

## Fehlschlag im Pazifik

Space-X-Rakete explodiert bei Landung auf Schiffsplattform

Es sah für kurze Zeit so aus, als ob die Falcon-Trägerrakete der privaten Raumfahrtfirma Space-X am Sonntag erfolgreich auf einer schwimmenden Landeplattform im Pazifik vor der kalifornischen Küste gelandet sei: Die erste Stufe der Rakete setzte fast senkrecht auf der etwa 90 mal 50 Meter großen Plattform auf, und das Rückstoß-Triebwerk schaltete ab. Nach mehreren Fehlschlägen wäre es dem US-Unternehmen Space-X endlich gelungen, eine Falcon-Raketenstufe unbeschädigt auf einer Plattform im Meer landen zu lassen, um sie später aufzutanken und für einen der nächsten Starts wieder verwenden zu können. Vor wenigen Wochen, am 22. Dezember 2015, hatte Space-X-Chef Elon Musk die Senkrecht-Landung einer Raketenstufe nahe dem damaligen Startplatz in Cape Canaveral vermeldet – allerdings auf festem Boden. Das war zuvor auch Amazon-Gründer Jeff Bezos mit seiner Raumfahrtfirma Blue Origin in Texas gelungen.

Doch diesmal kippte die Rakete nach dem Aufsetzen um und explodierte. „Es schaut nach einer harten Landung aus“, twitterte Musk etwas Sarkastisch und lieferte die Erklärung wenig später hinterher. Eines der vier Landebeine sei nicht richtig eingearastet. Grund könnte eine Eisschicht sein, die sich wegen dichten Nebels beim Start der Falcon 9 auf dem Luftwaffenstützpunkt Vandenberg in Kalifornien gebildet habe. Die genaue Ursache für die gescheiterte Landung muss aber noch untersucht werden.

Für Musk war die Mission aber kein Totalausfall, weil die Falcon 9 mit Erfolg den US-europäischen Erdbeobachtungssatelliten Jason 3 im Orbit ausgesetzt hat. Während dies schon Routine ist, müssen es Senkrechtlandungen noch werden. Musk will damit die Raumfahrt preisgünstiger machen. „Es ist definitiv schwerer, auf einem Schiff zu landen“, twitterte er und verglich dies mit einem Flugzeugträger, der ebenfalls eng und in Bewegung sei. Eine Schiffslandung sei jedoch nötig, wenn die Rakete nicht zum Startplatz zurückkehren könne.

DIETER SÜRIG



FOTOS: DPA, SCOTT KELLY



## Weltraum-Blume

Seit wenigen Tagen blüht die erste Pflanze im Weltraum. Der US-Astronaut Scott Kelly hat über Twitter Bilder an die Erde geschickt, die die Blüte einer Zinnie (oben) auf der internationalen Raumstation ISS zeigen. Mit den Experimenten will die Nasa herausfinden, ob und wie Pflanzen im All wachsen. Ziel ist es, dass Astronauten ihre Nahrung eines Tages selbst anbauen können – zum Beispiel auf einer Reise zum Mars. Zinnien kann man zwar nicht essen. Doch das Experiment gilt trotzdem als Erfolg. Aus den Blüten vieler Gemüsesorten entwickeln sich nämlich später die essbaren Früchte. Eventuell wollen die Astronauten als nächstes Tomaten anpflanzen.

Seit Mai 2014 versucht die Besatzung der ISS, Gemüse anzubauen. Ein eigens dafür entwickeltes System (links) sollte automatisch die Menge an Licht, Wasser und Nährstoffen regeln. Doch Belüftung und Bewässerung der Pflanzen waren nicht richtig eingestellt. Das Wasser staute sich in den Wurzeln. Die Pflanzen wurden schimmelig. In einem geschlossenen System wie der ISS waren die Schimmelpilze ein großes Problem. Astronaut Scott Kelly setzte sich eine Atemmaske auf und entsorgte verfaulte Blätter. Die wurden bei minus acht Grad eingefroren und sollen mit dem nächsten Transport zurück zur Erde. Anschließend desinfizierte Kelly die übrig gebliebenen Zinnien und kümmerte sich anstelle der Automatik selbst um sie. MTER

# Kleine Helfer für die Energiewende

Batterie-Kraftwerke, Mini-Pumpspeicher oder CO<sub>2</sub>-fressende Mikroorganismen: Mehrere Technologien wetteifern darum, in Zukunft überschüssigen Ökostrom nutzbar zu machen

VON BENJAMIN VON BRACKEL

Wer die Zukunft unseres Energiesystems kennenlernen will, muss 3,3 Milliarden Jahre in die Vergangenheit reisen. Obwohl es damals noch keinen Sauerstoff in der Atmosphäre gab, existierten Mikroorganismen, die sich perfekt an die widrigen Bedingungen auf der jungen Erde angepasst hatten. Diese sogenannten Archaeen fraßen Kohlendioxid und schieden anschließend Methan aus. Die kuriosen Einzeller haben bis heute überdauert – und könnten nun zu einem wichtigen Baustein bei der Entwicklung leistungsfähiger Energiespeicher werden.

Das hofft zumindest die Firma Microenergy im hessischen Allendorf. Auf dem Gelände des Unternehmens steht ein Stahltank, in dem eine milchige Flüssigkeit schwimmt. 350 Trillionen der Ur-Bakterien sind darin heimisch. Diese Zellsuppe ist Teil des sogenannten Power-to-Gas-Verfahrens, mit dem überschüssiger Ökostrom im Gasmethan gespeichert wird. Wenn im Winter die Solarmodule oder die Windkraftwerke wochenlang kaum Strom liefern, kann das Methan in Gaskraftwerken wieder in Strom umgewandelt werden – annähernd CO<sub>2</sub>-neutral.

Die Power-to-Gas-Technologie ist einer von mehreren Ansätzen, um überschüssigen Strom zu speichern. Je weiter die Energiewende voranschreitet, desto dringender braucht es Speicher. Im Jahr 2014 mussten die Netzbetreiber soviel Ökostrom ungenutzt lassen wie in den Jahren 2009 bis 2013 zusammen – über ein Prozent der Produktion. Ingenieure und Unternehmen haben viele Ideen, wie man diese Verschwendung vermeiden könnte. Dabei setzen sie weniger auf riesige Pumpspeicherkraftwerke, die noch vor einigen Jahren als Hoffnungsträger der Energiewende gehandelt wurden. Stattdessen sollen in Zukunft vor allem kleinere Speicher überschüssigen Ökostrom auffangen und bei Bedarf wieder abgeben.

Lange existierten dafür vor allem Ideen auf dem Reißbrett. Mittlerweile sind aber eine Reihe von Pilotprojekten gestartet.

Mit ihnen lässt sich zwar noch kaum Geld verdienen, aber aus Sicht von Experten könnten sie der Energiewende den entscheidenden Schub geben: „Es hat in den vergangenen Jahren echte Durchbrüche gegeben“, sagt Michael Sterner, Professor für Energiespeicher an der OTH Regensburg und einer der Entwickler der Power-to-Gas-Idee.

Die Allendorfer Anlage, in der das Konzept erprobt wird, ist seit dem Jahreswechsel ans Stromnetz angeschlossen. In einem ersten Schritt leiten die Ingenieure Strom in ein Wasserbecken, wo Wassermoleküle in Sauerstoff und Wasserstoff gespalten werden. Der Wasserstoff lässt sich ins Erdgasnetz einspeisen, allerdings nur in verhältnismäßig kleinen Mengen. Er mindert die Brennfähigkeit von Gas und schadet den Tanks und Turbinen. Ab einem Wasserstoff-Gehalt von 1,5 bis zwei Prozent muss Projektleiter Thomas Heller umsatteln: Aus einer angrenzenden Biogasanlage zweigt ein Rohr Kohlendioxid ab und leitet es in die Methananlage.

### Nun schlägt die Stunde der Archaeen, die in ihrer wässrigen Lösung warten

Nun schlägt die Stunde der Archaeen, die in ihrer wässrigen Lösung warten. Sie nehmen das CO<sub>2</sub> und den Wasserstoff über ihre Zellwände auf und wandeln beides in Wasser und Methan um. Das so produzierte Methan ist der Hauptbestandteil von Erdgas. Es lässt sich direkt und nahezu unbegrenzt ins Erdgasnetz einspeisen. Dieses hat eine Speicherkapazität von 230 Terawattstunden – das 5000-fache aller deutschen Pumpspeicher.

Die Planer der Energiewende hoffen auch auf eine andere Art von Speicher. Bis vor wenigen Jahren war es noch nicht auszudenken, dass überdimensionierte Akkus als Stromspeicher und Netzstabilisatoren dienen könnten. Aber der Boom von Elektroautos in Asien hat die Batteriebranche gehörig umgekrempelt. Um zehn bis 20 Prozent sinken die Preise der Lithi-

um-Ionen-Akkus pro Jahr. Seit September 2014 läuft in Schwerin das erste kommerzielle Batteriekraftwerk Europas. In einer Halle reihen sich über zwei Stockwerke die Regale, in denen sich die Batteriezellen bis zur Decke stapeln – insgesamt sind es 25 600 Speicher. Es sind die gleichen, wie sie auch in deutschen Elektroautos zu finden sind. Dank der konstant kühlen 18 Grad in der Halle sollen die Batterien mehr als 20 Jahre halten, verspricht der Hersteller Samsung. Für Elektroautos gelten nur acht Jahre.

Das Batteriekraftwerk soll die Netzfrequenz stabilisieren. Weicht diese von den üblichen 50 Hertz ab, reagiert die Anlage automatisch und in Millisekunden: Sie speichert Strom oder gibt ihn wieder ab ins Netz. Noch ist die Pufferwirkung der fünf-Megawatt-Anlage allein wegen ihrer Größe nur gering. Philip Hiersemenzel, Sprecher des Berliner Unternehmens Younicos, das das Batteriekraftwerk gebaut hat, vergleicht die Anlage denn auch eher mit den ersten Solar- oder Windanlagen: „Wir haben den Beweis erbracht, dass es geht.“ Der Markt für stationäre Batterien müsse aber erst noch entstehen, räumt er ein.

Etwa hundert solcher Anlagen könnten aber erste konventionelle Kraftwerke zur Netzstabilisierung überflüssig machen. Inzwischen hat die Wemag, die das 6,7-Millionen Euro teure Kraftwerk betreibt, Nachahmer gefunden: In Deutschland sind derzeit Batteriekraftwerke mit einer Leistung von mehr als 200 Megawatt in Planung, Bau oder Betrieb.

Wenn Wind- oder Solaranlagen allerdings einen ganzen Tag lang keinen Strom produzieren, kommen auch die Batterien an ihre Grenzen. Dann braucht es Pumpspeicherkraftwerke, in denen mit überschüssigem Strom Wasser in ein Staubecken gepumpt wird, von wo es wieder ins Tal fallen kann. In Deutschland sind derzeit mehr als 40 solcher Anlagen am Netz, insgesamt haben sie eine Speicherleistung von etwa sieben Gigawatt. Einer Studie des Fraunhofer Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) zufolge liegt das Potenzial für Deutschland beim

Fünf- bis Achtfachen. Das Problem: Pumpspeicher lohnen sich derzeit nicht, wie sich etwa am Milliardenprojekt Atdorf zeigt. Es liegt momentan auf Eis. Die gespeicherte elektrische Energie aus Pumpspeichern erzielt derzeit an der Strombörse kaum noch Erlöse, da dort zu viel billiger Strom angeboten wird. „Die Krise wird sobald nicht vorbei sein, weil die Konkurrenz der Batteriespeicher stärker wird“, vermutet Michael Sterner.

### Noch dieses Jahr soll im Bodensee eine hohle Betonkugel versenkt werden

Pumpspeicher haben auch ein Imageproblem: Sie nehmen ganze Landstriche in Beschlag und ihr Bau belastet die Umwelt. An Ideen, diese Probleme zu umgehen, mangelt es nicht. So soll noch dieses Jahr im Bodensee eine hohle Betonkugel versenkt werden, die sich per Ventil an der Oberseite öffnen lässt. Wegen des Unterdrucks strömt Wasser hinein und treibt eine Pumpturbine an, die elektrische Energie erzeugt. Gibt es Stromüberschuss, drückt die Pumpe mit einer Leistung von fünf Megawatt das Wasser gegen die Wassersäule wieder hinaus.

Weiter vorangeschritten ist die Idee, die Pumpspeicher-Technologie mit der von Windrädern zu kombinieren – und so einige der Nachteile der Pumpspeicher wettzumachen. Auf dem Höhenzug der Limpurger Berge im Schwäbisch-Fränkischen Wald bei Gaildorf entsteht solch eine Anlage. Aus dem Becken im Tal drückt eine Pumpe bis zu 160 Millionen Liter Wasser 200 Meter den Berg hinauf. Nur landet das Wasser nicht wie bei normalen Pumpspeicherkraftwerken in einem großen Oberbecken, sondern in vier kleineren Becken, die zugleich das Fundament für die Windanlagen bilden.

Der Ansatz verspricht platzsparender zu sein und die Umwelt weniger stark zu belasten, da keine Tunnel gegraben werden müssen. Schon 2017 soll die Anlage in Betrieb geben – nach zwei Jahren Bauzeit. Üb-

lich bei Pumpspeichern sind sonst zehn Jahre. Die Anlage soll sich auch deutlich schneller regeln lassen als große Pumpspeicher: Innerhalb von 30 Sekunden lässt sie sich anfahren. Allerdings ist die Leistung von 16 Megawatt und die Speicherkapazität von 70 Megawattstunden vergleichsweise klein. Deshalb denkt Projektleiter Gerhard Ihle von der Naturstromspeicher GmbH schon an den nächsten Schritt: Er will in deutschen Mittelgebirgen pro Jahr fünf neue Anlagen dieser Bauart errichten.

Decken die erneuerbaren Energien in Deutschland eines Tages drei Viertel des Energiemixes, wie in den Plänen für die Energiewende vorgesehen, benötigt man Speicher, die nicht nur für Stunden oder Tage, sondern über Wochen und Monate Energie vorhalten können. Diesen Part sollen die Power-to-Gas-Anlagen übernehmen. Neben der in Allendorf sind über die ganze Republik zwei Dutzend Pilotprojekte verteilt. Die meisten produzieren Wasserstoff, eines Diesel und ein paar Methan. Vorerorts benötigt man dafür allerdings Drücke und Temperaturen von Hunderten Grad. All das kostet Energie und Geld.

Deshalb setzt der Allendorfer Projektleiter Thomas Heller auf die Archaeen. Die Mikroorganismen wandeln Wasserstoff und Kohlenstoff bereits bei 70 Grad in Methan um. Zwar produzieren Anlagen wie die in Hessen nur vergleichsweise kleine Mengen an Gas, dafür können sie per Ventil jederzeit an- oder abgeschaltet werden. Die kleinen Anlagen ließen sich an viele der 7000 deutschen Biogasanlagen anschließen. „In einem dezentralen Energiesystem ergeben dezentrale Speicher mehr Sinn“, sagt Heller. Zu Gesicht bekommt er die Archaeen übrigens nur auf seinem Bildschirm. Will er Temperatur, Druck oder pH-Wert in dem Tank regeln, kann er das von seinem Büro im etwa 400 Kilometer entfernten oberpfälzischen Schwandorf aus machen. Aus Hellers Sicht ist das ein großer Sprung für die Speicher-Technologie. Insbesondere wenn man bedenkt, dass das Verfahren vor drei Jahren noch in Reagenzgläsern erprobt wurde.

## Reisewarnung

Virus schädigt ungeborene Babys

Während Brasilien sich für den Karneval und die Olympischen Sommerspiele rüstet, warnt die US-Seuchenschutzbehörde CDC Schwangere vor Reisen in das südamerikanische Land. werdende Mütter sollten auch Kolumbien, El Salvador, Französisch-Guayana, Guatemala, Haiti, Honduras, Martinique, Mexiko, Panama, Puerto Rico, Paraguay, Suriname und Venezuela meiden. In allen diesen Staaten grassiert das Zika-Virus, das im Verdacht steht, schwere Fehlbildungen bei Ungeborenen hervorzurufen. Schwangere Frauen, die sich infizieren, leiden selbst allenfalls unter grippeähnlichen Symptomen – doch ihre Babys können mit ungewöhnlich kleinen Köpfen und geistigen Behinderungen geboren werden. Wie genau das von Stechmücken übertragenen Virus diese sogenannte Mikrozephalie hervorrufen könnte, ist unklar. Den Zusammenhang zwischen Zika und kindlichen Fehlbildungen haben Epidemiologen aufgrund von Beobachtungen in Brasilien hergestellt. Seit Mai 2015 registrieren die Behörden dort eine Häufung von Zika-Infektionen. Von Oktober 2015 bis jetzt wurden mehr als 3500 Kindern mit Fehlbildungen des Schädels geboren. Die Zahl ist auffällig hoch: Zuvor wurden im Schnitt nur 163 Mikrozephalie-Fälle jährlich beobachtet. Einen weiteren Hinweis lieferten Gewebeproben von vier Babys mit Mikrozephalie, in denen Zika-Viren nachgewiesen wurden. Anders als die CDC rät die Weltgesundheitsorganisation nicht von Reisen in die betroffenen Gebiete ab. Sie empfiehlt aber, die Überträger durch bedeckende Kleidung, Anti-Mückenmittel und Bettnetze fernzuhalten.

BEU

**EXKLUSIV FÜR SZ ABONNENTEN**

## SZ-Abonnenten haben mehr vom Lesen: Inselhüpfen in der Nordsee

**Exklusiv für SZ-Abonnenten: 3% Rabatt auf den Reisepreis/Person plus 1 Tagesrucksack/Buchung.**

**Inselhüpfen in der Nordsee - Reise durch Ostfriesland mit Ausflügen nach Norderney, Langeoog und Helgoland. Reisetermin: 17. bis 22. Mai 2016, Preis pro Person ab 995,- Euro inkl. Bahn-An- und Abreise in der 2. Klasse.**

Ganz entspannt werden auf dieser Reise die schönsten Orte Ostfrieslands erkundet, darunter die idyllische Insel Norderney oder die autofreie Insel Langeoog. Eine Panoramafahrt an der Küste schließt in Emden mit einem Teeseminar ab, und ein Seebäderschiff bringt Sie zur Hochseeinsel Helgoland, die mehr als 40 Kilometer von der Küste entfernt in der offenen See liegt. Abschließend besichtigen Sie die Meyer Werft in Papenburg.

**Seien Sie anspruchsvoll.**

**Süddeutsche Zeitung**

**Reisebeschreibung und Informationen zu weiteren Vorteilen für Abonnenten unter: sz.de/abovorteile**

**Reisebuchung und -beratung: TUI-Hotline 0421 / 322 68 71 oder sz-abonnenten@tui-It.de**

Informieren Sie sich über diese traumhafte Reise und fordern Sie jetzt kostenlos und unverbindlich den ausführlichen Reiseprospekt an. Sie erreichen die TUI-Reisehotline von Mo. – Fr. von 8 – 20 Uhr und samstags von 8 – 14 Uhr

**Reiseveranstalter: Hanseat Reisen GmbH, Am Weser-Terminal 1, 28217 Bremen**

Präsentiert von: Süddeutsche Zeitung GmbH, Hultschiner Str. 8, 81677 München

© Fotofix/Eva Gruendemann

nhaberlan  
SZ20160119S3094