



welt der wunder



Die Wunder-Welt der

CHEMIE

Sie verwandelt unser TV-Gerät in ein Heimkino, lässt uns besser schlafen, macht Autos umweltfreundlicher, hilft Bauern bei der Ernte und revolutioniert die Medizintechnik – jeden Tag entwickelt die chemisch-pharmazeutische Industrie neue Ideen und Produkte für eine bessere und nachhaltigere Zukunft. Aber staunen Sie selbst...

WIE WIRD AUS MEINEM FERNSEHER EIN **MOBILES** HEIMKINO?

Dem Publikum auf der diesjährigen Consumer Electronics Show (CES) in Las Vegas stockt der Atem. Das, was sich da plötzlich aus einer rechteckigen Box auseinanderrollt, erinnert an eine Leinwand – doch tatsächlich handelt es sich um einen richtigen Fernseher, der 65 Zoll misst und es dabei auf eine 4K-Auflösung bringt. Quasi das erste mobile Heimkino der Welt, das sich ohne großen Aufwand an einem beliebigen Ort in der Wohnung auf-

stellen lässt. Ermöglicht wird diese spektakuläre Innovation durch eine bahnbrechende Technologie: organische, Licht emittierende Dioden, kurz OLEDs. Sie bestehen aus mehreren organischen Halbleiterschichten zwischen zwei Elektroden. Sobald sie unter Spannung gesetzt werden, wandern die beiden unterschiedlichen Ladungsträger aufeinander zu und erzeugen je nach Zustand Licht in jedem einzelnen Pixel. Die Molekülstruktur der Halbleiter bestimmt dabei die Far-

be des Lichts. Dabei wird keine Hintergrundbeleuchtung mehr benötigt, um ein Bild sichtbar zu machen, weil die OLEDs die Pixel selbstständig zum Leuchten bringen. Im TV- und Heimkinobereich bekommt man so kontrastreiche Bilder, brillante Farben sowie tiefdunkles Schwarz geliefert. Dadurch lässt sich nicht nur bei Fußballspielen jeder Grashalm zählen, auch Gaming-Liebhaber profitieren von den kräftigen Kontrasten. Hinzu kommt: Im Gegensatz zu durchschnittlichen LCD-Fernsehern sind die OLEDs auch nicht anfällig für Ghosting – wenn die Kamera im Film zur Seite schwenkt, verschwimmt das Bild nicht, und man läuft auch nicht Gefahr, Objekte doppelt zu sehen.

Doch die organischen Leuchtdioden haben noch weitere Vorteile: Sie erhöhen beispielsweise in einem Smartphone die Akkulaufzeit um 20 bis 30 Prozent, sind wärmeresistent, wahlweise transparent, beliebig formbar und, da sie keine LEDs im Hintergrund benötigen, nicht nur energiesparend, sondern auch so dünn, dass sie sogar per Tintenstrahl auf eine Oberfläche gedruckt werden können. Die Licht emittierende Schicht ist nur etwa 400 Nanometer dick und damit ungefähr 150-mal dünner als ein Haar, das im Durchschnitt etwa 0,06 Millimeter misst. Speziell dank dieser Eigenschaft dürfte OLEDs die Zukunft gehören, haben sie doch schon in der jüngsten Vergangenheit die Entwicklung faltbarer Smartphones, biegsamer Laptops oder eben ausrollbarer Fernsehgeräte – wie das gerade in Las Vegas vorgestellte Modell – maßgeblich vorangetrieben.

GESTOCHEN SCHARF

Moderne Displays (Foto: ausfahrbarer 65-Zoll-Fernseher) können problemlos selbst ultrahochauflösende Videoformate wiedergeben. Am gängigsten ist eine Auflösung von 4096 mal 2160 Bildpunkten – häufig auch unter dem Begriff 4K zusammengefasst.



SATTE FARBEN

Das Geheimnis hinter den atemberaubenden Bildern: Sogenannte OLEDs (Engl.: Organic Light Emitting Diode). Die Hightech-Dioden kommen ohne Hintergrundbeleuchtung aus und können dadurch Farben und Kontraste deutlich besser darstellen als herkömmliche LCD-Systeme.

FLEXIBLES DISPLAY

Dank moderner OLED-Materialsysteme lassen sich Displays heute mit modifizierten Tintenstrahldruckern einfach auf einen flexiblen Untergrund drucken. Das Ergebnis: brillante Bildqualität zum Einrollen.

WIE WIRD MEIN SPORT-SHIRT ZUR KLIMA- ANLAGE?

Um uns vor Überhitzung zu schützen und die Körpertemperatur stabil zu halten, verwendet unser Organismus bei Anstrengung große Teile seiner Energie für die Wärmeregulation. Deshalb können nur rund 25 Prozent unserer Energie zu unseren Muskeln fließen, die uns zu sportlichen Höchstleistungen antreiben sollen. Um genau diesen Wert zu erhöhen, haben Forscher der chemischen Industrie eine Funktionskleidung entwickelt, die durch Wasser auf-

geladen wird – und so eine individuell dosierte und über Stunden anhaltende Kühlung freisetzt. Bei höheren Außentemperaturen oder steigender Hauttemperatur während des Sports nehmen dann die im Inneren der Kühlfunktionskleidung gespeicherten Wasserteilchen die Wärmeenergie auf, verdunsten aus der großen Oberfläche der dreidimensionalen Vliesstruktur und kühlen so den Menschen. Folge: Der Körper schwitzt deutlich weniger und spart dadurch Energie, die er sonst zur eigenen Thermoregulation benötigen würde, was wiederum zu einer Leistungssteigerung von bis zu zehn Prozent führen kann. Zudem verbessern sich wichtige Körperparameter – beispielsweise die Herzfrequenz – und schützen dadurch die Gesundheit. Je nach Außen- und Körpertemperatur hält der Kühleffekt bis zu 20 Stunden an – und die Kleidung bleibt trocken.



WASSERSPEICHER

Die Fasern der Funktions-Shirts und Sportwesten sind mit sogenannten Superabsorber-Molekülen beschichtet. Sie speichern Wasser und halten so den Körper kühl.



20 %

CO₂-Einsparung:

Forscher haben einen neuen Schaumstoff für Matratzen entwickelt. Die unter anderem dafür nötigen Rohstoffe, die Polyole, bestehen bis zu 20 Prozent aus Kohlenstoffdioxid (CO₂).



KANN MAN SCHLAFEND DAS KLIMA SCHÜTZEN?

Aktuell entwickeln führende Schaumstoffhersteller eine Matratze für den europäischen Markt, die in den kommenden Jahren Tausende Menschen im doppelten Sinne nachts besser schlafen lassen soll. Nicht nur, weil

sie extrem angenehme Liegeigenschaften bietet, sondern weil sie ihren Nutzern das gute Gefühl gibt, quasi im Schlaf einen kleinen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten. Aber wie kann eine Matratze unser Klima schonen? Tatsächlich haben Chemiker eine Methode entwickelt, mit der man den Klimakiller Kohlenstoffdioxid einfängt und zu Schaumstoff (etwa für Matratzen) umwandeln kann. Positiver Nebeneffekt dieser Entwicklung: Die Kohlendioxid-Kunststoffe sind nicht nur vielfältig einsetzbar, sie dienen auch als Langzeitspeicher für das Klimagas. Die Hersteller hoffen, bald in großem Maßstab in die klimafreundliche Schaumstoffproduktion einsteigen zu können.

WAS ZIEHT DEN SCHMUTZ AUS DER WÄSCHE?

Alein durch Waschen bei niedrigerer Temperatur können jährlich in Deutschland 0,4 Mio. Tonnen CO₂ weniger ausgestoßen werden. Mit der hierbei eingesparten Energie kann man eine Million Energiesparlampen drei Jahre lang ohne Unterbrechung leuchten lassen. Aber wird die Wäsche auch bei nur 30 Grad wirklich sauber? Um eine optimale Reinigung bei Niedrigtemperaturen zu erreichen, arbeiten Chemiker an immer neuen Rezepturen für Waschmittel. Dafür kombinieren

sie verschiedene Enzyme – also Eiweißkörper, die bestimmte Verbindungen (z. B. Schmutz) in kleine, lösliche Teile zerlegen. Für die Wäsche unterhalb von 30 Grad werden spezielle „Hochleistungs“-Enzyme eingesetzt, die auch bei so niedrigen Temperaturen besonders gut wirken. Folge: Mit den neuen Waschmittelrezepturen wird normal oder nur leicht verschmutzte Oberbekleidung wie Hemden, Blusen, T-Shirts, Hosen, aber teilweise auch Socken oder Bettwäsche, bereits bei 30 Grad oder weniger wieder sauber. Und für stärker verschmutzte Wäsche (etwa Handtücher oder Unterwäsche) sind 40 Grad Celsius vollkommen ausreichend. Auf diese Weise wird nicht nur die Umwelt entlastet, sondern auch der Geldbeutel. So kann eine vierköpfige Familie durch die Wahl von Waschprogrammen mit geringerer Temperatur bis zu zehn Euro im Jahr einsparen.



Dem Schmutz an die Wäsche

Die in Waschmitteln enthaltenen Enzyme lösen selbst hartnäckige organische Verschmutzungen (Milch, Kakao, Blut).



WIE SCHÜTZT EIN AUTOREIFEN DIE **UMWELT?**

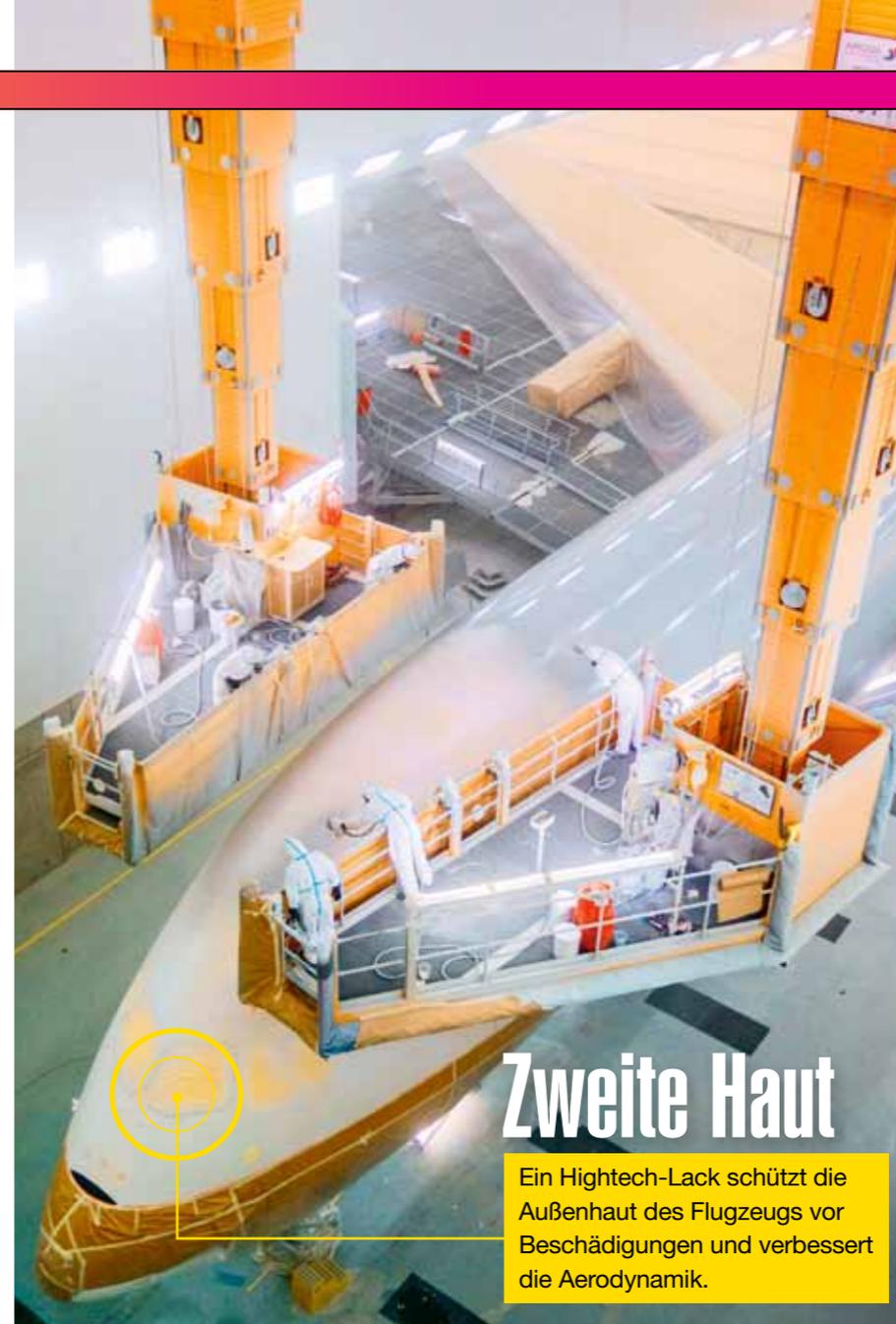
Auf den ersten Blick ist ein Autoreifen ein unspektakulärer Alltagsgegenstand. Bei näherem Hinsehen entpuppt er sich jedoch als wahres Hightech-Produkt. Denn was die wenigstens wissen: Der sogenannte Rollwiderstand bestimmt in erheblichem Maße die Energieeffizienz des gesamten Fahrzeugs und macht bei einem Pkw rund 30 Prozent des gesamten Treibstoffverbrauchs aus. Eine Entwicklung der chemischen Industrie hilft dabei, diesen Widerstand stark zu senken und gleichzeitig die Lebensdauer der Reifen zu erhöhen: Neodym-Kautschuk. Dieser Spezial-Kau-

tschuk ermöglicht die Produktion von modernen Hochleistungsreifen, die deutlich elastischer als herkömmliche Reifenmaterialien sind und dadurch weniger Energie aufnehmen. Gleichzeitig ist das Hightech-Produkt deutlich abriebsärmer als herkömmliche Kautschuke. Ein entscheidender Vorteil sowohl für die Verbraucher als auch für die Umwelt – denn weniger Abrieb bedeutet längere Laufzeit und weniger Feinstaub. Im Vergleich zu früheren Modellen rollen moderne Reifen heute rund 40 Prozent leichter über den Asphalt und sparen dadurch bis zu sieben Prozent Benzin ein.

Treibstoff sparen mit „grünen Reifen“

7%

Bis zu sieben Prozent weniger Verbrauch: Der geringere Rollwiderstand der „grünen Reifen“ schont Umwelt und Geldbeutel gleichermaßen.



Zweite Haut

Ein Hightech-Lack schützt die Außenhaut des Flugzeugs vor Beschädigungen und verbessert die Aerodynamik.



LACKIERSTRASSE DER SUPERLATIVE
Um einen A380 mit der schützenden Farbschicht zu überziehen, arbeiten 30 Lackierer knapp zwei Wochen lang im Schichtdienst. Durch moderne Lackzusammensetzungen könnte sich diese Zeit deutlich reduzieren lassen.

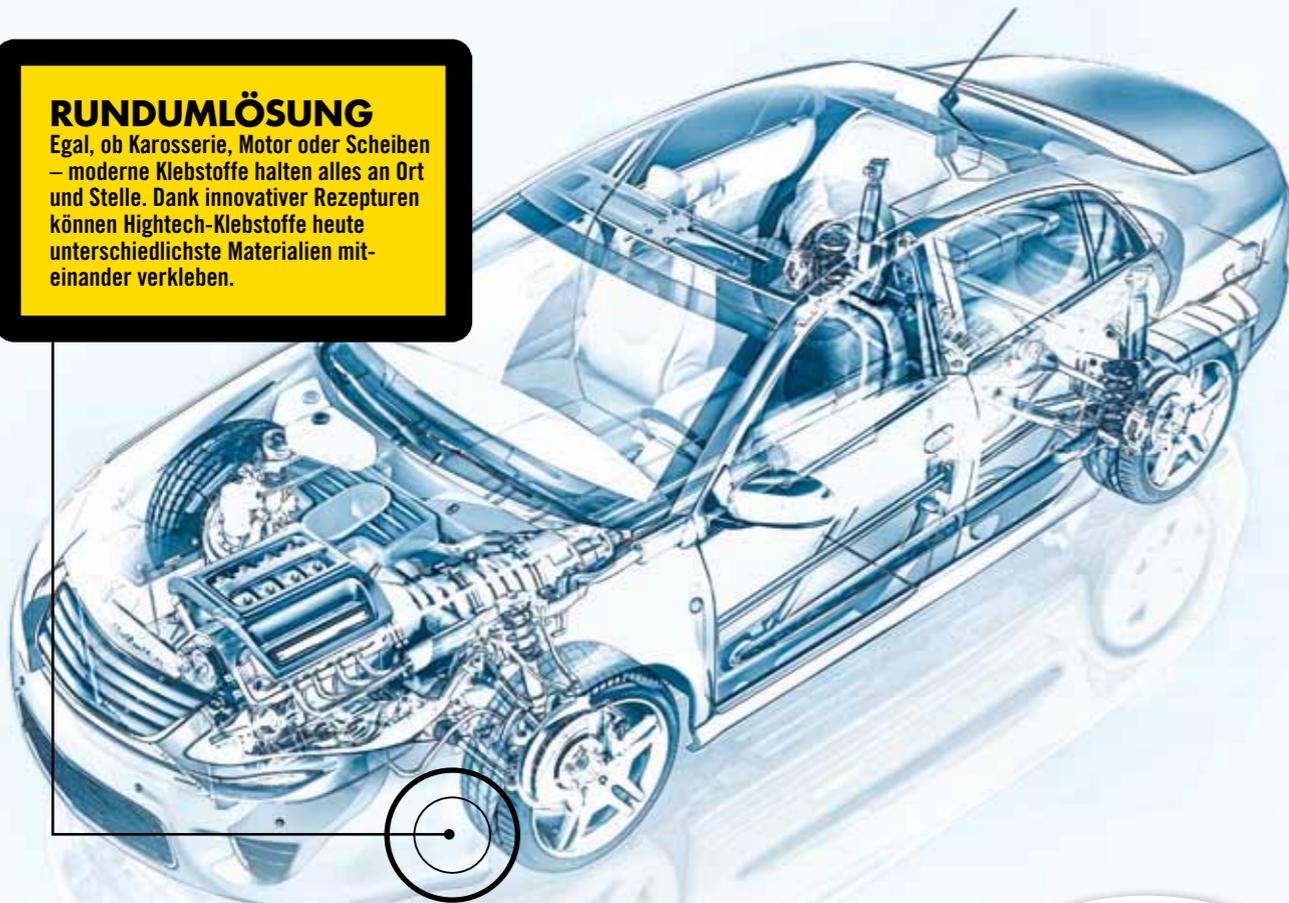
mische Industrie. Durch die Verwendung moderner Hochleistungs-Anstriche kann der Lackierprozess um einen kompletten Tag verkürzt werden. Gleichzeitig bietet die „Hightech-Hautcreme“ auch mehr Schutz und steigert die Effizienz der Maschine: Wo früher dicke Schichten notwendig waren, können durch die Anstriche hochspezialisierter Chemie-Unternehmen heute bei der Lackierung 15 bis 25 Prozent an Gewicht eingespart werden – das sind etwa 100 Kilogramm, etwas mehr als das Gewicht eines erwachsenen Passagiers. Jedes Gramm an Bord eines Flugzeugs beeinflusst den Treibstoffverbrauch und somit die Reichweite der Maschine. Ist erst einmal jedes Flugzeug mit den modernen Lacken beschichtet, könnten täglich 1900 Tonnen Gewicht eingespart werden, was etwa dem Gewicht von rund zwei Millionen erwachsenen Passagieren entspricht. Ein weiterer Vorteil der „Hautcreme“: Dank der neuen Lacksysteme müssen Flugzeuge nur noch halb so oft gesäubert werden, was der Umwelt ebenfalls zugutekommt.

GIBT ES EINE **HAUTCREME** FÜR FLUGZEUGE?

Gerade in diesem Moment befinden sich rund 19000 Flugzeuge gleichzeitig in der Luft. Um die Sicherheit und den reibungslosen Flugablauf gewährleisten zu können, ist ein Bestandteil des Flugzeugs besonders wichtig: die schützende Außenhaut. Selbst kleinste Beschädigungen müssen umgehend repariert werden. Und genau bei diesem Arbeitsschritt hilft die che-

RUNDUMLÖSUNG

Egal, ob Karosserie, Motor oder Scheiben – moderne Klebstoffe halten alles an Ort und Stelle. Dank innovativer Rezepturen können Hightech-Klebstoffe heute unterschiedlichste Materialien miteinander verkleben.



WIE KANN EIN KLEBSTOFF MEIN AUTO LEICHTER MACHEN?

Moderne PKW sind nicht nur sicherer und effizienter als ältere Fahrzeuge, sondern auch deutlich leichter. Dabei ist ein Produkt von entscheidender Bedeutung: moderner Klebstoff. Durch innovative Formulierungen sind Klebstoffe

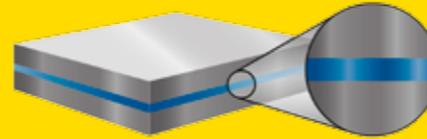
zu wahren Alleskönnern geworden. Sie verbinden die unterschiedlichsten Materialien wie Metalle, Kunststoffe oder Glas sicher und fest miteinander. Dadurch können Autobauer zunehmend leichtere Werkstoffe nutzen und auf das Verlöten, Verschweißen und Verschrauben verzichten. Das Ergebnis: Allein durch das Verkleben von Werkstoffen lassen sich beim fertigen Fahrzeug 15 Prozent Gewicht einsparen. Das bedeutet für jeden Autofahrer einen geringeren Spritverbrauch und dadurch auch eine deutliche Entlastung der Umwelt. Laut Kraftfahrt-Bundesamt sind in Deutschland derzeit rund 47 Millionen Privatfahrzeuge registriert. Setzt sich die Leichtbauweise flächendeckend durch, müssten auf unseren Straßen rund 9,8 Millionen Tonnen weniger bewegt werden.

PRÄZISIONSARBEIT
Um im modernen Autobau möglichst viel Gewicht einzusparen, werden viele Komponenten mittlerweile geklebt, statt sie mit Schrauben zu befestigen. Um möglichst präzise und effizient zu arbeiten, nutzen Autohersteller Spezial-Roboter bei der Montage.



Woher nimmt der Klebstoff seine Kraft?

Kontakt zwischen festen Oberflächen



Feste Oberflächen haften durch sogenannte Adhäsionskräfte aneinander – dafür ist die Größe der Berührungsfläche entscheidend.

Kontakt zwischen flüssigem und festem Stoff



Klebstoffe ziehen in die Poren des Materials ein und verankern sich dort. So wird ihre Haftwirkung zusätzlich verstärkt.

LITHIUM-IONEN-AKKU EINES ELEKTROAUTOS



Zellüberwachungseinheit

Gehäusedeckel

Zellblock mit Akkus

Gehäuseunterteil und Unterbodenverkleidung

WIE VERDOPPELT MAN DIE REICHWEITE EINES E-AUTOS?

Die Zukunft der Automobilantriebe ist hart umkämpft. Welche Technologie sich am Ende durchsetzen wird, ist noch unklar – als heißer Kandidat gilt jedoch die Elektromobilität. Eine der größten Herausforderungen für die Konstrukteure ist dabei die Reichweite der Fahrzeuge. Durchschnittliche Elektroautos

schaffen eine Strecke von etwa 300 Kilometern – das entspricht etwa einer Autofahrt von Hamburg nach Berlin. Das anschließende „Tanken“ ist bislang sehr zeitintensiv (bis zu 60 Minuten). Genau hier setzt ein neues Konzept der chemischen Industrie an. Mithilfe spezieller Materialverbindungen ist es Experten gelungen, die Lithium-Ionen-Akkus von Elektrofahrzeugen weiterzuentwickeln: Durch den Einsatz neuer Hightech-Kathoden wird man ihre Reichweite um 100 Prozent steigern können. Die Innovation soll in Zukunft Fahrstrecken von 600 Kilometern und mehr ermöglichen – und die Batterien gleichzeitig auch noch deutlich verkleinern. Eine Reduzierung der benötigten Rohstoffe wären die Folge. Positiver Nebeneffekt: Die kleineren Akkus bräuchten gerade einmal 15 Minuten für einen vollständigen Ladezyklus.

WER VERRÄT DEM BAUERN, WAS SEINE PFLANZEN BRAUCHEN?

Wer kennt das nicht? So sehr Orchideen, Geranien oder Zimmerpalmen ein Zuhause mit Leben füllen, so kompliziert ist die Aufzucht und Pflege dieser Pflanzen. Heimlich entsorgte Trockenstauden oder schimmelige Töpfe sind stumme Zeugen der falschen Antworten auf eine Frage: Was wollen Pflanzen wirklich? Gerade beim Düngen ist der Mikrokosmos Blumentopf wie eine Black Box: Was braucht ein Gummibaum im Vergleich zu einem Weihnachtsstern? Und im Sommer mehr davon als im Winter? Wie gut ist der Boden versorgt? Fragen, mit denen selbst professionelle Landwirte zu kämpfen haben – nur in wesentlich größerem Maßstab. Sie müssen Hunderte Hektar Felder im Blick behalten und immer mehr Daten analysieren, um die richtigen Anbauentscheidungen zu tref-

fen. Gleichzeitig stehen moderne Landwirte vor der Herausforderung, Dünger und Pflanzenschutzmittel möglichst effizient und nachhaltig einzusetzen. Und genau hier kommt die Digitalisierung zur Hilfe. Einige Pflanzenschutz- und Düngemittelproduzenten haben in Kooperation mit IT-Unternehmen eine Software entwickelt, die Bauern quasi eine Live-Überwachung ihrer Felder ermöglicht. Wie funktioniert diese neue Technologie genau? Neben der Drohnenüberwachung (Foto), die schon seit vielen Jahren im Einsatz ist, nutzen immer mehr Bauern hochauflösende Satelliten- und Biomassebilder. Hierbei erkennt ein Algorithmus kleinste Wachstumsunterschiede innerhalb eines Feldes. Ein spezieller Sensor kann aus der spektralen Zerlegung des von jeder Pflanze reflektierten Sonnenlichts ihre Ver-

sorgung mit Stickstoff berechnen: So schimmert etwa gesunder Weizen in einem ganz charakteristischen Grün bzw. Gelb – Farbnuancen, die sogar aus dem Weltraum messbar sind. Aus den Daten erstellt die Software konkrete Düngelpläne für alle Arten von Feldfrüchten über eine ganze Saison hinweg, und das quadratmetergenau. Mit ähnlichen Technologien lässt sich auch ein Großteil der Pflanzenschutzmittelmengen reduzieren, weil Kameras und Sensoren erkennen, wo Unkraut wächst. Einige Tausend Landwirte in Deutschland und Frankreich nutzen die Software bereits. Hobbygärtner können jedoch noch nicht zu Düngemittelsparern werden – selbst wenn sie ihre Orchideensammlung unter freiem Himmel anpflanzen würden: Ein Algorithmus für Zierpflanzen existiert noch nicht.



LICHTSIGNAL
Grün ist nicht gleich Grün: Zerlegt man das von einer Pflanze reflektierte Sonnenlicht in seine Bestandteile, ergibt sich ein charakteristisches Muster. Aus ihm lassen sich fehlende Nährstoffe oder Wassermangel herauslesen.

BODENMESSER

Drohnen können nicht nur den Zustand eines Feldes analysieren, sondern ihn sogar gleichzeitig verbessern: Sie düngen gezielt, bekämpfen Schädlinge punktgenau oder bewahren im Feld versteckte Tiere vor dem Mähdrescher.



2,5

Meter pro Minute schafft der 3-D-Drucker der dänischen Firma 3D Printhuset: So schnell wachsen die Wände, die dennoch den strengen europäischen Bauvorschriften genügen. Eine verbesserte Nachfolgeversion des Druckers erreicht nun sogar 18 Meter pro Minute.

KANN MAN EIN HAUS EINFACH DRUCKEN?

Die Bauzeit des kleinen Hauses am Nordhafen von Kopenhagen betrug exakt 50 Stunden. Oder besser gesagt – die *Druckzeit*. Tatsächlich ist das 50 Quadratmeter kleine Häuschen eines von Hunderten Bauwerken in Europa, die derzeit am Computer entstehen und einfach mit einem 3-D-Drucker gedruckt werden. Doch nicht nur Häuser, ja ganze Wohnkomplexe – auch Auto- und Flugzeugteile, Brücken, Turnschuhe, Operationsgeräte und Turbinen – kommen

mittlerweile aus dem 3-D-Drucker. Denn Fakt ist: Was vor zehn Jahren eine Vision war, ist heute Realität. Aber wie genau funktioniert diese Technologie, die den Beginn einer neuen Ära in der industriellen Fertigung einläuten soll? Oder anders gefragt: Wie wird aus einer Datei ein Gebäude? Additives Manufacturing, kurz AM, nennen Experten den Prozess, mit dem man mithilfe eines 3-D-Druckers individuell maßgeschneiderte Objekte in Serienproduktion ermöglicht. Auf Grundlage eines

digitalen, dreidimensionalen Bauplans werden Materialien schichtweise auf eine Fläche aufgetragen. Millimeter für Millimeter. Schicht für Schicht. In Sekunden. So baut sich innerhalb kürzester Zeit je nach Dateneingabe eine Hauswand, eine Schraube, eine Prothese oder Turbine auf – und das ohne spezielle Werkzeuge. Das spart nicht nur Geld, sondern auch Zeit. Dabei können die Baudaten und damit auch das Gebilde per Mausclick frei verändert werden. Inzwischen lassen sich sogar mithilfe von Mul-



SCHICHTARBEIT
Im 3-D-Druck wachsen Häuser in dünnen Schichten von unten nach oben: Der Drucker sieht eher aus wie ein Gerüst, in dem sich eine Art Teigspritze horizontal durch den Raum bewegt. Besondere Teile wie Fenster müssen anschließend von Hand eingepasst werden.

BOGENMAUER
Keine Wand des Hauses ist gerade – ein Vorteil des 3-D-Drucks im Gebäudebau. Denn normalerweise sind gekrümmte Mauern technisch anspruchsvoll und teuer – für einen 3-D-Drucker ist die Form aber egal.



Millimetergenauer Bau auf Knopfdruck



Frisch gesetzte Wände



50 Quadratmeter Büroraum

timaterial-3-D-Druckern verschiedene Materialien kombinieren und ihre Eigenschaften und Texturen verändern. Der leichte, aber nicht besonders robuste Stoff erhält durch die Kombination mit dem Übergangsmetall Scandium beispielsweise eine erhöhte Zugfestigkeit. Nur woher kommen überhaupt die Materialien, die ein 3-D-Drucker zu einem Gebilde zusammensetzt?

Den Baustoff für den massenkompabilen 3-D-Druck liefert die chemische Industrie. Sie stellt schon heute hoch flexible und dennoch extrem stabile Kunststoffe her. Die sogenannten Polymere wie Silikon, Weichmacher oder Harze werden in Pulverform von den Herstellern an die Produzenten der Bauteile geliefert und vor Ort unter Extrem-Druck erhitzt. Bei diesen Prozessen wächst die Struktur in einem Pul-

verbett aus Polymerpartikeln, das zu einem dreidimensionalen Gebilde verschmilzt. Aber nicht nur Kunststoffe, auch Beton und Metall sind beim 3-D-Druck als Rohstoffe einsetzbar. Bei modernen Druckern schmelzen mehrere Laser das Metallpulver, sodass zum Beispiel Triebwerksteile eines Flugzeugs in Serie von bis zu 100 000 Stück produziert werden können.

WIE WIRD EIN METALL- IMPLANTAT ZUM KNOCHEN?

KNOCHENJOB

Erst stabilisieren, dann verwachsen: Schrauben aus einer neuartigen Magnesium-Legierung halten gebrochene Knochen zusammen und verwandeln sich anschließend selbst in Knochenmaterial. Sie müssen also nicht wieder entfernt werden.



Bioschrauben ersetzen herkömmliche Schrauben – und ersparen Folge-Operationen.

+

Der Mensch besitzt einige der faszinierendsten Reparaturmechanismen der Natur. Das Ausheilen eines gebrochenen Knochens gehört beispielsweise zu seinen unbestrittenen Meisterleistungen. Zunächst eilen sogenannte Osteoblasten zur Bruchstelle und produzieren grob, aber stabil neues Knochenmaterial. Sind sie fertig, treten ihre Koll-

agen, die Osteoklasten, auf den Plan. Sie sind die Feinmechaniker des Körpers und modellieren den neuen Knochen so präzise nach, dass der Bruch nur noch von Ärzten erkennbar ist. Das Problem: Anders als oft behauptet, ist ein Knochen nach einem Bruch nicht härter. Ganz im Gegenteil. Er benötigt Zeit, um „auszuhärten“. Mediziner überbrücken diese Risiko-

phase für eine Neufraktur in der Regel dadurch, dass sie die fragile Knochennarbe übergangsweise mit einer Metallschraube stabilisieren. Doch so praktisch diese Strategie auch ist – sie hat einen großen Nachteil: Die Schrauben müssen irgendwann in einer zweiten Operation entfernt werden. Für den Patienten ist das eine enorme Belastung.

Jetzt hat ein Medizintechnik-Unternehmen jedoch ein Material entwickelt, das mittlerweile als Implantat zum Einsatz kommt und das eine zweite Operation überflüssig macht – ein Material, das quasi von selbst verschwindet. Die Wunderschraube ist nicht nur ebenso stabil wie Titan oder Stahl, sondern auch bioresorbierbar. Das bedeutet: Die neu entwickelten Knochenpins ba-

sieren auf einer speziellen Magnesiumumlegierung, die sich nach einiger Zeit im Zusammenspiel mit normalen Stoffwechselprozessen im Körper fast vollständig auflöst. Weitere Vorteile der innovativen Implantate: Sie fördern das natürliche Knochenwachstum um die Knochennarbe herum, stabilisieren dadurch den Knochen – und beugen Infektionen vor, da das Material antibakteriell ist.

60%

des Magnesiums im Körper befinden sich in den Knochen. Der biologisch hochverträgliche Stoff eignet sich daher ideal als Gerüst – und ist nach wenigen Monaten auf dem Röntgenbild kaum noch erkennbar.



WAS HILFT BESSER GEGEN KREBS?

Die Chemotherapie ist zwar nach wie vor ein wichtiges Werkzeug im Kampf gegen den Krebs, spielt aber eher in der Liga von Pfeil und Bogen – jedenfalls, wenn man sie mit den Hightech-Waffen der Medizin vergleicht. Dazu gehören einerseits sogenannte zielgerichtete Therapien, die etwa die natürlichen Signalketten unterbrechen, die für die Zellteilung verantwortlich sind, oder die verhindern, dass Tumoren an die Blutversorgung des Körpers angeschlossen werden. Eine andere Strategie setzt auf die angeborenen Waffensysteme des Körpers. Denn selbst die tödlichsten Krebszellen haben keine Chance gegen unsere körpereigenen Immunzellen (T-Zellen) – wenn es erst einmal zum Kampf kommt. Aber Krebszellen sind tückisch. Viele geben sich als gesunde Zellen aus. Andere bremsen unsere Immunzellen aus oder hemmen deren Fähigkeiten, sodass sie die Tumorzellen nicht mehr attackieren können. Für Forscher stellte sich also die Frage: Wie kann man dem Körper helfen, sich selbst zu helfen? Die Antworten, die man fand, werden unter dem Begriff der „Immuntherapie“ zusammengefasst. Angepasst an die jeweilige Überlebensstrategie einer Krebszelle, die es zu durchkreuzen gilt, kommen z. B. immunonkologische Antikörper zum Einsatz, die T-Zellen aus ihrer krebsbedingten Angriffsblockade befreien. Andere Immuntherapien markieren jene Krebszellen, die sich unauffällig verhalten – und machen sie so für die Krebsjäger unseres Körpers sichtbar.

6,2
Milliarden Euro

investiert die Pharmaindustrie in Deutschland jährlich in die Entwicklung von neuen Medikamenten. Rund 17 000 Wissenschaftler sind daran beteiligt.

10-12
neue Krebsmedikamente pro Jahr

Pharmaunternehmen in Deutschland gehören zur Speerspitze der Krebsforschung. Rund ein Dutzend völlig neuer Krebsmedikamente wird jährlich entwickelt.

12 %
höhere Überlebenschance

Durch neue Medikamente und neue Therapie-schemata ist die Chance, einen Krebs zu überleben, in den letzten zehn Jahren für Frauen um sieben und für Männer um zwölf Prozent gestiegen (Durchschnitt: 9,5 Prozent).



WAS IST WIRKLICH DAS BESTE MEDIKAMENT FÜR MICH?

Um einen Patienten bestmöglich zu behandeln, haben Ärzte bislang vor allem zwei Variablen berücksichtigt: die Diagnose – und die Verfügbarkeit von Medikamenten, die zu dem jeweiligen Krankheitsbild passen. Eine weitere Variable aber – nämlich der Mensch, der da vor

dem Arzt sitzt – bekommt dank der Pharmaforschung seit wenigen Jahren deutlich mehr Aufmerksamkeit. Das Schlagwort lautet: „Biomarkerdiagnostik“.

Dazu ermittelt der behandelnde Arzt – wie der Name schon sagt – Biomarker. Das sind messbare Merkmale, die etwas darüber aussagen, in welchem Zustand sich ein Körper befindet. Klassische Biomarker sind etwa das Alter, Gewicht oder Geschlecht eines Patienten. Was nun passiert, ist einfach erklärt: Durch die Entschlüsselung des Genoms bieten sich jetzt viel mehr Biomarker an, die etwas über den körperlichen Zustand eines Patienten aussagen können. Und damit bietet sich die Chance für Pharmaindustrie und Ärzte, die Auswahl der Medikamente und Behandlungsmethoden besser an die Bedürfnisse des einzelnen Patienten anzupassen. Für den Mediziner ergibt sich so konkret ein geneti-

46 831

Gene enthält die menschliche DNA mindestens.

Um vorherzusagen, welches Medikament sich für einen bestimmten Patienten eignet, sind meist eines oder mehrere der rund 21 000 Gene interessant, die die Information für Proteine tragen. Sind sie beim Patienten normal oder mutiert? Das sagt ein Gentest.

scher, molekularer und zellulärer Patienten-Steckbrief, der ihm genau verrät, welches Medikament bei einem bestimmten Patienten in der vorgesehenen Weise wirkt, ob der Patient das Medikament verträgt und wie das Medikament dosiert werden muss, damit es optimal wirkt. Rund 66 von der pharmazeutischen Industrie entwickelte Medikamente werden derzeit in Deutschland „personalisiert“ eingesetzt – Tendenz: stark steigend.

Einst galt es als Wundermaterial. Heute ist das erhöhte Plastikaufkommen eine der größten Umweltherausforderungen des Planeten. Viele fordern sogar einen Kunststoffanstieg. Doch nüchtern betrachtet, wäre diese Reaktion wenig sinnvoll. Denn einerseits ist Plastik ein wertvolles Material, das etwa in der Medizin oder der Lebensmittelbranche nicht mehr wegzudenken ist – und andererseits ist Kunststoff selbst gar nicht das Problem, sondern der Umgang damit...

Was viele nicht wissen: Plastik ist nicht gleich Plastik. Kunststoffarten unterscheiden sich in ihrer Materialbeschaffenheit und Zusammensetzung. Tatsächlich ist das, was wir unter dem Wort „Plastik“ kennen, in Wahrheit immer viele, manchmal Tausende unterschiedliche Kunststoffe, die verklebt, gemischt, bedampft oder gefärbt sind. Und eben dieses Mischplastik, ohne das es die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten von Kunststoff nicht gäbe und ohne die wiederum unsere moderne Welt nicht denkbar wäre, ist bislang nicht recycelbar. Doch das soll sich schon bald ändern.

So haben Experten der chemischen Industrie ein Verfahren entwickelt, mit dem der Kunststoffabfall, der sich aufgrund seiner Zusammensetzung oder Verschmutzung nicht klassisch recyceln lässt, in Zukunft wiederverwertbar gemacht werden kann. Das Verfahren nennt sich chemisches Recycling. Dazu muss man wissen, dass Kunststoff heute überwiegend aus Erdöl gewonnen wird. Beim chemischen Recycling macht man sich diese stoffliche Vergangenheit zunutze, indem man

GIBT ES BALD EINEN PLASTIKMÜLL- GOLDRAUSCH?

Kunststoffe durch ein thermochemisches Verfahren bei hohen Temperaturen von mindestens 300 Grad – einfach gesagt – in ihren ursprünglichen Zustand zurückversetzt. Dieses Rohmaterial kann nun erneut verwendet werden, entweder zur Herstellung von neuem Kunststoff oder innerhalb anderer chemischer Produktionsprozesse. Manche Experten sagen einen regelrechten Plastikmüll-Goldrausch voraus, bei dem schon bald Kunststoff-Schürfer Abfälle aus dem Meer fischen – um sie für das chemische Recycling weiterzuverkaufen. Und auch die Industrie kann in Zukunft Kunststoffabfälle in den eigenen Produktionshallen sammeln und mit diesem Verfahren in eine Ressource verwandeln, die sonst teuer eingekauft werden müsste. Die umweltbelastende Förderung von Rohstoffen wie Erdöl kann stark reduziert werden. Und ganz nebenbei ist man nicht mehr gezwungen, etwas zu verbrennen oder auf Deponien zu lagern, das die Umwelt belastet: Plastikmüll.



63%

recyclbares Plastik:

Ziel der Bundesregierung ist es, die Recyclingquoten für Kunststoffverpackungen von derzeit 36 Prozent auf 63 Prozent im Jahr 2022 zu erhöhen.

HIGHTECH FÜR GESÜNDERE MEERE

Damit zukünftig weniger Plastikmüll in unseren Ozeanen landet, haben Chemiekonzerne in den vergangenen Jahren verschiedene Hightech-Verfahren entwickelt, um die Recyclingquoten für Kunststoff deutlich zu erhöhen. So sollen beispielsweise mithilfe des sogenannten chemischen Recyclings Plastikabfälle unter Einwirkung von Hitze aufbereitet und wieder als Rohstoff in den Kunststoff-Kreislauf eingespeist werden.

i Allianz gegen Plastikmüll

Im Januar 2019 gründeten gut zwei Dutzend internationale Unternehmen die Non-Profit-Organisation „Alliance to End Plastic Waste“ (AEPW). Gemeinsam stellten sie im ersten Schritt 1 Milliarde Dollar bereit, um Projekte im Bereich Müllmanagement und Kreislaufwirtschaft sowie neue Recycling-Technologien zu fördern.

BESTEHT DER MENSCH AUS STERNENSTAUB?

Alle chemischen Elemente, aus denen der menschliche Körper besteht, finden sich auch in Sternen wieder. Forscher haben damit den Beweis erbracht: Sterne und Menschen sind quasi eng miteinander „verwandt“. Diese Grafik zeigt die relative Häufigkeit der chemischen Elemente im Körper nach der Anzahl der Atome...

0,32% **Ca**

CALCIUM
Ohne dieses Element hätten wir keine Zähne, keine Knochen, unser Nervensystem könnte nicht arbeiten und unser Blut nicht gerinnen. Doch Calcium ist auch ein uralter Baustein der Sterne. Tatsächlich entdeckten Forscher unlängst sogar sogenannte Calcium-Sterne.

63% **H**

WASSERSTOFF
Wasserstoff ist ein Bestandteil aller Biomoleküle der Erde und das Element, von dem am meisten Atome in unserem Körper enthalten sind. Ein Schicksal, das wir mit den Sternen teilen – von denen die meisten zu drei Vierteln aus Wasserstoff bestehen.

25,4% **O**

SAUERSTOFF
Tritt in unserem Körper vor allem in Kombination mit Wasserstoff auf – als Wasser. Sauerstoff ist an nahezu allen Körperprozessen beteiligt. Sterne dagegen benötigen Sauerstoff als Treibstoff für Fusionsprozesse.

9,4% **C**

KOHLENSTOFF
Kohlenstoff ist im wahrsten Sinne des Wortes *das* verbindende Element des Universums – in Sternen ebenso wie in unserem Körper. Der Grund: Wegen seines atomaren Aufbaus ist er besonders bindungsfreudig. Tatsächlich geht kein anderes Element mehr Bindungen mit anderen Elementen ein.

0,13% **P**

PHOSPHOR
Das Element ist Bestandteil unserer DNA und außerdem wichtiger Akteur im Energiestoffwechsel unserer Zellen. Phosphor wird laut einer Studie aus dem Jahre 2013 bei der Explosion massereicher Sterne „geschmiedet“.

0,04% **S**

SCHWEFEL
Schwefelverbindungen wurden durch gigantische Sternener Explosionen in den Weltraum geschleudert – und bilden heute die Grundlage für das Leben auf der Erde, indem sie die Proteinstrukturen in unserem Körper stabilisieren.

0,3%
Cl Mg Mn Fe F Co
Cu Zn Se Mo I Li Al

UND DER REST?
Es gibt noch viele weitere Elemente in unserem Körper – und in den Weiten des Alls. Dazu gehören: Chlor, Magnesium, Mangan, Eisen, Fluor, Cobalt, Kupfer, Zink, Selen, Molybdän, Iod, Lithium, Aluminium.

1,32% **N**

STICKSTOFF
Er ist essenzieller Bestandteil der menschlichen DNA – und bestimmt dadurch maßgeblich, wie ein Mensch gestaltet ist. Darüber hinaus ist Stickstoff als Schlüsselement bei solaren Fusionsprozessen mitverantwortlich für die Entstehung von Sternkernen.

0,06% **K**

KALIUM
Das Element ist ein wichtiger Akteur in unseren Zellen – und reguliert beispielsweise deren Wachstum. Und Forscher bewiesen zuletzt, dass Kalium Bestandteil der Atmosphäre vieler Exoplaneten ist.

0,03% **Na**

NATRIUM
Das Element ist beteiligt an der Funktion von Nerven und Muskeln in unserem Körper. Studien zeigen aber auch, dass der Natriumgehalt von Sternen darüber entscheidet, wie sie „sterben“: Je höher dieser Anteil, desto größer der Knall am Ende des Sternenlebens.

DAS PERIODENSYSTEM DER ELEMENTE

H																	He
Li	Be	BAUSTEINE DES MENSCHLICHEN KÖRPERS										B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar										
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	Lu	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Lr	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn	Uut	Ff	Uup	Lv	Uus	Uup

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Tb
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No

WIE MACHT MAN AUS LACHSEN VEGETARIER?

» Lachs ist der beliebteste Fisch der Deutschen, rund sechs Kilogramm verzehrt jeder pro Jahr. Der Löwenanteil davon stammt nicht aus der freien Natur, sondern aus riesigen Fischzuchtanlagen, sogenannten Lachsfarmen, vor allem in Norwegen und in Chile. Als Fleischfresser braucht der Lachs bestimmte Fette fürs Wachstum, die er eigentlich aus seiner Beute be-

zieht. Für Aqua-Farmer hieß das bis jetzt: Man muss Fische fangen, um andere Fische damit zu füttern – eine nicht besonders nachhaltige Methode. Die Forscher von zwei Chemiekonzernen haben nun jedoch ein Verfahren entwickelt, das die notwendigen Fettsäuren aus Meeresalgen gewinnt. Lachse werden so gewissermaßen zu Vegetariern – und die Fischbestände werden erheblich geschont.



70%

des Fischfutters für Zuchtlachse stammen mittlerweile aus vegetabilischen Quellen (pflanzliche Stoffe). Um diese Quote weiter zu erhöhen, haben Chemiker jetzt ein Verfahren entwickelt, bei dem Omega-3-Fettsäuren, die es so eigentlich nur in Fischen gibt, auf Basis einer Alge hergestellt werden.



KANN MAN MIT EDELSTEINEN ZÄHNE PUTZEN?

» Tatsächlich steckt in unserer Zahnpasta ein Mineral, das sowohl Zähne reinigen – als auch ein Edelstein sein kann. Das hängt von der chemischen Zusammensetzung und der Form der Verbindung ab. Das unregelmäßig strukturierte Siliciumdioxid verdickt die flüssige Zahnputzmischung und macht sie so zu einer cremigen Paste. Als Putzkörper entfernt das Mineral schonend den Zahnbelag und poliert die Zahnoberfläche, um ein erneutes Anhaften der Beläge hinauszuzögern. Doch wenn das Siliciumdioxid Kristalle bildet, die noch Spuren anderer Elemente enthalten, entstehen daraus Halbedelsteine wie Amethyst, Rosenquarz und Onyx.

GIBT ES BALD STROM AUS DER SONNENBRILLE?

» Wer Schrittzähler, MP3-Player oder Hörgerät unterwegs mit Strom versorgen will, kann sie bald womöglich an seine Sonnenbrille anschließen. Forscher des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) haben Solarzellen aus Kohlenwasserstoff-Verbindungen entwickelt, die als Gläser einer Sonnenbrille dienen können. Wie Solarzellen aus Silizium können sie Licht absorbieren und in Strom umwandeln. Solche organischen Solarzellen gibt es schon länger, aber die KIT-Forscher haben transparente Kunststoffe geschaffen, durch die man ohne Beeinträchtigung hin-

durchschauen kann. Die Brille ist dünn, flexibel, wiegt nicht mehr als normales Brillenglas und liefert bei normaler Raumbelichtung von 500 Lux noch 200 Mikrowatt Leistung. Das reicht, um verschiedene Kleingeräte zu betreiben, so lange genug Licht da ist. Mit dem produzierten Strom werden außerdem Sensoren und in die Brille integrierte Displays versorgt – die Sonnenbrille misst die Sonneneinstrahlung und die Umgebungstemperatur und zeigt die Werte auf den Displays an. Zukünftig sollen die organischen Solarzellen auch in den Fassaden von Hochhäusern genutzt werden.



Solaranlage auf der Nase: Die Gläser dieser Sonnenbrille wandeln Licht in Strom um.



KANN DIESER SEE 270 MILLIONEN AUTOS ANTREIBEN?

➤ Zehn Milliarden Tonnen Salz: Diese Menge enthält der bolivianische Salar de Uyuni (Foto), die größte Salzpflanze der Welt. In der 10 000 Quadratkilometer großen Ebene – 20-mal so groß wie der Bodensee – lagern außerdem schätzungsweise 5,4 Millionen Tonnen Lithium, ein Hauptrohstoff für die Akkus von Smartphones oder auch Elektroautos. Um ein herkömmliches Fahrzeug zu betreiben, werden etwa 20 Kilogramm Lithium benötigt. Die Menge in der Salar de Uyuni reicht also aus, um bis zu 270 Millionen Elektroautos anzutreiben.



WAS HABEN BATTERIEN MIT RHABARBERSAFT ZU TUN?

➤ Rhabarbersaft ist nicht nur lecker, sondern er könnte schon bald sogar Strom speichern. Denn die sogenannten Redox-Flow-Batterien nehmen elektrischen Strom mithilfe eines Elektrolyten (Flüssigkeit) und mit Vanadium-Salzen auf. Welche Rolle dabei das Gemüse spielt? Forscher der Harvard School of Engineering and Applied Sciences (USA) konnten in Rhabarbersaft die Stoffklasse der Anthrachinone finden. In der Pflanzenmedizin werden sie als Abführmittel eingesetzt, in Elektrolyten hingegen könnten sie die Rolle des teuren Vanadiums übernehmen. Der Chinone-Elektrolyt könnte im Vergleich zu Vanadium bis zu zwei Drittel der Kosten einsparen. Der Haken: Die Rhabarber-Chinone sind nicht so stabil wie die Vanadium-Metallsalze. Denn bislang konnten nur 100 Ladezyklen ohne Verschlechterung nachgewiesen werden. Notwendig sind für die kommerzielle Nutzung jedoch mindestens 10 000 Zyklen.

IMPRESSUM:

Redaktion und Gestaltung: Welt der Wunder
Herausgeber: Verband der Chemischen Industrie (VCI),
 Mainzer Landstraße 55, 60329 Frankfurt

KANN MAN MIT SCHNECKEN EINEN TUMOR BEKÄMPFEN?

➤ Schnecken sind ein echtes Erfolgsmodell der Natur. Im Laufe ihrer 600 Millionen Jahre andauernden Evolution entwickelten sie Fähigkeiten, die auch für die Medizinforschung von Interesse sind. So haben beispielsweise deutsche Forscher im Labor aus der Lymphe der kalifornischen Meeresschnecke *Meguratha crenulata* (Foto) einen blauen Blutfarbstoff isoliert, der die Basis für den Wirkstoff Immuncyanin ist. Der wiederum kann entweder als Medikament gegen Harnblasenkrebs eingesetzt werden – oder als Trägermolekül für therapeutische Impfstoffe. Ein anderes bekanntes Beispiel für das Potenzial der „Schnecken-Apotheke“ ist der Wirkstoff Ziconotid. Dieses ursprünglich aus dem Gift der Kegelschnecke gewonnene Peptid wird etwa zur Schmerztherapie bei Krebspatienten eingesetzt, wenn herkömmliche Schmerzmittel versagen.



Fotos: Getty Images (6); Alamy ; LG (2); Marvel; BASF; Covestro; Shutterstock (5); Bigshot Toyworks; Red Bull; Syntelix (2); Eiko Jones; iStockphoto (3); KIT; Airbus (2); Daimler AG; Henkel; BMW; PR; COBOD (3); DPA Picture Alliance; WDW Grafik; laif/DDP Images;