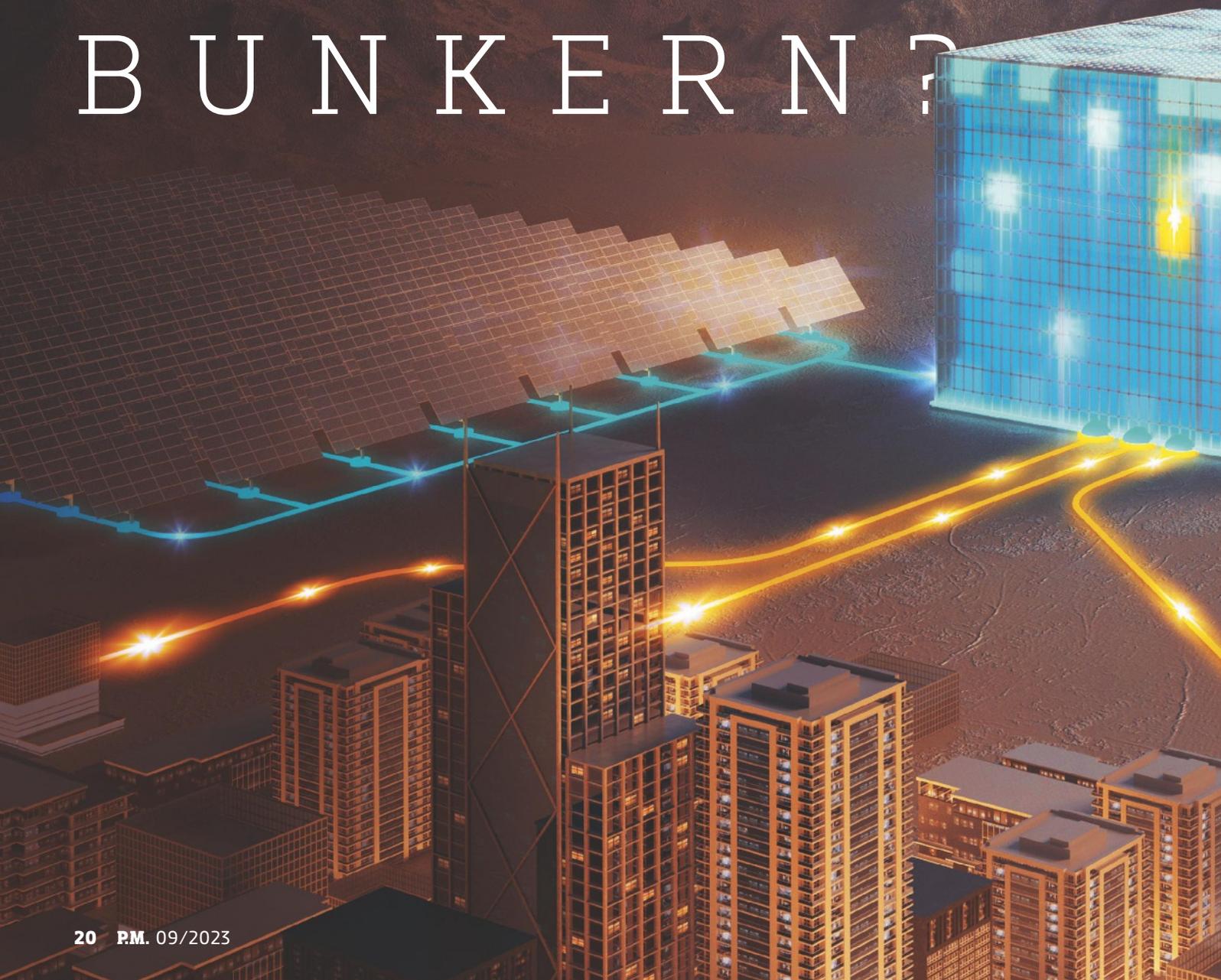
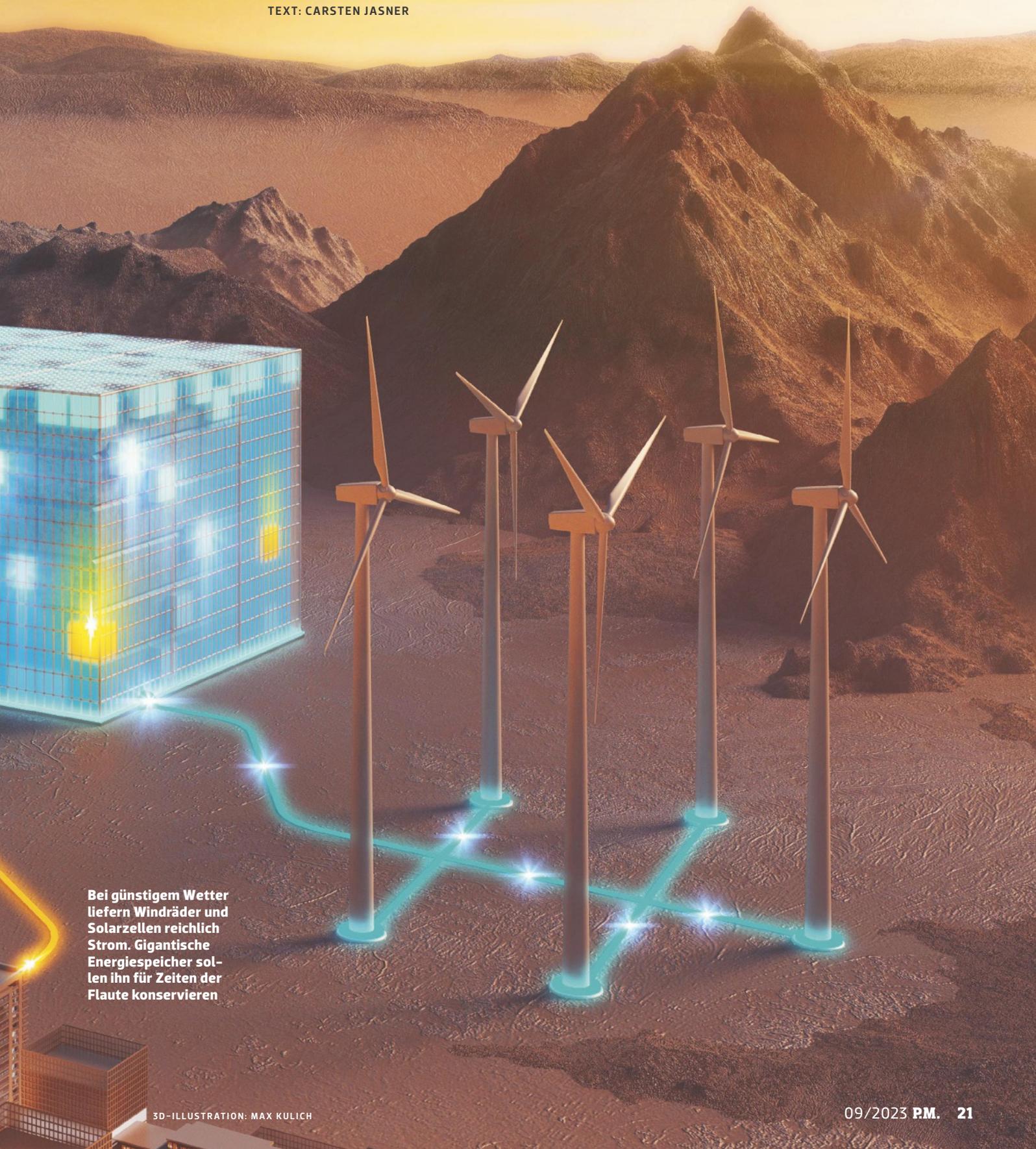


# WIE LÄSST SICH STROM BUNKERN?



Ausreichend Elektrizität zu gewinnen ist die eine Herausforderung der Energiewende. Die andere, noch größere: Strom zu speichern. Projekte und Ideen gibt es viele – von praktikabel bis visionär

TEXT: CARSTEN JASNER



Bei günstigem Wetter liefern Windräder und Solarzellen reichlich Strom. Gigantische Energiespeicher sollen ihn für Zeiten der Flaute konservieren

178 m



st das die Zukunft der Energiewende? Auf einem Höhenzug im Schwäbischen Wald ragen oberhalb von Gaildorf vier Windkraftträder empor, mit einer Nabenhöhe von bis zu 178 Metern eine Zeit lang die höchsten der Welt. Wenn die Rotoren an besonders windigen Tagen mehr Strom produzieren, als verbraucht wird, treiben sie Pumpen im Tal an, die Wasser aus einem künstlichen See den Hang hinauf in die Schäfte der Windanlagen pressen. Zusätzliche Energie liefert eine etwa zwei Hektar große Solaranlage, die auf dem See schwimmt.

Die Schäfte der Windmühlen bestehen im unteren Bereich aus Betonringen. Sie bilden teils 40 Meter hohe, turmartige Becken, die zusammen 120 000 Kubikmeter Wasser fassen können. Weht wenig Wind und scheint kaum Sonne, fließt also zu wenig Strom ins öffentliche Netz, strömt das gespeicherte Wasser von oben durch unterirdische Rohre zurück zu den Pumpen, die nun als Turbinen wirken und Generatoren in Gang setzen. Dabei gelangt das Wasser zurück in den See.

Das zumindest ist der Plan. »Baulich ist die Anlage so weit fertig«, sagt Raphael Harder, Entwicklungsingenieur beim Unternehmen Max Bögl Wind AG, das sie errichtet. Die Turbinen würden Ende dieses Jahres im Krafthaus am See eingebaut. Ende 2025 soll die Pilotanlage ans Netz gehen. Das Bundesumweltministerium fördert sie mit mehr als sieben Millionen Euro.

»Wasserbatterie« nennen die Betreiber dieses moderne Pumpspeicherkraftwerk. Es soll Ökostrom nicht nur produzieren, sondern auch kurz- und mittelfristig zwischenspeichern.

Denn das gilt als Achillesferse der Energiewende. Elektrizität zu produzieren ist weniger ein Problem – sie für spätere Zeiten vorzuhalten hingegen eine große Herausforderung. Was tun, wenn dem

## 1978

### ging das Kraftwerk

Huntorf in Niedersachsen in Betrieb. Um Energie zu speichern, presst es Luft in unterirdische Kammern. Bei Bedarf wird sie wieder herausgelassen – und treibt einen Generator an





1



2

**1** Die Windräder im Schwäbischen Wald haben verdickte Schäfte. Überschüssiger Strom befüllt diese mittels einer Pumpe mit Wasser. Bei Flaute erzeugt das Wasser durch Turbinen wiederum Strom. **2** Ein neues Rotorblatt wird zur Montage vorbereitet

Wind die Puste ausgeht, sich die Sonne hinter Wolken versteckt, Atomstrom nicht mehr zur Verfügung steht und weder Kohle- noch Erdgaskraftwerke mehr arbeiten? Eine »Dunkelflaute« drohe, so geistert es als Schreckgespenst durch jede Debatte über die Frage, wie Deutschland seinen Energiebedarf zu 100 Prozent aus erneuerbaren Quellen stillen will.

»Dunkelflaute«, diesen Begriff hält Frank Sensfuß für eine unnötige Dramatisierung. »Irgendwo in Europa weht immer Wind und scheint mittags immer die Sonne«, sagt der Leiter der Abteilung Strommärkte und Infrastrukturen am Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI). Indem man Strom hin- und herschiebe, ließen sich die meisten Energielücken ausgleichen. Ein gut ausgebautes europaweites Stromnetz ermögliche zudem, Elektrizität in Nachbarländern zwischenzulagern, die dafür bessere natürliche Gegebenheiten haben. Deutschland speichert schon heute viel Strom in Stauseen in Norwegen, Österreich und der Schweiz. Bei Bedarf läuft zurückgehaltene Flusswasser mit ungeheurem Druck durch Turbinen, die wiederum Generatoren antreiben. Zukünftig werden daher nur für einen vergleichsweise kleinen Restbedarf neue heimische Energiespeicher benötigt. Solche wie bei Gaildorf.

**F**orschungsinstitute und große Unternehmen, aber auch Tüftler, Ingenieure und Start-ups arbeiten an Lösungen mit ganz unterschiedlichen Ansätzen: Einige wollen Energie mithilfe von Wärme speichern, andere durch Druck oder Schwerkraft, dritte nutzen allerlei Tricks der Chemie. Manches lässt an Science-Fiction denken, anderes erscheint schon morgen umsetzbar. Dabei geht es nicht nur um die beste Lösung; gerungen ►

wird auch um Lizenzen, Investitionen und Anteile in einem künftigen Markt.

## KURZE SPEICHERUNG

Stark vereinfacht werden zwei Arten von Reserven benötigt: lang- und kurzfristige. Das lässt sich mit der Lagerung von Lebensmitteln vergleichen. Wir konservieren saisonal erzeugte Lebensmittel wie Äpfel in großen Kühllhallen, damit wir sie das ganze Jahr über zur Verfügung haben. Ganz ähnlich sind Energiespeicher nötig, die überschüssige Solarenergie vom Sommer über längere Zeit für den Winter aufbewahren. Andererseits brauchen wir kurzfristige Speicher, um Tagesschwankungen bei der Energieversorgung auszugleichen.

Die bekanntesten solcher kurzzeitig wirkenden Speicher sind chemische Batterien, vor allem Lithium-Ionen-Akkus. Sie lassen sich gut transportieren und versorgen im Alltag Smartphones und E-Autos mit Strom. Allerdings benötigen sie seltene Materialien und Metalle, die nur unter hohem Aufwand gewonnen werden, zudem kommt es dabei zu Umweltschäden. Und Deutschland ist abhängig von anderen Ländern wie China. Außerdem entladen sich die Batterien über kurz oder lang.

Im fränkischen Alzenau bei Hanau schickt sich daher ein Unternehmen an, den Markt für Großbatterien zu revolutionieren. Die CMBlu Energy AG hat einen Energiespeicher entwickelt, der mit organischen Kohlenstoffverbindungen arbeitet: die »Solid-Flow-Batterie« (siehe Kasten Seite 27). Anders als gängige chemische Batterien ist sie unabhängig von seltenen und kritisch zu beschaffenen Metallen wie Lithium, überdies weder leicht entflammbar noch explosiv. Sie entlädt sich nicht von selbst und hat eine hohe Lebensdauer von etwa 20 000 Zyklen. Zudem lässt sie sich stückweise erneuern und nahezu vollständig recyceln. Ihr größter Nachteil: Sie ist nicht gerade kompakt. Als Autobatterie kommt sie nicht infrage, aber als stationärer Speicher: Eine Einheit beansprucht die Fläche von zweieinhalb Europaletten und reicht gut 1,40 Meter hoch.

»Wasserbatterie«  
nennen die Betreiber  
ihr modernes  
Pumpspeicherkraftwerk

Solid-Flow-Batterien lassen sich in beliebiger Anzahl koppeln. In Industrieregalen könnte man fünf Batterien übereinander stapeln, sagt Markus Geigle, Bruder des Firmengründers Peter Geigle und Sprecher von CMBlu. In einer 50 mal 55 Meter großen Halle wäre es möglich, eine Viertelgigawattstunde zu speichern; das entspricht dem Jahresbedarf von knapp 90 Haushalten. In Alzenau produziert das Unternehmen derzeit für eine Pilotanlage von Burgenland Energie in Österreich und für eine weitere von Uniper am Kraftwerk Staudinger in Hessen. Zunächst sind Speicherkapazitäten von je einer Megawattstunde vorgesehen: Bis zum Jahresende sollen sie ans Netz gehen.

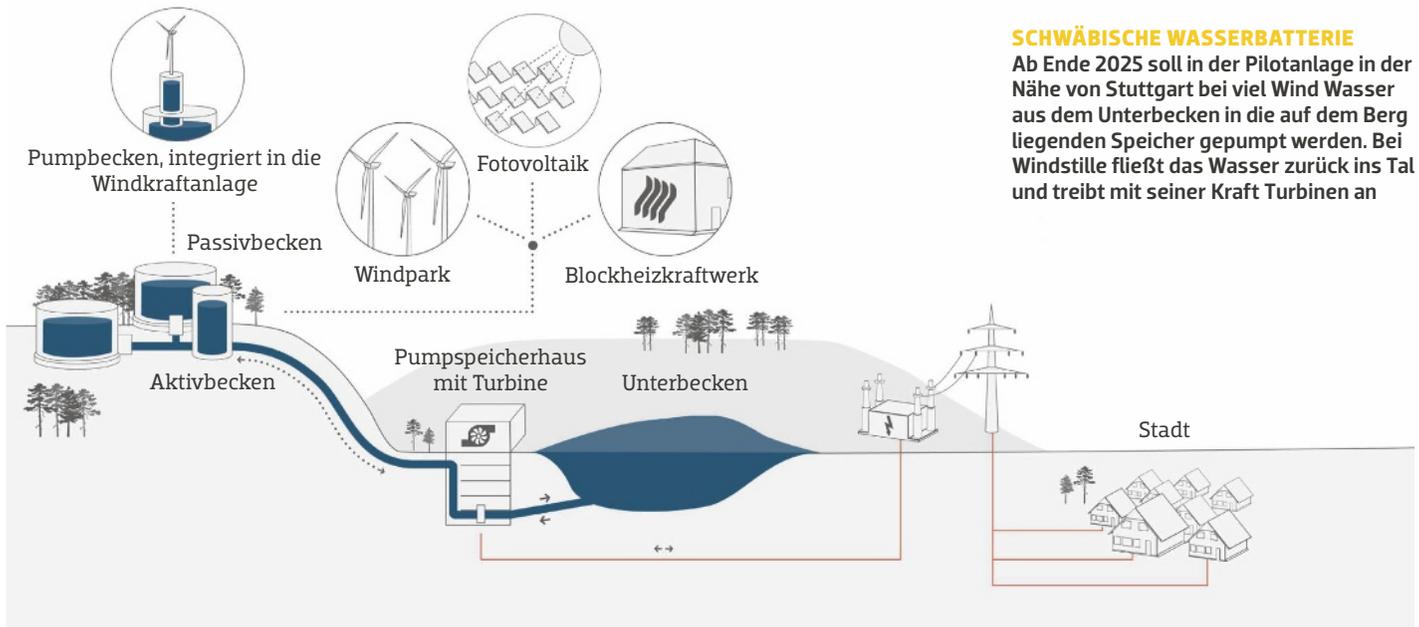
Die ideale Lösung für kurz- und mittelfristige Stromspeicherung sind die bewährten Pumpspeicherkraftwerke, an denen sich auch die Ingenieure in Gaildorf im Schwarzwald orientieren: Überschüssige Energie pumpt Wasser aus einem unteren See in einen oberen See. Die Methode funktioniert seit mehr als 150 Jahren, ist wirtschaftlich, wartungsarm und effizient: Der Wirkungsgrad liegt bei etwa 70 Prozent. Rund 30 kleine und große Pumpspeicherkraftwerke mit Kapazitäten bis zu rund 8500 Megawattstunden gibt es derzeit in Deutschland, insgesamt halten sie 60 Gigawattstunden vor. Standorte für weitere Stauseen sind hingegen schwer zu finden, zumal die Bevölkerung den Eingriff in die Umwelt oftmals nicht duldet.

Eine weitere, neue Möglichkeit, die Schwerkraft zu nutzen, sind Gewichte. Das Schweizer Unternehmen Energy Vault stapelt dafür Bauklötze. Vor drei Jahren erregte unweit des Lago Maggiore ein Prototyp Aufsehen: Kräne hieften aus Schutt, Erde und Kunstharz gepresste Quader empor, je 35 Tonnen schwer. Um Strom zurückzugewinnen, wurden die Blöcke wieder hinabgelassen, eine Seilwinde trieb dabei einen Generator an. Nach diesem Prinzip baut das Unternehmen jetzt in Rudong nahe Shanghai ein Werk, in dem mehrere Hundert Klötze, jeder von der Größe eines Kleinlasters, »gravitationsbasierte« Energie speichern sollen, insgesamt 100 Megawattstunden.

Statt der Kräne sollen Lifte die Gewichte heben, die Ausmaße sind bemerkenswert: Auf einer Fläche von einem Hektar entsteht eine 120 Meter hohe Halle. Ganz anders sähe es aus, wollte man auf diese Weise den vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung und dessen Partnerinstituten errechneten Gesamtspeicherbedarf ▶



Die Betonteile für die Schäfte der Windräder werden in einer mobilen Fabrikhalle vor Ort zusammengesetzt



## Nicht nur mit Pumpwasser, auch mit Gewichten aus Verbundstoffen lassen sich riesige Energiemengen speichern

von 75 Terawattstunden für das Jahr 2045 in Deutschland decken: Dafür wäre eine Fläche von der dreifachen Größe des Saarlands nötig, bebaut in Wolkenkratzerhöhe. Zum Vergleich: Klassische chemische Batterien, untergebracht in drei Meter hohen Containern, könnten diese Aufgabe auf der einfachen Fläche dieses Bundeslands erfüllen.

**A**ndere Unternehmen wie das Start-up Phelias wiederum wollen mithilfe von Flüssigluft Energie speichern. In Putzbrunn bei München verdichtet ein Prototyp Luft und kühlt sie auf minus 200 Grad Celsius, bis sie sich verflüssigt. Dadurch verringert sich das Volumen auf bis zu ein Siebenhundertstel. Bei Bedarf wird die Flüssigkeit erwärmt, wodurch sie ihren Aggregatzustand wieder verändert, sich dabei sehr stark ausdehnt und eine Turbine antreibt. Um die Energieverluste niedrig zu halten, soll die beim Verdichten entstehende Wärme in einem Kiesbett »deponiert« werden, die Steine also aufheizen. Beim nachfolgenden Schritt der Erwärmung wird diese Energie wiederverwendet. So erreicht die Anlage nach Angaben der Gründer einen Wirkungsgrad von gut 50 Prozent.

In Manchester wird zwar schon seit fünf Jahren mit einer solchen »Flüssigluftbatterie« in Fabrikgröße experimentiert. Doch die Münchner halten ihre kleinen, mobilen Einheiten für vorteilhafter. Man könne sie in Serie fertigen, in Überseecontainern verstauen und unmittelbar an der Stromquelle aufstellen, etwa neben Solar- oder Windfarmen. In zwei bis drei Jahren will das Start-up mit seiner Erfindung auf den Markt.

Der wohl größte Konkurrent dieser Idee leuchtet schneeweiß auf Sardinien: eine gestreckte Kuppel, die an Traglufthallen für Sportplätze erinnert. Im Inneren befindet sich Kohlendioxid. Der »Energy Dome«, so heißt auch die Betreiberfirma, verflüssigt das CO<sub>2</sub> unter enormem Druck und lagert es in Tanks. Das entspricht dem von Phelias in München verwendeten Prinzip, mit einem großen Unter-



**1** Die Schweizer Pilotanlage Energy Vault speichert mithilfe von Gewichten Energie. **2** Ein Kran zieht dazu die schweren Quader in die Höhe. Beim Herunterlassen wird die Energie wieder frei: Eine Seilwinde treibt einen Generator an

schied: Das CO<sub>2</sub> muss zur Verflüssigung nicht gekühlt werden. Das spart Energie, weshalb der Wirkungsgrad nach Angaben der Firma bei 75 bis 80 Prozent liegt. Die Herstellungskosten sollen halb so hoch sein wie bei Lithium-Ionen-Akkus. Kürzlich gewann Energy Dome eine Förderung des Europäischen Innovationsrats: 17,5 Millionen Euro. Die Anlage ist bereits Teil des italienischen Stromnetzes und speichert vier Megawattstunden.

Pumpwasseranlagen, Druckgasanlagen und Batterien: Welche dieser Technologien ist wirklich



auch für gewerbliche Zwecke. »Sie haben ein Wahnsinns-Marktvolumen erreicht, und sie werden immer billiger.« Der Autor des Energiespeicher-Szenarios für 2045 findet auch die alternativen Ideen »technologisch alle interessant«. Aber er habe Zweifel, »dass sie sich wirtschaftlich durchsetzen können«.

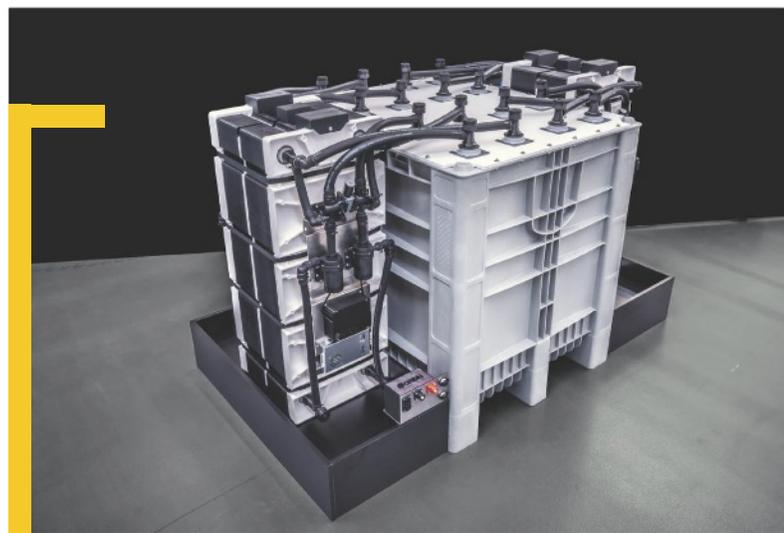
### LANGE SPEICHERUNG

Bei den Langzeitspeichern ist die Auswahl deutlich weniger groß. Um Energie aus dem Sommer in den Winter zu retten, könnten Grundwasser-Wärmespeicher daher künftig eine viel größere Rolle spielen als bisher. In den Niederlanden sind bereits ►



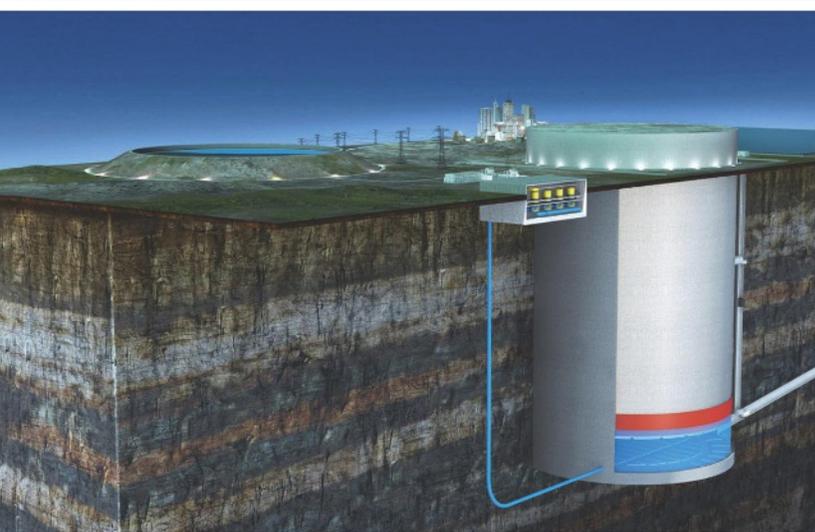
zukunftsträchtig? Letztlich entscheidet nicht allein das technische, sondern auch das wirtschaftliche Potenzial. Während die chemische Batterie schon im Markt etabliert ist, müssen die anderen Technologien erst beweisen, dass sie nicht nur im Prototyp funktionieren, sondern sich so günstig in Masse produzieren lassen, dass sie konkurrenzfähig sind.

Frank Sensfuß vom Fraunhofer ISI rechnet damit, dass Lithium-Ionen-Akkus die führende Technologie für kurzfristige Speicherungen sein werden, mobil und ebenso als stationäre Heimspeicher wie



## Sanfter Speicher-Riese

**TECHNOLOGIE** Batterien sind giftig? Diese hier nicht! Anders als in E-Auto- oder Handyakkus kommen in **Solid-Flow-Akkus** keine brennbaren oder seltenen Chemikalien zum Einsatz. Ihre Speichertechnologie basiert auf Carbonsgranulat, das als Elektrolyt in zwei externen Tanks gelagert wird. Dort wird es von einer Flüssigkeit umspült, die Elektronen in einem steten Kreislauf in die Batteriezelle transportiert. Nahezu das gesamte Material ist recycelbar und langlebig. Solid-Flow-Batterien haben eigentlich nur einen Nachteil: Sie sind groß und schwer und daher nicht mobil – etwa in Autos – einsetzbar. Übereinandergestapelt in Fabrikhallen eignen sie sich aber als Lagerstätte für große Energiemengen.



## Granit-Gigant

**TECHNOLOGIE** Von einem Professor für Wirtschaftsinformatik stammt die Idee eines gigantischen Energiespeichers im Erdreich. Nach den Plänen von Eduard Heindl aus Furtwangen könnte man Felsgestein mit riesigen Seilsägen so fräsen, dass ein vertikaler Zylinder entsteht: 350 Meter tief, mit etwa 250 Meter Durchmesser. Anschließend könnten Pumpen Wasser durch einen Tunnel in einen Hutraum unter dem Zylinder pressen, wodurch sich der **Steinzylinder** langsam aus der Landschaft hebt. Öffnet man nun die Schleusen im Tunnel, strömt das unter dem Druck des Felsens stehende Wasser heraus und setzt Turbinen in Gang. Heindl hat ausgerechnet, dass ein Kraftwerk auf diese Weise acht Gigawattstunden Strom speichern könnte – genug, um eine Großstadt wie München einen Tag lang zu versorgen.

200 bis 500 Millionen Euro müsse man für einen Prototyp in die Hand nehmen, Verhandlungen mit Investoren und einem Energiekonzern seien »aussichtsreich«, sagt Heindl. Und er denkt noch größer: Zylinder mit **einem Kilometer Durchmesser** seien möglich. 45 würden ausreichen, um den gesamten Speicherbedarf Deutschlands zu decken. Als Standorte eignen sich Heindl zufolge Granitgebirge wie der Schwarzwald oder der Harz. Sicher würde die Umsetzung »von kritischen Stimmen begleitet, wie bei Großprojekten üblich«, räumt er ein. Die Vorstellung, dass ein Fels regelmäßig aus der Landschaft auftauche und wieder verschwinde, sei eben »neuartig«.

»Wenn Wasserstoff der Champagner der Energiewende ist, wird Eisen das tägliche Brot sein«

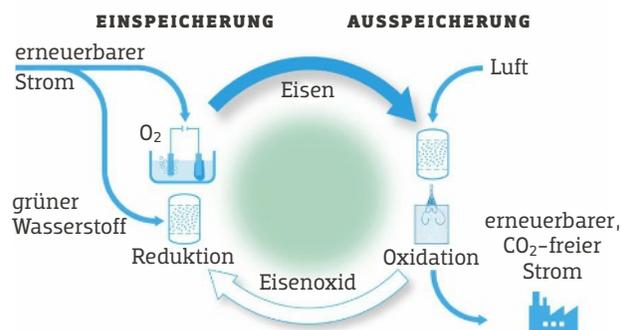
Tausende davon in Betrieb, in Deutschland bislang nur wenige.

Gegenüber der Geothermie, bei der Erdwärme aus der Tiefe an die Oberfläche geholt wird, funktionieren unterirdische Wärmespeicher umgekehrt: Überschüssige Wärme wird nach unten geleitet und in Grundwasser führenden Schichten gelagert. Im Winter wird sie dafür verwendet, Wohnungen zu beheizen. Das senkt den Strombedarf und mindert die Gefahr der Dunkelflaute.

**G**eologen des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) haben erforscht, welche Grundwasser führenden Schichten außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten sich für die Wärmespeicherung eignen würden. Ergebnis: Geeignete Aquifere (unterirdische Gesteinsformationen, die Grundwasser speichern) gibt es in halb Deutschland, insbesondere im Norddeutschen Becken, am Oberrheingraben und in Teilen Bayerns. »Noch ist es schwierig, hierzulande Genehmigungen für Aquiferspeicher zu bekommen«, sagt Stefan Kranz vom Geoforschungszentrum in Potsdam. »Selbst für Versuchsanlagen gehen Jahre ins Land.« Die Behörden fürchteten die Erwärmung oder gar Verunreinigung von Trinkwasser. Dabei lasse sich das Risiko minimieren, durch sorgfältige Planung und indem man unterschiedliche Gebiete oder Tiefen nutze.

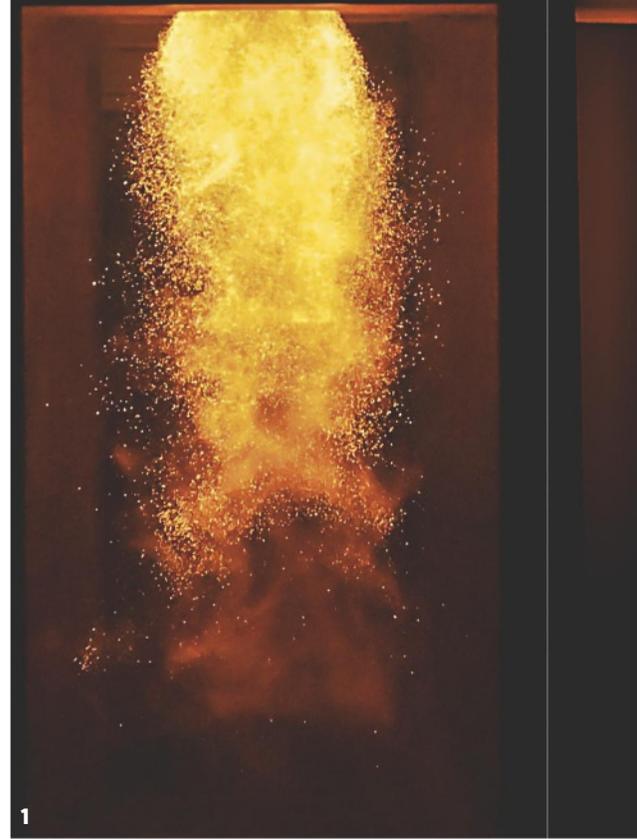
### DEUTSCHES PROJEKT

**Ein Kreislauf mithilfe von Wasserstoff und grünem Strom: Dabei wird reines Eisen wiedergewonnen, das als Speichermedium Energie in sich trägt. Bei erneuter Oxidation wird diese Energie frei**



Technologische Maßstäbe für Langzeitstromspeicher setzt laut Frank Sensfuß vom Fraunhofer ISI derzeit Wasserstoff. Mit einem Überschuss an produzierter Energie spaltet Elektrolyse Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff. Letzterer lässt sich über beliebig viele Monate und in großen Mengen ohne Verluste lagern, beispielsweise in jenen schon bestehenden Kavernen, vorwiegend in ausgehöhlten Salzstöcken in Norddeutschland, in denen derzeit Erdgas gespeichert wird. Doch die zugehörige Industrie muss erst noch entstehen, zudem wird Deutschland auch nach dem Ausbau der erneuerbaren Energien nicht ausreichend Überschüsse haben, um seinen gesamten Wasserstoffbedarf eigenständig zu stillen (siehe P.M. 03/2023). Auch lassen sich nur ▶

**1** Weil bei seiner Verbrennung viel Energie frei wird, eignet sich Eisenpulver als Energiespeicher. **2** Vorteil gegenüber Wasserstoff: Eisen lässt sich viel leichter lagern und transportieren





# 75

## Terawattstunden

sollte Deutschland als Stromreserve für das Jahr 2045 bereithalten, hat das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung mit Partnerinstituten ausgerechnet. Das reicht für drei Wochen »Dunkelflaute«

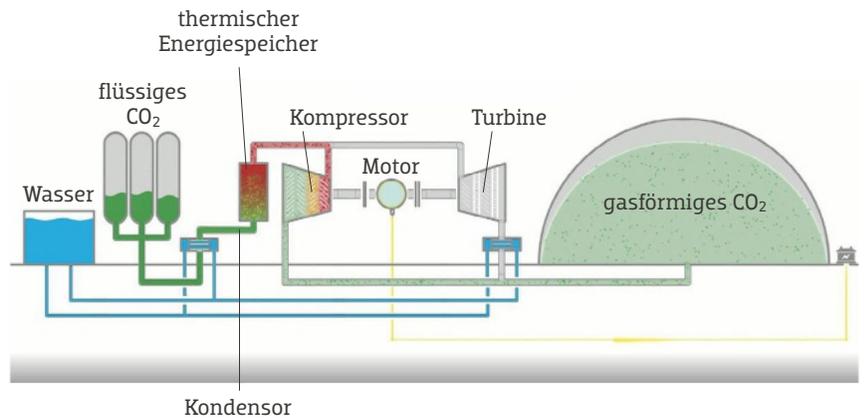
etwa 30 bis 60 Prozent der zur Produktion eingesetzten Energie aus dem Wasserstoff zurückgewinnen.

An einer ungewöhnlichen Alternative arbeiten Forschende der TU Darmstadt, der Universität Mainz und des Karlsruher Instituts für Technologie: Eisenpulver. Wenn das Eisen verbrennt, findet eine chemische Reaktion statt, die man von Wunderkerzen kennt. Funken sprühen und setzen so Energie frei. Christian Hasse, Sprecher des Eisenforschungsteams »Clean Circles«, mag das Wort »verbrennen« in diesem Zusammenhang allerdings nicht. »Das klingt nach fossilem Zeitalter, als würde CO<sub>2</sub> freigesetzt.« Tatsächlich entsteht bei der Verbrennung – oder Oxidation – nur Eisenoxid, ähnlich wie Rost. Das Oxid wird im zweiten Schritt recycelt: Setzt man Wasserstoff hinzu, verbindet sich das Gas mit dem Sauerstoff im Oxid zu Wasser. Bei dieser Reduktion wird reines Eisen wiedergewonnen, das

Der »Energy Dome«  
speichert vier  
Megawattstunden und ist  
bereits Teil des  
italienischen Stromnetzes

als Speichermedium Energie in sich trägt. Bei erneuter Oxidation wird diese Energie wieder frei.

Ein Kreislaufprozess – allerdings mit einem bedeutenden Nachteil: Er braucht Wasserstoff, der per Elektrolyse mit erneuerbarer Energie hergestellt wird. Deshalb ist der Wirkungsgrad des Eisenpulvers nicht besser als jener von Wasserstoff. In Christian Hasses Vision würde die Elektrolyse allerdings



Der »Energy Dome« auf Sardinien basiert auf verflüssigtem CO<sub>2</sub>. Bei der Rückumwandlung in Gas wird Energie frei, die in Strom umgesetzt werden kann

bunden seien. Eisenpulver ließe sich in normalen Hallen lagern, in Säcke packen und an beliebige Orte karren.

Letztlich wird nicht eine Technologie allein uns retten können. Auf dem Langzeitspeichermarkt sieht Frank Sensfuß vom Fraunhofer ISI Wasserstoff als künftigen Gewinner. Thermische Aquifere, also unterirdische Gesteinsformationen, die Grundwasser speichern, seien eine »berechtigte Teillösung«. Die Experten würden dennoch bis zu 99 Prozent des Gesamtspeicherbedarfs in Wasserstoff investieren. Chancen hätten aber womöglich auch noch mittelgroße Anlagen, die Energie mittelfristig lagern, für Tage oder Wochen. Dieses Kriterium erfüllen Luftverflüssiger wie in Putzbrunn oder Manchester, CO<sub>2</sub>-Verdichter wie auf Sardinien oder auch die Solid-Flow-Batterie.

Also nur ein Prozent für alle anderen Technologien außer Wasserstoff? Das klingt ernüchternd. Umso härter tobt der Kampf um diese kleine Nische. Während die einen Firmen daran scheitern, kündigen andere vollmundig ihre Expansion an. Wissenschaftler stehen da nicht zurück. Christian Hasse von der TU Darmstadt, der zu Eisenpulver forscht, hat sich einen hübschen Werbeslogan ausgedacht: »Wenn Wasserstoff der Champagner der Energiewende ist, wird Eisen das tägliche Brot sein.« ■

dort geschehen, wo »sauberer« Strom günstig ist und massenhaft produziert werden kann, etwa in Nordafrika oder Australien. In Nachbarschaft von Solarfarmen und großen Elektrolyseuren würde auch die Reduktion passieren.

Frank Sensfuß vom ISI schätzt, dass die Kosten der Wasserstoffherzeugung und der nötige Schiffstransport diese Technologie unrentabel machen würden. Christian Hasse betont dagegen, dass die Frachtkosten nach Berechnung von Clean Circles nur zwei bis drei Prozent des beförderten Eisenenergiegewerts ausmachen. Ohnehin müsse man künftig Energie aus südlichen Ländern importieren. Zudem: Das Metallpulver lasse sich wesentlich einfacher transportieren und lagern als Wasserstoff. Das Gas mit dem flüchtigsten Molekül des Universums brauche extrem dichte Tanks, Pipelines und unterirdische Lager, die naturgemäß standortge-

### PM. KOMPAKT

- Die langfristige Speicherung von Strom gehört zu den großen Herausforderungen der **Energiewende**.
- Zurzeit werden für die Stromspeicherung sehr unterschiedliche Konzepte entwickelt, vom Riesen-Akku bis zum **Gravitationskraftwerk**.
- Wahrscheinlich ist, dass in Zukunft mehrere davon zum Einsatz kommen, vor allem aber **Wasserstoff**-Speicher.



**Carsten Jasner** war beeindruckt von den genial einfachen bis utopisch erscheinenden Ideen der Erfinder. Ihre Umsetzung aber wird kleinteilig und kompliziert.