

Eine bessere Atomenergie

Es soll den Energiehunger der Menschheit stillen, ohne Schaden anzurichten: China und Indien setzen auf das radioaktive Element Thorium und eine Renaissance der Atomenergie. **Von Barbara Vonarburg**

Halden ist eine Kleinstadt im Südosten Norwegens nahe der schwedischen Grenze. Am Stadtrand führt ein Tunnel zu einem unterirdischen Forschungsreaktor, der in den 1950er Jahren gebaut wurde. Der Dampf aus der Testanlage wird zur benachbarten Papierfabrik geleitet. Seit einem Jahr läuft in der alten Anlage ein Experiment mit einem neuen Brennstoff, von dem sich manche Experten mehr versprechen als von bisherigen Energiequellen. Die Brennstäbe im norwegischen Forschungsreaktor enthalten Thorium. Das radioaktive Element soll in Reaktoren sicherer und effizienter sein als Uran (siehe Kasten). «Thorium ist zu gut, um nicht gebraucht zu werden», sagt Øystein Asphjell, Direktor der Firma Thor Energy, welche die Versuche in Halden durchführt.

Norwegen hat besonders grosse Vorkommen von Thorium, das 1829 entdeckt und nach dem germanischen Donnergott benannt wurde. Reines Thorium glänzt silbrig. Es ist wie Natururan schwach radioaktiv, aber nicht direkt spaltbar. Fängt ein Thoriumatom jedoch ein Neutron ein, kann es sich in Uran-233 umwandeln (siehe Grafik). Dieses Isotop ist leicht spaltbar und setzt dabei weitere Neutronen frei. Die Fachleute sprechen von einem Brutprozess, der so in Gang kommt. Die freigesetzten Neutronen verwandeln wiederum Thorium in Uran-233 und spalten es weiter, bis das Thorium aufgebraucht ist.

«Ein Stück Thorium von der Grösse eines Pingpong-Balls könnte den lebenslangen Energiebedarf eines Menschen decken», sagt Jean-Christophe de Mestral. Der Schweizer Physiker ist Autor eines Buches mit dem Titel «L'atome vert», das grüne Atom, und er hat eine Thorium-Konferenz am europäischen Kernforschungszentrum Cern in Genf mitorganisiert, die letzten Herbst über 200 Teilnehmer aus 32 Ländern verzeichnete.

Traum von sauberen Reaktoren

Während die Schweiz und Deutschland den Ausstieg aus der Atomenergie beschlossen haben, erlebt der Traum von sauberen Nuklearreaktoren angesichts der bedrohlichen Klimaerwärmung und der schwindenden Erinnerung an Fukushima andernorts eine Renaissance. So gründete in den USA der Milliardär Bill Gates eine Firma, die nachhaltige und wirtschaftliche Kerntechnik entwickeln will, und in China arbeiten 400 Wissenschaftler und Ingenieure an der Konstruktion eines neuartigen Reaktorprototyps. Ziel der amerikanischen und chinesischen Anstrengungen ist der Bau von Atomkraftwerken, die im Gegensatz zu den bestehenden Anlagen kein angereichertes Uran als Brennstoff benötigen, weniger Abfall produzieren und die Proliferation erschweren.

Damit gehen die Pläne in Ost und West deutlich weiter als das Experiment in Norwegen. Die Brennstäbe im unterirdischen Test sollen dereinst vor allem in konventionellen Atomkraftwerken eingesetzt werden, wie sie auch in der Schweiz in Betrieb stehen. Man wolle damit die Thorium-Evolution starten und das Material in einem ersten Schritt in die nukleare Wertschöpfungskette einführen, schreibt die Firma Thor Energy.

Kritiker bezweifeln allerdings, dass der Einsatz von Thorium in bestehenden Reaktoren sinnvoll ist. Damit lasse sich kein grosser Vorteil erzielen, sagt der Physiker Nils Böhmer von der Umweltschutzorganisation Bellona in Oslo. Thorium mache konventionelle Atomkraftwerke nicht sicherer. Bei einer Störung muss die Anlage weiter aktiv gekühlt werden, damit es nicht zu einer Kernschmelze wie in Fukushima kommt.

Indien plant hingegen den Bau eines Thorium-Reaktors, der einer neuen Generation angehört. «Dieser Reaktor kann seinen Kern

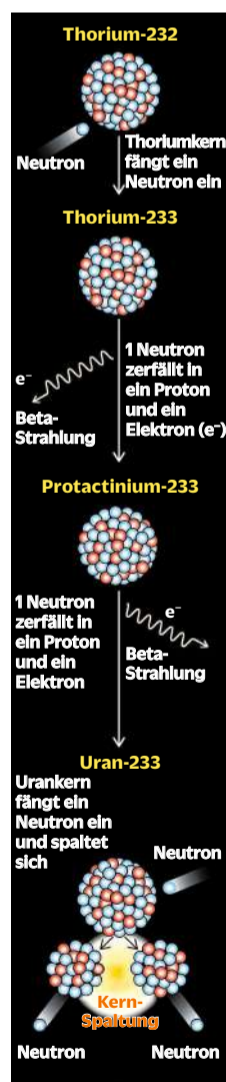
Kritiker bezweifeln, dass der Einsatz von Thorium in bestehenden Reaktoren sinnvoll ist. Damit lasse sich kein grosser Vorteil erzielen.

FOTOS: TORBJÖRN FAUBERG



Direktor Øystein Asphjell (links) mit Technikern in der Reaktorhalle. Der Stab in der Mitte des Bildes enthält die Thorium-Brennelemente.

Von Thorium zu Uran



Quelle: www.nuklearforum.ch

nach einer Abschaltung weiterhin kühlen, ohne dass es dazu Kühlwasser oder Strom von aussen braucht, und sogar ohne Eingriff des Betriebspersonals während fast 110 Tagen», zitierte der Onlinedienst «India Today» Ende Februar den Vorsitzenden von Indiens Atomenergiekommission, Ratan Kumar Sinha. Dieser Schwerwasserreaktor soll mit Thorium betrieben werden und eine Leistung von 300 Megawatt haben, etwas weniger als die Reaktoren in Mühleberg oder Beznau. Bereits in zwei oder drei Jahren will Indien mit dem Bau einer Demonstrationsanlage beginnen, die um 2025 erstmals Strom liefern könnte. Doch selbst Sinha rechnet erst ab 2040 mit einer grösseren Verbreitung der Thorium-basierten Reaktoren.

«Indien ist ein Pionier auf diesem Gebiet», sagt de Mestral. Als Mitbegründer einer internationalen Organisation, die sich für Thorium-Energie einsetzt, verfolgt er die weltweiten Bemühungen auf diesem Gebiet. Ihn interessieren aber vor allem die Pläne Chinas, das einen noch fortschrittlicheren Reaktortyp für Thorium entwickelt. «Dabei löst man den Brennstoff in geschmolzenem Salz, was einige Vorteile aufweist», erklärt der Physiker. Ein Flüssigsalzreaktor könne im Gegensatz zu bestehenden Druckwasserreaktoren wie Gösgen unter normalem Atmosphärendruck betrieben werden. Und für die Sicherheit besonders wichtig: «Man braucht keine Kontrollstäbe», so de Mestral. Denn wenn die Temperatur im Reaktor steigt, sinkt die Wahrscheinlichkeit, dass die Neutronen ein Atom treffen und einen Spaltprozess in Gang setzen.

Kampf gegen Smog

Den ersten Flüssigsalzreaktor bauten der US-Atomphysiker Alvin Weinberg und sein Team im Oak Ridge National Laboratory in Tennessee bereits vor 60 Jahren als Antrieb für Langstreckenbomber. Doch mit dem Aufkommen der Interkontinentalraketen wurden dieses und ein ähnliches sowjetisches Projekt aufgegeben. Auch danach gab es aber weitere Versuche mit Thorium als Kernbrennstoff. In Deutschland ging 1985 ein sogenannter Kugelhaufenreaktor ans Netz, der aber wegen Betriebsmängeln und des Stimmungsumschwungs nach der Katastrophe in Tschernobyl vier Jahre später wieder abgeschaltet wurde.

Thorium-Flüssigsalzreaktoren werden bei hohen Temperaturen von rund 700 Grad betrieben, was sie besonders effizient macht, aber verbunden mit der Strahlung im Reaktor gross Probleme schafft. Das beschränke die Materialwahl beim Bau der Anlage, sagt de Mestral. China will aber

Eigenheiten von Thorium

Thorium ist ein radioaktives Element. Glaubt man den Befürwortern der Kernenergie, verfügt es gegenüber dem Brennstoff Uran über ein paar entscheidende Vorteile:

- Thorium kommt auf der Erde unge-

- fährt viermal so häufig vor wie Uran.
- Als Kernbrennstoff erzeugt es weniger radioaktive Abfälle als Uran, insbesondere nur sehr kleine Mengen langlebige radioaktive Elemente wie Plutonium, Americium oder Curium.
- Der Bau von Tiefen-

- lagern für die Aufbewahrung des radioaktiven Abfalls wäre trotzdem nötig, aber bedeutend einfacher als bei herkömmlichen Atomreaktoren
- Der Abfall aus Thorium-Reaktoren eignet sich kaum zum Bau von Atombomben. Die Gefahr eines

- Missbrauchs ist kleiner und die Proliferation erschwert.
- Thorium-Atomkraftwerke können bestehende langlebige Abfälle verbrennen und auf diese Weise deren Volumen reduzieren. *Barbara Vonarburg*

bereits in den nächsten Jahren eine Demonstrationsanlage bauen, die 2024 in Betrieb gehen soll. Das Forschungsprogramm werde im Kampf gegen den Smog beschleunigt, berichtete der Onlinedienst «South China Morning Post» im März. Wenn sich der Energiekonsum pro Kopf verdoppelt, werde China an der Luftverschmutzung ersticken, sagte der am Projekt beteiligte Wissenschaftler Li Zhong. Ein massiver Ersatz der Kohle sei nur mit Atomenergie zu schaffen, und Thorium sei ein grosser Hoffnungsträger.

Das radioaktive Element ist auf der Erde nicht nur im Überfluss vorhanden. Während in den bestehenden Atomreaktoren Plutonium und andere hochradioaktive Stoffe entstehen, die über Jahrtausende strahlen, ist der ausgediente Brennstoff aus einem reinen Thoriumreaktor nach 500 Jahren punkto Strahlung etwa vergleichbar mit Natururan. Der Bau von Tiefenlagern für den radioaktiven Abfall wäre trotzdem nötig, aber bedeutend einfacher. Thorium-Atomkraftwerke können sogar bestehende langlebige Abfälle verbrennen und so deren Volumen reduzieren. Die Fachleute sprechen von Transmutation. «Das ist der wichtigste Vorteil», sagt de Mestral.

Besonders effizient in dieser Hinsicht wäre ein Thorium-Reaktor, der mit einem Teilchenbeschleuniger kombiniert wird. Neben dem Thorium könnten in der Anlage Plutonium und andere hochradioaktive Abfälle als Brennstoff dienen. Durch Transmutation würde diese Mischung in kurzlebige Stoffe umgewandelt. Die Idee stammt vom ehemaligen Cern-Direktor und Physiknobelpreisträger Carlo Rubbia. Um die Kettenreaktion im Reaktor auszulösen, wird im Beschleuniger ein Teilchenstrahl erzeugt und auf eine Zielscheibe aus Blei geleitet. Der Teilchenbeschuss setzt im Blei Neutronen frei, die im

Reaktor zur Spaltung des Brennstoffs führen. Der Beschleuniger frisst zwar Energie, doch Rubbia konnte schon in den 1990er Jahren zeigen, dass es möglich ist, eine Anlage zu konstruieren, die mehr Energie produziert, als es für die Erzeugung des Teilchenstrahls braucht - theoretisch. Noch existiert keine Versuchsanlage, die dies bestätigt.

In Belgien läuft seit zwei Jahren ein Experiment, bei dem ein Teilchenstrahl mit einem Kernreaktor gekoppelt wird. Damit will man Erfahrungen für die Konstruktion einer grosseren Anlage sammeln, die im Jahr 2025 erstmals Strom produzieren soll. Studien zu beschleunigerbetriebenen Systemen laufen auch in Japan, den USA und Russland. Noch gibt es viele ungelöste technische Probleme. Der Strahl im Beschleuniger müsse sehr energiereich und äusserst konstant sein, sagt de Mestral: «Wir brauchen bessere Beschleuniger.» Kritiker bemängeln zudem, dass solch komplexe Anlagen kaum wirtschaftlich sein könnten. Das Konzept überzeugt vor allem punkto Sicherheit: «Der Reaktor funktioniert nur, wenn der Beschleuniger läuft», erklärt de Mestral. Wird der Teilchenstrahl abgeschaltet, stoppt die Kettenreaktion.

ANZEIGE

**Herbst.
Ausfliegen. Geniessen.**

Buchen Sie unser Spezialangebot:
www.parkhotel-bellevue.ch

★★★★ PARKHOTEL BELLEVUE & SPA
3715 ADELBODEN | TELEFON +41 (0) 33 673 80 00