



So wird der neue Unterwasser-Turbinenpark in Schottland aussehen: 200 Tonnen schwere Klötze sorgen für Halt auf dem Meeresboden.

ATLANTIS RESOURCES

# Elektrischer Strom aus Ebbe und Flut

## Gezeiten-Kraftwerk Ein Turbinenpark in Schottland könnte der Technik zum Durchbruch verhelfen

VON LEONID LEIVA

Selbst wenn die Sommerferien nahen – einen Ansturm von Strandurlaubern muss man am Pentland Firth an der Nordspitze Schottlands nicht befürchten. Denn sonnige Sandstrände hat diese Meerenge, die das schottische Festland von den Orkney-Inseln trennt, nicht zu bieten. Dafür aber aussergewöhnlich starke Gezeitenströmungen. Beim Wechsel von Ebbe und Flut können die Wassermassen hier mit bis zu 30 Kilometern pro Stunde zwischen Nordsee und Atlantik hin- und herlaufen. Das ist eine gewaltige Energie: In Flüssen wie dem Rhein erreicht die Strömung höchstens um die 10 Kilometer pro Stunde. Die aussergewöhnliche Energiequelle im Pentland Firth will die Firma Atlantis Resources anzapfen. Sie baut unter dem Namen MeyGen den ersten Untersee-Turbinenpark der Welt. Schon dieses Jahr wird die Anlage mit den ersten vier Turbinen, die Windrädern ähnlich sehen, Strom ins schottische Netz speisen. Bis 2020 soll der Park auf 269 Turbinen ausgebaut werden. Mit einer Spitzenleistung von knapp 400 Megawatt – etwas mehr als jene des Kernkraftwerks Mühleberg – wäre MeyGen dann das weltgrösste Gezeitenkraftwerk überhaupt.

### Keine Dämme nötig

«MeyGen markiert einen Meilenstein», urteilt der Physiker Jochen Bard vom Fraunhofer Institut für Windenergie und Energietechnik in Bremerhaven. Die Entwicklung der Technologie begann vor etwa 20 Jahren. Doch bisher waren erst einzelne Unterwasser-Turbinen testweise in Betrieb. MeyGen ist der erste Park, der aus mehreren Turbinen besteht und ans Stromnetz angeschlossen ist.

Zwar gibt es Gezeitenkraftwerke bereits seit 50 Jahren, aber in der herkömmlichen Ausführung werden nicht die natürlich auftretenden Gezeitenströmungen genutzt. Stattdessen staut sich das Meerwasser bei Flut hinter einem Damm in einer Flussmündung an. Im Damm eingebaut sind Turbinen mit daran angeschlossenen Generatoren. Wenn die Flut ihren Höchststand erreicht hat, öffnen sich die Schleusen, sodass das Wasser zurück ins offene Meer fliesst und die Turbinen für die Stromerzeugung antreibt. Solche Gezeitenkraftwerke in Dammbauweise sind bis heute rar geblieben: Sie stehen vereinzelt etwa in der französischen Bretagne, in Korea und in Kanada.

Bei der neuen Generation von Gezeitenkraftwerken ist es nicht mehr nötig, teure Dämme zu bauen. Dadurch verschwindet auch der für Anwohner störende Anblick. Die etwa 20 Meter hohen Turbinen des MeyGen-Parks stehen in 30 bis 40 Meter Tiefe auf dem Meeresboden. Ihr Funktionsprinzip ist dasselbe wie in jedem Wasserkraftwerk: Die Strömung treibt die Turbine an, und ein daran angeschlossener Generator erzeugt elektrischen Strom. Dieser wird über ein im Meeresgrund versenktes Kabel an Land transportiert.

### Lärmige Turbinen

Der Verzicht auf einen Damm beseitigt auch ein paar ökologische Probleme der alten Gezeitenkraftwerke. Diese verändern zum Beispiel den Salzgehalt des Wassers im Staubecken. Und sie hindern Fische daran, sich zwischen Salz- und Süsswasser frei zu bewegen, was diese zum Abblähen und für die Nahrungssuche brauchen. Ob der neue Kraftwerktyp unter dem Strich umweltfreundlicher ist,

30

**Kilometer in der Stunde** – so schnell strömt das Meerwasser im Pentland Firth zwischen Nordsee und Atlantik hin und her. Weit mehr als in Flüssen auf dem Kontinent (Rhein: höchstens 10 km/h).

269

**Turbinen** sollen dereinst im Pentland Firth in Schottland zu stehen kommen – 30 bis 40 Meter unter der Wasseroberfläche auf dem Meeresgrund.

steht allerdings laut Physiker Bard noch offen: «Schädlich kann vor allem der Lärm von Hunderten rotierender Turbinen am Meeresboden sein.» Dieser könnte Meeressäuger wie den in der Nordsee lebenden Schweinswal vertreiben oder seine Echoortung beeinträchtigen. «Deshalb ist es wichtig, dass diese Anlagen in einem genügend grossen Abstand zu geschützten Lebensräumen stehen», sagt Stephan Lutter vom WWF Deutschland. Grundsätzlich begrüsst er aber die Gezeitenkraft als saubere, erneuerbare und klimafreundliche Energieform.

Schottland startet mit dem neuen Gezeitenkraftwerk in die Energiezukunft. Bis 2020 will das Land seine Stromversorgung komplett mit erneuerbaren Energien bestreiten. Dazu könnte die Gezeitenenergie laut Schätzungen künftig bis zu 1900 Megawatt beitragen – etwa so viel, wie die zwei Kernkraftwerke des Landes heute bereitstellen. Da die Gezeitenkraft nicht rund um die Uhr konstant Strom produziert, könnte sie die AKW jedoch nicht ganz ersetzen. Aber das Ziel Schottlands, aus der Kernenergie auszustiegen, würde näher rücken.

### Auch Frankreich mischt mit

Nicht nur in Schottland stösst die neue Generation von Gezeitenkraftwerken auf Interesse. Eine kleine Testanlage mit dem gleichen Funktionsprinzip baut der französische Energieriese und KKW-Betreiber Électricité de France (EDF) in der Bretagne vor der Île de Bréhat. Hier sollen zwei Turbinen mit einer Gesamtleistung von 2 Megawatt spätestens ab dem Sommer 2017 Strom für mehr als 1500 Haushalte liefern. Nach einer zweiten Bauphase soll sich die Leistung dann verdoppeln. Dabei setzt das EDF-Projekt auf

einen anderen Turbinentyp als MeyGen. Er produziert zwar über das Jahr weniger Strom, ist dafür aber robuster. «Dieser Kompromiss könnte sich langfristig als sinnvoll erweisen», glaubt Bard. Man nehme zwar weniger Geld durch produzierten Strom ein, spare aber an den Reparaturen, die auf offener See schnell sehr teuer werden können.

Die Anlage in der Bretagne ist nur ein erster Test. Darauf aufbauend, plant EDF bis 2018 einen zweiten Park mit einer Leistung von 14 Megawatt in der Normandie. Damit scheint der Energiekonzern erste Vorbereitungen für die Zukunft vorzunehmen. Denn auch in Frankreich will die Regierung den Anteil der Kernenergie an der Stromversorgung reduzieren – von heute 75 Prozent auf 50 Prozent bis 2025.

### Eine verlässliche Energie

Dank dieser und weiterer geplanter Anlagen könnte die Gezeitenkraft bis 2018 in Europa an die 60 Megawatt Leistung bereitstellen. Zu dieser Schätzung gelangten kürzlich Wissenschaftler des Joint Research Center der EU. Im Vergleich zur Wind- und Solarenergie ist das zwar noch ein winziger Beitrag. Aber für Energieforscher Bard hat Gezeitenkraft als Ergänzung zu den anderen Erneuerbaren durchaus Zukunft. Denn Gezeitenströmungen sind ein sicherer Wert: Sie lassen sich im Gegensatz zu den wechselnden Verhältnissen bei Wind und Sonne auf viele Jahre hinaus genau vorhersagen.

Dieser Artikel ist entstanden in Zusammenarbeit mit:

— GEBERT RÜF STIFTUNG —  
WISSENSCHAFT.BEWEGEN

# China powert allein die globale Nuklearindustrie

**Atomstrom** Der World Nuclear Industry Status Report liefert Daten und Zahlen.

VON CHRISTOPH BOPP

Atomkraftwerke laufen noch in 31 Staaten. Sie betreiben 402 Reaktoren – 11 mehr als Mitte 2015, aber 4 weniger als 1987 und 36 weniger als 2002, im Atomenergie-Rekordjahr, mit 438 Re-

aktoren. Das schreiben Mycle Schneider und Antony Froggatt in ihrem Report. Er erscheint jedes Jahr und kann unentgeltlich unter [www.worldnuclear-report.org](http://www.worldnuclear-report.org) heruntergeladen werden.

Die Atomenergienutzung nimmt immer noch zu. Die installierte Kapazität nahm um 3,3 Prozent zu auf 348 GW – etwa gleich viel wie 2000 (Maximum war 2006 mit 368 GW). Erzeugt wurden 2441 TWh, 1,3 Prozent mehr als im letzten Jahr, aber immer noch 8,2 Pro-

zent weniger als im Rekordjahr 2006. Die Zunahme ist allein China geschuldet, dort stieg die Produktion um 30 Prozent (37 TWh, die absolute Zunahme im letzten Jahr war 31 TWh).

China steht auch an der Spitze, wenn es ums Bauen geht. Von den zehn neu gestarteten Reaktoren stehen acht in China (einer in Russland und einer in Südkorea). Von den acht Reaktoren, mit deren Bau 2015 begonnen wurde, sind ebenfalls sechs in China.

Relativierend kann man sagen, dass China 2015 100 Milliarden Dollar in Erneuerbare Energien investiert hat. Die Entscheidung, sechs neue Reaktoren zu bauen, war «nur» 18 Milliarden Dollar schwer. China «verbesserte» sich im Ranking der Atomstrom-Staaten um einen Platz auf Rang 4. Die USA und Frankreich produzieren übrigens die Hälfte des Atomstroms weltweit, Frankreich die Hälfte innerhalb der EU. Der Anteil des Atomstroms an der Strom-

erzeugung blieb stabil bei 10,7 Prozent (1996: 17,6 Prozent). Der Nuklearanteil an der verbrauchten Primärenergie blieb ebenfalls bei 4,4 Prozent.

Ökonomisch ist Atomstrom unrentabel. Areva, Frankreichs Nuklearfirma, ist praktisch bankrott und musste vom Staat gerettet werden. Die Preise fallen und mit ihnen die Aktienkurse der Stromfirmen. Ausnahme ist KEPCO in Südkorea. Die Aktie stieg seit 2013 um 80 Prozent.