

VON EDDA PULST

**DÜSSELDORF** „Wie wenig ist möglich, wie viel nötig?“ Energie steht beim Expeditionsbergsteigen ganz oben auf der Packliste – denn sie muss viele Wochen lang getragen werden. In unserer Konsumgesellschaft spielt das keine Rolle. Wir stillen Energiehunger sofort. Allein die Digitalisierung frisst in Deutschland jährlich 18 Terawattstunden Strom – das ist die gleiche Menge, die Berlin pro Jahr braucht. Die KI-Blase und der Krypto-Hype – beides sind echte Energiemonster. Für neun Milliarden Suchanfragen am Tag hat Google den gleichen Jahresbedarf wie ganz Irland – insgesamt 29 Terawattstunden.

Strom macht ein Viertel im deutschen Energie-Mix aus, 60 Prozent davon sind schon grün. Es könnte noch mehr sein, wenn sich das „Mehr“ aus regenerativen Quellen vernünftig abspeichern ließe. Bisher gibt es bei Dunkelflaute, also wenn Sonne und Wind fehlen, keine Reserven: Dann müssen fossile Gas- und Kohlekraftwerke ran. Oder teurer Strom aus Nachbarländern. Mit Hochdruck arbeiten unsere Energieversorger an Batterie-Großspeichern. Zusätzlich laufen Experimente, Batterien der deutschen E-Autos als Puffer zu verwenden; die laden bei Überschuss und speisen bei Dunkelflaute ins Netz ein. Atomkraftwerke können in Dunkelflauten nicht helfen. Folglich wollen die Verantwortlichen der Energieversorger weder alte AKW reaktivieren noch neue bauen. Selbst die umjubelten Small Modular Reactors (SMA) liegen bei Funktion, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit im Nebel.

Schauen wir uns nun die restlichen 75 Prozent unserer noch fossilen Energieversorgung an: Für die Energiewende spielt Wasserstoff (H<sub>2</sub>) in der Industrie eine Hauptrolle – bei uns privat bisher noch die Nebenrolle. Für unseren Autos lohnt sich Wasserstoff nicht, weil nur 26 Prozent des eingesetzten Stroms als Energie ankämen. Tanken wir hingegen Strom, liegt der Wirkungsgrad dreimal so hoch – bei 90 Prozent. Zu Hause ließe sich mit einem Tankwagen voll Erdgas neun Monate heizen. Mit dem gleichen Tankwagen voller Wasserstoff ginge das nur einen Monat.

Urlaubsflüge sind ebenfalls H<sub>2</sub>-ungeeignet: Ein Flugzeug braucht spezielle Systeme, um Wasserstoff flüssig zu halten – dazu größere Tanks als sie für Kerosin nötig sind. Mehr Gewicht bedeutet aber weniger Platz für Passagiere.

Auch teure E-Fuels, aus grünem Wasserstoff und Treibhausgas synthetisch hergestellt, scheinen bei einem Wirkungsgrad von 13 Prozent derzeit noch nicht sinnvoll. DHL hat daher zunächst zwölf elektrische



Mit Wasserstoff angetriebene Busse der Stadtwerke Krefeld. FOTO: SWK MOBIL

## Wo Wasserstoff helfen könnte

Deutschland ist mitten in der Energiewende und auf der Suche nach neuen Energiequellen. Größte Hürde bleibt die Speicherung. Welche Probleme es noch gibt und welche Möglichkeiten vielversprechend sind.

Flugzeuge für seine Flotte gekauft; auch Airbus verschiebt die Pläne für ein Wasserstoff-Flugzeug über 2035 hinaus.

Schauen wir dorthin, wo Wasserstoff Sinn macht. Als Wundermittel entfaltet er seine Wirkung in der Industrie. So kann er klimaschädliche Energie ersetzen, beispielsweise Koks in der Stahlerzeugung. In Schweden entsteht schon das weltweit erste klimaneutrale Stahlwerk.

Folglich baut Deutschland seine Elektrolysekapazität für grünen

Wasserstoff aus. Aber sie reicht noch nicht, wir müssen 70 Prozent importieren, aus Saudi-Arabien, Algerien und Tunesien. Die Lieferanten binden H<sub>2</sub> an Ammoniak. Denn für den Transport von reinem Wasserstoff gibt es bislang nur ein Schiff – mit 1250 Kubikmetern auch eher eine Nusschale. Hingegen lässt sich Ammoniak mit Riesen-LNG-Tankern prima transportieren. An der deutschen Schiffsanlegestelle wird es in H<sub>2</sub> gewandelt und auf die Wasserstoff-Autobahn geschickt: Die

verbindet Häfen und Industriezentren – 9700 Kilometer sind bis 2032 geplant.

Zusätzlich wollen wir mit unserer überschüssigen Sonnen- und Windenergie grünen Wasserstoff produzieren und ihn für Dunkelflauten beiseite legen. Das funktioniert sowohl in Erdgaskavernen als auch (mit Druck oder minus 253 Grad verflüssigt) in speziellen Wasserstoff-Speichern. Organische und chemische Verbindungen sind als Speichermöglichkeit ebenso denk-

bar wie E-Fuels. Das Forschungszentrum in Jülich erforscht das Mögliche und entwickelt NRW zur Wasserstoff-Modell-Region. Außerdem muss Wasserstoff gar nicht grün sein, türkis reicht auch, wenn er aus Methan entsteht. Der dabei anfallende feste Kohlenstoff geht als Graphit in Batterien oder als Kohle unter die Erde.

Und was in der Industrie funktioniert, geht vielleicht auch bei uns privat: Schon jetzt liefern Anbieter Systeme, die wir mit unserer Photovoltaik-Anlage verbinden, um mit überschüssigem Solarstrom Wasserstoff zu erzeugen und zu speichern. Klar führt das Energieumwandeln zu niedrigeren Wirkungsgraden. Von einer Kilowattstunde, die unsere Photovoltaik-Anlage erzeugt, bleiben nur 0,4 Kilowattstunden übrig.

Dennoch zeigen alle diese Entwicklungen: Die Energie-Angeln sind ausgeworfen. Neues entsteht. Fachkräfte für Energiewende und Transformation werden händeringend gesucht. Denken wir das Thema bis zum Ende und biegen nicht vorher ab. Denken statt Googeln – spart viel Strom. Priorisieren wir wie beim Bergsteigen. Was wir nicht brauchen, müssen wir nicht tragen.

### INFO

#### Wissenswertes zum Wasserstoff

**Produktion** Wasserstoff lässt sich zum einen in der Dampf-Formierung mit Erdgas erzeugen. Dabei entsteht sogenannter Grauer Wasserstoff mit zehn Tonnen Treibhausgas pro Tonne H<sub>2</sub> in der Produktion. Zweite Möglichkeit ist die Elektrolyse mit Strom, die das Wasser in Sauerstoff und H<sub>2</sub> spaltet.

**Nutzen** Brennstoffzellen erzeugen Strom aus Wasserstoff und Sauerstoff, dies ist quasi eine umgekehrte Elektrolyse.

**Bezeichnungen** Blau heißt der Wasserstoff, wenn das Kohlendioxid abgeschieden und eingelagert wird. Entsteht Wasserstoff mit Atomstrom, wird er pink genannt. In der Methanpyrolyse lassen sich türkiser Wasserstoff und fester Kohlenstoff gewinnen. Grüner Wasserstoff entsteht mit Strom aus erneuerbaren Energien, in Deutschland sind dies aktuell ein Prozent.

### RÄTSEL DER SPHINX

#### Von Shakespeare und Schicksalen

Der Mensch ist manchmal seines Schicksals Meister; Nicht durch die Schuld der Sterne, lieber Brutus, Durch eigene Schuld nur sind wir Schwächlinge.“ Das ließ Shakespeare Casius sagen, als er mit Brutus das Komplott gegen Julius Cäsar auskasperte. Einen US-amerikanischen Autor inspirierte das Zitat zum Titel seines Romans. Darin ging es zwar nicht um Mord, aber doch sehr tragisch um Tod. In der deutschen Übersetzung ging das Shakespeare-Zitat leider verloren. Welchen englischen Romantitel sucht die Sphinx?

saja

**Senden** Sie Ihre Antwort unter Telefon 01378 788 313 (50 Cent pro Anruf aus allen deutschen Netzen) oder SMS mit rp13, Leerzeichen, Ihrem Namen, Adresse und Lösung an 99699 (ohne Vorwahl, 50 Cent pro SMS). Oder eine E-Mail an kultur@rheinische-post.de. Das Los entscheidet, Gewinner werden benachrichtigt. Die Teilnahme ist bis kommenden Sonntag, 24 Uhr, möglich. Wir verlosen ein Präsent.

**Lösung** Wir fragten nach den Scilly-Inseln. Gewonnen hat Jenny Stahnke aus Velbert. Herzlichen Glückwunsch!

#### Studie: Verlust von Weißen Haien schadet Ökosystem



**MIAMI/KAPSTADT** (dpa) Das Verschwinden der Weißen Haie in einer Bucht des Atlantischen Ozeans vor Südafrika hat schwerwiegende Folgen für das Ökosystem. Das berichtet das Fachjournal „Frontiers in Marine Science“. Der Verlust der Spitzenprädatoren wirke sich negativ auf das gesamte Nahrungsnetz aus. Über zwei Jahrzehnte untersuchte die Gruppe der Universität von Miami die Rolle des Weißen Hai in der Atlantikbucht False Bay, die an Kapstadt grenzt. „Der Verlust dieses ikonischen Spitzenprädators hat zu einer Zunahme der Sichtungen von Kap-Pelzrobben und Siebenkiemerkap-Pelzrobben geführt, was wiederum mit einem Rückgang der Arten einherging, auf die sie als Nahrung angewiesen sind“, sagte Hauptautor Neil Hammerslag. FOTO: FOHRINGER/DPA

## Stress kann uns die Lust am Sport nehmen

Eine neue Studie zeigt, dass der Arbeitsplatz beeinflusst, wie aktiv wir in der Freizeit sind.

VON REGINA HARTLEB

**DÜSSELDORF** Das Richtige wissen und doch das Falsche tun – diese Erfahrung macht wohl jeder von uns im Alltag ab und an. Manchmal muss es eben doch das Stück Kuchen am Nachmittag sein oder der faule Abend auf der Couch mit Chips und Schokolade – obwohl wir wissen, dass dies nicht unbedingt gesund ist.

Mit dem Sport ist das ähnlich. Bewegung gilt als gesundheitsfördernd. Wer aber nicht unbedingt von Natur aus Spaß daran hat, dem fällt es schwer, die Sportschuhe anzuziehen oder das Rad aus dem Keller zu holen. In den Ferien und bei schönem Wetter klappt das möglicherweise noch. Aber nach einem anstrengenden Arbeitstag? Da streichen nicht nur Sportmuffel die Segel, sondern oftmals auch Menschen, die sich normalerweise eigentlich gerne bewegen und körperlich anstrengen. Die Energie reicht einfach nicht, um sich dann aufzuraffen. Wissenschaftler der Justus-Liebig-Universität Gießen und der Universität Hildesheim haben nun herausgefunden, dass sich negativer Stress zusätzlich

hemmend auf die Bereitschaft für Sport auswirken kann.

In einer 14-tägigen Tagebuchstudie analysierten sie dazu die Angaben von 208 Beschäftigten. Diese notierten darin persönliche Erlebnisse, ihr Stressempfinden und ihre körperlichen Aktivitäten. Die Wissenschaftler fanden heraus, dass sich nicht alle Stressfaktoren (die Fachleute nennen sie „Stressoren“) gleich auf die körperliche Aktivität nach dem Feierabend auswirkten. Demnach zehren besonders sogenannte negative Stressoren an unseren mentalen Kräften und

rauben Energie für sportliche Aktivität. Damit gemeint sind zum Beispiel Umstände am Arbeitsplatz, die die Befragten als blockierend oder hinderlich empfanden, etwa zu viel Bürokratie oder Zeitdruck.

Wer also den Tag über viel negativen Stress erfahren habe, könne sich abends noch schlechter zum Sport aufraffen als jemand, dem es nicht so ergangen ist. Wichtig zu betonen ist es den Forschern aber, dass es sich umgekehrt nicht zwingend anders verhält: Wer positiven Stress erfahren habe, der sei nicht automatisch motivierter für

die abendliche Laufrunde. Solche positiven Stressoren haben laut der Studie keinen aktiven Einfluss auf die Bereitschaft, aber sie würden schlicht als weniger auslaugend erlebt, so die Forscher. Positiver Stress kann durchaus die Übertragung von mehr Verantwortung sein oder ein sinnvoll auslastendes, aber kein belastendes Arbeitspensum.

Die Studienmacher sehen ihre Ergebnisse als interessant für Arbeitnehmer und Arbeitgeber an. „Wer möchte, dass die Beschäftigten langfristig gesund und leistungsfähig bleiben, sollte darauf achten, negative Stressoren möglichst gering zu halten und eine Arbeitsumgebung zu schaffen, die weniger erschöpfend wirkt“, sagt Studienautor Sawscha Abdel Hadi von der Universität Gießen. Manche negativen Stressfaktoren ließen sich ohne großen Aufwand abstellen, etwa defekte Arbeitsgeräte.

Der Sozialpsychologe gibt außerdem noch einen ganz einfachen Tipp, um den inneren Schweinehund auszutricksen: So sei die fertig gepackte Sporttasche im Auto oder zu Hause ein guter Ansporn, um gar nicht erst der Versuchung zu erliegen, auf der Couch zu landen.



Wer tagsüber viel negativen Stress erfahren hat, rafft sich laut einer aktuellen Studie schlechter auf zum Sport. FOTO: THOMAS WARNACK/DPA