

Sackgasse Atomenergie

Uranhexafluorid – ein gefährlicher Stoff zwischen Uranabbau und Brennelement

Uran ist der Rohstoff der Atomenergie, nötig, um den „Brennstoff“ für Atomkraftwerke herzustellen. Bereits der Uranabbau verwüstet ganze Landstriche und belastet Arbeiter wie Umwelt durch Stäube, Ablüfte und Abwässer. Natururan enthält noch nicht einmal ein Prozent spaltbares Uran-235, für den Einsatz im AKW muss dessen Anteil auf drei bis fünf Prozent erhöht werden.

Der Weg vom Uranerz zum UF₆

Uranerz wird zu Uranoxid weiterverarbeitet, das einen Anteil spaltbarer Uranisotope (U-235) von rund 0,7 Prozent hat. Für den Einsatz in Atomkraftwerken muss dieser Anteil erhöht, angereichert, werden. Das Uranoxid wird dafür in eine Verbindung überführt, die einen gasförmigen Zustand einnehmen kann. Aus Uranoxid wird in Uranhexafluorid (UF₆), eine Verbindung aus Uran und Fluor, hergestellt. In Anreicherungsanlagen wird der U-235-Anteil im Uran des gasförmigen UF₆ erhöht.

Es gibt mehrere mögliche Anreicherungsverfahren. Bei dem in Deutschland angewendeten Gas-Zentrifugen-Verfahren wird das gasförmige UF₆ in Zylinder eingespeist und dort in Rotation versetzt. Mittels Zentrifugalkraft werden die Uranisotope durch ihr unterschiedliches Gewicht getrennt: UF₆ mit bestimmter Isotopenzusammensetzung sammelt sich entsprechend in verschiedenen Bereichen der Zentrifuge und kann so getrennt abgezogen werden. Der Prozess wird viele Male in hintereinander geschalteten Zentrifugen wiederholt, um auf den notwendigen Anteil des spaltbaren U-235 zu kommen.

Das angereicherte UF₆ wird in Brennelementfabriken in Urandioxid umgewandelt und zu Brennelementen verarbeitet.

UF₆ – flüchtig, giftig, radioaktiv ...

UF₆ ist leicht flüchtig, radioaktiv und sehr giftig. Es ist nicht brennbar und beständig in trockener Luft – aber es reagiert besonders lebhaft mit Wasser, d.h. auch mit Luftfeuchtigkeit. Bei dieser Reaktion bildet sich aus UF₆ Uranylfluorid (das giftig und leicht wasserlöslich ist) und Fluorwasserstoff (das ab Zimmertemperatur ein Gas ist, in wässriger Lösung auch Flusssäure genannt – Flusssäure verursacht schwere Verätzungen).

... und gefährlich im Umgang!

Der Umgang mit UF₆ birgt aufgrund der physikalischen und chemischen Eigenschaften ein hohes Gefahrenpotenzial:

- Temperaturerhöhung kann zum schnellen Druckaufbau in geschlossenen Behältern führen (Gefahr der Behälterbeschädigung).
- UF₆ kann sich über die Luft schnell ausbreiten, da es mindestens zum Teil gasförmig ist (der Anteil ist temperaturabhängig).
- UF₆ reagiert sehr schnell mit Wasser. Die Reaktionsprodukte Uranylfluorid und Fluorwasserstoff sind leicht löslich und können sich daher schnell ausbreiten.

Die Gefährdung für Mensch und Umwelt ergibt sich aus der **radiologischen Giftigkeit** von UF₆ bzw. Uranylfluorid (Uran ist ein Alphastrahler, d.h. besonders gefährlich, wenn er in den Körper aufgenommen wird) und der **chemischen Giftigkeit** von UF₆, Uranylfluorid bzw. Fluorwasserstoff.

Spendenkonto

Postbank, KTO: 2 061 206, BLZ: 200 100 20

Greenpeace ist vom Finanzamt als gemeinnützig anerkannt. Spenden sind steuerabsatzfähig.

Die Wirkung des Urans als Schwermetall ist der Grund für die **Toxizität der Uranverbindungen**:

- Die zulässige Urankonzentration in der Luft beträgt für Beschäftigte (gesundheitlich überwachte Personen) ca. $0,2 \text{ mg/m}^3$.
- In Großbritannien darf die Urankonzentration in der Luft nach Störfällen maximal über 10 Minuten $0,9 \text{ mg/m}^3$ betragen.
- Nach Strahlenschutzverordnung dürfen nicht mehr als $2,5 \text{ mg}$ löslichen Urans eingeatmet werden.
- Die für Menschen tödlich wirkende Dosis bei kurzfristiger Aufnahme beträgt 70 mg Uran.
- 60 mg UF_6 á Liter Wasser sind für Fische tödlich.

Fluorwasserstoff wirkt als Gas und als Flusssäure ätzend. Bei Einwirkung von außen auf einen Organismus verursacht es sehr schwere, nur langsam heilende und äußerst schmerzhaft Verletzungen. Wird es eingeatmet, werden die Schleimhäute von Nase und Rachen sowie die Lunge geschädigt.

- Die zulässige Fluorwasserstoffkonzentration in der Luft beträgt für Beschäftigte (gesundheitlich überwachte Personen) ca. 2 mg/m^3 .
- In den USA darf die Fluorwasserstoffkonzentration in der Luft nach Störfällen maximal über 30 Minuten 4 mg/m^3 betragen.
- Die für Menschen tödlich wirkende Fluorwasserstoffkonzentration in der Luft bei Aufnahme über 30 bis 60 Minuten beträgt 40 mg/m^3 .
- Bei mehreren Pflanzenarten sorgt die kurzzeitige Einwirkung einer Fluorwasserstoffkonzentration in der Luft von $0,01 \text{ mg/m}^3$ für nachhaltige Schädigungen.

UF₆-Anlagen in der BRD

Für die Urananreicherung ist in Deutschland seit 1985 eine Anreicherungsanlage im westfälischen Gronau in Betrieb, die Teil der URENCO-Gruppe ist – eine Gesellschaft britischen Rechts mit Hauptsitz in den Niederlanden. Beteiligungen besitzen der britische / niederländische Staat (je ein Drittel) sowie die Energiekonzerne RWE und E.ON (zusammen ein Drittel).

Die seit 2005 genehmigte Kapazität beträgt 4.500 t Uran pro Jahr. Gegenwärtig liegt die installierte Kapazität laut Betreiberangaben bei 2.750 t pro Jahr (Stand: Ende 2009). Sie soll nach Bedarf durch Zubau von Zentrifugen bis zur Endkapazität gesteigert werden. Nicht nur für die Brennelementherstellung in Deutschland wird das angereicherte Uran genutzt (die Brennelementfabrik in Lingen besitzt entsprechende Anlagen): Gronau ist Drehscheibe im internationalen Atomgeschäft.

Immer wieder treten auch in Gronau meldepflichtige Ereignisse auf, z.B. im Januar 2010 – hier wurde UF_6 freigesetzt und verletzte einen Arbeiter.

Wohin mit dem restlichen UF₆?

Durch den Anreicherungsprozess fällt zwangsweise etwa sieben mal soviel UF_6 mit einem geringeren U-235-Anteil an – abgereichertes UF_6 . Weltweit stellt dessen Zwischenlagerung ein relevantes Sicherheitsrisiko dar. Abgereichertes UF_6 wird – teils tausendfach – in Transportbehältern auf großen Freiflächen ohne jeglichen Schutz vor Wettereinflüssen oder Angriffen von außen zwischengelagert. Bei längerfristiger Zwischenlagerung korrodieren die Behälter, das kann zu Einschränkungen der Handhabung führen, im Extremfall zu Freisetzungen.

Aus der BRD wurde im vergangenen Jahrzehnt abgereichertes UF_6 – als Wertstoff deklariert – von Gronau nach Russland transportiert. Dort soll es kostengünstig wieder nutzbar, sprich auf den „Ausgangswert“, angereichert werden. De facto ist diese Verschieberei letztlich eine günstige Entsorgungsmöglichkeit – so

verbleiben (gemäß international üblicher Praxis) die beim erneuten Anreicherungsprozess entstehenden, weiter abgereicherten Urananteile beim jeweiligen Dienstleister.

Das UF₆ lagert in Russland seit Jahren in seinen Transportbehältern, teilweise unter extremen klimatischen Bedingungen, z.B. im Sibirischen Chemiekombinat Sewersk. Nur ein geringer Teil wurde bis dato wieder angereichert und aus Russland zurücktransportiert.

Die Verträge mit Russland liefen Ende 2009 aus, das abgereicherte UF₆ wird künftig in der BRD gelagert werden müssen. Neben den betrieblichen Zwischenlagern der Anlagen Gronau und Lingen gibt es noch ein eigenständig genehmigtes Zwischenlager am Standort Lingen. Wird das abgereicherte UF₆ mangels Verwendbarkeit als Abfall deklariert, muss es lagerfähig gemacht und endgelagert werden.

UF₆-Transporte – nicht nur quer durch Europa

UF₆ wird in Deutschland mit Uran in jeglicher Isotopenzusammensetzung und per Bahn, LKW und Schiff transportiert. Zusätzlich zu den Transporten innerhalb von / aus Deutschland heraus gibt es noch eine Reihe von Transittransporten, meist auf dem Seeweg. Die Nord- und Ostseehäfen, insbesondere Hamburg und Bremen, haben eine besondere Bedeutung, denn: Beim Umschlag in den Häfen wird UF₆ Stunden, teils Tage, zwischengelagert.

Für den Transport existiert eine Vielzahl von **Transportbehältertypen** mit jeweils unterschiedlichen Sicherheitsanforderungen: Für UF₆ mit natürlichem oder abgereichertem Uran wird der Behältertyp 48Y genutzt, für UF₆ mit angereichertem Uran hauptsächlich der Behältertyp 30B. Die Sicherheitsanforderungen sind an den Kriterien der radiologischen Toxizität und der Einhaltung der Unterkritikalität orientiert. Daher sind für nicht angereichertes UF₆ die Behälteranforderungen geringer. Allerdings wird dabei die chemische Toxizität außer Acht gelassen, die für UF₆ immer gleich ist (unabhängig vom U-235-Anteil) – diese ist

aber bei den Auswirkungen eines Transportunfalls relevant.

Die Behälter können bei einem Unfall durch mechanische und / oder thermische Einwirkung beschädigt werden. Verschiedene Unfallszenarien wurden in der Vergangenheit durchgespielt, mögliche Auswirkungen auf Mensch und Umwelt beschrieben. Käme es zum Beispiel bei einem Bahn- oder LKW-Unfall zu einem Aufprall des Behälters bei einer Geschwindigkeit < 100 km/h auf eine widerstandsfähige Fläche und würde aus dem aufgerissenen Behälter UF₆ austreten, so bestünde im Nahbereich der Unfallstelle allein aufgrund der hohen HF-Konzentration in der Luft akute Lebensgefahr. Auch in 200 m Entfernung wäre eine HF-Konzentration zu erwarten, die bereits bei einminütigem Aufenthalt schwere Gesundheitsschäden zur Folge hätte.

Bei einem mehr als 30 Minuten andauernden Brand mit einer Temperatur von über 800°C wäre die Freisetzung einer größeren Menge UF₆ denkbar. Im Nahbereich der Unfallstelle bestünde dann aufgrund der hohen HF-Konzentration in der Luft akute Lebensgefahr. Noch in 100 m Entfernung wäre eine HF-Konzentration zu verzeichnen, die bei 30-60 Minuten Aufenthalt tödlich wäre. In 2 km Entfernung könnte ein mehr als zehnminütiger Aufenthalt Gesundheit gefährdend sein. Britische Störfallwerte für Uran wären noch in 10 km Entfernung überschritten.

Untersuchungen der französischen Strahlenschutzbehörde zu Auswirkungen nach thermischem Versagen von UF₆-Behältern ergaben irreversible Schädigungen bei Menschen durch chemisch toxische Wirkungen noch in Entfernungen von 4,9 km. In 1,6 km Entfernung können Strahlenbelastungen von 10 mSv auftreten.

Am Beispiel des Uranhexafluorids wird deutlich, dass die Risiken der Atomenergie nicht nur von den laufenden Reaktoren ausgehen, sondern von der gesamten Produktionskette. Schon der Uranabbau in den Uranminen ist äußerst problematisch. Ungeschützte Atomtransporte rollen

Spendenkonto

Postbank, KTO: 2 061 206, BLZ: 200 100 20

Greenpeace ist vom Finanzamt als gemeinnützig anerkannt. Spenden sind steuerabsatzfähig.

beinahe täglich durch Deutschland. Ein sicheres Endlager für hochradioaktiven Atommüll existiert weltweit nicht.

Greenpeace fordert deshalb eine grundlegende Umstrukturierung der Energieversorgung: den Atomausstieg bis 2015, einen sukzessiven Kohleausstieg bis 2040, die Förderung der dezentralen und hocheffizienten Strom und Wärmeerzeugung – ein umfassendes Energiekonzept wurde von Greenpeace vorgelegt, s.

http://www.greenpeace.de/fileadmin/gpd/user_upload/themen/klima/studie_energie_screen.pdf