

Urananreicherung mit Lasertechnologie

Mit **Uran-Anreicherung** wird die Veränderung der Isotopenzusammensetzung von Natururan zugunsten des Isotops ^{235}U bezeichnet. Natururan besteht zu etwa 99,3 % aus ^{238}U und zu 0,7 % aus ^{235}U . Unterschiedlich stark mit ^{235}U angereichertes Uran dient als Kernbrennstoff für Kernreaktoren das dafür auf 3 - 5% ^{235}U angereichert wird. Die gängigen industriellen Verfahren setzen als Verfahrensmedium Uranhexafluorid (UF_6) ein, die einzige chemische Verbindung des Urans, die bei Raumtemperatur eine für den Trennvorgang ausreichende Flüchtigkeit besitzt (etwa 100 mbar Dampfdruck bei Raumtemperatur). Uranhexafluorid ist auch deshalb so gut für den Anreicherungsprozess geeignet, weil Fluor in der Natur nur als Reinelement (^{19}F) vorkommt. Die Masse der UF_6 -Moleküle variiert daher nur durch die unterschiedlichen Massen der Uranisotope. ¹⁾

Heute ist das gängige Verfahren zur Urananreicherung das Gaszentrifugenverfahren. Es hat das frühere verwendete Verfahren der Gasdiffusion in ihrer Bedeutung inzwischen überholt. Der wichtigste Grund dafür ist der erheblich geringere Energieverbrauch (rund 50 kWh pro kg UTA; zum Vergleich: Diffusionstrennung bis 2500 kWh pro kg UTA

Die **Urantrennarbeit** (UTA) ist ein Begriff, der bei der Urananreicherung verwendet wird und den für die Trennung von Uranisotopen erforderlichen Aufwand beschreibt. Sie hängt ab von

- der Uranmenge, die zwecks Anreicherung den Prozess durchläuft,
- dem Anreicherungsgrad des gewünschten Produkts und
- dem Abreicherungsgrad des verbleibenden Urans (dem sog. Tails).

Um 1 kg angereichertes Uran mit einem Anreicherungsgrad von 3 % (Anteil des Isotops ^{235}U im Produkt) zu erzeugen, sind je nach gewähltem Abreicherungsgrad (Anteil des Isotops ^{235}U im Tails) folgende Urantrennarbeiten erforderlich:

- bei 0,10 % Abreicherungsgrad: ca. 6,0 kg UTA
- bei 0,15 % Abreicherungsgrad: ca. 5,0 kg UTA
- bei 0,20 % Abreicherungsgrad: ca. 4,3 kg UTA

Für die einzige in Deutschland in Betrieb befindliche Anreicherungsanlage Gronau wurde eine Kapazitätserweiterung auf 4.500 t UTA/a beantragt und im Jahre 2005 genehmigt. ²⁾

Zur Urananreicherung mit Lasertechnologie wurde das **SILEX-Verfahren** (SILEX = Separation of Isotopes by Laser Excitation) entwickelt. Es beruht auf der Isotopieverschiebung der Absorptionsspektren von Atomen und Molekülen. Sind die spektroskopischen Bedingungen geeignet, d. h. überlappen die Absorptionslinien der Isotope oder Isotopenverbindungen hinreichend wenig und steht außerdem ein Laser geeigneter Wellenlänge zur Verfügung, so ist eine isotopenselektive Anregung möglich. Das Verfahren wurde bereits in den 1970er Jahren entwickelt. Dabei werden die im gasförmigen Uranhexafluorid enthaltenden Moleküle ^{235}U selektiv vom ^{238}U mit Hilfe eines Lasers abgetrennt. ³⁾

In Australien wurden die Entwicklungen zur großtechnischen Anwendung dieses Verfahrens vorangetrieben. Die Physiker Horst Struve und Michael Goldsworthy gründeten 1988 die Firma *Silex Systems Limited*. Im November 1996 ging die Lizenz der *Silex Systems Limited* für die Technologie ausschließlich auf die *United States Enrichment Company* (USEC) über. Erste Testläufe wurden in den Jahren 2005 und 2007 durchgeführt.

Im September 2010 erteilte die Aufsichtsbehörde für Kernenergie in den USA (NRC) dem Unternehmen *GE Hitachi Nuclear Energy*, entstanden aus einem Konsortium der Konzerne General Electric und Hitachi, die Genehmigung zum Bau der ersten Anlage, die mittels Laser Isotopen-Trennung Uran anreichern soll, in der Nähe von Wilmington in North Carolina. Im August 2011 stellte die Firma *Global Laser Enrichment*, die 2008 von dem Konsortium gegründet worden war, den Antrag zur Anreicherung von Uran ^{235}U . ³⁾

Verfahrensbeschreibung: Bei Normaldruck und einer Temperatur ab 56,5 °C geht Uranhexafluorid durch Sublimation direkt vom festen in den gasförmigen Zustand über. Bei Abkühlung unter diesem Punkt bilden sich wieder Kristalle. Dadurch ist das Anreicherungsverfahren bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen möglich und verbraucht weniger Energie als andere Verfahren zur Uran-Anreicherung. Verwendet werden ein Trägergas und CO_2 -Laser. CO_2 -Laser sind relativ effizient und kostengünstig. Der Laser hat eine Wellenlänge von 10,8 μm und wird optisch verstärkt auf 16 μm , die Pulsfrequenz beträgt 50 Hz. Damit befindet sich der Laser im Infrarotbereich. Aus dem Natururan entstehen zwei Fraktionen, und zwar eine mit Uran, welches mehr ^{235}U , und eine, welche weniger ^{235}U als Natururan enthält. Bei einem Durchlauf werden allerdings nur 1 % des Urans entsprechend verarbeitet, so dass mehrere Prozesszyklen erforderlich sind. ³⁾⁴⁾

Kritiker wie die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) und das *Carnegie Endowment for International Peace* warnen deshalb vor den Gefahren der neuen Technologie, weil damit die

Kernwaffenherstellung erleichtert und weniger kontrollierbar werde. So ist mit der neuen Technik, die wesentlich kleiner ist als die bisherigen Anlagen, auch die Wahrscheinlichkeit der Entdeckung einer Urananreicherungsanlage geringer. ³⁾⁴⁾

Umwelt-OK für Laser-Anreicherungsanlage

Die US-Nuklearaufsichtsbehörde hat bekannt gegeben, dass keine ökologischen Gründe gegen den Bau einer auf Lasertechnologie basierenden Urananreicherungsanlage in Wilmington im US-Bundesstaat North Carolina sprechen.⁵⁾ Global Laser Enrichment (GLE), ein Joint Venture von GE Hitachi und Cameco, hatte im Januar 2009 einen Antrag für eine kombinierte Bau- und Betriebsgenehmigung eingereicht.

USA: zweite Laser-Urananreicherungsanlage auf gutem Weg ⁶⁾

Das amerikanische Department of Energy (DOE) plant am Standort Paducah im Bundesstaat Kentucky eine neue Urananreicherungsanlage zu errichten.

Die GLE – ein gemeinsames Unternehmen der General Electric-Hitachi Ltd. (GEH) und der Cameco Corporation – hatte dem DOE im August 2013 einen Vorschlag für die Errichtung einer Urananreicherungsanlage mit Laserlicht in Paducah eingereicht. Das DOE und die GLE nehmen nun Verhandlungen auf, um die Vertragsbedingungen festzulegen, unter denen der Vorschlag in den nächsten Jahren umgesetzt würde. Diese Verhandlungen sollten Anfang 2014 zum Abschluss kommen.

Literatur;

1) <http://de.wikipedia.org/wiki/Uran-Anreicherung>

2), <http://de.wikipedia.org/wiki/Urantrennarbeit>

3) de.wikipedia.org/wiki/SILEX-Verfahren

4) <http://www.zeit.de/wissen/umwelt/2011-09/lasertechnik-anreicherung-uran>

5) World Nuclear News <http://www.hpmartin.net/atomticker/umwelt-ok-fuer-laser-anreicherungsanlage--2012-03-01/>

6). nach Silex, Medienmitteilung, 28. November 2013 5.12.2013
<http://www.nuklearforum.ch/de/aktuell/e-bulletin/usa-zweite-laser-urananreicherungsanlage-auf-gutem-weg>
5.12.2013