt war das Zertifizierungsverfahren des Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO). Doch nach wie vor stammen gut 80 Prozent des Palmöls in der globalen Lieferkette aus nicht zertifizierter Produktion. Was muss als Nächstes geschehen? Wir fragen die wichtigsten Akteure der Wertschöpfungskette, wie man diese Herausforderung meistern kann.

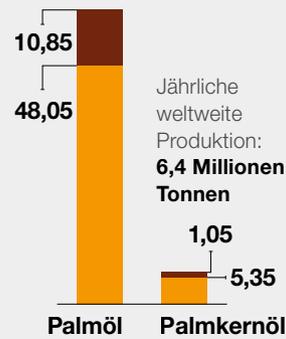
Fortschritt in Richtung Nachhaltigkeit

Die Menge an Palmöl, das als nachhaltig zertifiziert ist, steigt stetig. Die Verfügbarkeit von zertifiziertem Palmkernöl reicht allerdings bei Weitem noch nicht aus, um die weltweite Nachfrage zu decken. Palmöl findet breite Verwendung in Nahrungsmitteln und als Ausgangsstoff für Biokraftstoff. Palmkernöl kommt vornehmlich in Seifen, Kosmetik, Kerzen und Waschmitteln zum Einsatz.

Ölproduktion 2016

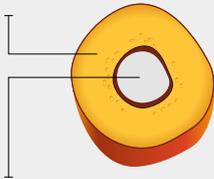
- als nachhaltig zertifiziert
- nicht zertifiziert

Jährliche weltweite Produktion:
58,9 Millionen Tonnen



Palmfrucht

Das Fruchtfleisch muss binnen 24 Stunden verarbeitet werden.



Ein Sechstel der Frucht besteht aus Palmkernen. Sie sind sehr hart, können transportiert und unabhängig vom Fruchtfleisch weiterverarbeitet werden.

Quellen: Schätzung BASF, RSPO Impact Report 2017, Oil World

Der Einzelhändler

Es beginnt im Supermarkt, etwa bei ALDI SÜD: Dort enthalten viele der Produkte, die von den Kunden jeden Tag gekauft werden, Palmöl oder Bestandteile, die daraus hergestellt wurden.

„Das meiste Palmöl, das wir verwenden, befindet sich in Nahrungsmitteln. Die Umstellung auf andere Öle ist oft nicht nachhaltiger, es verlagert das Problem nur. Seit 2015 sind alle Nahrungsmittel unserer Hausmarke in Deutschland, Österreich, der Schweiz, dem Vereinigten Königreich, Irland und Australien gemäß einem von drei RSPO-Lieferkettenmodellen zertifiziert. In anderen Ländern, in denen die Verfügbarkeit von zertifiziertem Palmöl weiterhin nur begrenzt ist, arbeiten wir daran, dieses Ziel bis Ende 2018 zu erreichen. Wir etikettieren viele Produkte im Geschäft nicht mit dem RSPO-Zertifikat. Einige enthalten nur winzige Mengen und die Verbraucher sind bereits mit diversen Siegeln konfrontiert. Da wollen wir nicht unnötig welche hinzufügen. Außerdem

ist Palmöl nur eines der Themen, mit denen wir uns beschäftigen. Wir haben ein Team von über 40 Leuten, die an Fragen der Unternehmensverantwortung arbeiten. Am Ende wollen wir, dass unsere Kunden darauf vertrauen, dass wir ihnen Produkte liefern, die nachhaltig sind. Das sollte die Basis sein. Wir streben einen Anteil von 100 Prozent an nachhaltigem Palmöl in allen Produkten an. Tatsächlich sind die letzten 20 Prozent immer schwer. Die Frage ist, wie weit man den Markt entsprechend bewegen kann. Die Zusammenarbeit mit Zulieferern und das Engagement in Multi-Stakeholder-Initiativen ist entscheidend, doch auch die vorwettbewerbliche Zusammenarbeit mit anderen Händlern ist sehr wichtig, da wir alle vor den gleichen Herausforderungen stehen.“

„Wir wollen, dass unsere Kunden darauf vertrauen, dass wir ihnen Produkte liefern, die nachhaltig sind.“

Mareike Felix
ALDI SÜD

Mareike Felix

Managerin Corporate Responsibility International, ALDI SÜD, Mülheim an der Ruhr



Der Hersteller

Der Hersteller von Schönheitsprodukten L'Oréal verwendet Palmöl und dessen Derivate, um Erzeugnisse wie Lippenstifte und Shampoo zu produzieren. Damit sichergestellt wird, dass seine Produkte nicht zur Abholzung beitragen, verfolgt das Unternehmen Palmölderivate bis zu ihrem Ursprung zurück.

„Wir möchten unseren Kunden versichern, dass das, was ihnen wichtig ist, auch uns am Herzen liegt. Palmöl steht weit oben auf der Liste. Wir sehen es als unsere Verantwortung, mit unseren Lieferanten zusammenzuarbeiten und ein Motor für Veränderung zu sein. Im ersten Schritt müssen wir wissen, woher unser Palmöl stammt. Daher haben wir viel in die Rückverfolgbarkeit investiert. Das bedeutet, dass wir vor Ort mit unabhängigen Organisationen zusammenarbeiten, um es zurückzuverfolgen und die Quelle nach ökologischen und gesellschaftlichen Gesichtspunkten zu bewerten.“

„Es liegt in unserer Verantwortung, mit unseren Lieferanten zusammenzuarbeiten und ein Motor für Veränderung zu sein.“

Alexandra Palt
L'Oréal

Nichts ist so wertvoll, wie sich vor Ort zu begeben. Die größte Herausforderung ist die gewaltige Zahl an beteiligten Akteuren von dem Zeitpunkt an, an dem die Frucht gepflückt wird, bis zu dem, wenn sie zu uns kommt. Wir haben noch nicht die hundertprozentige Rückverfolgbarkeit erreicht – es ist ein laufender Prozess. Doch je mehr wir wissen, desto mehr Einfluss können wir nehmen. Heute erwarten die Verbraucher dieses Niveau an Transparenz. Das ist es, was die Händler von uns verlangen und was wir von unseren Lieferanten verlangen. Als Nächstes braucht es einen gemeinsamen Willen, den Wandel in der Branche hin zu einer abholzungsfreien und verantwortungsbewussten Palmölproduktion voranzutreiben.“

Alexandra Palt
Chief Corporate Responsibility
Officer, L'Oréal,
Clichy/Frankreich



Das Chemieunternehmen

BASF bietet Inhaltsstoffe, die zur Herstellung von Kosmetika sowie Reinigungs- und Körperpflegeprodukten verwendet werden. Ein wesentlicher Rohstoff für diese Inhaltsstoffe ist Palmkernöl.

„Die Nachfrage nach Naturkosmetik und Körperpflegeprodukten hat in den letzten zehn Jahren einen Boom erlebt. Wenige Leute realisieren, dass diese Erfolgsgeschichte in großen Teilen auf Palmkernöl beruht. Um zu verstehen, warum das so ist, muss man tief in die Chemie eintauchen. Verglichen mit anderen Pflanzenölen verfügt es über nahezu einzigartige Reihen von miteinander verbundenen Kohlenstoffatomen – die C-Ketten. Die mittellangen Ketten sorgen für schäumende Effekte, die kurzen Ketten sind perfekt für feuchtigkeitsspendende und glättende Effekte. Wir trennen das Öl in die verschiedenen langen C-Ketten auf und fügen funktionelle Gruppen hinzu, um die gewünschte Wirkung zu erhalten. Das Öl durchläuft bis zu zehn verschiedene Verfahren, bis man den endgültigen Inhaltsstoff erhält – sei es ein Tensid oder ein Weichmacher für Feuchtigkeitscremes. So können wir Inhaltsstoffe für Naturkosmetik auf Grundlage nachwachsender Rohstoffe anbieten. Doch ein weiterer Schritt ist erforderlich, um diese nachwachsenden Rohstoffe nachhaltig zu machen: die Zertifizierung. Dies gibt den Anwendern die Gewissheit, dass das Öl aus Plantagen und Fabriken kommt, die Wälder, Artenvielfalt und die Rechte der dort lebenden Menschen schützen. Es ist nötig, dass alle Stakeholder den RSPO-Standard mittragen und dessen Regeln strengstens umsetzen. Unser oberstes Ziel ist es, nur zertifiziertes und nachhaltiges Palmkernöl in der Wertschöpfungskette zu haben.“

„Unser oberstes Ziel ist es, nur zertifiziertes und nachhaltiges Palmkernöl in der Wertschöpfungskette zu haben.“

Xavier Susterac
BASF Personal Care Europe

Xavier Susterac
Senior Vice President BASF
Personal Care Europe,
Düsseldorf und Monheim



Das Wachstumsdilemma

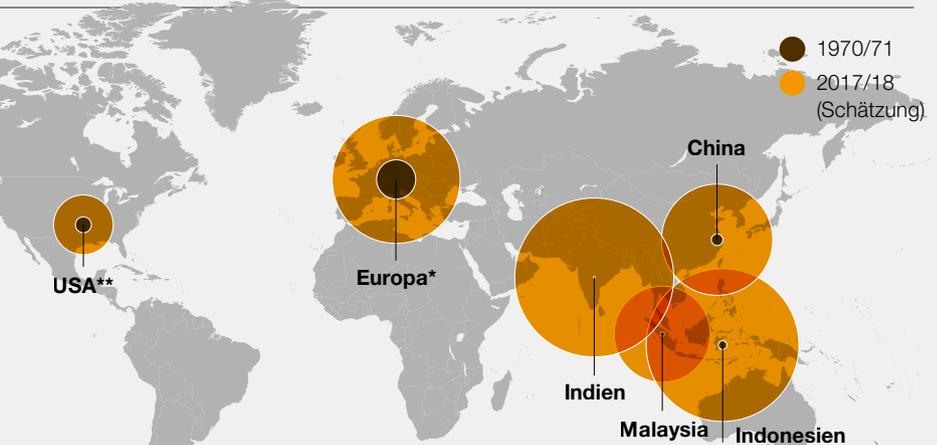
Nachgefragt Der weltweite Verbrauch von Palmöl und Palmkernöl ist schnell von etwa 4 Millionen Tonnen in den späten 1970er-Jahren auf derzeit rund 70 Millionen Tonnen angestiegen. Ursachen dafür waren vor allem das Bevölkerungswachstum sowie Veränderungen im Verbraucherverhalten und der Energiepolitik.

Hauptverwender

Verbrauch Bevölkerungswachstum, steigende Einkommen und Verstädterung, der Ersatz von Pflanzenölen mit geringerem Ertrag und seine Verwendung in Biokraftstoff haben die Nachfrage nach Palmöl angekurbelt. Der weltweite Palmölverbrauch hat sich seit den 1960er-Jahren alle zehn Jahre verdoppelt. 2007 wurde Palmöl zum weltweit marktbeherrschenden Pflanzenöl.

* 1970/71: Belgien, Luxemburg, Dänemark, Frankreich, Westdeutschland, Irland, Italien, die Niederlande, Schweden, Vereinigtes Königreich
2017/18: EU

** Der Palmölverbrauch ist in den USA relativ niedrig, weil stattdessen andere Pflanzenöle verwendet werden.



Landnutzung

Wachstumsgrenze 95 Prozent der bestehenden Palmölplantagen befinden sich innerhalb des 10. Breitengrads nördlich und südlich des Äquators. Zwar steigt derzeit die Produktivität, doch die Wachstumsraten könnten sinken: Wissenschaftler gehen davon aus, dass das Klima in vielen tropischen Regionen für die Ölpalmenzucht nicht mehr passen wird, insbesondere nach 2050.

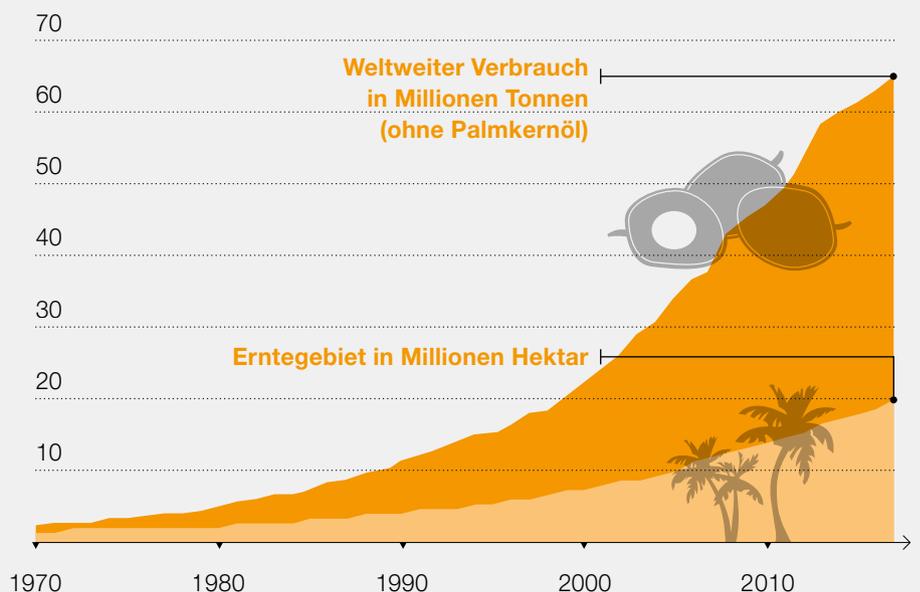
2050

Schätzungen zum Wachstum

Weltbevölkerung: über 9 Milliarden

Notwendige Steigerung der Nahrungsmittelproduktion: 70 Prozent mehr als 2005

Palmölnachfrage: Bis 2050 könnten weltweit 264 bis 447 Millionen Tonnen benötigt werden. Indonesien könnte ungefähr die Hälfte der Nachfrage decken.



Grafik: gettyimages, ASCS

Quellen: United States Department of Agriculture; BASF estimates; RSPO Impact Report 2016; USDA 2011; Afriyanti et al., 2016; Paterson et al., 2017; FAO, 2009; Corley, 2009; Oil World Global Research and Analysis

Der Plantagenbesitzer

Golden Agri-Resources ist der führende Palm-ölkonzern in Indonesien und einer der größten Palmölproduzenten der Welt.

„Viel Druck, die Umwelt zu schützen, kommt von Kunden aus der EU und Nichtregierungsorganisationen, aber für uns ist es eine Arbeitsrealität. Man kann nicht langfristig in der Agrarwirtschaft tätig sein, wenn man sich nicht um die Umwelt kümmert, auf die man für den Anbau seines Naturprodukts angewiesen ist. Und wenn man in den örtlichen Gemeinden Misstrauen und Missgunst nährt, wird man nicht erfolgreich sein. Die Palmen stehen dort 20 bis 28 Jahre. Man muss es aus einer langfristigen Perspektive betrachten. 2016 haben wir gesagt, wir würden unser Palmöl bis zu seinem Ursprung zurückverfolgen. Es wird nicht leicht sein, unsere Zusage einzuhalten. Wir beschäftigen 170.000 Menschen in ganz Indonesien und haben mit Tausenden unabhängigen Bauern zu tun, viele ohne E-Mail-Adresse oder Mobiltelefon. Und doch wollen wir, dass sie verstehen, worum es bei diesen Anforderungen geht und sie inspirieren. Wir sind auch an komplizierten Verhandlungen mit Menschen aus örtlichen Gemeinden beteiligt, die sehr arm sind und die die Abtrennung eines Naturschutzgebiets als Hürde für ihre eigene Entwicklung sehen. Eine Zustimmung, die auf fundierten Informationen beruht, ist unverzichtbar. Es freut uns, zu sehen, dass andere in der Branche ebenfalls in diese Veränderungen investieren. Es gibt eine echte Dynamik und einen Wunsch, zusammenzuarbeiten, um Nachhaltigkeit zu erreichen.“

„Wenn man in den örtlichen Gemeinden Misstrauen und Missgunst nährt, wird man nicht erfolgreich sein.“

Anita Neville
Golden Agri-Resources

Anita Neville
Vice President, Corporate Communications and Sustainability Relations, Golden Agri-Resources, Singapur



Der Aktivist

In Indonesien setzt sich die Nichtregierungsorganisation Greenpeace dafür ein, die weitere Zerstörung des Regenwalds zu verhindern, um die Artenvielfalt, die örtliche Bevölkerung und die Umwelt zu schützen.

„Große Unternehmen sind sich der ökologischen Kosten der Palmölindustrie bewusst geworden. Nirgendwo zeigen sich diese stärker als in Indonesien. 2015 hatten wir die schlimmsten Waldbrände seit fast 20 Jahren durch die jahrzehntelange Zerstörung der Wälder. Es bleibt die Frage: Unternimmt die Branche genug? Wir sind nicht gegen Palmöl oder die Palmölindustrie an sich. Doch obwohl die meisten großen Unternehmen Nachhaltigkeitsgrundsätze eingeführt haben, findet nicht-nachhaltiges Palmöl nach wie vor seinen Weg in unsere Lieferketten über kleine und mittelständische Firmen, die an der Waldzerstörung und Menschenrechtsverletzungen beteiligt sind. Diese Betriebe müssen entweder zeitnah für ihre Schäden aufkommen oder vollständig vom Markt ausgegrenzt werden. Um dies zu erreichen, müssen die Unternehmen ihren Lieferanten die richtigen Fragen stellen. Dafür müssen sie ihre Lieferkette vollständig verstanden haben und entsprechend handeln. Lieferanten, die weiterhin gegen Verpflichtungen verstoßen, müssen begreifen, dass sie einen hohen Preis zahlen. Die Branche kann und muss diese Verpflichtungen entlang der Lieferkette durchsetzen, selbst bei wachsender Nachfrage. Es ist von wesentlicher Bedeutung, die Verbindung zwischen Palmölproduktion und Umweltschäden zu brechen.“

„Die Unternehmen müssen ihren Lieferanten die richtigen Fragen stellen.“

Bagus Kusuma
Greenpeace

Bagus Kusuma
Waldaktivist bei Greenpeace Indonesia, Jakarta/Indonesien



Ein Blick auf Kalimantan Barat



Erklärvideo: Unter dem Link finden Sie ein Video zum Thema

on.basf.com/alles-ueber-palmoel



Quiz: Unter dem Link finden Sie weitere Informationen zum Thema

on.basf.com/palmoel-quiz

Reportage 40 Prozent des weltweit hergestellten Palm- und Palmkernöls stammen von Kleinbauern, viele davon in Indonesien. Ihnen zu helfen, Ölpalmen anzubauen, ohne dabei der Umwelt zu schaden, wird große Auswirkung haben.

Suwarni baut Ölpalmen an und lebt in der indonesischen Provinz Kalimantan Barat.



Kalimantan Barat ist ein Gebiet mit sumpfigen Tiefebene, Flüssen und Wäldern im indonesischen Teil der Insel Borneo. Es liegt auf dem Äquator und die meiste Zeit des Jahres ist es dort heiß und feucht – eine ideale Umgebung für den Anbau von Ölpalmen, der Pflanze, aus der Palmöl und Palmkernöl gewonnen wird.

Dort leben und arbeiten Petrus Purba und Suwarni mit ihren Familien. Suwarni ist Bäuerin. Sie zapft neben dem Ölpalmenanbau auch Naturkautschuk und arbeitet halbtags in einer örtlichen Vorschule. Purba ist Schulungsleiter bei der „Farmers' Field School“. Der Absolvent der landwirtschaftlichen Berufsschule in Sintang baut Ölpalmen auf seinem 3,5 Hektar großen Land an. Das ist eine übliche Größe für viele örtliche Kleinbauern.

„Ich bin stolz, dass ich meinen Kindern und meiner Familie jetzt ein gutes Leben bieten kann.“

Suwarni
Kleinbäuerin, Indonesien

Früchte ernten

Indonesien ist der führende Palmölhersteller der Welt. Erst kürzlich hat das Land Malaysia überholt. Ein schneller Anstieg der internationalen Nachfrage in den vergangenen Jahrzehnten hat die Ölpalme für Bauern attraktiv gemacht. Inzwischen erzielt diese in der indonesischen Wirtschaft die höchsten Exporteinnahmen. Sie hat 2016 rund 18 Milliarden \$ beigesteuert und bietet Millionen von Indonesiern Arbeit. Mehr als 10 Millionen Hektar des Landes sind inzwischen mit Ölpalmen bepflanzt. Für eine Kleinbäuerin wie Suwarni kann dies einen großen Unterschied beim Lebensstandard der Familie ausmachen. „Meine Eltern sind Bauern, aber sie bauen Gemüse an. Ich habe den Unterschied zwischen den Pflanzen gesehen und war mehr an Ölpalmen interessiert“, sagt sie. „Die Erträge sind rentabler und jedes geerntete Bündel frischer Früchte bedeutet sichere Einnahmen. Aber man braucht Entschlossenheit, um Erfolg zu haben.“

Alle profitieren

Wie kann man Kleinbauern helfen, ihr Auskommen zu verbessern, und gleichzeitig Wälder und Artenvielfalt schützen?

1 Gute landwirtschaftliche Praxis:

Durch bessere agrarwissenschaftliche Kompetenz und mehr Wissen über Nachhaltigkeit werden sich die Bauern des Werts der Artenvielfalt und Wälder stärker bewusst.

2 Steigerung des Ertrags:

Bauern können die Qualität und Höhe des Ertrags steigern durch Zugang zu besseren Jungpflanzen, Pflanzenschutz- und Düngemitteln sowie dem Wissen, wie man diese einsetzt.

3 Aufklärung:

Kleinbauerngemeinschaften brauchen leichten Zugang zu Fachwissen, Marktinformationen und Infrastruktur für nachhaltige Praktiken.

4 Finanzielle Schulung und Zugang zu Finanzprodukten:

Den Umgang mit Geld und die verantwortungsbewusste Verwendung von Finanzprodukten und -dienstleistungen zu erlernen, ermutigt die Bauern, für eine Wiederaufforstung zu sparen.

5 RSPO-Zertifizierung:

Gruppen mit Kleinbauern zu bilden und diese bis zur Zertifizierung zu unterstützen, steigert das Einkommen und mindert die Gefahr für Abholzung.



**Petrus Purba aus Belitang
Hulu ist Schulungsleiter der
„Farmers' Field School“ und
baut selbst Ölpalmen an.**

Für viele Bauern in Indonesien sind Ölpalmen Neuland. Ihnen fehlt das Fachwissen für einen effizienten Anbau, da sie vorher Kautschuk oder Reis angebaut haben. Zu lernen, wo und wie gepflanzt und wann und wie gedüngt werden sollte, bringt den Kleinbauern sofort spürbare Vorteile wie höhere Erträge und zusätzliche Gewinne.

Bewährte Methoden erlernen

Eine entsprechende Schulung bietet Purba an. Die „Farmers' Field School“ ist Teil eines von BASF in Zusammenarbeit mit dem Konsumgüterunternehmen Henkel und der Entwicklungsorganisation Solidaridad unterstützten Projekts. Die Ausbilder werden von der örtlichen Genossenschaft „Credit Union Keling Kumang“ beschäftigt, die mehr als 160.000 Mitglieder hat. Der Schwerpunkt liegt nicht nur auf einer effizienten Produktion. Ebenso wichtig sind Methoden der nachhaltigen Landwirtschaft, die Arbeitsgesundheit und Sicherheitsstandards. Den Bauern wird beigebracht, wie sie ihr Land besser nutzen können, anstatt neue Plantagen zu eröffnen. Sie lernen mehr über die Rolle, die Wälder und Torfmoore für die Tier- und Pflanzenwelt, die Ureinwohner und die Umwelt spielen, sowie über die gesamte Palmöl-Lieferkette. Das endgültige Ziel besteht darin, dass Kleinbauern wie Suwarni die nachhaltigen Methoden übernehmen, die ihnen die RSPO-Zertifizierung ermöglichen. Es ist kostspielig und schwierig, die komplizierten Anforderungen dafür zu erfüllen. Daher ist Unterstützung gefragt.

Das Projekt erreicht derzeit ungefähr 5.500 Bauern in Indonesien. Die Schulungen finden auf dem Feld statt. Die Bauern können über die Probleme sprechen, die ihnen Sorgen bereiten. „Sie stellen viele



40

Kilogramm Öl

Diese Menge wirft ein Palmbaum jedes Jahr ab. Die Frucht kann alle zehn Tage geerntet werden und jede Frucht enthält 30 bis 35 Prozent Öl.

Fragen zur Düngung und zur Auswahl des Saatguts“, so Petrus. Er hat selbst die „Farmers' Field School“ besucht, bevor er Ausbilder geworden ist. „Ich möchte andere Bauern dafür ausbilden, Ölpalmen anzubauen. Ich möchte, dass alle gute Erträge haben, weil Ölpalmen hier der wichtigste Rohstoff sind“, meint er.

Für Suwarni liegen die Vorteile auf der Hand: „Früher haben wir alle sechs Monate gedüngt. Jetzt wissen wir, dass wir es alle drei bis vier Monate tun sollten. Wir haben gelernt, dass wir zur Kostensenkung und zum Schutz der Umwelt das Pflanzenschutzmittel nur entlang der Erntegasse und nicht auf dem ganzen Gebiet versprühen müssen. Ich kann die Einsparungen schon erkennen“, erklärt sie.

„Bei den Kleinbauern handelt es sich meistens um Familienbetriebe. Das sind Unternehmer, die nützliche Informationen suchen, um ihr Geschäft so aufzubauen, dass sie ihr Auskommen verbessern und ihren Kindern den Schul- und Universitätsbesuch ermöglichen können. Sie wünschen sich wahnsinnig stark, dass es funktioniert“, so Xavier Susterac, Senior Vice President BASF Personal Care Europe. „Wir müssen sie dabei unterstützen, nachhaltige landwirtschaftliche Methoden einzuführen. Mit der RSPO-Zertifizierung können sie zu einem wichtigen Teil der künftigen nachhaltigen Lieferkette werden.“ Suwarni fasst die Motivation für sich und die anderen Kleinbauern zusammen: „Früher gab es Zeiten, in denen das Essen knapp war. Jetzt können wir unsere Familie versorgen. Mein Traum ist es, dass meine Kinder ein besseres Leben führen als ihre Eltern.“

„Die Ölpalmenbranche ist hier willkommen, solange die Umwelt geschützt wird.“

Petrus Purba
Schulungsleiter bei der „Farmers' Field School“



Katalysatoren aus der Natur

Nahaufnahme Enzyme werden von lebenden Zellen erzeugt und arbeiten kontinuierlich im Hintergrund. Sie ermöglichen und beschleunigen wichtige chemische Reaktionen in biologischen Systemen. Zu lernen, wie diese Proteine arbeiten, und ihre Stärken zu nutzen, kann bei der Entwicklung nachhaltiger industrieller Verfahren und Produkte helfen.

Ein Spezialwerkzeug für jede Aufgabe

Der süße Geschmack beim Kauen von Brot entsteht durch das Enzym Amylase, das in unserem Speichel aktiv ist. Es spaltet die Stärke in Zucker auf, sodass unser Körper diesen in Energie umwandeln kann. Pflanzen, Tiere, Menschen und Mikroorganismen – alle Lebensformen sind auf diese äußerst geschickten Proteine angewiesen. Diese sind von Anfang an Bestandteil des genetischen Prozesses, der Leben entstehen lässt. Sie lenken das Verdauungssystem, das Nahrung in Energie umwandelt, und sie ermöglichen den Zersetzungsprozess am Ende des Lebens. Es gibt Millionen unterschiedlicher Enzyme – ungefähr 75.000 allein im menschlichen Körper – und jedes ist perfekt konstruiert, um eine bestimmte Aufgabe oder einen bestimmten Schritt in einem biologischen Prozess auszuführen. Jedes Enzym besteht aus langen Aminosäureketten, die sich falten und ihm so seine dreidimensionale Struktur geben. Auf der Oberfläche hat es eine „Tasche“, in die der Reaktionspartner beziehungsweise das „Substrat“ perfekt hineinpasst. Ist es einmal in der Tasche, unterstützt das Enzym die Reaktion, um ein Produkt zu bilden.

Unermüdliche Arbeitstiere

Enzyme haben Produktionsverfahren des Menschen von frühester Zeit an unterstützt. Die Mikroorganismen, die Gerste in Bier

Das Schlüssel-Schloss-Prinzip

Jedes Enzym hat eine Tasche – das aktive Zentrum – mit einer ganz bestimmten Form.



Perfekte Verbindung

Wenn das Substrat zu der Tasche passt, verbindet es sich mit dem Enzym – die Reaktion kann ablaufen. Wenn es wieder freigegeben wird, ist die Tasche bereit für das nächste Substrat.



Keine Reaktion ohne Verbindung

Wenn ein Substrat nicht genau in die Tasche passt, läuft die Reaktion nicht ab. Es gibt ein spezifisches Enzym für jede biochemische Reaktion.

Die Enzyme in Waschmitteln entfernen den Schmutz bei niedrigeren Temperaturen.



oder Milch in Käse umwandeln, haben alle ihre eigenen Enzyme, die im Hintergrund die notwendige Reaktion ablaufen lassen. Vom Weichmachen des Leders bis hin zum Brotbacken oder zur Salamierherstellung – wir setzen schon seit langer Zeit auf diese natürlichen Katalysatoren. Seit sie erstmals im 19. Jahrhundert identifiziert wurden, haben Ingenieure, Biologen und Chemiker nach Wegen gesucht, um sich ihre Stärken zunutze zu machen. Heute ist der Einsatz von Enzymen in der Ernährung von Mensch und Tier weit verbreitet, ebenso wie in Wasch- und Reinigungsmitteln. So wird beispielsweise das Enzym Protease in Waschmitteln zur Fleckenentfernung eingesetzt. Es spaltet Proteine auf und sorgt dafür, dass Kleidung bei niedrigeren Temperaturen gereinigt werden kann.

Enzyme werden durch die von ihnen ermöglichten Reaktionen nicht verändert oder verbraucht. Deshalb können sie unter den richtigen Bedingungen ihre Arbeit wieder und wieder erledigen. Das macht sie zu



Im BASF-Forschungslabor für Weiße Biotechnologie werden die Mikroorganismen auf Agarplatten gezüchtet. Enzyme von BASF ermöglichen innovative Produkte für verschiedene Kundenbranchen.



Laborantinnen der BASF isolieren einzelne Stämme von Mikroorganismen unter sterilen Bedingungen.

einer wertvollen Ressource bei der Suche nach nachhaltigen industriellen Verfahren. Im Gegensatz zu chemischen Katalysatoren benötigen sie keine hohen Temperaturen oder Drücke, um zu funktionieren. BASF setzt ein Verfahren auf Enzymbasis ein, um Acrylamid herzustellen. Dieses Produkt wird in der Abwasserbehandlung, Papierherstellung, Aufbereitung von Mineralien und tertiären Ölgewinnung angewendet. Durch die Umstellung von der Kupferkatalyse auf das biokatalytische Herstellungsverfahren wird weniger Energie benötigt. Außerdem fallen weniger Abfälle an.

Enzyme ermöglichen es, die Dinge, die wir brauchen, effizient und mit minimaler Beeinträchtigung der Umwelt herzustellen. Sie sind außerdem hervorragende Wiederverwerter. Ohne sie würde unser Abfall dauerhaft herumliegen. Sie werden bei Bedarf von Zellen erzeugt und wieder ohne Rückstände in ihre molekularen Bestandteile zerlegt, wenn sie nicht mehr gebraucht werden.

Die Jagd nach neuen Enzymen

Enzyme finden sich in Mikroorganismen auf der ganzen Welt – von hydrothermalen Quellen in der Tiefsee bis hin zur Spitze des Himalaja. Wissenschaftler suchen auf dem ganzen Planeten nach neuen Enzymen, die bei den unterschiedlichsten industriellen Aufgaben angewendet werden können. Das bedeutet, dass nach potenziellen Quellen für Enzyme in Ökosystemen gesucht werden muss, in denen ähnliche Bedingungen wie in industriellen Verfahren herrschen – wie Vulkanen, Geysiren und Schlammlöchern. Kleine Proben aus Erde, Wasser, Sediment, Laubstreu, Termitendärmen oder anderem Material aus der Umwelt sind ergiebige Quellen für die mikrobiellen Genbibliotheken der BASF, die schätzungsweise mehr als zwei Millionen mikrobielle Genome enthalten. Die Proben werden untersucht, um Enzyme mit nützlichen Eigenschaften zu finden. Die Leistungsfähigkeit eines Enzyms kann BASF zusätzlich durch firmeneigene molekularbiologische Werkzeuge und Technologien vielfältig verbessern.

Eine lebende Fabrik

Mit der Entwicklung der modernen Biotechnologie haben sich neue Möglichkeiten ergeben, um nützliche Enzyme im Industriemaßstab durch genetisch modifizierte Mikroorganismen zu erzeugen. Der

Fadenpilz *Aspergillus niger* ist von Natur aus in der Lage, Enzyme wie Phytase, Glucanase und Xylanase herzustellen. Er produziert diese Biokatalysatoren normalerweise in kleinen Mengen. Wird er verändert, kann der Pilz die Produktion beschleunigen und die Enzymausbeute steigern. *Aspergillus niger* stellt die BASF-Produkte Natuphos® und Natugrain® TS her, optimierte Versionen der Enzyme Phytase, Glucanase und Xylanase. Diese Futterenzyme helfen Schweinen und Geflügel dabei, Phosphor und andere wichtige Nährstoffe besser zu verwerten.

Ein Geschenk der Natur

Sind erst einmal die grundsätzlichen Funktionen eines Enzyms verstanden – wie es arbeitet und wie dies mit seiner Struktur zusammenhängt –, kann es auf molekularer Ebene verändert werden, um seine Leistung zu verbessern. Das ist vergleichbar mit der Feinjustierung eines Motors, um die optimale Leistungsfähigkeit zu erreichen. In der Vergangenheit wurde diese Arbeit geradezu blind durchgeführt. Heute helfen 3D-Abbildungen der Enzyme dabei, herauszufinden, was optimiert werden muss, um das gewünschte Ergebnis zu erhalten. Und je besser man Enzyme versteht, desto stärker kann man sie nutzen, um die Nachhaltigkeit industrieller Verfahren weiter zu verbessern. ■

FrISChe Waren und ein frischer Start

Inspiration Warum ist Nigeria mit seinen 85 Millionen Hektar an brachliegender landwirtschaftlicher Fläche ein Nettoimporteur von Nahrungsmitteln? Die nigerianische Unternehmerin Angel Adelaja hat sich vorgenommen, dieses Problem anzugehen und mit moderner Technologie frISChe Produkte anzubauen.

Der Weltbank zufolge hat Nigeria 2014 Gemüseerzeugnisse in einem Wert von rund 3,4 Milliarden \$ importiert und für nur etwa 760 Millionen \$ exportiert. Dabei verfügt das Land über eine große unbewirtschaftete, landwirtschaftlich nutzbare Fläche. Bei 186 Millionen Einwohnern und einem Bevölkerungswachstum von 2,6 Prozent pro Jahr sind innovative landwirtschaftliche Konzepte nötig, um die Nahrungsmittelsicherheit zu verbessern.

Dieses Ziel verfolgt Fresh Direct, ein Start-up, das von der nigerianischen Unternehmerin Angel Adelaja gegründet wurde. Sie will ihrem Land dabei helfen, den Ernteertrag durch die Einführung moderner Technologien zu verbessern und so die Abhängigkeit von Nahrungsmittelimporten zu verringern. Fresh Direct nutzt ein Hydrokultursystem in modifizierten Frachtcontainern, um landwirtschaftliche Erzeugnisse anzubauen. Die Ausbeute an Gemüse eines 6-Meter-Containers entspricht der einer Fläche von rund 6.000 Quadratmetern. Wenn die Container übereinander gestapelt werden, steigt der Ertrag des landwirtschaftlichen Betriebs je Quadratmeter deutlich. Die Pflanzen werden unter Beleuchtung ohne Erde angebaut. Stattdessen schwimmen sie in nährstoffreichem Wasser und werden mit Tropfwasser versorgt. Durch diese Methode können sie rund um die Uhr wachsen.

Schnelles Wachstum

Fresh Direct kann nach eigenen Angaben einen zehnmal höheren Ertrag erzielen als traditionelle landwirtschaftliche Betriebe –



Angel Adelaja auf einer der Mikrofarmen von Fresh Direct im nigerianischen Abuja.



Das Team von Fresh Direct: Können, Erfahrung, Selbstbehauptung

Fresh Direct ermöglicht es, Kompetenzen zu erwerben und Erfahrungen zu sammeln. Solomon, Mercy und Salome sprechen darüber, wie sie durch die Arbeit für das Unternehmen profitiert haben.

Solomon Tyopev, 25, kümmert sich um die Tiere – Hühner, Welse und Buntbarsche – und liefert aus. Er arbeitet seit einem Jahr auf der Farm. „Ich habe früher in einer Bar gearbeitet. Bevor ich zu Fresh Direct gekommen bin, hatte ich keine Ahnung von Landwirtschaft. Jetzt fühle ich mich sicherer“, sagt er.

Mercy Nanret Da'ar, 23, arbeitet ebenfalls seit einem Jahr bei Fresh Direct. „Vorher war ich arbeitslos. Die Arbeit hat mich interessiert, weil man

in einem Unternehmen wie diesem viel Erfahrung sammeln kann“, erklärt sie. „Die Landwirtschaft ist als Gewerbe sehr wichtig. Es sollte mehr Farmen wie diese geben.“

Salome Salime Umoru, 24, hat im Dezember 2016 begonnen, auf der Farm zu arbeiten. „Ich wusste vorher überhaupt nichts über Hydrokultur. Ich habe bei einem Friseur als Putzfrau gearbeitet. Jetzt verdiene ich mit jedem Monat mehr und bin für meine Zukunft zuversichtlicher“, stellt sie fest.

Mitarbeiter von Fresh Direct: Salome Salime Umoru, Solomon Tyopev, Mercy Nanret Da'ar (von links nach rechts)

auf einem Fünfzehntel der Fläche und mit einem Bruchteil des Wasserbedarfs. Das Unternehmen verfügt mittlerweile über vier Container an zwei Standorten in der nigerianischen Hauptstadt Abuja. Sechs weitere sind geplant, ebenso wie eine Lagerhalle in Lagos. In jedem beliebigen Monat liefert jeder Container etwa 3.000 Stück Gemüse. Und das 2015 gegründete Unternehmen verdient inzwischen genug Geld, um zu investieren und zu expandieren.

„Ich habe das Gefühl, dass ich auf das Leben der Leute einwirke. Ich schaffe Arbeitsplätze und Chancen.“

Angel Adelaja

Gründerin von Fresh Direct, Abuja/Nigeria

Kunden übrig“, erläutert Adelaja. „Wir passen uns an, um der Nachfrage gerecht zu werden. Unser Markt ist dort, wo Menschen an gesunder Ernährung interessiert sind. Das ist in Lagos, Port Harcourt, Abuja, Kaduna und Kano der Fall.“ Der Anbau landwirtschaftlicher Erzeugnisse in Stadtnähe bedeutet, dass Fresh Direct keine Probleme mit schlechter Transportinfrastruktur sowie hohen Treibstoffkosten hat. Es geht jedoch nicht nur um den Ertrag, sondern auch um die Menschen. Die Angestellten von Fresh Direct sind vor allem junge Leute aus der Gegend, die von Schulungen und überdurchschnittlich hohen Gehältern profitieren. Adelaja bürgt auch für sie, um ihnen dabei zu helfen, ein Bankkonto und Zugang zum restlichen Finanzsystem zu erhalten. Vor der Gründung von Fresh Direct arbeitete Adelaja bei der nationalen Koordinierungsstelle für das Programm des nigerianischen ▶

„Es ist keine Wunderwaffe“, sagt Adelaja. „Die von uns erzeugten Mengen sind ein Tropfen auf den heißen Stein. Wichtig ist die Synergie zwischen traditionellen Bauernhöfen, die den Großteil des Obstes und Gemüses liefern, und unseren Containerfarmen, die sich auf Anbaupflanzen konzentrieren, die hauptsächlich importiert werden.“ Um nicht mit örtlichen Bauern in Wettbewerb zu treten, liegt der Fokus von Fresh Direct auf Gemüsesorten, die gegenwärtig nicht vor Ort angebaut werden und importiert werden müssen, etwa Kopfsalat und Grünkohl der Sorte „Blue Dwarf“. Um die Container herum bleibt genug Land, um außerdem Fische, Hühner und Ziegen zu züchten. „Wir haben zwei große Kunden, die das meiste kaufen, was wir produzieren. Darüber hinaus haben wir noch ein bisschen für unsere anderen



Die landwirtschaftlichen Erzeugnisse werden an Standorten in der Nähe der Kunden angebaut, sodass sie bei Lieferung frisch sind.



Jede Pflanze wird sorgfältig tropfenweise mit Wasser versorgt.



Angel Adelaja hält einen frisch geernteten Bio-Kopfsalat in der Hand.

BASF: Von verfallenen Gebäuden zum urbanen Landwirtschaftsbetrieb in Detroit



USA Die Michigan Urban Farming Initiative in Detroit hat eine Mission: mit der urbanen Landwirtschaft Bildung, Nachhaltigkeit und Zusammenhalt zu fördern. Die 1,2 Hektar große Farm erzeugt über 300 Gemüsesorten, die kostenlos an die Menschen in der Nachbarschaft weitergegeben werden. Ein leer stehendes Gemäuer im Zentrum des Geländes wird derzeit in einen Gemeinschaftsraum umgewandelt. Mit Dämmstoffen und

dem Betonzusatzmittel Green Sense® – gespendet von BASF – wird es zu den nachhaltigsten und energieeffizientesten Gebäuden in Detroit gehören. BASF hat außerdem das Polyurethan-Bindemittel Elastopave® für die oberste Schicht einer Regenwasserzisterne und eines Bewässerungssystems zur Verfügung gestellt, die auf dem Fundament eines leer stehenden, verfallenden Wohnhauses entstehen.

„Landwirtschaft als Gewerbe ist wichtig. Es sollte mehr Farmen wie diese geben.“

Salome Salime Umoru
Landwirtschaftliche Mitarbeiterin bei Fresh Direct, Abuja/Nigeria

Präsidenten zur Bekämpfung der Armut. Die Jugendarbeitslosigkeit liegt in Nigeria bei 7,8 Prozent. Die Regierung hat Initiativen wie Mikrokredite und den bedingungsgebundenen Bargeldtransfer ins Leben gerufen. Adelaja hatte allerdings das Gefühl, dass mehr getan werden könnte, um die Leute aus der Armut zu holen. Also suchte sie nach Wegen, um die örtliche Wirtschaft direkt anzukurbeln.

Das Agrarwesen macht 21 Prozent der nigerianischen Wirtschaft aus und bietet die meisten Arbeitsplätze. Daher erschien es ideal, diesen Sektor ins Auge zu fassen. Doch Adelaja begriff schnell, dass sich traditionelle Anbauverfahren von Kleinbauern nicht effizient auf einen größeren Maßstab übertragen lassen. Zudem war auch die schlechte ländliche Infrastruktur ein Problem. Nach ersten Recherchen beschloss sie, es mit Hydrokulturen zu versuchen. Die Idee, Frachtcontainer zu verwenden, kam ihr bei der Besichtigung einer Baufirma. Sie und ihr Partner begannen dann, einen Prototyp in ihrem Hinterhof zu bauen.

Etwas bewegen

„Wenn man wohlmeinende politische Programme nicht in die Tat umsetzen und keinen Einfluss auf das Leben der Menschen nehmen kann, dann hat es keinen Sinn. Mit

Fresh Direct habe ich das Gefühl, dass ich auf das Leben der Leute einwirke. Ich schaffe Arbeitsplätze und Chancen“, meint sie. „Die meisten jungen Leute, die für Fresh Direct arbeiten, hatten keinerlei landwirtschaftliche Erfahrung. Sie arbeiteten als Haushaltshilfen oder Hausmeister. Wir möchten jeden, der sich uns anschließt, bestärken.“

Der Erfolg von Fresh Direct hat die Aufmerksamkeit von Entwicklungsorganisationen geweckt. 2017 hat Adelaja die Auszeichnung des Weltwirtschaftsforums als „bahnbrechende Unternehmerin im Technologiebereich“ gewonnen.

„Wir haben sehr viel Aufmerksamkeit bekommen, und das war sehr hilfreich. Uns haben Leute aus dem Senegal, Äthiopien und anderen Orten kontaktiert, weil sie uns kopieren wollen. Jetzt denken wir darüber nach, wie man ein Franchise-Modell schaffen könnte“, sagt sie. Es ist geplant, in Nigeria zu expandieren und dann den Markt an Orten wie Dakar im Senegal und Accra in Ghana zu testen. „Längerfristig sehe ich Fresh Direct in ganz Westafrika und sogar in Ostafrika“, so Adelaja. „Ich stelle mir ein System vor, bei dem die Menschen Arbeitgeber und Unternehmer sind. Ich möchte Erfolgsgeschichten – ich möchte das erreichen, was die Regierung nicht schafft.“

Wahr oder falsch?

Irrtümer der Wissenschaft Die Zahl wissenschaftlicher Erkenntnisse steigt. Damit wird vieles, was als selbstverständlich gilt, infrage gestellt. Einige Ansichten überdauern trotzdem. Hier sind drei Beispiele für Auffassungen, die wir sicher zu wissen glaubten, die aber tatsächlich nicht stimmen.

Cooler Chamäleons

Stimmungsanzeiger Menschen, die ihr Aussehen oder ihren Charakter ändern, um sich anzupassen, wurden lange als „chamäleonartig“ beschrieben – ein Verweis auf die vermeintliche Fähigkeit der Echse, die Farbe zu ändern und mit ihrer Umgebung zu verschmelzen. Chamäleons sind allerdings schon gut getarnt – und schnelle Läufer. Tatsächlich beeinflussen Stimmung, Temperatur, Licht und Kommunikation ihren Farbwechsel. Dieser ist also nicht dazu da, einem Feind zu entkommen. So kann zum Beispiel eine dunklere Farbe Wut signalisieren oder Wärme absorbieren,

während ein hellerer Ton dabei helfen könnte, einen Partner anzulocken.

Wissenschaftler glaubten, dass diese Veränderungen durch Pigmente in den Chromatophoren des Chamäleons gesteuert werden. Doch ein Bericht aus dem Jahr 2015 zeigte, dass es komplizierter ist. Die Entspannung oder Anspannung der Haut bewirkt, dass Nanokristalle in einer weiteren Schicht von bunt schillernden Chromatophoren, die man Iridophoren nennt, als Prismen agieren. Diese reflektieren verschiedene Wellenlängen des Lichts und sorgen so für die eindrucksvolle Palette an Farben.

Eine Frage des Geschmacks

Signale von der Zunge Es war einmal ein Klassiker des Biologieunterrichts in der Schule – das Diagramm der „Zungenkarte“. Es zeigt, welche Gebiete der Zunge ausschließlich auf salzige, süße und bittere Aromen reagieren. Diese Darstellung war allerdings immer schon eine zu grobe Vereinfachung. Die Rezeptoren verteilen sich in Wahrheit auf der gesamten Fläche. Die zugrunde liegende Theorie beruht auf einer 1901 verfassten Studie, die leichte Unterschiede zwischen den Geschmacksschwellen um die Ränder der Zunge herum beschreibt. Es dauerte fast ein Dreivierteljahrzehnt, bis die Karte infrage gestellt wurde. Forschungsarbeiten der Columbia University in New York/USA im Jahr 2017 haben zudem spezielle Moleküle bestimmt, die der Zunge dabei helfen, Signale an das Gehirn zu senden, um verschiedene Aromen zu identifizieren. Die Geschmacksrezeptorzellen sind in der Lage, molekulare Signale wiederzugeben, welche die richtigen Geschmacksnerven erregen und damit Informationen an unser Gehirn weiterleiten.

Nicht ganz richtig

Doch gesund Jahrzehntlang wurden Menschen davor gewarnt, wegen des Cholesterins im Eidotter zu viele Eier zu essen. Doch 2015 hat der Beratungsausschuss für Ernährungsrichtlinien der US-Regierung still und leise seine Empfehlungen angepasst und erklärt, es könne „keine nennenswerte Korrelation“ zwischen über die Nahrung aufgenommenem Cholesterin, beispielsweise aus Eiern, und den Cholesterinwerten im Blut nachgewiesen werden. Die Korrektur wurde zwar kontrovers diskutiert, doch laut aktuellem Stand der Wissenschaft ist es sinnvoller, den Verzehr von gesättigten Fetten in Nahrungsmitteln wie Butter, Fleisch und Vollmilchprodukten einzuschränken. Für die meisten Menschen ist ein Ei am Tag unbedenklich.



Wie aus Wirkstoffen Arzneimittel werden

Chemie im Alltag Ohne Wirkstoff kein Medikament. Aber ohne zusätzliche Helfer auch nicht. Zum Zusammenspiel in einer Tablette.

Sie verbessern den Geschmack durch süße Überzüge, dienen als Sprengmittel, die dafür sorgen, dass Tabletten ihre Wirkstoffe schnell freisetzen, oder fungieren als Verpackungskünstler: Pharmazeutische Hilfsstoffe heilen zwar nicht, aber ohne sie könnten Wirkstoffe ihre Heilkraft nicht richtig entfalten.

Sie verpacken den Wirkstoff beispielsweise so, dass er leichter zu schlucken ist oder aggressiven Magensäften und Leberenzymen widersteht. Dabei werden die Anforderungen an Hilfsstoffe immer größer: Waren die Wirkstoffmoleküle früher oft einfach aufgebaut und gut löslich, ist ihre Struktur heute verändert und schwerer löslich. Dadurch kann der menschliche Körper sie nur schlecht aufnehmen. Die Folge: Das Medikament wirkt nur eingeschränkt.

Bei mehr als 70 Prozent aller neu entwickelten Wirkstoffe ist das ein Problem. Um ihre Wirksamkeit zu verbessern, entwickelt BASF Hilfsstoffe wie beispielsweise Soluplus®, das als Lösungsvermittler dafür sorgt, dass schlecht lösliche Arzneistoffe vom Körper aufgenommen werden können. Insgesamt bietet BASF über 100 verschiedene Produkte an, die Medikamente in Hochform bringen. ■

Der Weg durch den Körper

1 Mund und Rachen

Die Tablette gelangt ohne Probleme durch die Speiseröhre.

2 Magen-Darm-Trakt

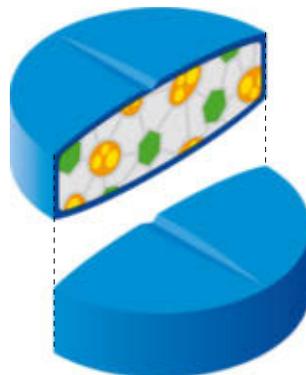
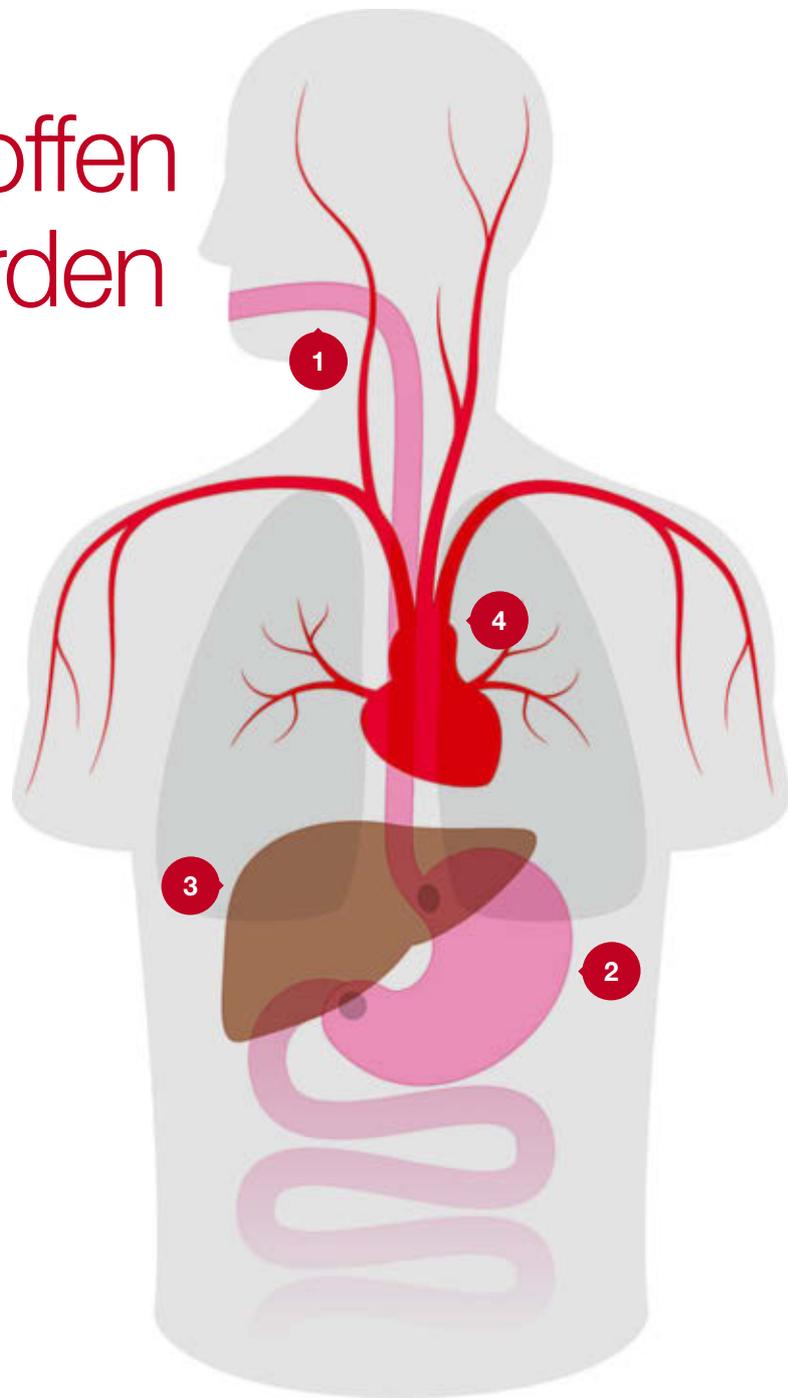
Die Tablette zerfällt im Magen, der Wirkstoff wird freigesetzt und durch die Darmwand ins Blut aufgenommen.

3 Leber

Die Leber baut den Wirkstoff mehr oder wenig stark ab.

4 Herz

Das Herz pumpt das Blut mit dem Wirkstoff zum Zielort im Körper.

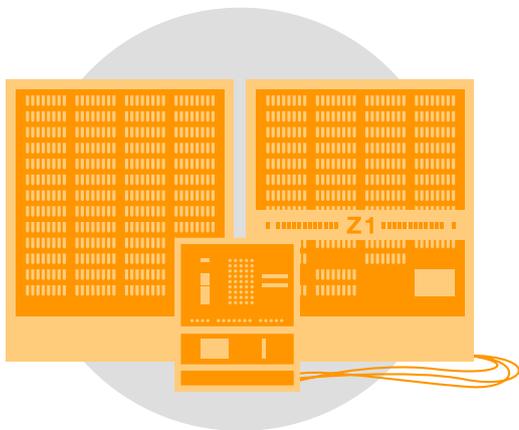


- Beschichtung**
Schützt vor Feuchtigkeit, unangenehmem Geschmack und kann Wirkungsart und Freisetzungzeitpunkt im Körper bestimmen.
- Lösungsvermittler**
Hilft, den Wirkstoff aufzulösen.
- Bindemittel**
Hält die verschiedenen Tablettenbestandteile zusammen.
- Füller**
Erhöht das Volumen, macht Tabletten handhabbar.
- Sprengmittel**
Sorgt für ein schnelles Aufbrechen der Tablette bei Kontakt mit Flüssigkeit.
- Wirkstoff**

BASF Digital

Mehr Inhalte, interaktive Geschichten und zusätzliche Informationen

Von Z1 bis Künstliche Intelligenz



Geschichte des Computers Der erste funktionsfähige Computer, Konrad Zuses Z1, ist mit heutigen Rechnern kaum noch vergleichbar. Trotzdem ist der Blick zurück spannend: Welche Irrtümer gab es in den 1940er- bis 1970er-Jahren, welche Prognosen trafen zu?

on.basf.com/frueher-und-heute



Künstliche Intelligenz Welche Beispiele und Fortschritte gibt es, welche Entwicklung zeichnet sich für die Zukunft ab?

on.basf.com/KI



Quiz In welchen Produkten ist Palmöl enthalten, in welchen kommt es nicht vor? Von Kerzen bis Treibstoff: Online können Sie Ihr Wissen testen und in unseren Videos mehr über Palmöl erfahren.

on.basf.com/palmoel-quiz

BASF Digital

Unsere Kanäle im Überblick



BASF.com

Erfahren Sie mehr über BASF. Alles Wichtige zum Unternehmen, unsere Produkte und Branchen, die Standorte und Gesellschaften finden Sie auf basf.com



facebook Bleiben Sie mit uns in Kontakt! Interessantes und Neues zum Unternehmen und den Menschen bei BASF finden Sie auf facebook.com/basf



Linked In BASF hat auch als Arbeitgeber viel zu bieten. Erfahren Sie mehr auf linkedin.com/company/basf



twitter Was gibt es Neues bei BASF? Aktuelles finden Sie auf twitter.com/basf

IMPRESSUM

Herausgeber:

BASF SE
Unternehmenskommunikation & Regierungsbeziehungen
BASF-Gruppe
Anke Schmidt

Redaktion:

BASF SE
Multimedia and Publications
Holger Kapp,
Anna Rebecca Egli,
Jennifer Moore-Braun
Axel Springer SE
Corporate Solutions (ASCS)
Heike Dettmar, Janet Anderson

Projektmanagement:

Axel Springer SE
Corporate Solutions
Katrin Meyer

Artredaktion:

Axel Springer SE
Corporate Solutions
Valentin Bünsow

Titelbild:

Axel Springer SE
Corporate Solutions
Oliver Polich,
Valentin Bünsow

Autoren:

Alison Fennell Vaccarino,
David Gilliver,
Lukas Grasberger,
Geert Schmelzer,
Bennett Voyles,
Jonathan Ward,
Corin Williams

Druck:

johnen-druck GmbH & Co. KG

Dieses Magazin wurde auf Papier gedruckt, das mit speziellen Inhaltsstoffen der BASF hergestellt wurde. Die verwendeten Rohstoffe stammen aus verantwortungsvoll verwalteten Wäldern und für den Produktionsprozess wird hauptsächlich Energie aus Biomasse eingesetzt. Es ist FSC®-zertifiziert.



KONTAKT

BASF SE
Multimedia and Publications
Jennifer Moore-Braun
Telefon: +49 621 60-29052
E-Mail: jennifer.moore-braun@basf.com
www.basf.com

Zukunft ist immer das, was wir daraus machen.

Mit unseren Innovationen sorgen wir schon heute dafür, dass Städte weniger Energie verbrauchen, wir sauberere Luft atmen und sich E-Mobilität weiter durchsetzt. Darum blicken wir bei BASF optimistisch in die Zukunft.

Mehr entdecken auf
wecreatechemistry.com

 **BASF**

We create chemistry