

# Umwelterklärung

URENCO Deutschland GmbH  
Urananreicherungsanlage Gronau

urencO

**2017**

Berichtsjahr 2016



## Impressum

Herausgeber:  
URENCO Deutschland GmbH,  
Röntgenstraße 4, 48599 Gronau

Druck: Schrift & Druck Medienagentur, Gronau

Tel.: +49 (0) 2562 / 711-149  
Fax: +49 (0) 2562 / 711-271  
E-Mail: [info@urencocom](mailto:info@urencocom)  
Web: [www.urencocom](http://www.urencocom)

Die im Informationszentrum erhältliche Papierausgabe ist auf umweltfreundlichem Papier Revive 100 Natural Matt, FSC® Mix TUEV-COC-000025 gedruckt.

100% Altpapier naturweiß, Blauer Engel



## Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

mit dieser Broschüre liegt Ihnen die konsolidierte Umwelterklärung der URENCO Deutschland GmbH (UD) für das Berichtsjahr 2016 vor. Sie liefert eine transparente und komprimierte Darstellung der Umweltauswirkungen sämtlicher Tätigkeiten der UD. Ihr Inhalt sowie die zugrundeliegenden Informationsquellen wurden von unabhängigen Umweltgutachtern anhand der anspruchsvollen Vorgaben der europäischen Öko-Audit-Verordnung überprüft. Die Umwelterklärung dient der interessierten Öffentlichkeit und den eigenen Mitarbeitern als unabhängig verifizierte Informationsquelle.

Neben einem Rückblick auf die Umwelleistungen der letzten drei Jahre werden die aktualisierte Unternehmensbeschreibung und die Unternehmenspolitik vorgestellt. Die aktualisierten Umweltaspekte und die Umweltzieleerreichung werden dargelegt und neue Zielsetzungen für 2017 benannt.

Wir sind von der Wichtigkeit der Kernenergie zur klimaschonenden Energieversorgung der Welt überzeugt. Die UD versorgt zusammen mit ihren Schwesterfirmen in den Niederlanden, Großbritannien und den Vereinigten Staaten von Amerika mehr als 50 Kunden in 19 Ländern mit Kernbrennstoff.

Die Verpflichtung zur kontinuierlichen Verbesserung der Umwelleistung ist uns auch nach 32 Betriebsjahren im 21. Jahr der ununterbrochenen erfolgreichen EMAS-Registrierung ein zentrales Anliegen. Ein damit verbundenes Ziel ist es, das eingesetzte Material – wir nennen es Feed abgeleitet vom englischen Begriff für Futter – durch unsere Zentrifugen immer effektiver auszunutzen. Ein Teil des bereits abgereicherten Materials wird erneut zur Anreicherung eingespeist. Dieser zweite Durchlauf ist sowohl ökologisch als auch ökonomisch sinnvoll und ermöglicht seit 2012 eine nachhaltigere Rohstoffausnutzung gemäß § 9a des Atomgesetzes.

Als globales Unternehmen handelt URENCO international. Die Zweiteinspeisung wurde daher auf unsere Schwesterfirma im benachbarten niederländischen Almelo ausgedehnt.

Der quantitativ gleiche Output an Urantrennarbeit braucht so weniger Natururan-Input. Der zweite wesentliche Input ist elektrischer Strom. Eine noch weitere Verringerung des produktionsbezogenen Stromverbrauchs ist für bestehende Anlagen zwar schwierig, aber nicht unmöglich. 2016 hat unsere Schwesterfirma in den USA die zuerst bei der UD umgesetzte elektrische Zentrifugenspannungsabsenkung mit Erfolg übernommen und spart ca. 2 % Strom.

Die Einsparung von Energie steht weiterhin im Fokus unserer Aktivitäten, so dass ich zuversichtlich bin, in den nächsten Jahren an dieser Stelle weiterhin erhebliche Verbesserungen unserer Umwelleistungen verkünden zu können.

Absolut bemerkenswert sind die großartigen Ideen unserer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zur Nachhaltigkeit, die auf Veränderungen flexibel reagieren und konstruktiv an der Zukunft der URENCO mitarbeiten.

Die erbrachten Umwelleistungen der UD waren erheblich und das Umweltmanagementsystem wird durch die Geschäftsführung als wirksam, geeignet und angemessen bewertet.

9. Juni 2017



## Nachtrag – Korrektur des Erdgasverbrauches

Erdgaszähler messen das Volumen des Erdgases in der Einheit Kubikmeter (m<sup>3</sup>). Da Gase bzw. deren Volumina kompressibel sind, ist ihr Volumen nur bei gleichem Druck und gleicher Temperatur proportional zur Menge. In der Realität schwanken sowohl der Druck als auch die Temperatur des Erdgases. Um vom gemessenen Volumen auf die tatsächliche Gasmenge zu schließen, bedarf es einer Korrekturrechnung. Die dafür notwendigen Kompressibilitätsfaktoren, kurz Z-Faktoren, sind der monatlichen Erdgasrechnung zu entnehmen. Durch diese Korrektur wird das so genannte Normvolumen in der Einheit Normkubikmeter (Nm<sup>3</sup>) bestimmt.

Auf dem umzäunten Gelände der UD befinden sich zwei Gebäude, die sich erst ab dem 1. August 2015 im Besitz der UD befinden und mit Erdgas beheizt werden. Bis zum Mai 2015 hat unsere Schwesterfirma, die Enrichment Technology Company (ETC), diese genutzt. Der Erdgasverbrauch dieser Gebäude wurde und wird durch separate Gaszähler ermittelt. Bislang wurde davon ausgegangen, dass sowohl für den Hauptzähler als auch für die Erdgaszähler der beiden Gebäude dieselben Z-Faktoren gelten. Bei einer eingehenden Untersuchung Ende 2016 bzw. Anfang 2017 aller auf dem Gelände befindlichen Gaszähler und einem Abgleich der Daten untereinander wurde festgestellt, dass diese Annahme nicht richtig ist. Der Erdgasverbrauch der beiden ETC-Gebäude war in der Vergangenheit zu hoch und der Verbrauch der UD damit als etwas zu niedrig berechnet worden. Die korrigierten Werte wurden in dieser Umwelterklärung berücksichtigt.

## Änderung der Einheitenangabe des Erdgasverbrauches von Nm<sup>3</sup> auf MWh

Um aus dem Normvolumen den Energiegehalt (in kWh oder MWh) zu ermitteln, bedarf es der Multiplikation des Normvolumens mit dem spezifischen Energiegehalt des Erdgases, der Enthalpie, welche die Einheit Kilowattstunde pro Normkubikmeter (kWh/Nm<sup>3</sup>) inne hat. Die entsprechenden Enthalpiefaktoren sind ebenfalls den monatlichen Erdgasrechnungen zu entnehmen. Seit der ersten Umwelterklärung der UD im Jahre 1996 wird jährlich der wesentliche direkte Umweltaspekt Erdgasverbrauch in der Einheit Nm<sup>3</sup> angegeben. Gemäß der Vorgabe von EMAS im Anhang IV zur Umweltberichterstattung wird dieser Wert durch den wesentlichen Output der UD, die Trennarbeit in der Einheit kg SW, dividiert und bildet damit den produktionsbezogenen Erdgasverbrauch. Ab dieser Umwelterklärung wird der produktionsbezogene Erdgasverbrauch in kWh/kg SW statt in Nm<sup>3</sup>/kg SW angegeben. Die aktualisierte Grafik für die letzten 16 Jahre befindet sich auf Seite 26.

Seit dem Berichtsjahr 2010 wird zusätzlich die jährliche Gesamtbilanz der CO<sub>2</sub>-Äquivalente berechnet, wozu das CO<sub>2</sub>-Erdgasäquivalent aus dem Energieinhalt des Erdgases in MWh angegeben und in die jeweilige Rechnung eingegeben wird. Eine Übersicht über die korrigierten jährlichen Erdgasverbrauchswerte liefert die folgende Tabelle.

Jahr	Erdgasverbrauch der UD in MWh	
	(Korrigierter) Wert	Bisheriger Wert
2010	8.765	7.538
2011	7.013	5.563
2012	7.468	5.899
2013	7.764	6.219
2014	6.689	5.410
2015	7.328	6.151
2016	9.148	-



▶ <b>Vorwort</b>	03
<b>Inhalt</b>	05
<b>Unternehmen</b>	07
Standort	07
Anlage	08
Kurze Geschichte des Urans	10
Das Verfahrensmedium UF <sub>6</sub>	11
Der Anreicherungsprozess	12
Umgebungsüberwachung	14
Nutzung des abgereicherten Urans der URENCO Deutschland GmbH	14
Überwachung durch nationale und internationale Organisationen	15
Atomrechtliche Genehmigungen	16
▶ <b>Umweltpolitik</b>	17
Handlungsgrundsätze	17
Umweltmanagementsystem	18
Umweltbetriebsprüfung	18
Umweltaspekte	18
Umweltziele	19
Arbeitnehmerbeteiligung	22
▶ <b>Umwelleistungen</b>	25
Anlagenkapazität - Produktion	25
UF <sub>6</sub> -Durchsätze	25
Stromverbrauch	26
Erdgasverbrauch	26
Wasserverbrauch	26
Direktstrahlung	27
Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft	27
Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser	27
Gefahrstoffe	28
UF <sub>6</sub> -Transporte	28
Umweltrelevante Ereignisse	28
Radioaktive Abfälle	29
Konventionelle Abfälle	29
Kältemittel	29
Gesamtbilanz des Kohlendioxids	29
Flächenverbrauch und Biodiversität	31
▶ <b>Registrierungsurkunde</b>	32
Erläuterung der wichtigsten Begriffe zur Urananreicherung	33
▶ <b>Erklärung des Umweltgutachters zu den Begutachtungs- und Validierungstätigkeiten</b>	34





## Unternehmen

Die UD ist ein Unternehmen der britischen URENCO-Enrichment Company (UEC) Limited, die in Großbritannien, den Niederlanden, den Vereinigten Staaten von Amerika und in Deutschland Anlagen zur Anreicherung von Uran für die Brennstoffversorgung von Kernkraftwerken betreibt.

Ende 2016 beschäftigte die UD am Standort Gronau 295 Mitarbeiter, davon 18 Auszubildende und 24 Teilzeitkräfte. Mit ihrer hervorragenden Qualifikation und Motivation bilden die Mitarbeiter den Garant für einen sicheren Betrieb der Anlage.

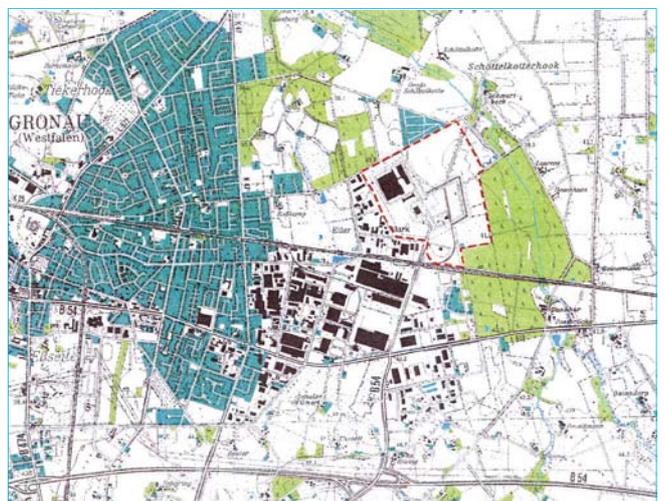
Seit 1985 setzt die UD für die Urananreicherung das Zentrifugenverfahren ein, das sich durch einen extrem niedrigen Energieverbrauch und eine hohe Betriebssicherheit auszeichnet. Das von unseren Mitbewerbern früher eingesetzte stromintensivere Diffusionsverfahren ist mittlerweile vom Markt verdrängt, da es weit mehr als 50 mal so viel Strom benötigt.

## Standort

Die Urananreicherungsanlage Gronau (UAG) befindet sich in Deutschland im Bundesland Nordrhein-Westfalen, Regierungsbezirk Münster, Kreis Borken im Industrie- und Gewerbegebiet Ost der Stadt Gronau. Der Standort liegt nahe der deutsch-niederländischen Grenze. Auf dem Gelände der UD werden Anreicherungsanlagen, Werkstätten, Verwaltungsbüros und ein Betriebsrestaurant betrieben.

Die Gebäude der UAG befinden sich auf einem ca. 76 ha großen, durch Objektschutzeinrichtungen gesicherten Gelände. Bis zum Mai 2015 betrieb die Enrichment Technology Company Limited (ETC) als eigenständige Firma ein Zentrifugen-Montagewerk und eine Verrohrungsfertigung auf dem Gelände.

Die beiden Gebäude befinden sich seit dem 1. August 2015 im Besitz der UD. Außerhalb des gesicherten Geländes unterhält die UD zur Information der Öffentlichkeit ein Informationszentrum.



Der in der oben gezeigten Karte rot gestrichelt umrandete Standort wird im Osten durch ein unter Naturschutz stehendes Waldgebiet begrenzt, durch das der Goorbach fließt. Nördlich liegen forst- und landwirtschaftliche Nutzflächen und eine Kleingartenanlage. Im Westen und Süden sind Industrie- und Gewerbebetriebe angesiedelt. In der Nähe des Betriebsgeländes befinden sich vereinzelt Wohngebäude. Die weitere Umgebung des Standortes wird im Süden und Westen gewerblich, ansonsten überwiegend forst- und landwirtschaftlich durch Viehzucht und Getreideanbau genutzt.

## Anlage

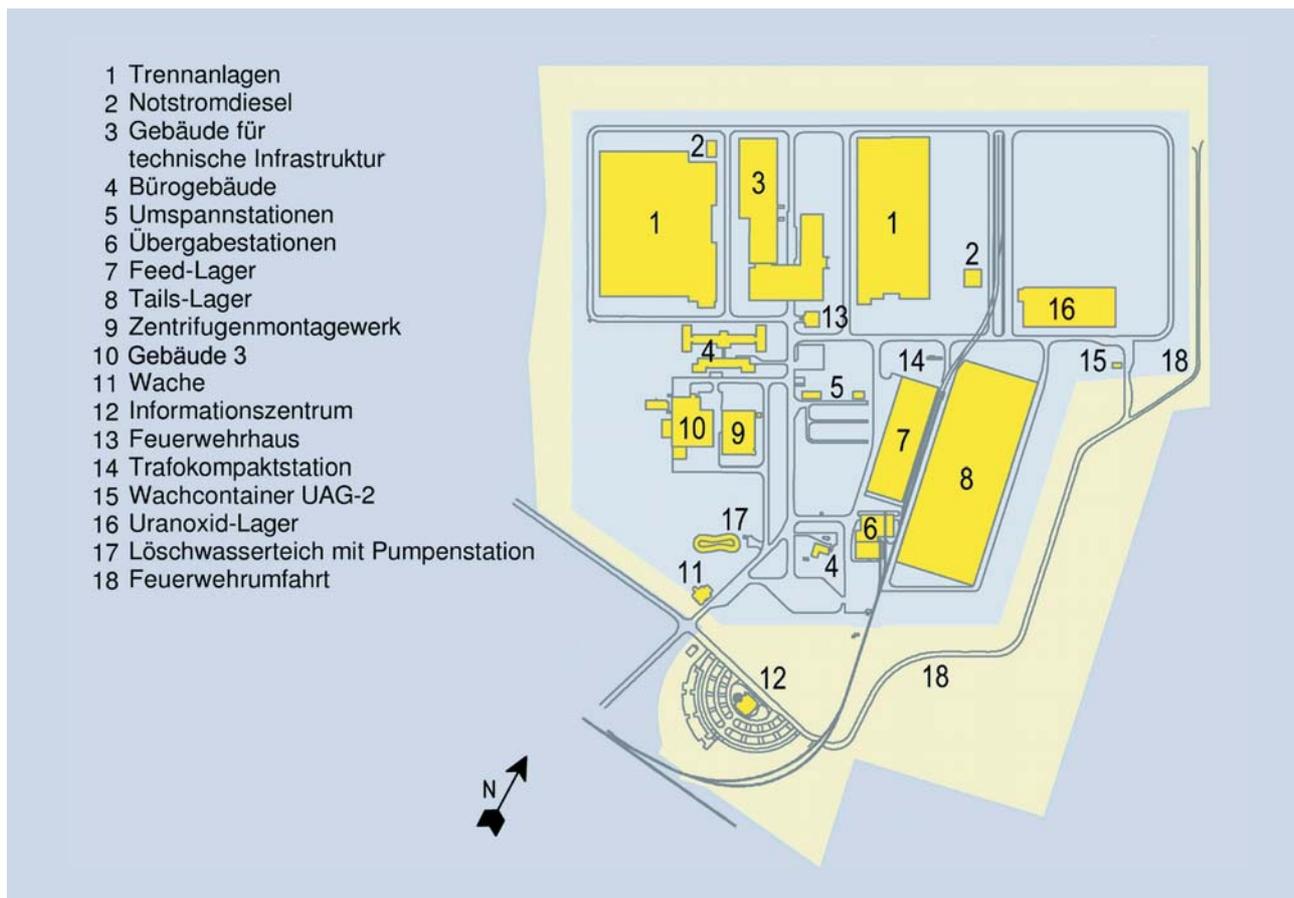
Die Urananreicherungsanlage befindet sich seit der Erteilung der Genehmigung 7/6 im Jahr 2005 im Ausbau (UAG-2-Projekt). Hierzu wurden die Gebäude der Trennanlage (UTA-2) und der Technischen Infrastruktur (TI-2), Freilagerflächen sowie weitere Infrastruktureinrichtungen errichtet und schrittweise in Betrieb genommen. Im September 2011 erfolgte die nukleare Inbetriebnahme der letzten Betriebseinheit der UTA-2. Zum Jahresende 2016 betrug die installierte Gesamtkapazität ca. 4.000 t Separative Work (SW). Die Inbetriebnahme des Uranoxid-Lagers ist für 2018 geplant.

In den Trennanlagen sind die Zentrifugen zur Anreicherung des Urans, ein Maschinenraum mit den für den Betrieb erforderlichen Systemen und die zentrale Warte untergebracht. Von dieser erfolgt die Steuerung und die Überwachung der Systeme der Trennanlagen (in nachstehender Grafik mit ,1' gekennzeichnet). Die technische Infrastruktur (siehe ,3') umfasst die Einrichtungen zum Mischen und Lagern des angereicherten Urans. Außerdem befinden sich hier

Laboreinrichtungen, Werkstätten und Anlagen zur Reinigung der UF<sub>6</sub>-Behälter, Pumpen, Ventile etc. sowie zur Verarbeitung des anfallenden Abwassers.

Seit August 2015 befinden sich die beiden Gebäude ,9' und ,10' im Besitz der UD. Das in der Grafik dargestellte Gebäude ,10' wurde zu ,Gebäude 3' unbenannt, renoviert und umgebaut. Seit Januar 2017 konnten 40 Mitarbeiter der zuvor in Bad Bentheim ansässigen Schwesterfirma, der Central Technology Group (CTG), dort ihre Büros beziehen. Die Umwelteinstellungen der CTG sind nicht in dieser Umwelterklärung enthalten.

Die Trennanlagen mussten seit der Inbetriebnahme 1985 nur ein einziges Mal aufgrund des Ende November 2005 im Münsterland herrschenden Schneechaos und des daraus resultierenden Stromausfalls vollständig ab- und wieder hochgefahren werden. Dieses außergewöhnliche Ereignis zeigte die Zuverlässigkeit unserer Anlage. Alle Komponenten funktionierten auch nach dem erneuten Hochfahren fehlerfrei. Die Sicherheit der Anlage war zu keinem Zeitpunkt gefährdet.





Von der Inbetriebnahme 1985 bis Ende 2016 produzierte die UD ca. 51.840 t Separative Work (SW). Dies entspricht beim Einsatz in Kernreaktoren ca. 4,53 Billionen ( $4,53 \cdot 10^{12}$ ) Kilowattstunden Strom oder im Vergleich mehr als dem siebeneinhalbfachen Stromverbrauch ganz Deutschlands für das Jahr 2016<sup>1</sup>.

Gemäß dem fünften Sachstandsbericht des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (IPCC 2014) muss bis zur Mitte dieses Jahrhunderts mindestens 80 % der weltweiten Stromproduktion aus kohlenstofffreier oder zumindest kohlenstoffarmer Energieversorgung erfolgen, um das Ziel zu erreichen, die globale Erwärmung auf weniger als 1,5 °C zu begrenzen<sup>2</sup>. Kernenergie vermeidet ca. 2,5 Gigatonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr<sup>3</sup>, wodurch sie nach der Wasserkraft die zweitgrößte Quelle an kohlenstoffarmer Stromerzeugung ist.<sup>4</sup>

Bereits bei der Planung der Anlage wurden umfassend die Gesichtspunkte zum Schutz der Umwelt berücksichtigt. In den Genehmigungsverfahren für die Urananreicherungsanlage hat die UD atomrechtliche Sicherheitsberichte erstellt und Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit durchgeführt. Die Risiken von Störfällen wurden eingehend untersucht und im Rahmen von Störfallanalysen umfassend bewertet. Entsprechende Maßnahmen zur Begrenzung der Folgen von Störfällen wurden definiert. Die Störfallanalysen sind gutachterlich geprüft und Grundlage für die atomrechtlichen Betriebsgenehmigungen der UAG (siehe Kapitel Atomrechtliche Genehmigungen).

Gegen eine mögliche Freisetzung von Schadstoffen und Radioaktivität in die Umgebung bestehen mehrere gestaffelte Barrieren. Die erste Barriere besteht aus speziell für den Einsatz von Uranhexafluorid qualifizierten international genormten dickwandigen<sup>5</sup> Transportbehältern aus Stahl. Gegenüber der Atmosphäre herrscht in den Behältern grundsätzlich Unterdruck. Eine Undichtigkeit dieser ersten Barriere führt zu einem Druckausgleich, der durch das Eindringen der Umgebungsluft in das Innere des Behälters und nicht durch den Austritt des Behälterinhalts in die Umgebung getrieben

würde. Vor ihrem Einsatz werden die Transportbehälter mit einem Prüfdruck von 28 bar geprüft. Der maximale Betriebsdruck in der UAG liegt dagegen nur bei ca. 3 bar. Das Verfahrensmedium liegt unter Normalbedingungen als Feststoff vor. Der Anreicherungsprozess benötigt ein Gas im Unterdruck. Ein verfahrenstechnischer Weg führt über die flüssige Phase. In dicht verschließbaren Druckbehältern, so genannten Autoklaven<sup>6</sup>, werden die Transportbehälter eingebaut und so lange erhitzt, bis sich der Behälterinhalt verflüssigt. Der Autoklav stellt hierbei die zweite Barriere gegen eine Freisetzung dar.



Dem Entstehen unzulässigen Über- oder Unterdrucks in Behältern und Apparaten wird durch entsprechende Maßnahmen vorgebeugt. Sämtliche unter Druck betriebene Apparate wie die Autoklaven sind mit Sicherheitseinrichtungen versehen, die vor dem Erreichen von so genannten Schutz- und Gefahrgrenzwerten, etwa durch ein Abschalten der elektrischen Heizung, eine unzulässige Drucküberschreitung wirksam verhindern. Wirksame technische, organisatorische und administrative Verfahren und Regelungen enthält das mehrere tausend Seiten umfassende Betriebshandbuch.

<sup>1</sup> Quelle: Energieverbrauch in Deutschland im Jahr 2016, Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e. V., Februar 2017.

<sup>2</sup> IPCC 2014: Klimaänderung 2014: Synthesebericht, Zusammenfassung für politische Entscheidungsträger.

<sup>3</sup> Nuclear Energy Institute: <https://www.nei.org/Knowledge-Center/Nuclear-Statistics/Environment-Emissions-Prevented>

<sup>4</sup> <https://www.forbes.com/sites/jamesconca/2015/12/15/paris-cop21-and-the-urgent-need-for-more-nuclear-energy/#5e0d6568e384>

<sup>5</sup> Die URENCO setzt weltweit die beiden Behältertypen 48Y für Feed und Tails und 30B für Product ein (siehe Kapitel Anreicherungsprozess). Beide Behältertypen bestehen aus UF<sub>6</sub>-beständigem Feinkornbaustahl. Die nominale Wanddicke beträgt 15,9 mm für die 48Y- und 12,7 mm für die 30B-Behälter.

<sup>6</sup> Der Begriff Autoklav entstammt dem Griechischen und bedeutet ‚selbstverschließend‘. Ein Schnellkochtopf ist ein einfacher Autoklav.

Versagt auch diese zweite Barriere, so bildet das Gebäude die dritte Barriere. Da der Luftdruck innerhalb der entsprechenden Gebäude permanent unter dem des äußeren Luftdrucks geregelt wird, ist auch beim Versagen der ersten beiden Barrieren keine Freisetzung von Uranhexafluorid ( $UF_6$ ) in die Umwelt zu besorgen.

Gebäude, in denen Autoklaven eingesetzt werden, und Räume, wie etwa Labore, in denen offen mit kleinen Mengen von  $UF_6$  umgegangen wird, sind mit hoch wirksamen Filteranlagen ausgerüstet. Diese halten im Störfall radioaktive Stoffe zurück und leiten sämtliche Luft über das permanent überwachte Entlüftungssystem sauber ab (siehe Kapitel Ableitung radioaktiver Stoffe).

Im Gegensatz zu einem Kernkraftwerk stellt ein Stromausfall für die Urananreicherungsanlage kein sicherheitstechnisch kritisches Ereignis dar. Durch die zugrunde liegenden physikalischen Gegebenheiten und die sicherheitsgerichtete Auslegung der Absperranlagen gelangt die Anlage automatisch in einen sicheren Zustand (so genanntes Fail-Safe-Prinzip). Ein Stromausfall an den Einrichtungen der UAG hat keinen negativen Einfluss auf den sicheren Einschluss der radioaktiven Stoffe. Auch bei einem zusätzlich postulierten Ausfall der Notstromversorgung verbleiben die betroffenen Systeme in einem sicheren Zustand. Es resultieren keine Freisetzungen. Die wichtigen Anlagen zum Messen, Steuern und Regeln werden allerdings unterbrechungsfrei mit Strom versorgt. Weitere wichtige Verbraucher werden durch die dieselgestützte, redundante Notstromversorgung nach einem Ausfall des öffentlichen Netzes nach kurzer Unterbrechung ebenfalls wieder versorgt. Die entsprechenden Anweisungen sind insbesondere im Hinblick auf den Investitionsschutz elementar wichtig, da ohne ein geordnetes Abfahren der Anlagen die empfindlichen und sehr kapitalintensiven High-Tech-Systeme Schaden nehmen könnten.



## Kurze Geschichte des Urans

Sieht man einmal vom nur in Ultraspuren vorkommenden Plutonium und Neptunium ab, ist Uran das schwerste natürliche Element, nicht nur auf der Erde, sondern im gesamten Sonnensystem. Der Atomkern des Urans besteht aus 92 Protonen, wodurch seine Platznummer im Periodensystem der Elemente, die so genannte Ordnungszahl, ebenfalls zu 92 bestimmt wird. Bildlich gesprochen ist diese 92 die letzte Hausnummer an der Straße der natürlichen Materie.

Der Urknalltheorie zur Folge waren vor ca. 13,7 Mrd. Jahren nach etwa drei Minuten die Temperatur und der Druck so weit gesunken, dass sich die Materie von der Strahlung entkoppelte. Nach 300.000 Jahren hatten sich neben Wasserstoff einige Prozent Helium gebildet. Die Häuser mit den Nummern eins und zwei waren besetzt. Nach ca. 100 Millionen Jahren bildeten sich die ersten Sterne. In Sternen treibt die Schwerkraft die Fusion bis hin zum Element mit der Ordnungszahl 26, dem Eisen, sukzessive voran. Für die Fusion noch schwererer Elemente reicht aber selbst der für gewöhnlich herrschende Druck im Innern eines Sterns nicht aus. Hierzu bedarf es der Freisetzung von so viel Energie, wie sie nur am Lebensende eines Sterns auftritt, der mindestens zehnmal so schwer wie unsere Sonne ist. Hat ein solcher Stern seinen Kernbrennstoff aufgebraucht und ist die Fusion bis zum Eisen vorangeschritten, so entfällt der von der Fusion erzeugte Strahlungsdruck und der Schwerkraft fehlt die Gegenkraft. Infolgedessen fallen die Hüllen des Sterns nach innen, was den Druck so stark erhöht, dass der Stern in einer so genannten Supernova explodiert. Hierbei werden schließlich sämtliche 66 Elemente zwischen dem Eisen (26) und dem Uran (92) innerhalb kürzester Zeit erzeugt. Darunter sind so vertraute Elemente wie Kobalt, Nickel, Arsen, Kupfer, Silber, Jod, Blei, Gold und eben auch Uran. Ohne Sternexplosionen gäbe es diese Elemente nicht und damit auch keine Planeten, kein Leben, keine Menschen und eben auch kein Uran.

Das durch die Supernova erzeugte Uran kommt in der Natur verteilt überall in Spuren sowohl im Erdreich als auch in den Flüssen und konzentrierter in den Ozeanen vor. In eingetrockneten Meeren findet sich Uran durch geologische Prozesse oft vergesellschaftet mit dem chemisch ähnlich reagierenden Phosphor. In der Erdkruste ist Uran mit ca. 3 g pro Tonne ca. 28 mal häufiger vertreten als Quecksilber, Platin und Gold zusammengenommen. Sowohl Uran als auch seine Verbindung Uranhexafluorid ( $UF_6$ ) werden nach der global harmonisierten Einstufung von Chemikalien (GHS) bezüglich der akuten Giftigkeit in die Kategorie 2 eingestuft. Das bedeutet, dass ihre Giftigkeit (Chemotoxizität) mit derjenigen anderer Metalle wie etwa dem Leichtmetall Beryllium oder Thallium vergleichbar ist. Weitaus giftiger sind dagegen beispielsweise Nikotin oder Strychnin, welche beide als akut giftig in die Kategorie 1 eingestuft sind.

Ein Element kann in verschiedenen Isotopen vorkommen. Bildlich gesprochen leben in einem Haus verschiedene Bewohner (Isotope). Im Haus des Urans wohnen hauptsächlich

die beiden Isotope  $^{235}\text{U}$  und  $^{238}\text{U}$ , die in unserem Sonnensystem heute im konstanten Verhältnis von 0,7 % zu 99,3 % natürlich nebeneinander vorliegen. Die beiden Bewohner haben unterschiedliche Lebenserwartungen – Physiker nennen es Halbwertszeiten.  $^{238}\text{U}$  ist sehr langlebig, nach 4,5 Mrd. Jahren ist die Hälfte seiner Atome zerfallen.  $^{235}\text{U}$  ist bereits nach 704 Millionen Jahren zur Hälfte zerfallen<sup>7</sup>. Aufgrund der langen Halbwertszeiten ist die spezifische Aktivität des Natururans verhältnismäßig niedrig, sie beträgt 25.400 Becquerel pro Gramm (Bq/g). Uran wird daher als nur schwach radioaktiv eingestuft. Alle Uranisotope zerfallen unter Aussendung von Alphastrahlung. Alphastrahlen sind geladene Heliumkerne und haben in Luft eine Reichweite von nur wenigen Zentimetern. Sie können Behälter und Rohrleitungen nicht durchdringen. Von einigen Zerfallsprodukten des Urans werden auch Beta- und Gammastrahlen emittiert. Betastrahlen haben einen sehr viel kleineren Querschnitt und bestehen entweder aus Elektronen oder aus Positronen, die aus den Atomkernen geschleudert werden. Ihre Reichweite in Luft beträgt wenige Meter. Neutronenstrahlung entsteht, wenn Alphastrahlen in einer so genannten (Alpha, n)-Reaktion auf Fluoratome treffen oder  $^{238}\text{U}$  spontan zerfällt. Die Gammastrahlung kann Behälterwände durchdringen und wird wie auch die Neutronenstrahlung am Außenzaun mittels empfindlicher Messgeräte fortlaufend messtechnisch erfasst und dokumentiert (siehe Kapitel Umgebungsüberwachung).

Um eine Kettenreaktion im natürlichen Wasser einzuleiten und aufrechtzuerhalten, muss Uran als Kernbrennstoff eine Konzentration an  $^{235}\text{U}$  größer als 3 % aufweisen. Heute weiß man, dass das Prinzip der sich selbst erhaltenden Kernspaltung nicht – wie lange gedacht – vom Menschen erfunden wurde. Vor zwei Milliarden Jahren waren im heutigen westafrikanischen Gabun 17 nachgewiesene Naturreaktoren aktiv. Nach etwa 500.000 Jahren kam deren Aktivität zum Erliegen, da sich der Anteil des  $^{235}\text{U}$  durch Kernspaltung auf unter 3 % verringert hatte.

Will die Menschheit mittels des kontrollierten Zerfalls Uran als Kernbrennstoff in Kernreaktoren nutzen, so gelten dieselben physikalischen Naturgesetze, wie sie schon für die Naturreaktoren galten. Es bedarf einer  $^{235}\text{U}$ -Konzentration größer als 3 %. Da aber die in der Natur vorliegende Konzentration von  $^{235}\text{U}$  im Uran heute mit nur noch 0,7 % weit kleiner als 3,0 % ist, muss der Anteil dieses Isotops künstlich angehoben werden. Dafür bedarf es eines technischen Trennprozesses, dem so genannten Anreicherungsprozess. Die hierfür am besten geeignete Verbindung ist  $\text{UF}_6$ , das durch einen chemischen Prozess, der so genannten Konversion, aus Uranerz gewonnen wird.

## Das Verfahrensmedium $\text{UF}_6$

Uranhexafluorid ( $\text{UF}_6$ ) ist unter Normalbedingungen von Temperatur und Druck ein weißes Salz. Es ist weder brennbar noch explosiv und in trockener Luft chemisch stabil.

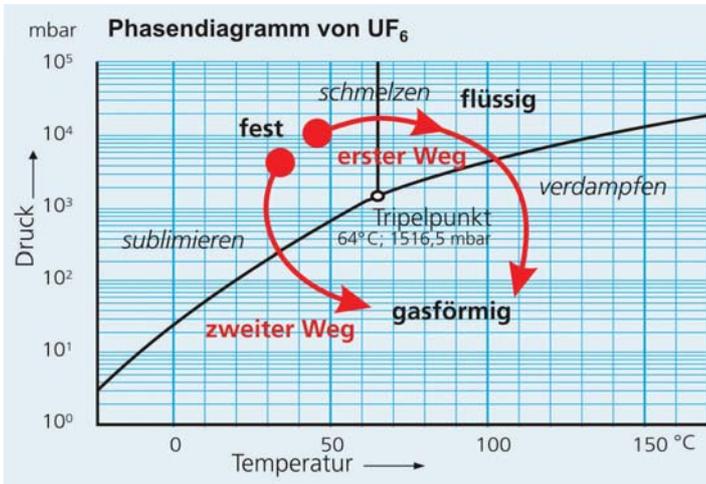


Mit Wasser (z. B. der Luftfeuchtigkeit) reagiert es rasch zu Uranylfluorid ( $\text{UO}_2\text{F}_2$ ) und Fluorwasserstoff (HF), welches in Wasser gelöst als Flusssäure bezeichnet wird. Bei sehr geringer Konzentration – weit vor einer Gesundheitsgefährdung – ist HF als grauweißer Nebel gut erkennbar und wird als stechender Geruch wahrgenommen. In hohen Konzentrationen wirken HF-Dämpfe ätzend. Das hauptsächliche Gefährdungspotential ergibt sich nicht aus der Radiotoxizität des  $\text{UF}_6$ , sondern aus dem bei der Reaktion mit z. B. Wasser entstehenden Produkt, der Flusssäure, der neben der Ameisensäure einzigen hautgängigen Säure.

Da  $\text{UF}_6$  unter Normbedingungen als Feststoff vorliegt, der Anreicherungsprozess allerdings ein Gas benötigt, muss das  $\text{UF}_6$  zuerst in die Gasphase überführt werden. Hierfür gibt es zwei unterschiedliche verfahrenstechnische Wege, die beide in der UAG realisiert sind. Weg Nummer eins führt von der festen über die flüssige in die gasförmige Phase. Weg Nummer zwei wechselt bei etwas geringerer Temperatur direkt von der festen in die gasförmige Phase. Der erste Weg ist vergleichbar mit dem Schmelzen von Eis zu flüssigem Wasser, das darauffolgend durch Kochen in die Gasphase überführt wird. Der zweite Weg wechselt bei niedrigeren Temperaturen direkt zwischen der festen und gasförmigen Phase - Physiker nennen diesen Vorgang Sublimation. Sublimation ist nicht etwa eine Besonderheit des  $\text{UF}_6$ . Auch Wasser kann in Form von Schnee unter geeigneten Bedingungen direkt vom festen in den gasförmigen Zustand übergehen, ohne sich dabei erst zu verflüssigen, der Schnee verschwindet, ohne dass er zuvor zu flüssigem Wasser geworden ist. Die Abhängigkeiten der Phasenübergänge von Temperatur und Druck sind dem nachfolgenden ‚Phasendiagramm von  $\text{UF}_6$ ‘ zu entnehmen.

<sup>7</sup> Die Supernova bildete die Isotope zu etwa gleichen Teilen. Durch die heute vorliegenden relativen Häufigkeiten und Halbwertszeiten berechnet sich der Zeitpunkt der Supernova, die unser Sonnensystem erzeugte, zu rund 6 Mrd. Jahren vor unserer Zeit.

## Der Anreicherungsprozess

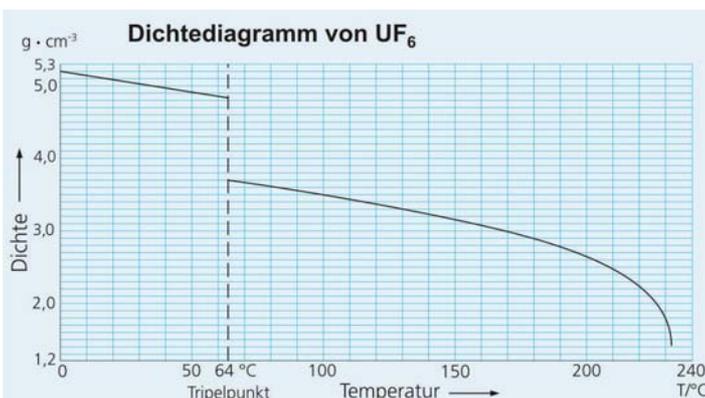


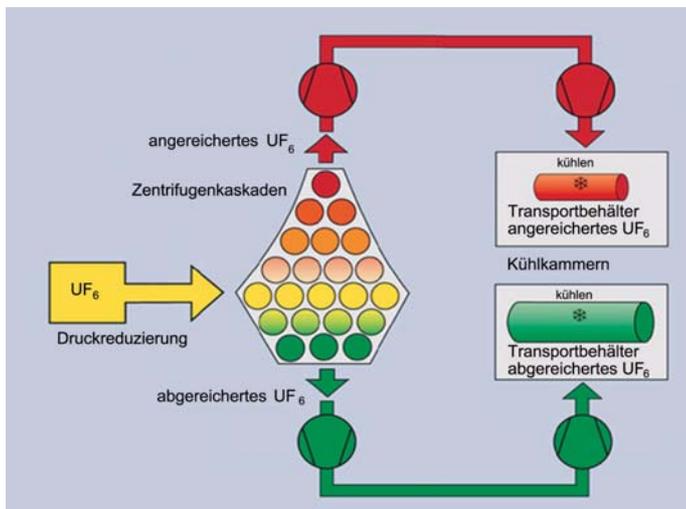
Die Dichte von festem  $UF_6$  beträgt bei Raumtemperatur ca.  $5,1$   $g/cm^3$ , fällt allerdings bei Verflüssigung auf  $3,7$   $g/cm^3$  ab – Physiker nennen dies einen Dichtesprung (vgl. 'Dichtediagramm von  $UF_6$ '). Einen entsprechenden Effekt kennt man vom Wasser, wenn auch mit umgekehrten Vorzeichen. Friert Wasser in einem geschlossenen Gefäß, wie etwa in einer verschlossenen Flasche oder einer geschlossenen Wasserleitung, so hat das entstandene Eis eine geringere Dichte als das flüssige Wasser. Gleichzeitig verbleibt die Masse des Wassers konstant und als Konsequenz dehnt sich das Volumen aus, bläht das Gefäß auf oder lässt es platzen. Ein  $UF_6$ -Behälter müsste für eine ungewollte Verflüssigung von mehreren Tonnen  $UF_6$  eine sehr lange Zeit einer Temperatur oberhalb von  $64^{\circ}C$  ausgesetzt werden. Auch im heißesten Sommer würde die durch die Sonnenstrahlen eingestrahlte Energie nicht zu einer Verflüssigung und einem Dichtesprung führen. Als zusätzliche reine Vorsichtsmaßnahme werden  $UF_6$ -Behälter dennoch immer nur maximal zu zwei Dritteln gefüllt, so dass ein Bersten der Behälter durch die Volumenzunahme bei einer Verflüssigung des Inhalts sicher ausgeschlossen werden kann. Übertragen auf das Wasser hieße dies, dass kein geschlossenes Gefäß mit Wasser oder einer wässrigen Lösung zu mehr als 90 % mit Wasser gefüllt werden dürfte, da ansonsten im Falle eines ungeplanten Dichtesprungs beim Einfrieren das Gefäß platzen könnte.

Im  $UF_6$  ist je ein Uranatom mit sechs Fluoratomen chemisch verbunden. Fluor (F) ist ein Reinelement, d. h. in dem Haus des Elementes Nr. 9 lebt nur ein Bewohner (Isotop) mit dem ‚Atomgewicht‘ von 19 Einheiten. Damit wiegen die  $UF_6$ -Moleküle je nach vorliegendem Uranisotop entweder 349 ( $= 6 \cdot 19 + 235$ ) oder aber 352 ( $= 6 \cdot 19 + 238$ ) Atomeinheiten. Dies ist ein technischer Vorteil, denn hätte das Uran einen anderen Verbindungspartner wie den Salzbildner Chlor, der selbst aus zwei Isotopen besteht, so bestünde die Mischung aus vier statt aus nur zwei Fraktionen. Rein chemische Methoden können nicht zu einer Trennung genutzt werden, da die chemischen Eigenschaften beider Fraktionen gleich sind. Andersherum bedeutet dies auch, dass chemisch das  $UF_6$  bei der Anreicherung nicht verändert wird. Beim Anreicherungsprozess handelt es sich um einen verfahrenstechnischen Prozess. Dieser nutzt die Molekülmassendifferenz von ca. 1 Prozent (349 zu 352) aus, um die beiden Isotope voneinander zu trennen.

Zur besseren Anschauung des Anreicherungsprozesses soll ein einfaches Kugelmodell dienen. Unter 1.000 Uranatomen befinden sich im Natururan 6 Mrd. Jahre nach seiner Entstehung heute nur noch sieben  $^{235}U$ -Atome. Der Kunde der URENCO braucht aber für den Kernbrennstoff eine Mischung von 1.000 Uranatomen mit 30 bis 50  $^{235}U$  Atomen. Um diese Mischung zu erzeugen, muss das Mischungsverhältnis verschoben werden.

Wird der Anteil der  $^{235}U$ -Atome auf mehr als sieben pro 1.000 erhöht, spricht man von Anreicherung. Das produzierte Material ist angereichert. Sind weniger als sieben  $^{235}U$ -Atome vorhanden spricht man von Abreicherung und abgereichertem Material. Ausgehend von der Ursprungsmischung, dem Feed (in nachfolgender Grafik auf Seite 13 gelb skizziert), ist Anreicherung in eine so genannte Product-Fraktion (rot skizziert) immer gekoppelt mit einer Abreicherung zu einer so genannten Tails-Fraktion (grün skizziert). In dieser befinden sich unter 1.000 Uranatomen dann weniger als sieben, typischerweise nur noch zwei bis drei  $^{235}U$ -Atome.





Für den realen verfahrenstechnischen Prozess der Urananreicherung wird festes  $UF_6$  (Feed) in international genormten Druckbehältern aus Stahl per LKW oder Bahn angeliefert. Sowohl die Behälter als auch das beigestellte Equipment werden auf mögliche äußere Kontamination und Beschädigungen sowie auf ihre Eignung hin untersucht. Zur Überprüfung des Uraninhalts werden die Behälter mittels eines speziellen Transportfahrzeugs in die Trennanlage transportiert, dort gewogen und beprobt.

In der bis 1998 errichteten Anlage erfolgt die Einspeisung des  $UF_6$  aus den Transportbehältern mittels einer Aufheizstation. Durch elektrisch beheizte Warmluft werden in dieser die Feed-Behälter auf ca. 80 bis 100 °C erwärmt, wobei sich deren Behälterinhalt vollständig verflüssigt. Der über der flüssigen Phase entstehende Dampfdruck wird nach einer mehrstufigen Druckreduktion den Zentrifugen zugeführt. Nach der Anreicherung in den Zentrifugen erfolgt die Ausspeisung des  $UF_6$  in tiefgekühlten Auffangbehältern (Desublimatoren). Hier wird es bei -70 °C aus der Gasphase ausgefroren (desublimiert). Als Kühlmittel für Tails wird Wasser und für Product Luft verwendet. Die gefüllten Desublimatoren werden erwärmt und das dabei verdampfende  $UF_6$  strömt wieder gasförmig über Rohrleitungen in die Transportbehälter, in denen es sich durch Kühlung erneut verfestigt.

In allen seit 1998 errichteten Anlagenteilen erfolgt die Feed-Einspeisung direkt aus der festen  $UF_6$ -Phase im Unterdruck. Es werden  $UF_6$ -Pumpen eingesetzt, die im Vergleich zum oben beschriebenen Verfahren ein wesentlich geringeres  $UF_6$ -Inventar sowie einen geringeren Energieverbrauch aufweisen. Außerdem werden im Gegensatz zu den Desublimatoren weit geringere Mengen an Kältemittel benötigt. Product und Tails werden direkt mit Niederdruckpumpen in tiefgekühlte  $UF_6$ -Transport- und Lagerbehälter desublimiert.

Der Entmischung in einer einzelnen Zentrifuge sind physikalische Grenzen gesetzt. Über eine bestimmte Stufe hinaus erfolgt keine weitere An- bzw. Abreicherung. Ein ähnliches Problem besteht beim Schnapsbrennen oder bei der Erdöldestillation. Dort müssen so genannte Kolonnen mit mehreren (theoretischen) Böden eingesetzt werden, die eine Rückvermischung vermeiden und eine höhere Entmischung erzeugen. Beim Zentrifugenverfahren ist die Lösung ein Zusammenschalten mehrerer Zentrifugen zu so genannten Kaskaden. Das  $UF_6$ -Gas wird in zu Kaskaden zusammen geschalteten Zentrifugen in einen angereicherten Strom (Product) und einen abgereicherten Strom (Tails) getrennt. In der Product-Umfüllanlage im Gebäude der technischen Infrastruktur wird Product-Material verschiedener  $^{235}U$ -Konzentrationen gemischt, um so die vom Kunden gewünschte Konzentration je Behälter exakt einzustellen. Dabei wird das  $UF_6$  durch erneutes Aufheizen und Verflüssigen homogenisiert (durchmischt). Abschließend werden Proben für die Bestimmung des Anreicherungsgrades entnommen.

Bevor die mit Tails oder Product gefüllten Behälter in die jeweiligen Lager transportiert werden, erfolgt eine Kontrolle auf äußere Kontamination und Beschädigung. Bei allen ein- und ausgehenden Transporten werden Kontaminationskontrollen mithilfe von Wischtests durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Grenzwerte deutlich unterschritten werden. Entsprechende Kontrollmessungen durch unabhängige Sachverständige bestätigen fortlaufend diese Ergebnisse. Das angereicherte Material wird im Product-Lager bis zur Auslieferung an die Kunden aufbewahrt. Bevor die Behälter zum Abtransport verladen werden, erfolgt nochmals eine Kontrolle auf mögliche äußere Kontamination sowie Beschädigung. Der Abtransport erfolgt von der Übergabestation per LKW oder Bahn bzw. aus dem Product-Lager per LKW. Die nach internationalen Normen hergestellten Behälter werden vor dem Transport durch spezielle Schutzverpackungen geschützt, welche für den öffentlichen Verkehr auf Straße und Schiene wiederum speziellen Zulassungen unterliegen. Die Transportunternehmen für die Beförderung von Uranhexafluorid bedürfen einer besonderen Qualifikation vom Bundesamt für Strahlenschutz. Diese Zulassung wird durch die UD vor jedem Transport kontrolliert.

## Umgebungsüberwachung

An 14 Messorten am Außenzaun der UAG, an zwei Messorten auf dem Anlagengelände sowie an Vergleichspunkten außerhalb des Geländes werden sowohl Gamma- als auch Neutronenortsdosisleistungsmessungen durch die UD und durch unabhängige Stellen kontinuierlich durchgeführt. Beispielhaft zeigt das folgende Bild eine der Messstellen, die sowohl die Gamma- als auch die Neutronenortsdosisleistungsmessungen vornimmt.



Anlagenbedingte Gamma- und Neutronenstrahlung ist am Zaun nur durch den Einsatz empfindlichster Messgeräte z. B. in der Nähe des Tails-Lagers signifikant messbar. Der in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) § 46 festgelegte Grenzwert beträgt 1,0 mSv im Kalenderjahr. Im Jahre 2016 betrug die maximal ermittelte anlagenbedingte Gesamt-Ortsdosis am Außenzaun 0,33 mSv, womit der Grenzwert deutlich unterschritten wurde. In größerer Entfernung vom Tails-Lager, z. B. am Zaun nahe der Kaiserstiege, ist keine anlagenbedingte Strahlung mehr nachweisbar. Dort wird nur die natürliche, immer vorhandene Strahlenintensität gemessen. Im Rahmen der Umgebungsüberwachung wird dies sowohl durch eigene als auch durch unabhängige kontinuierliche Messungen des von der atomrechtlichen Aufsichtsbehörde damit beauftragten Materialprüfungsamtes NRW Dortmund bestätigt.

Dass keine anderen schädlichen Einflüsse von der UAG auf die Umgebung ausgeübt werden, bestätigen weitere Messungen des Materialprüfungsamtes aus Dortmund, des Landesamtes für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, des Landesinstituts für Arbeitsplatzgestaltung und der Landwirtschaftlichen Untersuchungs- und Forschungsanstalt aus NRW.

Die Ergebnisse zeigen, dass alle Grenzwerte deutlich unterschritten werden. Für weitere Einzelheiten siehe Kapitel ‚Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft‘.

## Nutzung des abgereicherten Urans der URENCO Deutschland GmbH

Das abgereicherte Material (Tails) enthält je nach Abreicherungsgrad noch 30 bis 50 % des im Natururan vorhandenen  $^{235}\text{U}$ , was einen beträchtlichen betriebswirtschaftlichen und ökologischen Wert darstellt. Abhängig von den Weltmarktpreisen des (Feed)-Urans und der Anreicherungsarbeit kann es nochmals an- bzw. weiter abgereichert werden. Wird Tails ein zweites Mal als „Futter“ für die Zentrifugen in den Anreicherungsprozess eingespeist, so enthält dieses bereits weniger  $^{235}\text{U}$  als Natururan. Es wird zur Unterscheidung vom natürlichen Feed als ‚Low Assay Feed‘ bezeichnet. Der Einsatz von Low Assay Feed wurde bei der UD 2012 erstmals realisiert und seit dem sowohl bei der UD als auch bei den Schwesterfirmen intensiviert. Er führt zu einem nachweislich verringerten Bedarf an Natururan, wie im Diagramm „UF<sub>6</sub>-Durchsätze“ im Kapitel „Unsere Umweltleistungen“ zu erkennen ist. Um einen anschaulichen Vergleich zu bemühen, kann man diese Vorgehensweise auch mit dem Auspressen von Orangen zur Herstellung von Orangensaft vergleichen. Je länger man presst, umso mehr Orangensaft wird produziert. Je teurer oder knapper das Uran, also die Orangen im Vergleich zum Pressen sind, umso mehr lohnt sich das Pressen.



Eine andere Möglichkeit ist, das UF<sub>6</sub> in das chemisch sehr stabile Uranoxid (U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) zu überführen. Dieses ist für eine langfristige Lagerung prädestiniert. Das Endprodukt der Oxidation von Uranverbindungen mit dem Sauerstoff der Luft ist Uranoxid. Dies ist auch der Grund, warum Uran in der Natur im Gegensatz zu etwa Gold niemals als reines Metall oder etwa als UF<sub>6</sub>, sondern stets in sauerstoffhaltigen Mineralien vorkommt. Das technisch hergestellte U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> hat dabei gegenüber natürlichen Uranmineralien Vorteile.

Da es sich um abgereichertes Uran handelt, wurde der für die radioaktive Strahlung maßgeblich verantwortliche Teil, die beiden Isotope ( $^{235}\text{U}$  und das noch aktivere  $^{234}\text{U}$ ), reduziert. Zudem ist es chemisch rein, wohingegen das Uran in mineralischen Vorkommen stark strahlende Zerfallsprodukte wie Radium, Polonium und Bismut enthält. Vom  $\text{U}_3\text{O}_8$  geht im Unterschied zum technischen Ausgangsmaterial, dem  $\text{UF}_6$ , keinerlei chemische Gefährdung aus. Es ist weder ätzend noch chemisch aktiv und in Wasser unlöslich. Es verhält sich wie Sand. Ohne den gezielten Eingriff des Menschen durch etwa stark oxidierende Säuren wird es sich chemisch auch im Zeitrahmen von Jahrmilliarden nicht verändern, wie die natürlichen Vorkommen von oxidischen Uranmineralien belegen.

Der Aufbau eines Uranoxid-Lagers ist Teil des UAG-2-Projektes. Die Rohbauabnahme und die Infrastrukturmaßnahmen sind erfolgt. 2016 wurden die Funktions- und Abnahmeprüfungen des Brückenkrans abgeschlossen, das Notfallequipment geliefert und in Betrieb genommen sowie entsprechende Prüfgewichte an den Waagen bereitgestellt.



Unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit stellt das  $\text{U}_3\text{O}_8$  eine Energiereserve für zukünftige Generationen dar. Sollten die Uranvorräte der Erde erschöpft sein oder der Uranpreis aus anderen Gründen steigen, so besteht die Möglichkeit, das dort lagernde Uranoxid wieder zu  $\text{UF}_6$  umzuwandeln, um daraus weiteres  $^{235}\text{U}$  zu gewinnen oder es direkt als  $^{238}\text{U}$  in alternativen Kernreaktoren zum Einsatz zu bringen.

Das Tails der UD wird zu keinem anderen Verwendungszweck als für die erneute Einspeisung in den Anreicherungsprozess, zum Vermischen mit angereichertem Material oder für die langfristige Lagerung als Uranoxid eingesetzt.

Jedwede andersartige Verwendung des Elementes Uran, wie z. B. die Nutzung als panzerbrechende Munition im zweiten Golfkrieg oder im indisch-pakistanischen Grenzkonflikt, greift auf abgereichertes Uran anderer Anreicherer zurück und liegt keineswegs im Einflussbereich der UD.

## Überwachung durch nationale und internationale Organisationen

Durch technische, organisatorische und administrative Maßnahmen wird sichergestellt, dass Material der UD weder entwendet noch zweckfremd verwendet werden kann. Dieses unterliegt sowohl der nationalen als auch der internationalen Aufsicht.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) überwacht den Einsatz der besonders geschützten Technologie.

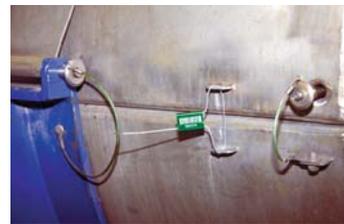
Das Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk (MWEIMH) des Landes Nordrhein-Westfalen überwacht den laufenden Betrieb.

Das Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA) überwacht die Einhaltung des Außenwirtschaftsrechts und der Regelungen zur Exportkontrolle inklusive der dafür notwendigen Genehmigungen.

Die Internationale Atomenergie-Organisation (IAEO) und die Europäische Atomgemeinschaft (Euratom) überwachen ständig den physischen Verbleib, den Anreicherungsgrad, die Uranbuchhaltung und die Verwendung der eingesetzten Uranmengen.

2016 fanden 30 so genannte ‚Safeguards-Inspektionen‘, einschließlich zehn unangekündigter Inspektionen sowie fünf sonstiger Inspektionen, in unserer Anlage statt. Der sichere Umgang und der sichere Verbleib des eingesetzten Urans werden durch diese Inspektionen von den überstaatlichen Institutionen fortwährend geprüft und bestätigt.

Die Ziele der Nicht-Weiterverbreitung (Non-Proliferation) werden durch Maßnahmen zur Sicherung, Safeguards und Exportkontrolle erreicht. Damit wird sichergestellt, dass weder die Isotopentrennanlage, deren Bestandteile noch das erzeugte Material oder das Wissen um den Betrieb zweckentfremdet eingesetzt werden. Alle Auflagen aus den internationalen und nationalen Regelungen wurden auch 2016 im vollen Umfang erfüllt.



## Atomrechtliche Genehmigungen

Für den Bau und Betrieb der Urananreicherungsanlage Gronau bestehen atomrechtliche Genehmigungen nach § 7 Atomgesetz<sup>8</sup>. Genehmigungs- und Aufsichtsbehörde ist das Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk (MWEIMH) des Landes Nordrhein-Westfalen. In der 1981 erteilten ersten Teilgenehmigung wurde festgestellt, dass der Standort Gronau grundsätzlich für eine Kapazität von 5.000 t SW/a geeignet ist. Die UD hat im September 1998 den Antrag auf eine atomrechtliche Genehmigung für den weiteren Ausbau des Standortes Gronau gestellt. Das atomrechtliche Genehmigungsverfahren für den Ausbau des Standortes auf eine Kapazität von 4.500 t SW/a ist abgeschlossen und die Genehmigung wurde am 14. Februar 2005 erteilt. Zahlreiche Analysen zur Sicherheit und Umweltverträglichkeit des

Vorhabens wurden durch die UD bzw. durch Sachverständige, wie z. B. die Umweltverträglichkeitsprüfung durch das Öko-Institut e.V. erstellt. Die Öffentlichkeit wurde dabei von Anfang an beteiligt, eine Kurzbeschreibung des Vorhabens sowie die Sicherheitsberichte nach Atomrecht und Störfall-Verordnung wurden zur Einsicht öffentlich ausgelegt. Der Sicherheitsbericht nach Atomrecht enthält auch die Informationen der Umweltverträglichkeitsprüfung. Personen sowie die Öffentlichkeit, die von einem Störfall in der Urananreicherungsanlage betroffen werden könnten, werden regelmäßig entsprechend den Forderungen der Strahlenschutz- und der Störfall-Verordnung über die Sicherheitsmaßnahmen und über das richtige Verhalten bei einem Störfall informiert. Eine solche Information der Öffentlichkeit erfolgte erstmals im August 1995 und wird alle vier Jahre wiederholt. Zum letzten Mal erfolgte die fünfte Wiederholungsinformation im April 2015.

Teil- bzw. Änderungsgenehmigung		Inhalt
1. TG	(1981)	Standort für die 1.000 t SW/a-Anlage und Gebäudeerrichtung des 1. Bauabschnitts von 400 t SW/a
1. TG Ergänzung	(1983)	Errichtung der betriebstechnischen Anlagen des 1. Bauabschnittes
2. TG	(1984)	Errichtung der verfahrenstechnischen Anlagen des 1. Bauabschnittes
3. TG	(1985)	Betrieb mit 400 t SW/a Anreicherungs-kapazität
4. TG	(1989)	Errichtung der Anlagenteile zur Erhöhung der Anreicherungs-kapazität auf 1.000 t SW/a (2. Bauabschnitt)
3. TG Ergänzung	(1991)	Betrieb mit 530 t SW/a Anreicherungs-kapazität
5. TG	(1994)	Betrieb mit 1.000 t SW/a Anreicherungs-kapazität
7/Ä1	(1997)	Errichtung und Betrieb der Erweiterung auf 1.800 t SW/a Anreicherungs-kapazität
7/Ä2	(1998)	Errichtung und Betrieb der Trennhallen 7/8 bei unveränderter Anreicherungs-kapazität von 1.800 t SW/a
7/Ä3	(2001)	Lagerung von 2.500 t Feed anstelle von Tails im Freilager, Festlegung der Anforderungen für die Abgabe von Stoffen mit geringfügiger Aktivität
7/Ä4	(2003)	Errichtung und Betrieb einer zweiten Übergabestation (UE-2)
7/6	(2005)	Errichtung und Betrieb der Erweiterung auf 4.500 t SW/a (UAG-2)

<sup>8</sup> Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren (Atomgesetz) in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. Juli 1985 (BGBl. I S. 1565) zuletzt geändert am 27. Januar 2017 (BGBl. I S. 125).



## Umweltpolitik

Die UD strebt sowohl innerhalb der UEC-Gruppe als auch in der gesamten Industrie bezüglich Sicherheit, Gesundheit und Umwelt nach einem Spitzenplatz. Der Werte-Kodex der UEC ist festgeschriebener Bestandteil der eigenen Handlungsgrundsätze. Durch strikte Beachtung der hohen Standards bei der Planung, Errichtung und dem Betrieb werden Störfälle und Unfälle soweit wie möglich verhindert. Wir verpflichten uns, das Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltmanagementsystem, das auch ein Energiemanagementsystem beinhaltet, auf seinem hohen Level zu halten und, wo angebracht, noch weiter zu verbessern. Durch kontinuierliche Verbesserung verfolgen wir das Ziel, die Auswirkung unserer Aktivitäten auf die Sicherheit und Gesundheit zu verringern sowie unsere Umweltleistung ständig zu verbessern.

Die Unternehmenspolitik enthält die explizite Nennung der Non-Proliferation, der Nichtweiterverbreitung der Anreicherungstechnologie mit den Teilgebieten Sicherung, Safeguards und Exportkontrolle. Hierzu verfügt die UD über die erforderliche Organisationsstruktur und ein nachweislich funktionierendes Kontrollsystem.

Die damit verbundenen Verpflichtungen beruhen auf internationalen Staatsverträgen wie dem „Treaty on the Non-Proliferation of Nuclear Weapons“, dem Euratomvertrag von 1957, dem Vertrag von Almelo aus dem Jahre 1970 und der Euratom-Verordnung 3227/76.

Das erklärte Ziel unserer Umweltpolitik ist es, die mit der Errichtung und dem Betrieb der Anlage verbundenen Auswirkungen auf die Umwelt zu minimieren, soweit sich dies unter Anwendung der uns zur Nutzung genehmigten besten verfügbaren Technik und unter Beachtung ökonomischer Gesichtspunkte erreichen lässt. Die Erfüllung aller relevanten gesetzlichen Regelungen bezüglich Gesundheit, Sicherheit und Umwelt sind für uns selbstverständlich. Lizenzen, Genehmigungen sowie andere angemessene Standards und Richtlinien bilden dabei den Rahmen. Wir halten alle für uns relevanten Gesetze, Richtlinien, Verordnungen und Festlegungen dauerhaft ein. Darüber hinaus legt die UD umweltbezogene Zielsetzungen fest (siehe Kapitel Umweltziele).

Unterzeichnung des Vertrages von Almelo („Übereinkommen vom 4. März 1970 zwischen der Bundesrepublik Deutschland, dem Königreich der Niederlande und dem Vereinigten Königreich Großbritannien und Nordirland über die Zusammenarbeit bei der Entwicklung und Nutzung des Gaszentrifugenverfahrens zur Herstellung angereicherten Urans“) durch die Vertreter der drei beteiligten Länder, Großbritannien, der Niederlande und Deutschland

## Handlungsgrundsätze

- Bei Planung und Auslegung der Anlage werden die Anforderungen eines umfassenden Schutzes der Umwelt und der Ressourcen berücksichtigt.
- Der laufende Betrieb der Anlage ist darauf ausgerichtet, Umweltbelastungen und Abfallaufkommen auch unterhalb festgelegter Grenzwerte zu minimieren und den Energieverbrauch zu reduzieren. Alle Auswirkungen auf die Umwelt werden laufend überwacht und bewertet.
- Durch eine vorbeugende Notfallschutzplanung und laufende Schulungen soll auch bei möglichen Störfällen und Unfällen die Emission von Schadstoffen vermieden bzw. so gering wie möglich gehalten werden.
- Das Beschaffungswesen achtet darauf, dass die bei Errichtung und Betrieb der Anlagen eingeschalteten Lieferanten die festgelegten Umwelanforderungen beachten.
- Die Mitarbeiter werden für die Aufgaben im Rahmen des Umweltschutzes fachgerecht geschult und motiviert. Darüber hinaus wird auf allen Ebenen das Verantwortungsbewusstsein für den Umweltschutz gefördert.
- Die Maßnahmen zur Umsetzung der Umweltpolitik werden regelmäßig auf ihre Wirksamkeit überprüft und bewertet. Die stetige Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes ist dabei das erklärte Ziel.
- Die Öffentlichkeit wird regelmäßig über den Betriebsablauf und über Umweltschutzaktivitäten informiert. Dabei wird ein offener Dialog angestrebt.



## Umweltmanagementsystem

Das Umweltmanagementsystem ist ein wesentlicher Bestandteil unseres integrierten Managementsystems und regelt alle umweltrelevanten innerbetrieblichen Abläufe. Unsere Umweltschutzorganisation bestehend aus betrieblichen Beauftragten ist definiert und erfüllt ihre Aufgaben bestimmungsgemäß. Die Beauftragten werden regelmäßig geschult. Eine geeignete Organisationsstruktur ist eingeführt und die betrieblichen Abläufe sind verbindlich geregelt und festgelegt (z. B. im Betriebs-, Prüf-, Wartungs-, Objektschutz- und Integrierten Managementhandbuch).

Die Umweltpolitik der UD wird von der Geschäftsführung festgelegt, die uneingeschränkt für das Umweltmanagementsystem verantwortlich ist. Sie stellt ausreichend Mittel zur Verfügung, um die Einführung, Umsetzung und Aufrechterhaltung des Umweltmanagementsystems zu gewährleisten. Die Geschäftsführung ist für die Erstellung und Veröffentlichung der Umwelterklärung verantwortlich. Sie bestellt den Umweltmanagementbeauftragten, der ebenso wie andere Beauftragte (z. B. Sicherheitsmanagement-, Strahlenschutz-, Kerntechnischer Sicherheits-, Exportkontroll-, Gefahrgut-, Störfall-, Brandschutz-, Abfallbeauftragter usw.) über die entsprechende Unabhängigkeit und das direkte Vorspracherecht bei der Geschäftsführung verfügt.

Hinsichtlich der Ermittlung relevanter Umweltaspekte und zur Lenkung der Umweltrechtsvorschriften sind Verfahren im Integrierten Managementsystem implementiert.

Zutreffende Regeln des für Kernkraftwerke geltenden Kerntechnischen Regelwerks sind integriert.

Die firmenweit gültigen Werte (Our Values) der URENCO-Enrichment Company sind

- **Sicherheit** (Safety)
- **Integrität** (Integrity)
- **Flexibilität** (Flexibility)
- **Entwicklung** (Development)
- **Rentabilität** (Profitability)

Sie geben den Rahmen für unsere Unternehmensziele vor, damit weiterhin die Umweltleistungen gesteigert und optimiert werden können.

Das System sowie alle Festlegungen zum Umweltmanagementsystem werden laufend überprüft und ggf. angepasst.

Seit 2008 veröffentlicht die UEC Gruppe jährlich einen Nachhaltigkeitsbericht in englischer Sprache gemäß dem Global Reporting Standard. Dies beinhaltet neben Umweltaspekten auch wirtschaftliche und arbeitsrechtliche Aspekte. Über die entsprechenden Daten der UD wird dort ebenfalls berichtet. Zuletzt wurde dieser am 8. März 2017 für das Berichtsjahr 2016 unabhängig überprüft und steht auf der URENCO Homepage zum Download zur Verfügung.

## Umweltbetriebsprüfung

Die Umweltbetriebsprüfung ist ein kontinuierlicher Prozess, der eine Verbesserung des Umweltmanagements am Standort bewirkt. Auf der Grundlage der 1996 durchgeführten Umweltprüfung wurden seit der ersten Validierung des Standortes die Auswirkungen des Betriebes auf die Umwelt laufend geprüft und bewertet. Sie wird regelmäßig und in geplanten Abständen von internen und externen Auditoren sowie indirekt auch von Sachverständigen und Behördenvertretern durchgeführt. Die durchgeführten Audits stellen die fortdauernde Eignung des Umweltmanagementsystems sicher. Sowohl die externen als auch die internen Audits ergaben keine Abweichungen bei den internen Prozessen mit sicherheitstechnischer Relevanz. Im Zeitraum 2014 bis 2016 wurden insgesamt 28 interne Audits durchgeführt. Das Integrierte Managementsystem umfasst neben dem Umweltmanagement auch das Sicherheits-, Qualitäts-, Arbeitsschutz- und Gesundheitsmanagement. Die Auditoren sind nur gegenüber dem Umweltmanagementbeauftragten verantwortlich, der wiederum der Geschäftsführung unterstellt ist.

Es wurden 44 Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung umgesetzt. Die Maßnahmen umfassten 30 Korrektur- und 14 Vorbeugemaßnahmen. Sechs dieser Maßnahmen wurden dem Bereich Umweltmanagement zugeordnet.

Die Umweltbetriebsprüfung wird, integriert in die internen Audits, für drei Jahre rollierend geplant, umgesetzt und mindestens jährlich überprüft.

## Umweltaspekte

EMAS definiert unter dem Begriff Umweltaspekt alle Produkte und Dienstleistungen einer Organisation, die Auswirkungen auf die Umwelt haben oder haben können. Direkte Umweltaspekte betreffen Tätigkeiten, die vollständig durch die UD kontrolliert werden können. Indirekte Umweltaspekte hingegen führen zu Auswirkungen, die nur mittelbar (indirekt) durch die Tätigkeiten der UD verursacht werden. Sie sind das Ergebnis einer Interaktion mit Dritten und wenn überhaupt nur begrenzt durch die UD selbst zu beeinflussen.

Die UD ist ein Dienstleister, deren Urantrennarbeit weltweit von Energieversorgern nachgefragt und zur Erzeugung klimafreundlichen Stroms genutzt wird. Die für diese Dienstleistung notwendigen Tätigkeiten haben Auswirkungen auf die Umwelt. Die Entwicklung aller Umweltaspekte wird mittels einer detaillierten prozessbezogenen Input- und Output-Betrachtung in regelmäßigen Abständen – zuletzt am 2. Juni 2017 durch die UD – überwacht und bewertet.

Seit dem Berichtsjahr 2012 ist der Umweltaspekt  $UF_6$ -Feed-Durchsatz um den Aspekt der Low Assay Feed Einspeisung ergänzt worden. Das erneute Einspeisen von bereits abgereichertem Feed wurde erstmals 2015 auf die Schwesterfirma UNL in Almelo erweitert und 2016 intensiviert. Das 2015 und 2016 in einem ersten Schritt bei der UD abgereicherte Feed, wurde in einem zweiten Schritt erneut bei der UD und bei der UNL abgereichert.

Über den direkten Umweltaspekt Erdgasverbrauch wird ab dieser Umwelterklärung nicht mehr in der Einheit Normkubikmeter, sondern in der Einheit Kilowattstunde berichtet.



## Direkte Umweltaspekte

### Die direkten Umweltaspekte der UD sind:

- $UF_6$ -Durchsätze (Einspeisung von Natururan sowie Aus- und Einspeisung von Low Assay Feed)
- Stromverbrauch
- Erdgasverbrauch
- Wasserverbrauch
- Direktstrahlung
- Ableitungen radioaktiver Stoffe mit der Luft
- Ableitungen radioaktiver Stoffe mit dem Wasser
- Gefahrstoffe
- Von der UD beauftragte Transporte
- Umweltrelevante Ereignisse und Störfälle
- Radioaktive Abfälle
- Konventionelle Abfälle (gefährliche und nicht gefährliche Abfälle)
- Kältemittelverbrauch
- Verbrauch von Heizöl, Diesel und Benzin
- Gesamtbilanz  $CO_2$ -Äquivalente durch Stromerzeugung,  $CO_2$ -Äquivalente durch Kältemittelverluste und  $CO_2$ -Emissionen durch Erdgas-, Diesel-, Benzin- und Heizölverbrauch
- Verbrauch von Fläche und Biodiversität

## Indirekte Umweltaspekte

### Die indirekten Umweltaspekte der UD sind:

- Uranexploration (Erschließung von Uranvorkommen)
- Uranabbau und der zugehörige Transport von Uranerz bzw.  $UF_6$ -Vorstufen
- Konversion und die zugehörigen  $UF_6$ -Transporte (Feed)
- $UF_6$ -Transporte (Product)
- Nicht von der UD beauftragte Transporte
- Brennelementfertigung
- Stromerzeugung aus Kernbrennstoffen
- Wiederaufarbeitung
- Zwischen- bzw. Endlagerung
- Dekonversion von  $UF_6$  in  $U_3O_8$

Für den Zeitraum der Anlagenerweiterung waren zusätzliche Umweltaspekte benannt und überwacht worden, über die in vergangenen Umwelterklärungen berichtet wurde. Nach Abschluss der Errichtungsarbeiten haben diese nun keine Relevanz mehr.

## Umweltziele

Wir aktualisieren jährlich unsere Umweltziele und definieren dazu Maßnahmen und Umsetzungstermine. Die noch offenen und die im Berichtszeitraum abgeschlossenen Maßnahmen listet die auf den nächsten zwei Seiten dargestellte Tabelle auf. Abgeschlossene Maßnahmen sind in der Spalte „Stand“ durch einen Haken „✓“ gekennzeichnet.

Seit 2012 werden neue Umweltziele, wenn möglich, zusammen mit erwarteten Zielwerten definiert. Wurde bei den im Berichtszeitraum abgeschlossenen Maßnahmen der anfangs erwartete Zielwert erreicht oder übertroffen, so ist dies in der folgenden Tabelle durch ein entsprechendes Piktogramm „🎯“ kenntlich gemacht.



## Aktueller Stand der Umweltzielsetzungen des Zeitraumes 2005 – 2016

Startjahr	Umweltzielsetzungen	Maßnahmen/ Kommentar	Termin	Stand
2005	Volumenreduktion des bislang durch Zementierung konditionierten radioaktiven Abfalls auf < 30% durch den Bau einer neuen Konditionierungsanlage	Umstellung des Konditionierungsverfahrens von Zementierung auf Trocknung durch Bau einer neuen, eigenen Anlage im Rahmen der UAG-2-Errichtung.	2020 (abhängig vom Termin des Umbaus TI-1)	Das Verfahren wurde im Rahmen einer beim Forschungszentrum Jülich durchgeführten Kampagne qualifiziert und getestet. Die neue Anlage wird im Rahmen des TI-1 Umbaus realisiert. Durch das Projekt können die in Jülich befindlichen mit Flüssigkeit gefüllten Gebinde bei der UD konditioniert werden, da diese für die dort vorhandene Anlage einen zu hohen Feststoffanteil aufweisen. Ende 2016 wurde die aktuelle Planung des Projektes der Aufsichtsbehörde vorgestellt.
2008	Einsparung von Papier und Pappe um mindestens 10 % im Jahr	Umsetzung des Konzeptes für ein digitales Archiv für die atomrechtliche Dokumentation.	2018	Zum Dokumentenmanagement wurden die Anforderungen aller Arbeitsbereiche identifiziert. Die Zustimmung durch die Behörde ist erfolgt. Da ein angedachtes Gruppen-Projekt nicht realisiert werden konnte, wurde entschieden, das Projekt UD-intern umzusetzen. 2015 wurde eine Studie zur Ermittlung des Aufwands und der Kosten durchgeführt. Es verbleibt das Ziel, das Konzept zu vollenden und als Minimalziel mit der digitalen Erfassung neuer Unterlagen zu beginnen, wodurch das ursprünglich angedachte Papiereinsparungsziel dann verwirklicht werden kann.
2012	Energieeinsparung durch Leuchtmittelaustausch und Einsatz von LED-Technik	Die Amortisationszeit hat sich von ursprünglich vier auf zwei Jahre verkürzt.	bis 2016	Die neuen Leuchtmittel funktionieren erwartungsgemäß und sind durch entsprechende unabhängige Prüfungen geprüft worden. Der Stromverbrauch wird reduziert, der Instandhaltungsaufwand verringert und die Lebensdauer verlängert. Der Austausch der restlichen Leuchtmittel in UTA-1 und TI-1 wurde Ende September 2016 vollständig umgesetzt. ✓
2013	Einsparung von Energie durch Spannungsabsenkung bei TC21-Zentrifugen	Entsprechende umfangreiche eigene und unabhängige Untersuchungen durch die Schwesterfirma ETC waren notwendig, bevor die Festlegung zur Umsetzung im September 2013 erfolgen konnte. Der Realbetrieb wurde bei der UD Ende 2014 aufgenommen.	2014	In der letzten Umwelterklärung konnte eine jährliche Einsparung von mindestens 2,00 GWh bestätigt werden. Zusätzlich ist positiv, dass sich das Kühlwasser erst gar nicht um diesen Abwärmebetrag erwärmt, was eine zusätzliche Einsparung bei der Kälteerzeugung ergibt.  2016 senkte auch unsere US-Schwesterfirma die Spannung, was im ersten Quartal 2017 eine nachweisliche Reduktion des produktionsbezogenen Stromverbrauchs von mehr als 2% erbrachte. 

## Aktueller Stand der Umweltzielsetzungen des Zeitraumes 2005 – 2016

Startjahr	Umweltzielsetzungen	Maßnahmen/ Kommentar	Termin	Stand
2014	Energieeinsparung durch Installation von zwei zusätzlichen, effizienteren Kältemaschinen	In UTA-1 soll eine Minderung der Lastspitze und eine jährliche Energieeinsparung von 1,75 GWh erzielt werden. Die zusätzlichen Kältemaschinen sind Ende 2014 in Betrieb gegangen.	2014	Unter Realbedingungen im Sommer 2015 wurde eine tatsächliche Einsparung von 1,0 GWh ermittelt. Die nachträgliche Überprüfung der anvisierten Einsparung ergab falsche und zu optimistische Annahmen. 2016 wurde die Betriebsweise der neuen Kältemaschinen optimiert und als abgeschlossen bewertet. ✓
	Energieeinsparung durch Optimierung der Abfüllstationen in UTA-2	Durch Implementierung einer Zweipunkt-Regelung an den Kältemaschinen der Feed-Einspeisestationen soll eine jährliche Energieeinsparung von 1,0 GWh erzielt werden.	2015	Die Änderung wurde im Dezember 2015 umgesetzt. Der Nachweis der Einsparung konnte anhand von Einzelstationen erbracht werden. Die Optimierung wurde 2016 als abgeschlossen bewertet. ✓ 
2016	Weitere Stromersparung durch geänderte Betriebsweise der Zentrifugen	Eine noch weitere Spannungsabsenkung bei der TC21 wird geprüft. Das primäre Ziel war es zunächst, bis Ende 2016 zu bestätigen, dass eine weitere Spannungsabsenkung ohne betriebliche Nachteile möglich ist. Momentan wird ein Testplan für eine weitere Spannungsabsenkung entworfen. Eine Prognose der Stromersparung wird 2017 erstellt.	2017	Nachdem 2016 die notwendigen Adaptionen umgesetzt wurden, erfolgten Anfang 2017 systematische Versuchsreihen, bei denen die Spannung weiter abgesenkt wurde. Die Versuche waren erfolgreich. Weitere Spannungsabsenkungen sind möglich. Es ist geplant, noch im Jahr 2017 in einem ersten Schritt die Spannung zu senken (siehe auch neues Ziel für 2017).
	Weitere Strom- sowie evtl. Kältemittelsparung in UTA-1	Optimierung der Kühlwasserregelung für die UTA-1 bezüglich der Betriebsweise und der Sollwerte. Zuerst muss geklärt werden, ob die Optimierung ohne betriebliche Nachteile möglich ist.	2016	2016 erfolgten theoretische Überlegungen und erste Versuche. Die Versuche führten allerdings zu Instabilitäten im System. Daher wurde Anfang 2017 entschieden, die Optimierungsversuche nicht weiter zu verfolgen. ✓
	Weitere Stromersparung von 500 MWh und evtl. Kältemittelsparung in UTA-2	Implementierung einer Zweipunkt-Regelung/ eines Regelkreises an ausgewählten UF <sub>6</sub> -Kühlfallen. Eine ähnliches Verbesserungsprojekt wurde 2015 für Abfüllstationen realisiert.	2017	2016 wurde an einer Kühlfalle ein Langzeittest durchgeführt. Da dieser positiv verlief, wurde die Software für alle Kühlfallen angepasst, diese aber erst einmal bei 50 % der UTA-2 aktiviert. In diesem Testbetrieb sollen 2017 weitere Betriebserfahrungen gesammelt werden, bevor die Maßnahme überall aktiviert wird.

✓ Bedeutet, dass die Maßnahme(n) abgeschlossen ist (sind).

 Beginnend mit der Umwelterklärung aus dem Berichtsjahr 2011 wurden ab dem Startjahr 2012 Ziele mit Zielwerten versehen. Das links dargestellte Zeichen macht kenntlich, dass der definierte Zielwert erreicht oder übertroffen wurde.

Für 2017 haben wir die folgenden Umweltziele festgelegt.

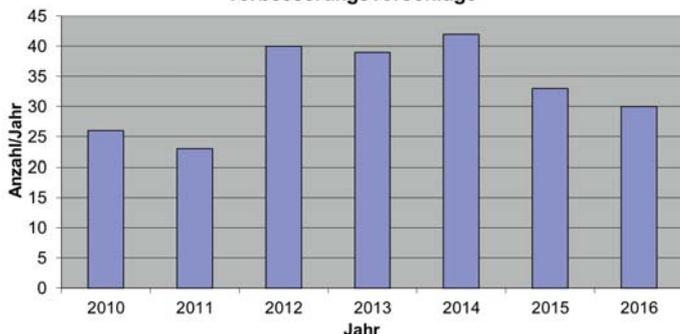
Startjahr	Umweltzielsetzungen	Maßnahme(n)	Ziel (-wert)	Termin
2017	Verringerung der zukünftigen LKW-Transporte von Tails zur Dekonversionsanlage in Großbritannien um etwa 50%.	Durch eine veränderte Produktions- und vor allem Transportplanung wird u. a. die Befüllung der Behälter mit Tails so optimiert bzw. leicht reduziert, dass pro LKW zwei statt ein Behälter transportiert werden können, wobei die 40 Tonnen Grenze auf deutschen Straßen der begrenzende Faktor ist. Die notwendigen Transporte halbieren sich.	Einsparung von mehr als 1.000 Transporten von Gronau zur Dekonversionsanlage in Großbritannien in den Jahren 2019 bis 2026.	2018 (Änderungen der Planung)  2019 – 2026 (Durchführung der Transporte)
	Verringerung des konventionellen Abfalls durch Reduzierung des Proben-Verpackungsmaterials.	Zielgerichtete Änderung bzw. Anpassung des Bedarfs der Bestellung von zugekauften Probenverpackungen. Der aus dem Ideenmanagement stammende Vorschlag hat bei positiver Bewertung und Umsetzung das Potential einer Einsparung auf Gruppenebene sowohl zum Wohle der Umwelt als auch der Finanzen.	Wird erst nach einer positiven Bewertung der Idee 2017 ermittelt und festgelegt.	Wird 2017 festgelegt
	Verringerung des produktionsbezogenen Stromverbrauchs der UD mit Potential auf Erweiterung für die UEC-Gruppe.	Für eine noch weitere Absenkung der Zentrifugenspannung bedarf es massiver Umbauarbeiten. Ob diese umgesetzt werden, wird eine Investitionsanalyse zeigen.	Es muss eine gut begründete Entscheidung getroffen werden (Stichwort: Business Case).	2017

## Arbeitnehmerbeteiligung

Die Beteiligung aller Mitarbeiter bei der Bearbeitung von Umweltschutzthemen ist eine essentielle Voraussetzung für das Funktionieren eines Umweltmanagementsystems. Eine wirkungsvolle Umsetzung in der Praxis erfordert, dass allen Mitarbeitern die Möglichkeit gegeben wird, die Arbeitsbedingungen weiter zu verbessern, und dass der Stolz geweckt wird, in einer umweltbewussten Organisation zu arbeiten. Das entsprechende Vorschlags- und Belohnungssystem der UD ist das so genannte ‚Ideenmanagement‘.

Alle Vorschläge sind im firmeninternen Intranet strukturiert und nachvollziehbar dokumentiert. Auf der Intranetseite des Betriebsrates sind entsprechende Vordrucke für Ideen, ein entsprechender Fragenkatalog, Informationen über den Status der Umsetzung bereits eingereicherter Ideen sowie die dafür ausgezahlten Prämien für alle Mitarbeiter nachzulesen. Der jährliche Verlauf der eingereichten Verbesserungsvorschläge für die letzten sieben Jahre ist der Abbildung ‚Verbesserungsvorschläge‘ zu entnehmen. Das Ideenmanagement wurde 2016 erfolgreich fortgeführt.

Verbesserungsvorschläge



Es wurden insgesamt 30 Verbesserungsvorschläge eingereicht. Die dafür zuständige Kommission hat im Jahr 2016 insgesamt zwölf Vorschläge bewertet, wobei sich darunter auch bereits in früheren Jahren eingereichte Vorschläge befanden. Zwei Ideen wurden positiv und zehn negativ bewertet. 2016 wurden insgesamt Prämien für 17 Ideen in Höhe von 17.704,50 € ausgeschüttet. Die hohe Anzahl an Verbesserungsvorschlägen ist ein Zeichen dafür, dass die Mitarbeiter aktiv mitdenken und zu Verbesserungen beitragen wollen.

Eine Auswertung aus den Jahren 2014 bis 2016 nach den Kategorien Qualität, Umwelt, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sowie Sicherheit ergibt, dass von den 105 Vorschlägen 66 die Qualität, 33 die Umwelt, 47 die Arbeitssicherheit, 18 die Sicherheit und fünf die Informationssicherheit betreffen.

Im Folgenden sollen zwei besondere Vorschläge näher erläutert werden, die bei ihrer Umsetzung sowohl zum Wohle der Umwelt als auch der Finanzen beitragen.

Ende 2016 wurde von einem Mitarbeiter der Logistik ein Vorschlag eingereicht, der zur Verringerung der zukünftigen LKW-Transporte von Tails zur Dekonversionsanlage in Großbritannien führen wird (siehe erste Umweltzielsetzung 2017). Der Vorschlag wurde nach positiver Prüfung der dafür zuständigen Kommission Anfang 2017 mit 24.000 € prämiert, von der die erste Hälfte bereits ausgezahlt werden konnte. Die Auszahlung der zweiten Teilprämie wird 2019/2020 erfolgen, wenn der Vorschlag umgesetzt sein wird.

Ein Vorschlag zur Änderung zugekaufter Probenverpackungen befindet sich momentan in Prüfung. Er hat, eine positive Bewertung vorausgesetzt, bei Umsetzung das Potential einer Einsparung auf Gruppenebene (siehe zweite Umweltzielsetzung 2017).



Am 3. November 2016 wurde ein Mitarbeiter der Abteilung Recycling mit dem Skulpturpreis ‚Der denkende Mensch‘ ausgezeichnet, da er insgesamt 40 Vorschläge eingereicht hat. 18 dieser Ideen erfüllten die notwendigen Kriterien des Ideenmanagements. Auch wenn nach einer gewissenhaften Prüfung nicht alle Vorschläge umgesetzt werden konnten, zeigt dies die fortwährende Beschäftigung mit den Themen Arbeitssicherheit und Umweltschutz. Der Preis wurde mit einer Prämie in Höhe von 500 € verbunden.

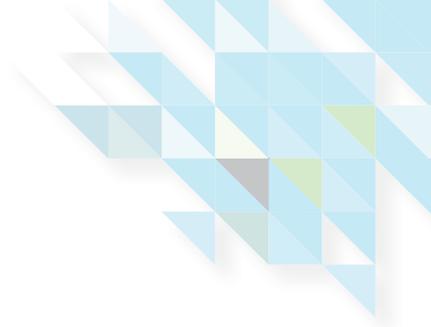
Um den Kühlwasserpool an warmen Tagen zu entlasten, schlug die LE TMM 2012 gemeinschaftlich vor, effizientere Kältemaschinen in UTA-1 zu installieren, um eine Minderung der Lastspitze und eine jährliche Energieeinsparung zu erreichen. Diese Idee wurde 2014 und 2015 verwirklicht. Der letzte Teil der Prämie konnte 2016 in Höhe von 12.000 € ausgezahlt werden (siehe erstes Umweltziel Startjahr 2014).

Angeregt durch die Aktion einer Krankenkasse tauschen seit dem Jahre 2011 in den Sommermonaten Juni bis August Mitarbeiter das Auto gegen das Fahrrad. 2016 beteiligten sich 40 Mitarbeiter an der Aktion, die erstmals bereits im Mai begann. Für die Umwelt brachte die Aktion eine Einsparung von ca. 4.770 kg CO<sub>2</sub>, die ansonsten durch die Verbrennung der fossilen Treibstoffe in den Fahrzeugen entstanden wären. Weitere Einzelheiten sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Jahr	Eingespartes CO <sub>2</sub> , kg	Zurückgelegte Strecke, km	Anzahl der Teilnehmer
2011	1.577	7.978	17
2012	2.437	12.361	29
2013	3.758	19.059	47
2014	2.811	14.298	38
2015	2.919	14.806	36
2016	4.770	24.222	40
Σ	18.272	92.724	35 pro Jahr*

\* Gerundeter Durchschnittswert aller sechs Jahre

Die entsprechende Aktion wird auch 2017 fortgeführt und von der Geschäftsführung ausdrücklich durch die Stiftung zusätzlicher Sachpreise und die Einladung aller Teilnehmer zu einem gemeinsamen Frühstück unterstützt.



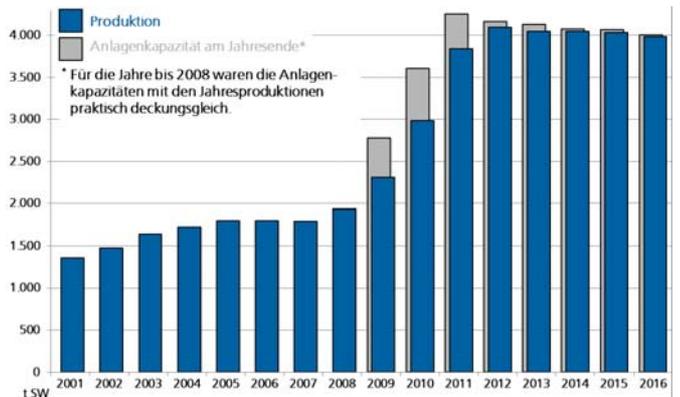


## Umweltleistungen

Umweltleistungen sind nach EMAS die Auswirkungen des Managements der Organisation in Bezug auf ihre Umweltaspekte. Diese sind nachfolgend für die Jahre 2001 bis 2016 grafisch dargestellt.

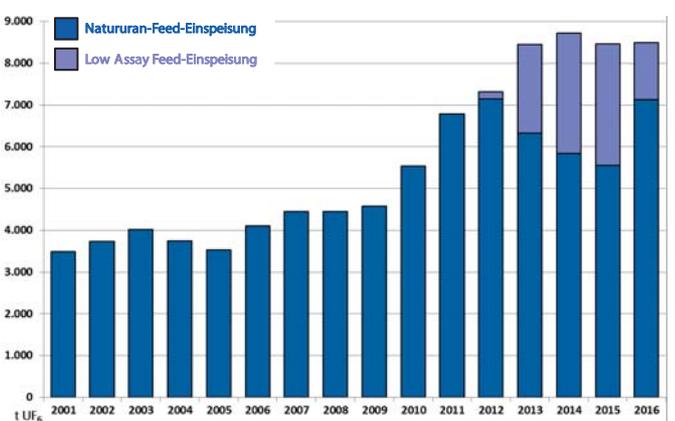
### Anlagenkapazität - Produktion

2005 war die genehmigte Anlagenkapazität der UAG-1 von 1.800 t SW erreicht und ebenfalls 2005 wurde die Genehmigung für die UAG-2 auf den Ausbau auf eine Kapazität von 4.500 t SW erteilt. Der schrittweisen Erhöhung der installierten Kapazität (graue Balken) folgte die tatsächliche Produktion an Trennarbeit (blaue Balken) nach. Das Verhältnis der Produktion zur installierten Anlagenkapazität betrug 2016 mehr als 99,6 %.



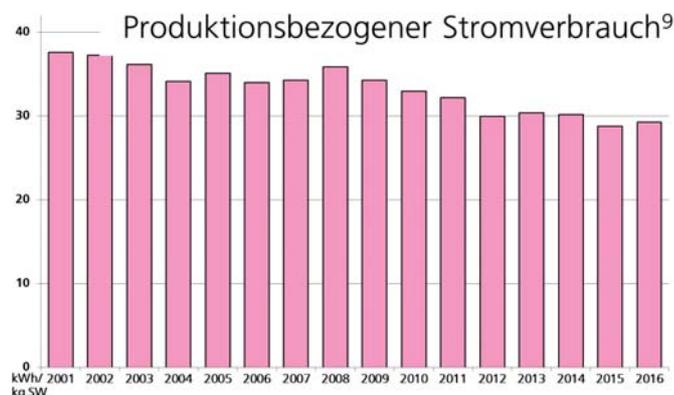
### UF<sub>6</sub>-Durchsätze

Die UF<sub>6</sub>-Durchsätze sind proportional zur Produktion. Sie hängen von den An- und den Abreicherungsgraden und dem Ausmaß der Verwertung von bereits abgereichertem Uran ab. Das seit 2012 eingeführte erneute Einspeisen von bereits abgereichertem Uran konnte erstmals 2015 auf die Schwesterfirma UNL in Almelo erweitert werden. Ein Teil des bei der UD 2015 und 2016 ausgespeisten Low Assay Feeds wurde in den Niederlanden vollständig wieder eingespeist, was den höheren Anteil des Natururans für 2016 begründet.



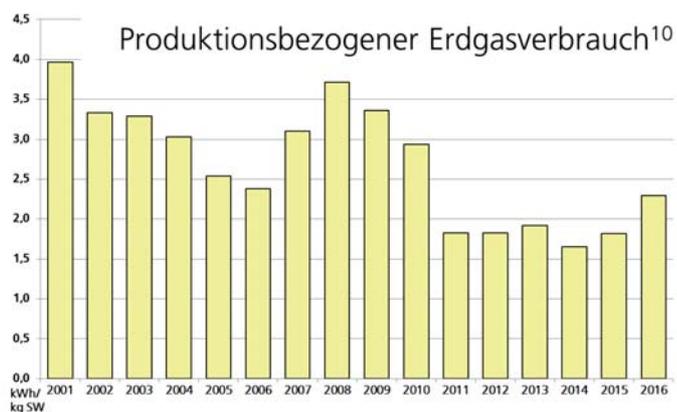
## Stromverbrauch

Der größte Teil der eingesetzten elektrischen Energie ist zum Antrieb der Zentrifugen und zu Kühlzwecken erforderlich. Die fallende Tendenz des spezifischen Stromverbrauchs bis 2012 liegt an der gestiegenen Produktion. Der Wert für 2016 lag unwesentlich höher als 2015. Er war aber immer noch der zweitniedrigste produktionsbezogene Stromverbrauch eines Jahres überhaupt.



## Erdgasverbrauch

Erdgas wird für die Wärmeerzeugung für die Gebäudeheizungen und die Anlagensysteme (Desublimatoren, Abwasserreinigung, UF<sub>6</sub>-Behälterreinigung etc.) eingesetzt. Der Anstieg des Verbrauchs 2006 bis 2008 beruhte auf dem Beheizen neuerrichteter, zunächst leerer Gebäude. Die gestiegene Anreicherungskapazität verringerte den Wert ab 2008. Der Anstieg 2015 und 2016 resultiert hauptsächlich aus der Übernahme der ehemaligen ETC-Gebäude im August 2015.



## Wasserverbrauch

Wasser wird als Kühlmittel in geschlossenen Kreisläufen, in der Dekontamination sowie als Sanitär- und Trinkwasser benötigt. Die betriebsbedingten Schwankungen von Jahr zu Jahr resultieren aus dem unregelmäßigen Nachfüllen oder Wiederbefüllen von Kühlwasserbecken. Der Gesamtverbrauch belief sich 2016 auf ca. 7.276 m<sup>3</sup>. Seit 2007 berücksichtigt der Wasserverbrauch auch die Entnahmen an den Hydranten und den vollständigen Verbrauch auf Baustellen.



<sup>9</sup> Der Strom unseres Energieversorgers setzte sich aus 11,1 % Kernkraft, 45,6 % erneuerbaren Energien, 40,1 % Kohle, 2,5 % Erdgas und 0,7 % sonstige fossile Energieträger zusammen (Stand der Information gemäß § 42 Energiewirtschaftsgesetz: November 2016 für das Verbrauchsjahr 2015).

<sup>10</sup> Die Erdgasverbräuche wurden 2017 rückwirkend von 2010 an korrigiert.

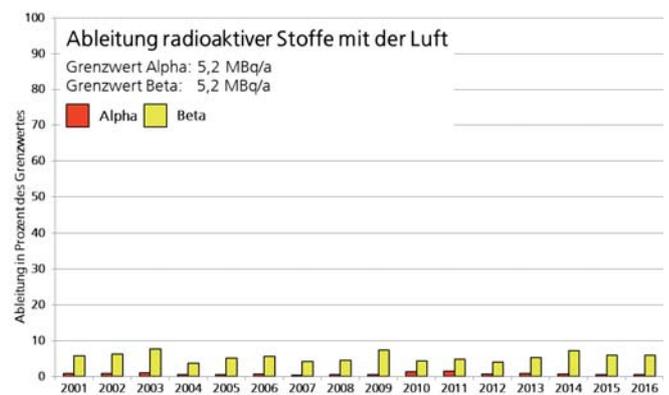
## Direktstrahlung

Direktstrahlung ist die ionisierende Strahlung, die unmittelbar von den Anlagen, Apparaten oder Behältern abgegeben wird. Entlang der Anlagengrenze erfolgt deren Überwachung mittels so genannter Dosimeter. An Vergleichsmessstellen z. B. an der Feuer- und Rettungswache in Gronau wird die natürliche Umgebungstrahlung gemessen, die zur Berechnung der anlagenbedingten Direktstrahlung abgezogen werden muss. Der für die Direktstrahlung sowie für etwaige Dosen aus

Ableitungen in der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) § 46 festgelegte Grenzwert beträgt 1,0 mSv je Kalenderjahr. Im Jahre 2016 betrug die maximale anlagenbedingte Gesamt-Ortsdosis am Außenzaun 0,33 mSv, womit der Grenzwert deutlich unterschritten wurde. Die Messergebnisse zeigen, dass die anlagenbedingte Strahlung im Verhältnis zur natürlichen Strahlung von ca. 2 mSv im Jahr sehr gering ist.

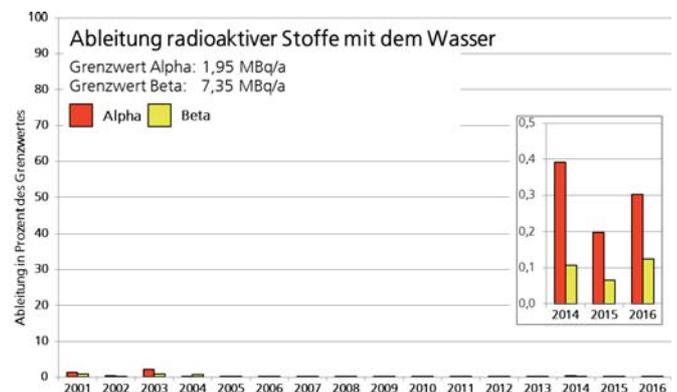
## Ableitung radioaktiver Stoffe mit der Luft

Das UF<sub>6</sub> befindet sich in druck- bzw. vakuumdichten Apparaturen und Behältern. Aus diesen sind Emissionen nahezu ausgeschlossen. Allenfalls könnten bei An- und Abflanschvorgängen oder Dekontaminationsarbeiten geringste Mengen an radioaktiven Stoffen in die Luft gelangen. Alle Ableitungen mit der Luft werden messtechnisch erfasst. Der Hauptanteil der Abgabewerte resultiert nachweislich aus der natürlichen Aktivität, die bereits mit der Zuluft in die Anlage gelangt ist.



## Ableitung radioaktiver Stoffe mit dem Wasser

Radioaktiv kontaminiertes Wasser fällt bei der Reinigung von Anlagenkomponenten an. Dieses Wasser wird gesammelt, in der Abwasseraufbereitungsanlage gereinigt und auf Einhaltung der Grenzwerte überprüft. Nachdem die Einhaltung der Grenzwerte nachgewiesen wurde, erfolgt die Abgabe in den öffentlichen Schmutzwasserkanal. Um die im Verhältnis zum Grenzwert sehr geringe Ableitung radioaktiver Stoffe grafisch darzustellen, sind die letzten drei Jahre zusätzlich einhundertfach vergrößert abgebildet (rechts in der Abb.).



## Gefahrstoffe

Der Bedarf und der Vorrat der für den Betrieb der Anlage notwendigen Betriebs- und Hilfsstoffe sind aufgrund der Wartungsfreiheit der verwendeten Zentrifugentechnologie sehr gering. Einige der Betriebs- und Hilfsstoffe sind Gefahrstoffe, welche in sehr kleinen Gebrauchsmengen z. B. im Labormaßstab von wenigen Litern Methanol und Aceton vorliegen. Diese liegen weit unterhalb der Mengenschwellen für Gefahrstoffe, die in der Störfall-Verordnung festgelegt sind.

Der einzige in großen Mengen vorhandene Gefahrstoff ist  $UF_6$ . Im theoretischen Falle eines Störfalls mit Freisetzung des  $UF_6$  ginge die größte Beeinflussung der Umwelt nicht von der vergleichsweise niedrigen Strahlung, sondern von der toxischen Wirkung des  $UF_6$  aus. Durch technische, organisatorische und administrative Vorkehrungen werden ein sicherer Umgang und eine sichere Lagerung gewährleistet. Dies wird durch den störfallfreien Betrieb der Anlage seit der Inbetriebnahme im Jahre 1985 bestätigt.

Aufgrund gesteigerter Betriebserfahrung wird die bisher in Sorptionsfallen von Pumpständen eingesetzte Aktivkohle gegen Natriumfluorid (NaF) getauscht. Der Einsatz von NaF als Fallenmaterial war bereits bei früheren Teilgenehmigungen berücksichtigt und genehmigt worden. Da damals allerdings hinreichend reines NaF nicht käuflich verfügbar war, entschied man sich statt dessen Aktivkohle zu verwenden. 2016 wurden Pumpstände, die bereits bei unserer Schwessterfirma in den Niederlanden eingesetzt werden, bei der UD erfolgreich getestet. Sie werden in Kürze in Betrieb gehen. Die NaF-Mengen liegen unterhalb der Mengenschwellen, die in der Störfall-Verordnung festgelegt sind.

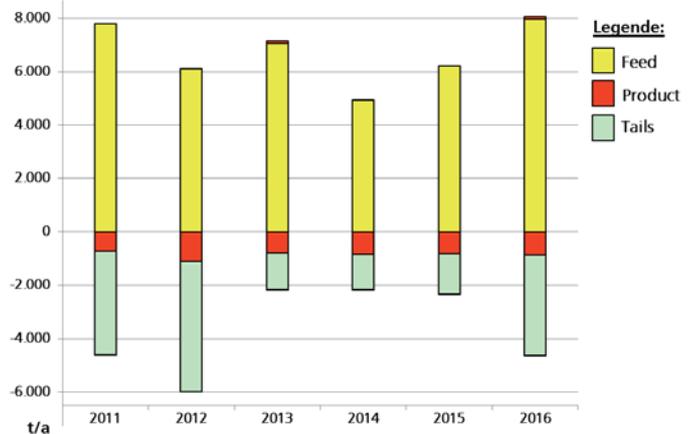
Nach Inbetriebnahme und Befüllen des Uranoxid-Lagers wird zukünftig  $U_3O_8$  als zweiter Gefahrstoff vorhanden sein.

## $UF_6$ -Transporte

Da Feed- und Product-Transporte und teilweise auch Tails-Rücklieferungen an Kunden nicht durch die UD, sondern in der Regel durch unsere Kunden selbst beauftragt werden, sind diese Transporte als indirekte Umweltaspekte zu betrachten. Direkte Umweltaspekte sind dagegen Tails-Transporte zur Dekonversion, da sie direkt von der UD beauftragt werden. Für den Transport ab Gronau werden nur Unternehmen mit einer entsprechenden Transportgenehmigung eingesetzt. Die Behälter entsprechen internationalen Standards und sind für weltweite  $UF_6$ -Transporte zugelassen.

Ein grafische Übersicht sämtlicher an- bzw. ausgelieferten Mengen an Feed, Product und Tails der letzten sechs Jahre zeigt die nebenstehende Abbildung.

**Jährliche An- und Auslieferungen von Feed, Product und Tails**  
Positive Werte zeigen An-, negative Werte zeigen Auslieferungen



Die Feedanlieferungen erfolgten 2014 mittels neun, 2015 mittels 16 und 2016 mittels 22 Bahntransporten. Außerdem erfolgten 2015 insgesamt 15 und 2016 insgesamt 63 LKW-Anlieferungen von Feed. Die Tailsauslieferungen wurden 2014 durch drei Bahntransporte, 2015 durch drei Bahn- und zwei LKW-Transporte und 2016 durch einen Bahn- und 136 LKW-Transporte sichergestellt. Product-Anlieferungen erfolgten 2014 mittels fünf und 2016 durch elf LKW-Transporte. Product-Auslieferungen erfolgten 2014 durch 84, 2015 durch 82 und 2016 durch 90 LKW-Transporte.

Zählt man alle Tails-, Feed- und Product-Transporte einschließlich der Transporte von leeren  $UF_6$ -Behältern der letzten drei Berichtsjahre zusammen, so waren 54 Bahn- und 863 LKW-Transporte erforderlich. Anschaulich entspricht dies durchschnittlich drei Bahntransporten in je zwei Monaten und drei LKW-Transporten in jeweils vier Tagen. Legt man die in den drei Jahren geleistete Trennarbeit von über 12.100 t Separative Work (SW) zu Grunde und vergleicht diese mit der bei der Braunkohleverstromung notwendigen Masse, müssten 423 Millionen Tonnen Braunkohle transportiert werden. Hierzu würden mehr als 1,4 Millionen vergleichbare Züge fahren. Bei einer entsprechenden Stromerzeugung durch Braunkohle werden ca. 1,22 Milliarden Tonnen  $CO_2$  erzeugt, was mehr als dem zwanzigtausendfachen der  $CO_2$ -Gesamtbilanz der UD entspricht.

## Umweltrelevante Ereignisse

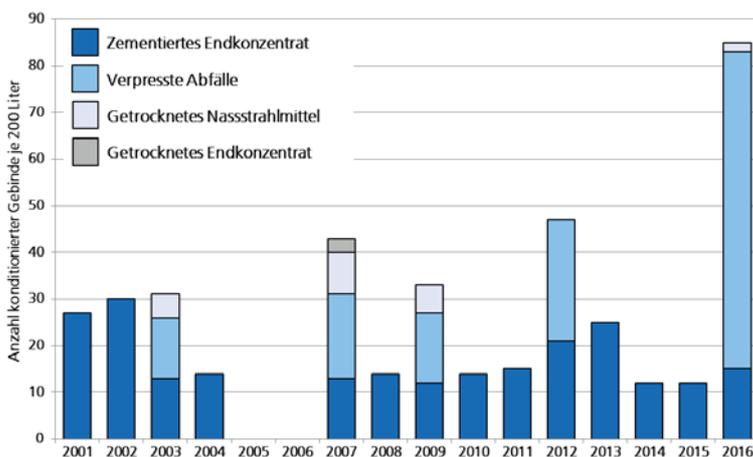
2016 ereignete sich kein meldepflichtiges Ereignis mit Umweltrelevanz.

## Radioaktive Abfälle

Im Wesentlichen resultieren radioaktive Abfälle aus der Reinigung von kontaminierten Anlagenkomponenten, sofern die Reststoffe nicht in Übereinstimmung mit § 29 StrlSchV aus dem atomrechtlichen Regelungsbereich freigegeben werden können. Nach § 29 StrlSchV ist es möglich, nach Dekontamination und Unterschreiten der festgelegten Grenzwerte, dieses Material dem konventionellen Verwertungskreislauf zuzuführen oder es entsprechend dem Kreislaufwirtschaftsgesetz zu entsorgen.

Wenn Reststoffe nicht anderweitig verwertet werden können, werden sie entsprechend den derzeit gültigen Endlagerbedingungen für die Schachanlage Konrad konditioniert. Sie sind als schwach radioaktive Abfälle mit vernachlässigbarer Wärmeentwicklung eingestuft. Konditionierte Abfälle werden bis zur Eröffnung eines Bundesendlagers im Standortzwischenlager und im Abfalllager Gorleben gelagert. Die Inbetriebnahme des internen Zwischenlagers im Product-Lager PL-2 erfolgte im Juli 2009. Seine Kapazität beträgt 48 Konrad-Behälter des Typs V. Ein Konrad Behälter Typ V kann 26 Rollrand- oder Sicken-Fässer zu je 200 Liter aufnehmen. Momentan befinden sich vier gefüllte Konrad-Behälter im Zwischenlager PL-2.

Beim radioaktiven wie auch beim konventionellen Abfallaufkommen ist zu berücksichtigen, dass verschiedene Abfallarten oft über einen Zeitraum von mehr als einem Jahr gesammelt werden, um zweckmäßige Volumina zu erreichen. Hieraus resultieren die Schwankungen im jährlichen Verlauf. In der folgenden Darstellung ist der Anfall der konditionierten radioaktiven Abfälle nach der Konditionierungsmethode und dem Zeitpunkt der Konditionierung seit 2001 aufgelistet.



2016 wurden 1,6 m<sup>3</sup> Endkonzentrat, 781 kg Aktivtonerde und 2,7 t Zement zu 15 Gebinden zementiert (in der Grafik dunkelblau dargestellt). Zudem wurden 68 Gebinde mit verpresstem Mischaabfall (hellblau dargestellt) sowie zwei Gebinde mit getrocknetem Nassstrahlmittel (hellgrau dargestellt) als konditionierte Fässer in den Bestand aufgenommen. Der Bau einer Anlage, die das Konditionierungsverfahren von Zementierung auf Trocknung umstellt, ist bis 2020 geplant. Ende 2016 wurde die momentane Planung des Projektes der Aufsichtsbehörde vorgestellt (vgl. Kapitel Umweltziele).

## Konventionelle Abfälle

Oberstes Ziel ist die Abfallvermeidung. Unvermeidbare Abfälle werden, soweit sinnvoll, verwertet. Bautätigkeiten, wie etwa die Instandhaltung von Straßen, haben einen direkten Einfluss auf das Abfallaufkommen. Die Abfallmassen in Tonnen für die Jahre 2014 – 2016 sind der nachstehenden Tabelle zu entnehmen.

Abfall in Tonnen	2014	2015	2016
Gesamtes jährliches Abfallaufkommen	137,2	91,4	410,9
Nicht gefährlicher Abfall	133,8	83,2	403,4
Gefährlicher Abfall	3,4	8,2	7,5
davon zur Beseitigung	1,4	4,6	2,1
davon zur Verwertung	2,0	3,6	5,4

Im Vergleich zu 2015 ist der Anfall an gefährlichem Abfall leicht gesunken. Der Anstieg der Abfallmengen 2016 zur Verwertung ist auf die Entsorgung von 2,8 t bleihaltiger Akkumulatoren und 1,7 t nichtchlorierter Maschinen-, Getriebe- und Schmieröle auf Mineralölbasis zurückzuführen. Beides ist aufgrund von wiederkehrenden vorgeschriebenen Wartungen wie geplant ausgetauscht worden.

Das hohe Abfallaufkommen zur Beseitigung im Jahre 2015 resultierte aus der Entsorgung von 4,1 t Schlamm aus der Tankanlagenreinigung. Die Abfallmenge an nicht gefährlichem Abfall stieg 2016 stark an, da bei zahlreichen Straßenreparaturarbeiten auf dem Gelände 282,6 t an Beton, Erde und Steinen als Abfall anfielen, die wiederverwertet werden.

## Kältemittel

Von Kältemitteln können zwei wesentliche Umweltgefahren ausgehen. Sie können in der Stratosphäre die Ozonschicht abbauen und als Treibhausgase zur globalen Erwärmung beitragen. Die von uns eingesetzten Kältemittel haben ausnahmslos ein Ozonabbaupotential (ODP) von Null, d. h. sie haben keinen schädigenden Einfluss auf die für die Menschheit so wichtige Ozonschicht.

Kältemittel werden sowohl dezentral als auch zentral in unserer Anlage eingesetzt. Die seit 1998 eingesetzte optimierte Verfahrenstechnik verzichtet auf Desublimatoren und damit auf einen kältemittelintensiven Verfahrensschritt.

## Gesamtbilanz des Kohlendioxids

Die Gesamtbilanz des Kohlendioxids (CO<sub>2</sub>) wird ausgedrückt in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten und setzt sich aus drei Teilen zusammen. Diese sind

- die bereits bei der Stromerzeugung extern verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen,
- die Emissionen, die beim Verbrennen des Erdgases, des Heizöls, des Diesels und des Benzins in der Verantwortung der UD entstehen, sowie die
- CO<sub>2</sub>-Äquivalente, die aus dem Verbrauch der eingesetzten Kältemittel resultieren.

## CO<sub>2</sub>-Emissionen der Stromerzeugung

2016 verbrauchte UD 116.661 MWh Strom, der sich aus 11,1 % Kernkraft, 45,6 % erneuerbaren Energien, 40,1 % Kohle, 2,5 % Erdgas und 0,7 % sonstigen fossilen Energieträgern zusammensetzte. Bei seiner Erzeugung wurden 474 g CO<sub>2</sub>/kWh und 0,0003 g/kWh radioaktiver Abfall erzeugt.<sup>11</sup>

Verbrauch	MWh	Faktor, g CO <sub>2</sub> /kWh	CO <sub>2</sub> -Äquivalent, t
Strom	116.661	474 <sup>11</sup>	55.297

## CO<sub>2</sub>-Emissionen des Erdgas-, Heizöl-, Diesel- und Benzinverbrauchs

2016 wurden 9,148 GWh Erdgas verbraucht. Mit einem Faktor von 254 g CO<sub>2</sub>/kWh ergeben sich 2.324 Tonnen CO<sub>2</sub>-Emissionen.

Verbrauch	MWh	Faktor, g/kWh	CO <sub>2</sub> -Äquivalent, t
Erdgas	9.148	254 <sup>12</sup>	2.324

2016 wurden Heizöl für den Betrieb der Notstromaggregate, Diesel für den innerbetrieblichen Verkehr sowie Diesel und Benzin für die Dienstfahrzeuge wie folgt verbraucht.

Verbrauch	Liter	Faktor, g/L	CO <sub>2</sub> -Äquivalent, t
Heizöl	19.653	3.092 <sup>13</sup>	61
Diesel	20.635	3.155 <sup>13</sup>	65
Benzin	779	2.874 <sup>13</sup>	2

## CO<sub>2</sub>-Äquivalente durch Kältemittelverbrauch

Über die in der nachfolgenden Tabelle genannten klimaschädlichen Gase hinaus erfolgten keine weiteren Emissionen.

Kältemittel	Masse, kg	GWP <sup>14</sup>	CO <sub>2</sub> -Äquivalent, t
R 23	62	14.800	918
R 507	214	3.985	853
R 404A	0	3.922	0
R 410A	0	2.088	0
R 407C	22	1.774	39
R 134a	424	1.430	606
R 245fa	440	1.030	453
<b>Summe Kältemittelverbrauch</b>			<b>2.869</b>

## Die Gesamtbilanz der CO<sub>2</sub>-Äquivalente ergibt sich wie folgt:

CO <sub>2</sub> -Äquivalente, t	
Strom	55.297
Kältemittelverbrauch	2.869
Erdgas	2.324
Diesel	65
Heizöl	61
Benzin	2
	<b>60.618</b>

Die Gesamtbilanz der CO<sub>2</sub>-Äquivalente fällt 2016 um 16,7 % geringer aus als im Vorjahr. Das CO<sub>2</sub>-Äquivalent für den Strom ist sogar um 16,8 % niedriger, obwohl der Stromverbrauch nahezu konstant geblieben ist. Dies begründet sich allein durch den niedrigeren CO<sub>2</sub>-Faktor.

<sup>11</sup> Die Daten sind der Rechnung des Energieversorgers vom 2. November 2016 entnommen und entsprechen den Anforderungen nach § 42 Energiewirtschaftsgesetz für das Verbrauchsjahr 2015.

<sup>12</sup> Der Faktor stammt aus der GEMIS Datenbank vom Ökolinstitut Freiburg, Stand Nov. 2004.

<sup>13</sup> Die Faktoren stammen vom Bayerischen Landesamt für Umwelt, Infozentrum UmweltWirtschaft, Stand Dez. 2013. Die Faktoren sind zur besseren Vergleichbarkeit bewusst dieselben, wie in den letzten beiden Umwelterklärungen.

<sup>14</sup> Die Global Warming Potential (GWP)-Faktoren berücksichtigen die unterschiedliche Wirksamkeit der verschiedenen Kältemittel als Treibhausgas. Das Kältemittel R 23 reflektiert die Wärmestrahlung von der Erde 14.800 mal stärker als CO<sub>2</sub>, was zur Folge hat, dass ein Kilogramm R 23 in der Atmosphäre den Treibhauseffekt genauso verstärkt wie 14,8 Tonnen CO<sub>2</sub>.

Gemäß § 42 des Energiewirtschaftsgesetzes sind Stromanbieter in Deutschland verpflichtet, auf ihren Rechnungen die Zusammensetzung des Stroms sowie die Umweltbelastung aufgrund der bei der Erzeugung verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen anzugeben. Die Daten werden jeweils spätestens am 1. November veröffentlicht und beziehen sich auf das vorhergehende Verbrauchsjahr. Die nachfolgende Tabelle stellt die Daten unserer Stromrechnungen der letzten acht Jahre zusammen.

Obwohl der Anteil der so genannten ‚Erneuerbaren Energien‘ im letzten Berichtsjahr einen Höchststand erreichte, war der aus dem Energiemix resultierende Emissionswert mit 474 g CO<sub>2</sub> je Kilowattstunde immer noch um 45 % höher als 2009, als bei der Stromerzeugung nur 326 g Kohlendioxid

je Kilowattstunde in die Atmosphäre abgegeben wurden. Anders gesagt, die deutsche Energiewende hat trotz größter Anstrengungen bisher noch nichts für das Klima gebracht. Diese auf den ersten Blick paradoxe Beziehung hat zwei Gründe. Erstens verringerte sich der Anteil der treibhausgasarmen Kernenergie von vormals 47,1 % im Jahre 2008 auf nun 11,1 %, nachdem die Bundesregierung 2012 auf Empfehlung der Ethik-Kommission beschloss, Kernkraftwerke vom Netz zu nehmen. Zweitens wurde der durch die Kernkraftwerke weggefallene Anteil treibhausgasarmer Energieerzeugung durch besonders klimaschädliche fossile Energieträger wie Braunkohle ersetzt, die insbesondere dann zum Einsatz kommt, wenn die Sonne nicht scheint und der Wind nicht weht.

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen*, g/kWh</b>	337	326	527	503	643	620	572	474
Prozentualer Anteil der								
- Kernenergie	47,1	37,4	27,5	40,8	12,4	12,5	12,0	11,1
- Erneuerbare Energien	10,7	16,9	10,7	9,3	30,0	32,8	37,7	45,6
- Fossile Energieträger (Kohle, Erdgas und andere)	42,3	45,7	61,8	49,9	57,6	54,7	50,2	43,3

\* Die Daten stammen aus den November-Stromrechnungen der URENCO Deutschland GmbH. Sie beziehen sich gemäß § 42 des Energiewirtschaftsgesetzes auf die bei der Stromerzeugung verursachten CO<sub>2</sub>-Emissionen und den dabei eingesetzten Energiemix der jeweiligen Vorjahre.

## Flächenverbrauch und Biodiversität

Die Umweltverträglichkeitsprüfung zum Ausbau der Anlage bestätigt, dass keine nachteiligen Umwelteinwirkungen durch den Ausbau zu erwarten sind. Als erste Baumaßnahme im Projekt UAG-2 wurde als Ausgleichsmaßnahme für die Beseitigung von Entwässerungsgräben im Bereich der UTA-2 ein ca. 1.800 m<sup>2</sup> großes Biotop errichtet und zahlreiche Bäume gepflanzt.

Das durch Objektschutzeinrichtungen gesicherte Gelände der UD ist rund 76 ha groß. Die Enrichment Technology Company Limited (ETC) betrieb als eigenständige Firma bis April 2015 auf diesem Gelände zwei Gebäude, die mit Wirkung zum 1. August 2015 von der UD gekauft wurden. Die bebaute Fläche im Besitz der UD stieg damit um 21.853 m<sup>2</sup> auf nun insgesamt 237.661 m<sup>2</sup> für das Jahr 2016 an. Seit Januar 2017 nutzt die Central Technology Group (CTG), eine Schwesterfirma der UD, die Büroräume eines dieser Gebäude.

Die Flächenversiegelung wird weiterhin so gering wie möglich gehalten.

**Niederrheinische Industrie- und Handelskammer  
Duisburg · Wesel · Kleve zu Duisburg**

als gemeinsame registerführende Stelle von Industrie- und Handelskammern  
in Nordrhein-Westfalen nach Umweltauditgesetz  
- Registrierungsstelle -

# URKUNDE



**Firma**

URENCO Deutschland GmbH

**Standort**

Urananreicherungsanlage Gronau  
Röntgenstraße 4  
48599 Gronau

Register-Nr.: DE-156-00013

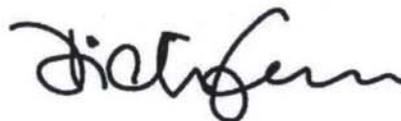
Ersteintragung am  
23. September 1996

Diese Urkunde ist gültig bis  
31. August 2020

Diese Organisation wendet zur kontinuierlichen Verbesserung der Umweltleistung ein Umweltmanagementsystem nach der EG-Verordnung Nr. 1221/2009 und EN ISO 14001:2009 Abschnitt 4 an, veröffentlicht regelmäßig eine Umwelterklärung, lässt das Umweltmanagementsystem und die Umwelterklärung von einem zugelassenen, unabhängigen Umweltgutachter begutachten, ist eingetragen im EMAS-Register und deshalb berechtigt, das EMAS-Logo zu verwenden.



Duisburg, den 22. August 2017



Dr. Stefan Dietzfelbinger  
Hauptgeschäftsführer

# Erläuterung der wichtigsten Begriffe zur Urananreicherung

## Isotope

Isotope sind Atome, die das gleiche chemische Element repräsentieren, jedoch unterschiedliche Massen haben. Eine Million Uranatome natürlichen Ursprungs setzen sich aus 992.745  $^{238}\text{U}$ , 7.200  $^{235}\text{U}$  und 55 Atomen  $^{234}\text{U}$  zusammen.

## Urananreicherung

Das in der Natur vorkommende Uran enthält die Atomsorte (Isotop)  $^{235}\text{U}$ , die im Kernkraftwerk gespalten wird und dabei die für die Stromerzeugung notwendige Wärmeenergie liefert, nur zu rd. 0,7 %. Der bei weitem überwiegende Teil des Natururans besteht aus dem nicht spaltbaren  $^{238}\text{U}$ . Um die heute üblichen Kernkraftwerke mit Leichtwasserreaktoren betreiben zu können, reicht der Anteil des Spaltstoffes  $^{235}\text{U}$  im Natururan nicht aus. Die Konzentration von  $^{235}\text{U}$  muss deshalb auf 3 bis 5 % angehoben werden. Dieses Verfahren wird als Urananreicherung bezeichnet.

## Uran eintrag durch Düngung

Phosphor wird in der Landwirtschaft als Phosphatdünger eingesetzt, wobei dieser 10 bis 200 mg Uran/kg Dünger enthält. Bei einer ordnungsgemäßen Düngung führt dies zu einem jährlichen Uraneintrag von ca. 5 g Uran/ha durch den Menschen.

## Radioaktivität, Becquerel (Bq)

Als Radioaktivität bezeichnet man die Eigenschaft von Atomkernen, spontan zu zerfallen und dabei Strahlung auszusenden. Die Maßeinheit ist das Becquerel (Bq). 1 Bq bedeutet den Zerfall eines Atomkerns pro Sekunde.

## Uranhexafluorid ( $\text{UF}_6$ )

Alle industriell zur Urananreicherung eingesetzten Verfahren benötigen gasförmiges  $\text{UF}_6$  als Prozessmedium.  $\text{UF}_6$  ist bei Raumtemperatur ein fester, weißer Stoff, der mit steigender Temperatur zunehmend in den gasförmigen Zustand übergeht.

## Urantrennarbeit (SW)

Als Maß für den Aufwand zur Trennung der Uranisotope wurde die Einheit Kilogramm Urantrennarbeit (kg SW) eingeführt (SW = Separative Work). Als größere Einheit verwendet man auch Tonne Urantrennarbeit (t SW). Die Kapazität von Urananreicherungsanlagen wird ebenfalls in Tonnen Urantrennarbeit pro Jahr (t SW/a) angegeben.

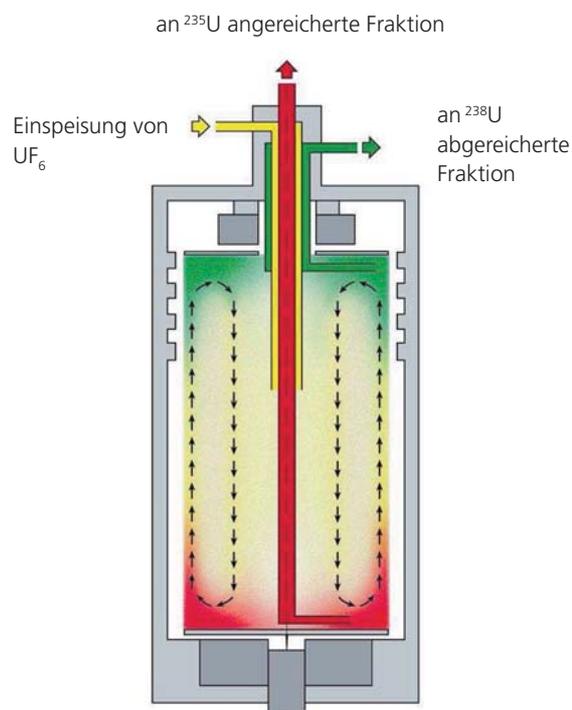
## Zentrifugenkaskaden

Mit einer Zentrifuge kann die gewünschte Konzentration von 3 bis 5 %  $^{235}\text{U}$  nicht in einem Schritt erzeugt werden. Um den Materialdurchsatz zu erhöhen, werden in einer industriellen Anlage die Zentrifugen hintereinander geschaltet betrieben. Den Verbund von parallel und hintereinander geschalteten Zentrifugen bezeichnet man als Kaskade. In den Trennhallen einer Urananreicherungsanlage werden wiederum mehrere Zentrifugenkaskaden betrieben.

## Zentrifugenverfahren

Das Zentrifugenverfahren nutzt den geringen Gewichtsunterschied der beiden Uranisotope zu ihrer Trennung. In dem luftleer gepumpten Gehäuse der Zentrifuge, dem Rezipienten, dreht sich mit hoher Geschwindigkeit ein zylinderförmiger Rotor. Das Natururan wird als gasförmiges  $\text{UF}_6$  in die Zentrifuge eingespeist und dort vom Rotor mitgerissen. Durch die Zentrifugalkraft wird das schwere  $^{238}\text{U}$  stärker an der Rotorwand konzentriert als das leichtere  $^{235}\text{U}$ . Das Gas in Wandnähe enthält daher weniger  $^{235}\text{U}$ , während es weiter zur Achse des Rotors mit  $^{235}\text{U}$  angereichert ist. Entlang der Rotorwand strömt das abgereicherte  $\text{UF}_6$  zum oberen Ende und in Achsnähe das angereicherte  $\text{UF}_6$  zum unteren Ende der Zentrifuge, wo die jeweilige Fraktion durch hakenförmige Röhrchen entnommen wird. Diese Gasbewegung kann durch ein Temperaturgefälle über die Länge der Zentrifuge verstärkt werden.

## Schema einer Gaszentrifuge



# Erklärung des Umweltgutachters zu den Begutachtungs- und Validierungstätigkeiten

Der Unterzeichner, Herr Dr. Jan Schrübbers, Geschäftsführer der bregau zert GmbH, zugelassene EMAS-Umweltgutachterorganisation mit der Registrierungsnummer DE-V-0106, zugelassen für den Bereich 24.46.0, bestätigt, begutachtet zu haben, ob der Standort Gronau, wie in der Umwelterklärung der URENCO Deutschland GmbH, Röntgenstraße 4, 48599 Gronau mit der Registrierungsnummer DE-156-00013 angegeben, alle Anforderungen der Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 25. November 2009 über die freiwillige Teilnahme von Organisationen an einem Gemeinschaftssystem für Umweltmanagement und Umweltbetriebsprüfung (EMAS) erfüllt.

Mit der Unterzeichnung dieser Erklärung wird bestätigt, dass

- die Begutachtung und Revalidierung in voller Übereinstimmung mit den Anforderungen der Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 durchgeführt wurden,
- das Ergebnis der Begutachtung und Validierung bestätigt, dass keine Belege für die Nichteinhaltung der geltenden Umweltvorschriften vorliegen,
- die Daten und Angaben der Umwelterklärung ein verlässliches, glaubhaftes und wahrheitsgetreues Bild sämtlicher Tätigkeiten der URENCO Deutschland GmbH in Gronau innerhalb des in der Umwelterklärung angegebenen Bereichs geben.

Diese Erklärung kann nicht mit einer EMAS-Registrierung gleichgesetzt werden. Die EMAS-Registrierung kann nur durch eine zuständige Stelle gemäß der Verordnung (EG) Nr. 1221/2009 erfolgen. Diese Erklärung darf nicht als eigenständige Grundlage für die Unterrichtung der Öffentlichkeit verwendet werden.

Bremen, 01.08.2017

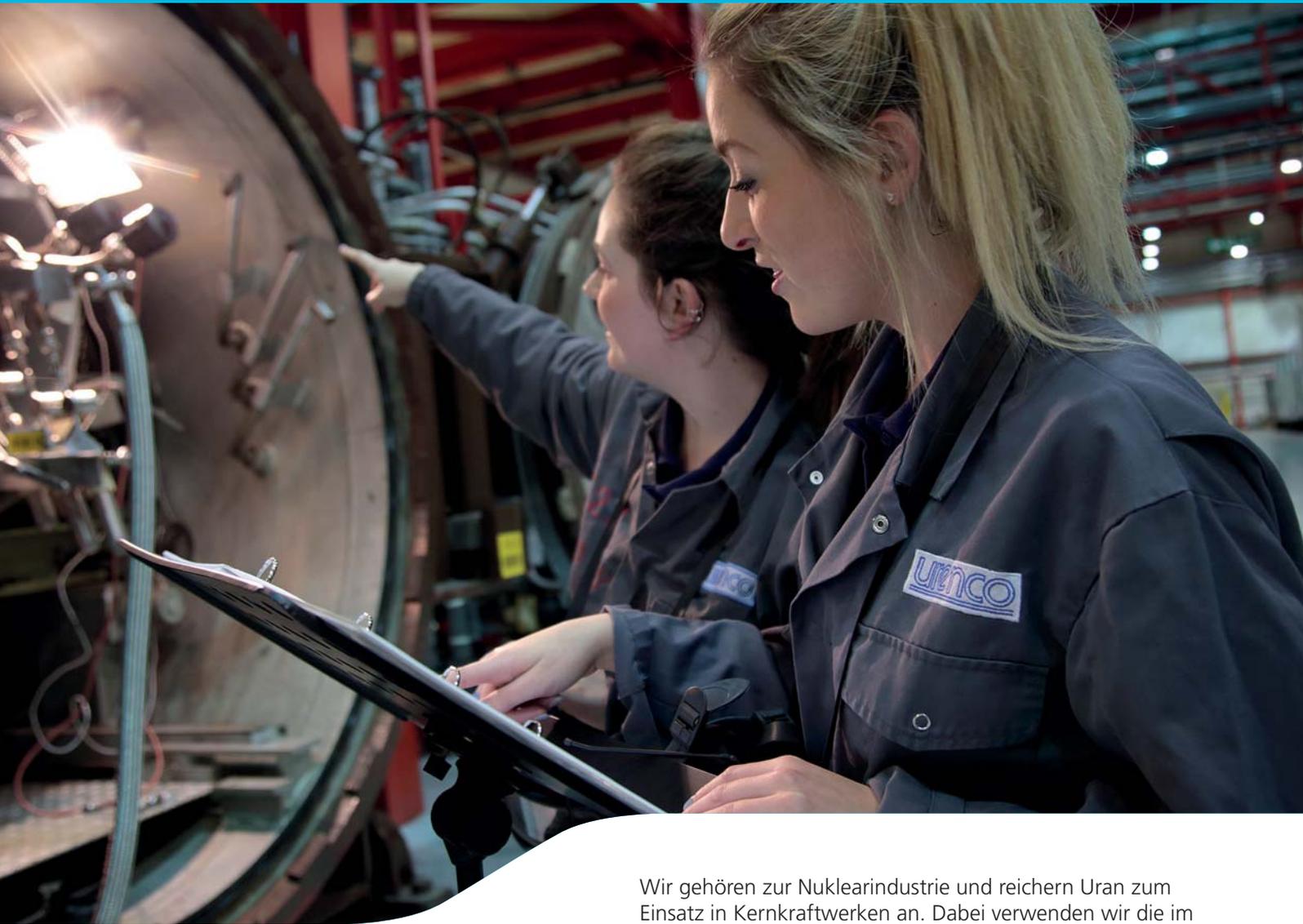


**Dr. Jan Schrübbers**

Umweltgutachter DE-V-0364  
bregau zert GmbH  
Umweltgutachterorganisation DE-V-0106

# URENCO Deutschland

## Wissen schafft Sicherheit



Wir gehören zur Nuklearindustrie und reichern Uran zum Einsatz in Kernkraftwerken an. Dabei verwenden wir die im eigenen Konzern entwickelte Gaszentrifugen-Technologie. Diese Zentrifugentechnologie wird in der Gruppe ebenfalls dazu verwendet, andere Isotope zu trennen. Anwendung finden diese Isotope z.B. in der Forschung oder in der Medizin. Vor Ort in Gronau sind seit den 1980er Jahren Kaskaden mit Zentrifugen in Betrieb. Das erfolgreiche Personalmanagement zeichnet sich durch etliche Preise und Audits aus (z.B. Top Job Award, Best Pers Award, Ausgezeichneter Arbeitgeber). Anhand des Audits „berufundfamilie“ wird die Verbesserung und Vereinbarkeit von Beruf und Familie der Mitarbeiter hervorgehoben. Das Betriebliche Gesundheitsmanagement stellt die Gesundheit der Belegschaft in den Fokus.



Ausgezeichneter Arbeitgeber

[www.tuv.com](http://www.tuv.com)  
ID 0091004215



Neben einer Veröffentlichung auf der Internetseite der URENCO und der Speicherung in der Datenbank des Umweltgutachterausschusses des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit liegt alle drei Jahre – so auch dieses Jahr – die Umwelterklärung kostenlos in gedruckter Form in unserem Informationszentrum für Sie bereit.

Falls Sie an Führungen für Vereine, Gruppen aber auch als Einzelperson in einer Gruppe interessiert sind, melden Sie sich bitte bei unserer Abteilung Öffentlichkeitsarbeit.

Wussten Sie, dass unsere Schwesterfirma in den Niederlanden Isotope zahlreicher Elemente für den medizinischen, den industriellen und den Forschungsbereich herstellt?

Pro Jahr werden so ca. 100.000 Diagnosen und über eine Million medizinische Therapien bei Herz- oder Gehirnerkrankungen, zur Untersuchung von Lungen- und Nierenfunktionen und einer breiten Palette von Krebs ermöglicht.

Außerdem liefert Stable Isotopes notwendige Isotope für die Grundlagenforschung, die zum Nachweis und zur Erforschung von Neutrinos dienen, für die Erweiterung von medizinischen Untersuchungen eingesetzt sowie für die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung gebraucht werden.

**Dr. Chris Breuer**

Leiter Öffentlichkeitsarbeit / Pressesprecher  
Communications & PR Manager

URENCO Deutschland GmbH  
Röntgenstraße 4  
48599 Gronau, Germany

Tel.: +49 (0) 2562 / 711-149  
Fax: +49 (0) 2562 / 711-271  
E-Mail: [info@urencocom](mailto:info@urencocom)  
Web: [www.urencocom](http://www.urencocom)