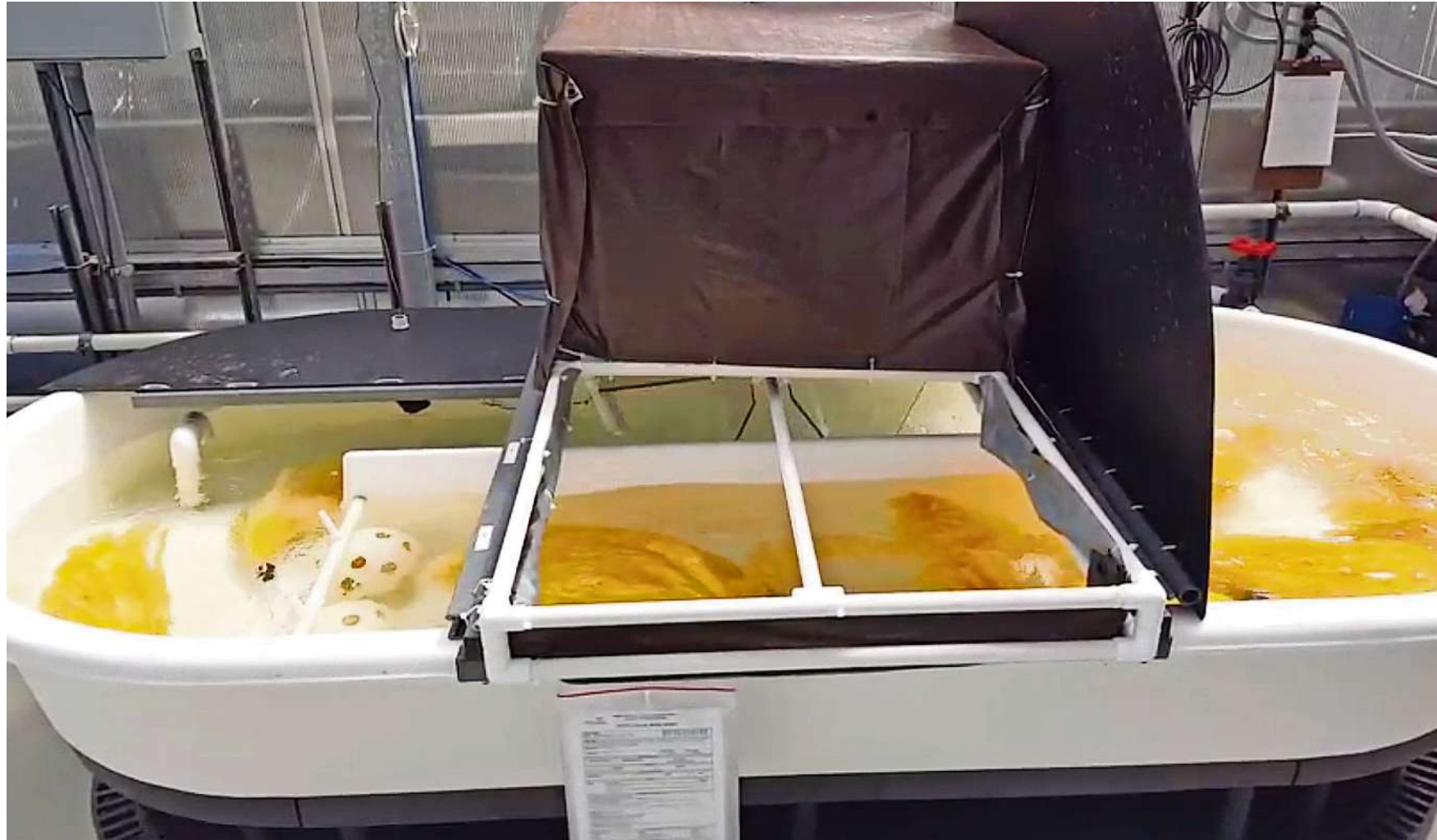


Uran aus dem Meerwasser

Forscher haben spezielle Fasern entwickelt, um damit Atombrennstoff zu gewinnen



Fast wie in der Meeresströmung. Mit Amidoxim-Molekülen versehene Faserbündel werden einen Monat lang von frischem Meerwasser umspült. Screenshot Youtube PNNL

Von Alex Reichmuth

Washington. Auf über vier Milliarden Tonnen wird die Menge an Uran geschätzt, das in den Ozeanen gelöst ist. Das ist mindestens 500 Mal mehr als die bekannten Vorräte des Elements in allen Erzlagertstätten der Welt zusammen. Uran ist der Brennstoff, mit dem Atomkraftwerke betrieben werden. Die maritimen Reserven des radioaktiven Elements reichen theoretisch aus, um den Energiebedarf der Menschheit für Zehntausende Jahre zu decken.

Allerdings ist die Konzentration von Uran im Meerwasser mit durchschnittlich drei Mikrogramm pro Liter sehr gering. Ohne eine Methode, mit der das radioaktive Element den Ozeanen auf effiziente Weise entzogen werden kann, nützen die potenziell grossen Mengen herzlich wenig.

Der Uran-Fänger

Seit den 1980er-Jahren tüfteln Forscher, vor allem solche aus Amerika und Japan, an Verfahren herum, um im Wasser gelöstes Uran einzufangen. Im Zentrum steht die Entwicklung von Substanzen, an die das radioaktive Metall besonders gut bindet. Funktioniert hat es bisher aber höchstens ansatzweise und zu hohen Kosten.

Forscher des Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) im US-Bundesstaat Washington haben nun aber einen Durchbruch vermeldet. Im

Rahmen eines staatlich geförderten Projekts ist es den Wissenschaftlern gelungen, Uran mit viel geringerem Aufwand aus dem Meerwasser zu gewinnen, als es bisher möglich war.

Sie setzten dazu eine Art Uran-Fänger ein: Es handelt sich um Bündel von Acrylfasern, die chemisch modifiziert sind. Die Fasern enthalten bestimmte Amidoxim-Moleküle, die die PNNL-Forscher zuvor zusammen mit der im Bundesstaat Idaho ansässigen Energiefirma LCW Supercritical Technologies in jahrelanger Arbeit entwickelt hatten. An diesen Molekülen lagert sich gelöstes Uran besonders gut ab.

Ausbeute von fünf Gramm

Konkret tauchten die Forscher eine Reihe solcher Faserbündel, die mit den Amidoxim-Molekülen versehen waren, für je einen Monat in einen Tank. In diesem wurden die Fasern von frischem Meerwasser umspült, mit einer Geschwindigkeit, wie es der typischen Strömung an der pazifischen US-Küste entspricht. Nach Monatsfrist legten die Forscher die Bündel in ein Säurebad, um so das Uran, das sich an ihnen gesammelt hatte, abzuscheiden. Die Uran-Fänger standen anschliessend für den nächsten Einsatz im Wasser bereit.

Nach dreimaliger Wiederholung des Verfahrens resultierte eine Ausbeute von insgesamt fünf Gramm an sogenanntem Yellowcake. Dabei handelt es sich um ein gelbliches Pulver aus Uranverbindungen,

das Ausgangsprodukt für die Herstellung von Brennstäben ist. Wenige Gramm scheinen zwar bescheiden. Uran ist aber ein Rohstoff mit einer äusserst hohen Energiedichte, die 10000 Mal über der von Erdöl und 14000 Mal über der von Steinkohle liegt.

Vorläufig ist man in der Nuklearindustrie allerdings kaum auf Meerwasser angewiesen: Die bekannten Uran-Vorräte in Landminen reichen, um die Kernenergie beim jetzigen Ausbaustand für über hundert Jahre anzutreiben. Berücksichtigt man zudem Erze mit einer geringeren Urandichte, die bei heutigen Marktpreisen nicht rentabel abbaubar sind, ist man rasch bei einer möglichen Betriebsdauer von Tausenden Jahren. Der Preis für Uran spielt bei der Atomstrom-Produktion eine untergeordnete Rolle, machen doch die Brennstoffkosten nur wenige Prozente der Gesamtkosten aus.

Auf den Weltmärkten herrscht derzeit keinerlei Mangel an Uran – im Gegenteil. Laut der World Nuclear Association wurden 2016 rund 62000 Tonnen des Elements gefördert – über die Hälfte mehr als zehn Jahre zuvor. Der Ausbau der Kernenergie ging in der gleichen Zeit nur wenig voran.

Politische Entscheide

Seit einer Hausse 2007 ist der Uranpreis in den letzten Jahren darum stark gefallen, von 136 auf aktuell 26 Dollar pro Pfund. Zum Preisverfall hat bei-

getragen, dass Japan 2011 nach dem Reaktorunglück von Fukushima sämtliche Atomkraftwerke vom Netz genommen hat und bis heute erst wenige der 42 einsatzfähigen Werke wieder in Betrieb sind.

Ob die Nachfrage nach Uran in den kommenden Jahrzehnten wesentlich steigt, hängt stark von politischen Entscheiden zur Kernenergie ab. Zwar stehen die Zeichen, weltweit gesehen, wieder stärker auf Ausbau. Bei einem aktuellen Bestand von rund 450 Atomreaktoren sind 58 neue Werke in Bau, allein 19 davon in China.

Alte Reaktoren

In den nächsten zehn bis zwanzig Jahre müssen aber auch zahlreiche Reaktoren aus Altersgründen vom Netz gehen, vor allem in Europa und in den USA. Laut den Schätzungen der Internationalen Atomenergie-Agentur (IAEA) könnten sich die Kraftwerkskapazitäten bis 2050 zwar mehr als verdoppeln, es ist aber auch eine Stagnation auf dem heutigen Niveau möglich.

Die Forscher des PNNL sind derweil daran, ihre Methode zur Urangewinnung aus Meerwasser zu optimieren. Ab diesem September wollen sie ihre speziell behandelten Acrylbündel im Golf von Mexiko einsetzen. Weil das Wasser dort wärmer ist als im Nordpazifik, enthält es drei- bis fünfmal mehr Uran. Das lässt auf eine noch höhere Ausbeute an Yellowcake hoffen.

Windräder für mehr Regen

Auswirkungen in der Sahara

Tampa. Windräder und Solaranlagen in der Sahara könnten nicht nur gewaltige Mengen Strom produzieren – sondern es in der Wüste auch mehr regnen lassen. Zu diesem Ergebnis kommt eine letzte Woche in der Fachzeitschrift *Science* veröffentlichte Studie.

Die Autoren der Untersuchung denken in sehr grossen Massstäben: Demnach würden drei Millionen Windräder und Solaranlagen auf 20 Prozent der Fläche der Sahara – also rund neun Millionen Quadratkilometern – ausreichend Elektrizität für die ganze Welt produzieren. Wegen der Auswirkungen auf die Bodentemperatur und auf Windbewegungen würde einem Computermodell zufolge zugleich die Regenmenge in der Wüste steigen, von durchschnittlich 0,24 Millimeter am Tag auf 0,59 Millimeter am Tag. Besonders deutlich wären die Auswirkungen auf die Niederschläge in der semi-ariden Sahel-Zone.

«Der grösste Teil der Sahara würde extrem trocken bleiben», sagte Mitautor Daniel Kirk-Davidoff von der Universität Maryland. Mehr Regen im südlichen Teil der Sahara würde aber zu mehr Pflanzenwachstum führen – und damit auch zu mehr verfügbarem Weideland. Dies hätte positive Auswirkungen auf die Menschen in der Region.

Windräder drücken wärmere Luft aus der Höhe auf den Boden, insbesondere in der Nacht, erklären die Forscher. Der Austausch der Luftmassen begünstigt Niederschläge. Dunkle Solarpanels wiederum senkten den Anteil des Sonnenlichts, das vom Boden wieder reflektiert werde. Auch dies führe zu höheren Bodentemperaturen und höheren Niederschlägen. SDA

Grosses Vogelsterben

Vor allem Südamerika betroffen

Cambridge. Bei vielen Vogelarten schwindet die Zahl noch lebender Tiere. Mindestens acht Vogelarten sind allein in den vergangenen Jahrzehnten höchstwahrscheinlich oder mit Sicherheit in der Wildnis oder sogar komplett ausgestorben. Das hat eine Studie der internationalen Organisation Birdlife International ergeben. Seit 1500 sind demnach etwa 187 Vogelarten ausgestorben. Gründe sind vor allem die Einschleppung fremder Arten, die Jagd und das Abholzen von Wäldern, wie die Organisation im britischen Cambridge mitteilte.

Das geschätzte Aussterbedatum der acht Arten liegt demnach zwischen 1944 (Javakiebitz, *Vanellus macropterus*) und 2011 (Alagoas-Blattspäher, *Philydor novaesi*). Fünf der acht Vogelarten stammen aus Südamerika, wo die Regenwaldgebiete stark schrumpfen. Vier der aus der Natur verschwundenen Spezies kamen ausschliesslich in Brasilien vor. SDA

Kinder fragen – Martin Hicklin antwortet

Warum gibt es keine Drachen mehr?

Wenn man alten Erzählungen glauben will, war es früher in manchen Gegenden ziemlich gefährlich. Weil in den Bergen, oft in einer Höhle, ein Drache wohnte, der sich nicht von Gras ernähren wollte. Darum fiel er ab und zu über die Menschen her. Und verschlang, was ihm begegnete, ob Mensch oder Tier. War der Hunger gestillt, flog das Ungeheuer wieder an seinen Schlafplatz zurück. Bis zum nächsten Mal.

Schlimmer wurde die Sache, weil die schuppigen Kerle angeblich auch noch Feuer spuckten und mit heissem Hauch Felder und Häuser verwüsten konnten. Die Menschen sollen – so wird erzählt – versucht haben, ein Abkommen zu schliessen und den Drachen an geregelte Essenszeiten zu gewöhnen. Dazu musste man ihm allerdings auch etwas anbieten. Einen Menschen zum Beispiel. Immer der Sage nach wurde mit Schere, Stein Papier oder anderen

Verfahren ausgelost, wen es treffen sollte. Ihr kennt die Geschichte: Früher sollen Drachen vor allem Jungfrauen bevorzugt zu haben.

Zog mal eine Prinzessin das schlimme Los, tauchte bald ein tapferer junger Mann auf und tötete den Drachen, selbst wenn dem Ungetier für jeden abgeschlagenen Kopf sofort zwei nachwachsen. Wen wundert, dass sich die gerettete Prinzessin in den Retter verliebte und der dazu noch mindestens die Hälfte des Königreichs bekam. Dass auch mal ein armer unglücklicher Prinz von einer tapferen Jungfrau gerettet worden sei, wird weniger häufig erzählt, wäre aber auch möglich. Drachen hören vielleicht auf Jungfrauen. Nachher müssen Retter oder Retterin allerdings aufpassen, dass sich nicht jemand anderes ihrer Tat rühmt. Wie gemein das sein kann, wird in dem berühmten Märchen „Die zwei Brüder“ der Gebrüder Grimm

erzählt. Glücklicherweise gewinnen im Märchen am Ende immer die Guten.

Aber wir wollen hier ja nicht Märchen erzählen, sondern uns fragen, was an den Geschichten vom Drachen wahr sein könnte. Drachen – das Wort kommt vom altgriechischen drakon = Schlange – wurden seit Jahrhunderten nur nach Hörensagen und umso mehr Fantasie beschrieben.

Einiges wurde da zu einem Untier kombiniert: Der lange Schwanz der Schlange, die Zunge oder das «Feuer», das aus dem Maul kommt, eingepackt in die Haut von Reptilien und Fischen. Mit einer Art Fledermausflügel ausgestattet und stark vergrössert wird ein Drache draus. Ähnlich beim dem Drachen verwandten Greif, der in Basel als Vogel Gryff und Wappen haltendes Tier bekannt ist: Er wird als Fabelwesen aus Adler, Löwe, Schlange und Skorpion kombiniert. Möglich, dass aufgefundene gewaltige Überreste von

Dinosauriern die Menschen auf die Idee brachten, das könnten die Reste von echten Ungeheuern sein.

Aber Fliegen und Feuer? Schwere Körper sind nur schwer mit Flügeln durch die Luft zu bewegen. Und um Feuer zu spucken, bräuchte auch ein Drachen Brennbares. Dass er zum Beispiel genug entzündliches Gas im Magen erzeugen könnte, um eine anständige Flamme zu erzeugen, ist fast unmöglich. Kommt dazu, dass er das erst noch anzünden können müsste. Die Frage nach den Feuer spuckenden Drachen lässt sich wohl nur so beantworten: Es hat sie nur in der Fantasie der Menschen gegeben. Dort aber sehr bunt und mächtig.

Ich freue mich auf eure Fragen!
Schickt sie bitte an
kids.fragen@baz.ch
oder Basler Zeitung, Redaktion,
Kinderfragen, Postfach, 4002 Basel.

