

»Urananreicherung mit Lasertechnik – billig und politisch hochbrisant«

Ein neues Verfahren verspricht, die Herstellung von Kernbrennstoff deutlich zu vereinfachen. Doch **Wolfgang Sandner**, Präsident der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, gibt zu bedenken: Zugleich wird mit »Silex« auch die Verbreitung von Nuklearwaffen erleichtert.

Spektrum der Wissenschaft: Herr Professor Sandner, die Deutsche Physikalische Gesellschaft warnt vor einem neuartigen Verfahren zur Anreicherung von natürlichem Uran. Warum?

PROF. WOLFGANG SANDNER: Die Firmen Hitachi und General Electric wollen das so genannte Silex-Verfahren in einer Fabrik im US-Bundesstaat North Carolina verwirklichen. Silex heißt »Separation of Isotopes by Laser Excitation«, Isotopentrennung durch Laseranregung. Ende September erteilte die US-Atomaufsichtsbehörde NRC dem Verfahren die Zulassung. Jetzt kann man davon ausgehen, dass die Fabrik tatsächlich gebaut wird. Die DPG möchte vor einer unkontrollierten Verbreitung der Technologie warnen, da sie zur Herstellung von waffenfähigem Uran genutzt werden könnte.

Das Silex-Verfahren setzt Laser ein, um Uran anzureichern. Bisher werden dafür vor allem Zentrifugen verwendet. Was macht das neue Verfahren gefährlicher?

SANDNER: Mit Lasern lässt sich Uran pro Durchlauf deutlich stärker anreichern als in Zentrifugen. Man schätzt, dass Silex mindestens zehnmal so effizient ist, denkbar ist aber auch ein Faktor 100 oder 1000. Eingeweihte Beobachter halten es für möglich, dass innerhalb von zwölf Tagen etwa ein Kilogramm relativ hoch angereichertes Uran gewonnen werden kann. Mit Gaszentrifugen fallen in dieser Zeitspanne nur Grammengen an; darum müssen Zentrifugen zu Tausenden, wenn nicht sogar zu Zehntausenden hintereinandergeschaltet werden.

Sie glauben diesen kühnen Behauptungen?

SANDNER: Wenn sich zwei so große Firmen der Sache annehmen, muss man das schon ernst nehmen. Und Experten bestätigen die Aussagen der Hersteller.

Eigentlich sind Sie Laserphysiker. Wie sind Sie mit dem Thema Urananreicherung in Berührung gekommen?

SANDNER: In den 1980er Jahren habe ich mittels Lasern sehr hoch angeregte Atome hergestellt. Dabei werden verschiedene Isotope eines Elements durch unterschiedliche Wellenlängen angeregt. Das kann man verwenden, um diese zu trennen, so auch bei Uran. Natürliche Uranvorkommen bestehen bloß zu 0,7 Prozent aus Uran-235, der Rest ist Uran-238. Aber nur Uran-235 ist spaltbar; deswegen muss man seinen Anteil im Uran erhöhen, um es in Kernreaktoren zu nutzen.

»Spektrum der Wissenschaft« hat schon im April 1982 von dieser Möglichkeit berichtet. Damals hieß es, das Laser-Verfahren zur Urananreicherung stünde kurz vor dem Durchbruch. Wieso hören wir erst jetzt wieder davon?

SANDNER: In Deutschland und vielen anderen Ländern wurde die Forschung in den 1980er Jahren eingestellt. Denn

die damals bekannten Methoden erwiesen sich als unwirtschaftlich. Die Laser waren zu teuer und die Ausbeuten zu gering.

Die Physiker Horst Struve und Michael Golds-

worthy haben in Australien weiter an dem Verfahren gearbeitet und 1988 das Unternehmen Silex Systems Limited gegründet. Haben Sie eine Erklärung dafür, wie ihnen nach all den Jahren der Durchbruch gelungen ist?

SANDNER: Wesentliche Teile des Verfahrens sind geheim. Man weiß, dass Uran als gasförmige Verbindung – Uranhexafluorid – mit einem 16-Mikrometer-Laser beschossen wird. Das regt selektiv nur diejenigen Uranhexafluorid-Moleküle, die Uran-235 enthalten, zu Schwingungen an. Die anderen, in denen Uran-238 steckt, bleiben im Grundzustand.

»Wir warnen vor einer unkontrollierten Verbreitung der Technologie, da sie zur Herstellung von waffenfähigem Uran dienen kann«



Wolfgang Sandner ist Direktor am Max-Born-Institut für Nichtlineare Optik und Kurzzeitspektroskopie sowie Professor an der Technischen Universität Berlin. Seit April 2010 steht der 63-Jährige außerdem der Deutschen Physikalischen Gesellschaft (DPG) als Präsident vor.

Braucht man dazu einen speziellen Laser?

SANDNER: Prinzipiell reichen CO₂-Laser, wie sie etwa in Automobilfabriken zum Schneiden und Schweißen von Karosserieblechen eingesetzt werden. Allerdings muss man die Laserstrahlung so anpassen, dass sie die genaue Anregungsfrequenz des Uranhexafluorids trifft. Solche Verfahren sind zwar bekannt, aber sie auf den großtechnischen Maßstab zu übertragen, ist schwierig. Doch das eigentliche Problem ist der nächste Schritt. Nachdem man die Uran-235-Moleküle in Schwingung versetzt hat, muss man sie von den anderen trennen. Wie das in Silex gelingt, ist das große Geheimnis.

Haben Sie eine Vermutung?

SANDNER: Es gibt verschiedene chemische und physikalische Möglichkeiten. Man könnte zum Beispiel die bereits angeregten Moleküle mit einem weiteren Laser ionisieren und die Isotope dann mit einem elektrischen oder magnetischen Feld trennen. Solche Ionisationsmethoden wurden jedoch schon früher untersucht und als ineffizient abgetan.

Und auf anderem Weg?

SANDNER: Die Entwickler des Verfahrens könnten beispielsweise ausnutzen, dass sich ein vibrierendes Molekül leichter aufbrechen lässt – wiederum durch einen Laser oder durch Stöße mit anderen Molekülen. Anhand der unterschiedlichen Massen der Fragmente könnte man dann die verschiedenen Isotope voneinander trennen. Aber auch das Gegenteil ist denkbar: Angeregte Moleküle lagern sich möglicherweise eher aneinander und bilden einen schweren Komplex, wenn die Temperatur tief genug sinkt. Auch hier würde man die gewünschten Isotope anhand der Masse dieser Komplexe von den übrigen trennen.

Pro Prozessschritt ließe sich offenbar eine Anreicherung von 14 Prozent erreichen. Wie kommt man auf die für waffenfähiges Uran benötigten 80 Prozent?

SANDNER: Wenn das Uranhexafluorid während eines Anreicherungs-schritts nicht verunreinigt wird, kann man es einfach in die nächste Stufe stecken, den Prozess wiederholen und so den Gehalt an Uran-235 immer weiter erhöhen. Sollten jedoch Verunreinigungen auftreten, wird die Sache schwieriger. Aber auch das hängt vom Trennmechanismus ab – über den wir nichts wissen.

Angenommen, man kann damit Uran beliebig stark anreichern – könnte man Silex-Fabriken nicht genauso gut kontrollieren wie herkömmliche Anlagen?

SANDNER: Nicht unbedingt. Zentrifugen werden häufig komplett oder als schwer zu tarnende Einzelteile gekauft; das fällt bei Rüstungskontrollen sofort auf. Silex ist hingegen modular aufgebaut, und die meisten Teile sind für sich genommen harmlos. Die Laser könnten auch zum Schweißen benutzt werden; zur Veränderung der Laserfrequenz genügt ein Hochdruck-Gaszylinder. Sonst braucht man nur noch Vakuumtanks und eventuell Kühlorrichtungen, die ebenso unverdächtig sind. Silex-Anlagen können vermutlich viel kleiner gebaut werden als vergleichbare Zentrifugensysteme, die stets geräumige Fabrikhallen benötigen. Somit ließen sie sich leicht vor der Satellitenaufklärung verbergen: Sie wären kaum von einer großen Supermarkthalle zu unterscheiden. Das schafft ein Problem, denn bei der gegenwärtigen Lage der Dinge ist die Beobachtung aus dem Weltall eines der wichtigsten Instrumente, um verdächtige Anreicherungsstätten zu identifizieren.

Die Hersteller widersprechen dieser Behauptung. Sie betonen, dass auch Silex eine riesige Fertigungsanlage benötigen wird, und verweisen auf die Größe der Anlage in North Carolina.

SANDNER: Dennoch spricht alles dafür, dass Silex deutlich kompakter sein kann als jede Zentrifugenanlage. Das gilt vielleicht nicht für das jetzige Demonstrationsobjekt, wohl

Ein riskantes Geschäft

Die Urananreicherung mittels Laser ist billiger und effektiver als andere Verfahren zur Gewinnung von Kernbrennstoff mit einem erhöhten Anteil des Isotops Uran-235. Kritiker

mahnen, dass gerade diese Vorzüge die missbräuchliche Verwendung erleichtern – insbesondere die Proliferation, das heißt die Weitergabe von Kernwaffentechnik.

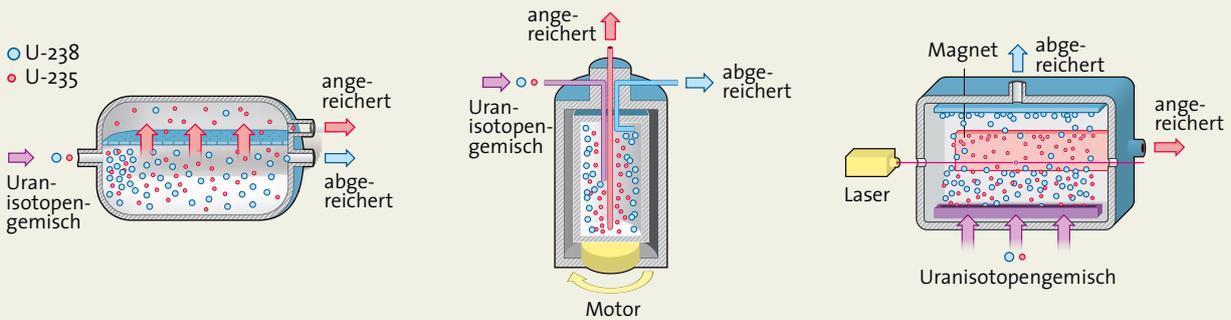
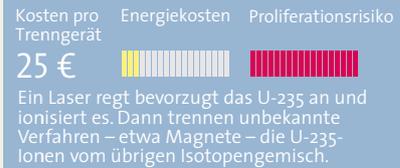
GASDIFFUSION



GASZENTRIFUGE



LASERANREICHERUNG



WEINBRICER, S. LASER PLANT OFFERS CHEAP WAY TO MAKE NUCLEAR FUEL IN 'NATURE' 487, S. 16-17, 2012, FIG. 1

aber auf lange Sicht. Ein effizienteres Verfahren ist meist auch kompakter, und wenn Silex nicht effizienter wäre, dann würde man die Fabrik wahrscheinlich nicht bauen.

Allerdings ist der Bombenbau mit Uran wohl eher etwas für atomare Einsteigerationen. Interessanter wäre Plutonium, da man davon weniger braucht, um eine kritische Masse zu erreichen. Eignet sich denn das Silex-Verfahren auch zur Plutoniumanreicherung?

SANDNER: Das wäre rein theoretisch möglich, aber ich halte es für unwahrscheinlich. Allerdings wirbt die Firma Silex Systems damit, dass sie auch die Isotope anderer Elemente anreichern kann.

Die Homepage von Silex Systems nennt Silizium, das man für die Halbleiterherstellung benötigt, sowie Kohlenstoff und Sauerstoff für medizinische Diagnoseverfahren. Wird sich Teheran also bald Silex für eine neue Computerchip-Fabrik oder ein Krankenhaus einkaufen?

SANDNER: Wenn sich dieses Knowhow unter einem zivilen Vorwand verbreiten könnte, sollten bei den Rüstungskontrollen alle Alarmglocken läuten.

Der Iran hat in der Vergangenheit behauptet, Isotope mit Hilfe von Laserlicht trennen zu können. Ist das plausibel?

SANDNER: Im Labormaßstab ist das durchaus möglich. Jedes bessere Universitätslabor kann einzelne Atomisotope separieren.

»Was die Anreicherung betrifft, kann ich nur hoffen, dass die Geheimhaltung des Silex-Verfahrens bisher gut genug funktioniert hat«

Schwierig wird es erst, wenn man das Verfahren auf Uran anwenden und im industriellen Maßstab nutzen will. Was das betrifft, kann ich nur hoffen, dass die Geheimhaltung des Silex-Verfahrens bisher gut genug funktioniert hat. Allerdings lässt sich niemals ausschließen, dass eine Technologie nochmals erfunden wird, insbesondere wenn bekannt ist, dass sie existiert.

Aber sollte das jemandem gelingen, wird er der Letzte sein, der diese Tatsache veröffentlicht. Er würde das, was

er weiß, nachzubauen versuchen und, falls er Erfolg hat, vermutlich nie öffentlich kundtun, dass er es kann.

Mit dem Silex-Verfahren könnte der Iran also die internationalen Rüstungskontrollen unterlaufen?

SANDNER: Auf den Iran sind sämtliche Augen gerichtet, und da werden auch die Uranflüsse sehr gut kontrolliert. Ob just in diesem Fall das Silex-Verfahren ein zusätzliches Risiko birgt, scheint mir fraglich. Ich glaube, eine größere Gefahr geht von terroristischen Organisationen aus oder von Ländern, die bisher völlig unverdächtig waren.

Lässt sich der kommerzielle Ausbau der Technologie in den USA noch verhindern?

SANDNER: Vermutlich nicht. Das hat seinen ganz normalen, gesetzmäßigen Weg genommen. Sämtliche Anhörungen fanden formal statt – wobei der Bericht über die Sicherheits-

relevanz des Vorhabens keinerlei Aussagen über die mögliche Proliferation der Technologie enthält. Es geht nur um die lokale Sicherheit, also darum, wie groß die Wahrscheinlichkeit ist, dass radioaktives Material entweicht oder es einen Betriebsunfall gibt. Wenn die beteiligten Firmen zu der Überzeugung kommen, es sei wirtschaftlich sinnvoll, dann steht dem Bau nichts mehr im Weg.

Sie sehen keinen Widerspruch zwischen der Kommerzialisierung des Silex-Verfahrens und der atomaren Abrüstung, zu der sich US-Präsident Barack Obama bekennt?

SANDNER: Nein, denn dieses Verfahren sieht offiziell eine rein zivile Nutzung vor. Auch die DPG wendet sich nicht gegen das Verfahren als solches, denn es kann für verschiedene zivile Zwecke bis hin zur Anreicherung von Brennstoff in Kernkraftwerken sehr wertvoll sein. Zumal sich wie gesagt nicht von außen beurteilen lässt, ob damit überhaupt hoch angereichertes Uran hergestellt werden kann. Die Technologie ist in der Welt, wir können sie nicht rückgängig machen. Man muss aber wenigstens die Möglichkeit der unkontrollierten Verbreitung von atomwaffenfähigem Material verhindern.

Wie?

SANDNER: Man sollte den Handel mit den Einzelkomponenten des Silex-Verfahrens beobachten und die Suche nach Urananreicherungsstätten so weit verfeinern, dass auch klei-

nere Anlagen erkannt werden. Silex ist eben ein Beispiel dafür, dass die Kernenergie ein Janusgesicht hat. Einerseits kann sie nützlich sein, andererseits trägt sie die Möglichkeit zum Atombombenbau in sich. Die DPG möchte sich mit dieser Diskussion nicht in die politische Frage einmischen, ob die Nutzung der Nuklearenergie durch Kernkraftwerke sinnvoll ist oder nicht. Aber im Fall von Silex wollen wir klar Stellung beziehen: Der unkontrollierten Verbreitung von Atomwaffen muss unbedingt Einhalt geboten werden. Hier haben wir als Physiker eine echte Verantwortung gegenüber der Gesellschaft.

Sollte man nicht, um ähnliche Entwicklungen künftig zu vermeiden, die kerntechnische Forschung auf gewisse Aspekte begrenzen, etwa darauf, wie sich Atommüll handhaben lässt?

SANDNER: Forschung im Hinblick auf ihren Erkenntnisgewinn zu beschränken, ist ein Widerspruch in sich. Das Unbekannte ist nicht vorhersagbar, deswegen lässt es sich auch nicht einschränken. Man muss an die Ethik der Verantwortlichen appellieren und gesellschaftliche Kontrollen einführen, damit ein Missbrauch der Forschungsergebnisse ausgeschlossen wird. ~

Das Gespräch führte der freie Wissenschaftsjournalist

Robert Gast.

ANZEIGE

Zum Nachdenken, Weiterdenken und Miteinanderreden

chrismon plus

Jeden Monat Geschichten über Menschen in außergewöhnlichen Situationen, hintergründige Reportagen und fundierte Kommentare.

Jetzt 3 Ausgaben gratis testen

Unser **Dankeschön** für Sie, wenn Sie nach dem Test chrismon plus weiterlesen: ein **Mini-Billardtisch**.

* Bestellen Sie jetzt:

Internet: www.chrismon.de/testen

E-Mail: leserservice@chrismon.de

Telefon: 0800 / 758 75 37 (gebührenfrei)

Fax: 069 / 580 98-226

