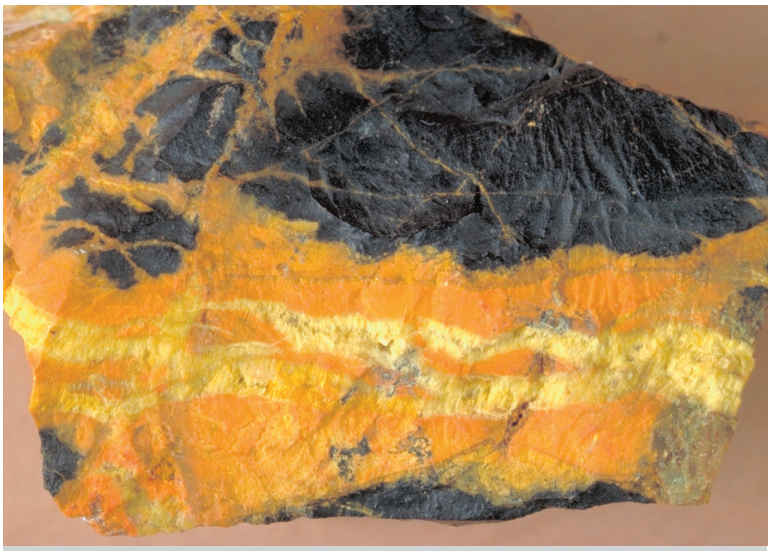
NUKLEARFORUM SCHWEIZ
FORUM NUCLÉAIRE SUISSE

Faktenblatt

Februar 2021

Uran – Ressource mit Zukunft

Uran ist der Rohstoff für den Betrieb der Kernkraftwerke. Die heute bekannten uranhaltigen Erzlagerstätten sind über die ganze Erde verteilt, und auch die Ozeane enthalten riesige Mengen dieses Elements. Je nach Preis und eingesetzter Reaktortechnik reichen die Uranreserven noch sehr lange, auch bei einem Ausbau der Kernenergie. Zudem wirkt sich der Uranpreis kaum auf den Strompreis aus, sodass die Stromproduktionskosten der Kernkraftwerke langfristig gut abschätzbar sind. Das gibt Sicherheit für die Stromkonsumentinnen und Stromkonsumenten in den Haushalten und der Wirtschaft.



Rohstoff für die Stromproduktion: das natürlich vorkommende schwarze Mineral Pechblende (Uraninit) mit gelben und orangen Verwitterungsprodukten, die ebenfalls Uran enthalten.

Foto: NMBE

Das Element Uran

Uran ist das schwerste auf der Erde in relevanten Mengen natürlich vorkommende chemische Element. Spuren von Uran finden sich fast überall in unserer Umwelt und sogar im menschlichen Körper. Uran ist schwach radioaktiv und setzt sich aus einem Gemisch dreier verschiedener Atomkerne des gleichen Elements (sogenannter Isotope) zusammen: aus Uran-234 (nur Spuren), Uran-235 (zu rund 0,7 %) und Uran-238 (zu rund 99,3 %).

Die beiden letztgenannten Uranisotope unterscheiden sich dadurch, dass der Atomkern von Uran-235 drei Neutronen weniger enthält als der Atomkern von Uran-238. Die im Unterschied zum Uran-238 leichte Spaltbarkeit des Urans-235 bildet die physikalische Grundlage für den Betrieb der heutigen Kernkraftwerke.

Hoher Energiegehalt von Uran

Im Atomkern des Urans steckt sehr viel Energie. Kernkraftwerke benötigen daher nur sehr geringe Mengen Kernbrennstoff, um grosse Mengen Strom zu erzeugen. Ein 1000-Megawatt-Kernkraftwerk wie jenes in Gösgen benötigt pro Jahr nur etwa 200 Tonnen Natururan, um rund eine Million Menschen mit Strom zu versorgen. Ein Kohlekraftwerk gleicher Grösse muss dafür über zwei Millionen Tonnen Kohle verbrennen, ein Ölkraftwerk würde rund 1’400’000 Tonnen Schweröl benötigen und ein modernes Gaskraftwerk rund 980’000 Tonnen Erdgas.

Die hohe Energiedichte von Uran und die vergleichsweise sehr geringen Mengen radioaktiven Abfalls sind die Hauptgründe, warum die Kernenergie – zusammen mit Wasserkraft und Wind – bei der Betrachtung der gesamten Umweltbelastung im Vergleich zu den übrigen heutigen Stromerzeugungstechniken am besten abschneidet.

Der Kernbrennstoff Uran in der Form, wie er in den Kernkraftwerken zum Einsatz kommt. Aus drei bis vier solchen Tabletten aus Uranoxid (UO_2) lässt sich soviel Strom erzeugen, wie ein 4-Personen-Haushalt in einem Jahr verbraucht.

Foto: KKG

Uranbergbau

Im Jahr 2019 wurde das Natururan nur noch zu 16% in offenen Gruben und zu 20% unterirdisch im Bergbau gewonnen. Inzwischen stammen mehr als 57% aus dem «In situ leach» genannten Verfahren, bei dem das Uran mit einer durch Bohrlöcher in den Untergrund gepumpten Flüssigkeit aus dem Gestein herausgelöst wird. Der Rest wird als Nebenprodukt der Kupfer- und Goldgewinnung abgebaut oder in weiteren Verfahren gewonnen.

Um die Transportmengen möglichst zu reduzieren, wird ein Konzentrat aus dem Uranerz hergestellt, traditionell «yellow cake» genannt. Bei heutiger Technik ist das ein braunes bis schwarzes Pulver, das 70–90 Gewichtsprozente Uranoxid U_3O_8 enthält.

Umweltmanagement

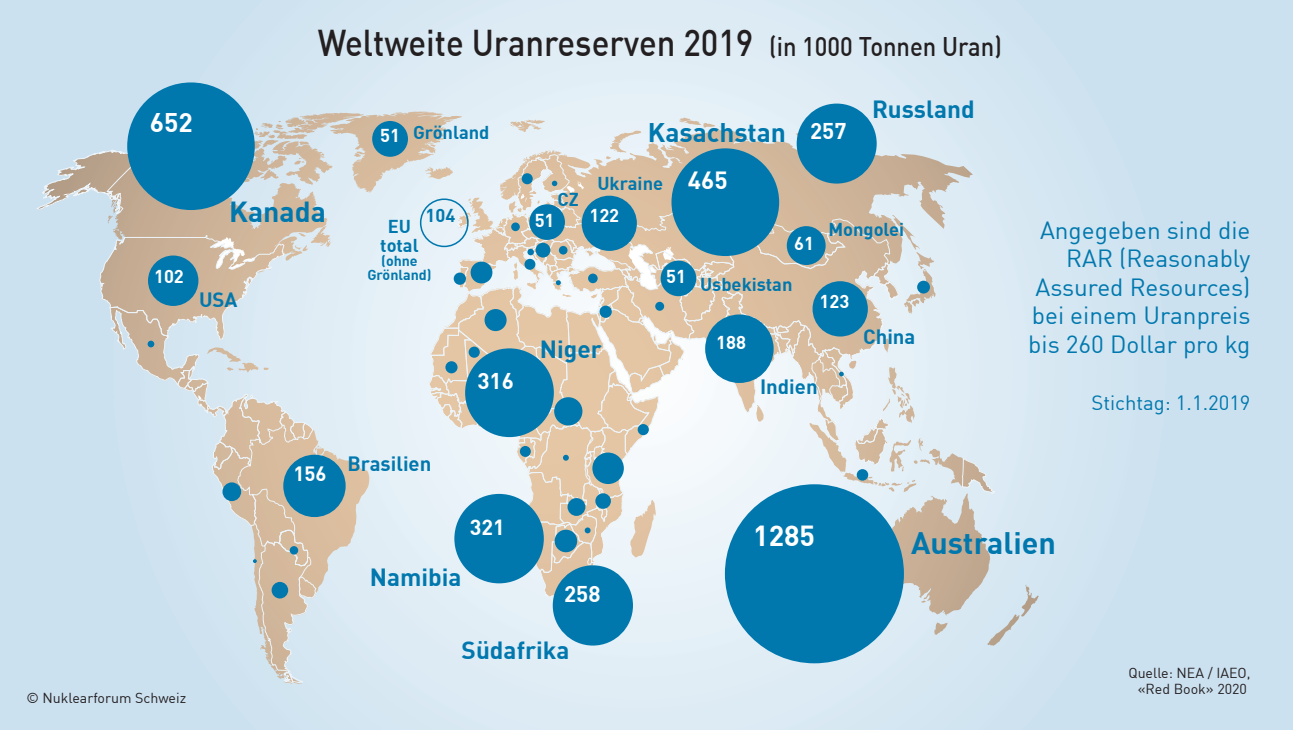
Heute stehen alle Uranminen unter behördlicher Aufsicht. Die Anforderungen des Umweltschutzes an eine Uranmine sind im Prinzip die gleichen wie an jede andere Mine, in der metallische Rohstoffe wie Eisen, Kupfer oder Aluminium abgebaut werden. Uranminen erfordern zwar einen Eingriff in die natürliche Umwelt, ebenso wie die Gewinnung von Eisen und Kupfer für den Bau von Windparks oder Solaranlagen. Entscheidend ist aber, ***wie*** eine Mine betrieben wird.

Zahlreiche Uranminen und Minen, in denen das Uran als Nebenprodukt gewonnen wird, sind heute nach Umweltnormen zertifiziert. Vielerorts verpflichtet die lokale Gesetzgebung die Minenbetreiber, Mensch und Umwelt vor schädlichen Einflüssen zu schützen und die Naturlandschaft nach dem Ende des Minenbetriebs wieder herzustellen. Viele Minenbetreiber haben sich solche Vorgaben auch selbst auferlegt.

Parallel dazu läuft gegenwärtig der Prozess zur Zertifizierung des sozialen Verantwortungsbewusstseins der Minengesellschaften nach internationalen Standards. In vielen Ländern sind Erzminen eine wichtige Lebensgrundlage für die Bevölkerung in der Minenregion.

Uranproduktion heute

Im Jahr 2018 sind als Folge der tiefen Marktpreise in 16 Ländern nur 54'224 Tonnen Natururan gefördert worden, 14% weniger als 2016. Grösster Produzent war Kasachstan (41%), gefolgt von Kanada (13%) und Australien (12%). Im Jahr 2018 deckte die Uranförderung knapp 90% des Bedarfs von rund 59'200 Tonnen. In der Praxis stammt ein Teil des in den Krafwerken eingesetzten Urans aus Lagerbeständen, der Wiederaufarbeitung von ausgedientem Kernbrennstoff oder der erneuten Anreicherung von Uran-235 aus den Rückständen der Anreicherung.



Die Uranvorkommen der Erde sind breit gestreut. Dargestellt sind die Reserven, deren Abbauwürdigkeit und Erschliessungskosten heute im Detail bekannt sind. In den vergangenen rund 30 Jahren blieb die Reichweite dieser Vorräte ziemlich konstant. Das heisst, es wurde jeweils etwa gleich viel Uran neu identifiziert, wie verbraucht wurde.

Uranreserven heute

Angaben zu den globalen Uranreserven beziehen sich immer auf die bekannten und die vermuteten Lagerstätten, die bei einem bestimmten Uranpreis abbauwürdig sind.

In der obenstehenden Karte sind die Reserven dargestellt, die

- heute im Detail bekannt sind und von den jeweiligen Ländern gemeldet wurden
- bei einem Handelspreis von weniger als 260 US-Dollar pro kg Natururan abbauwürdig sind (der Langzeitpreis für Uran liegt gegenwärtig deutlich tiefer).

Zusammen mit den bekannten, aber noch nicht näher untersuchten Lagerstätten reichen diese Reserven nach Einschätzung der Kernenergie-Agentur der OECD beim heutigen Verbrauch für mehr als 135 Jahre. Auch eine Steigerung der weltweiten Kernkraftwerkskapazität um fast 60% bis 2040 wäre ohne Weiteres möglich (entsprechend der Annahme im «High-case»-Szenario der internationalen Kernenergieagentur).

Uranreserven morgen

Für die Kernbrennstoffversorgung der Zukunft gibt es eine Reihe weiterer Optionen:

- ***Erzlagerstätten:*** Bergbauunternehmen erkunden und erschliessen neue Vorkommen nur in dem Umfang, wie sie in den nächsten zwei bis drei Jahrzehnten mutmasslich nachgefragt werden. In letzter Zeit sind die Investitionen in die Suche nach neuen Uranvorkommen zurückgegangen, dies als Folge des derzeit sehr tiefen Uranpreises als Folge des Überangebots. Fachleute erwarten jedoch, dass weiterhin Lagerstätten mit hohen Urankonzentrationen gefunden werden. Zudem zeigen die bisherigen praktischen Erfahrungen im modernen Bergbau, dass auch Uranerze mit wesentlich tieferen Konzentrationsgraden als heute gewonnen werden können, ohne dass deswegen der Energieaufwand stark ansteigt.
- ***Abgereichertes Uran:*** Ab einem gewissen Marktpreis lohnt es sich, das früher bei der Urananreicherung zurückgebliebene, soge-

nannt abgereicherte Uran erneut in den Anreicherungsprozess zu schicken, um den Restbestand an spaltbarem Uran auch noch zu nutzen.

- ***Phosphate und Kohle:*** Bei steigendem Uranpreis kann Uran auch als Nebenprodukt beim Abbau von Phosphaten gewonnen werden. Eine weitere Quelle sind die Filteraschen von Kohlekraftwerken, in denen eine besonders stark uranhaltige Kohle verbrannt wird.

Werden diese vermuteten und alternativen Uranquellen genutzt, reichen die Vorräte auch bei steigendem Verbrauch für sehr lange Zeit. Vor diesem Hintergrund hält es die Internationale Energie-Agentur der OECD für machbar, die Leistung des weltweiten Kernkraftwerkparks bis ins Jahr 2050 sogar mehr als zu verdreifachen – um den Stromhunger der Menschheit zu stillen und die CO_2-Emissionen aus der Stromproduktion spürbar zu senken.

Darüber darf aber nicht vergessen werden, dass Uran auf der Erde in grosser Menge vorhanden ist. Allein im Meerwasser sind einige Milliarden Tonnen Uran gelöst. Praktische Versuche in Japan und den USA haben gezeigt, dass mit geeigneten Gewinnungsverfahren auch dieses Uran eine Option für künftige Generationen sein kann.

Uranpreis und Strompreis

Die Schwankungen des Uranpreises haben nur eine geringe Auswirkung auf die Stromerzeugungskosten in den Kernkraftwerken. Das liegt zum einen daran, dass das meiste Uran im Rahmen langfristiger, preisstabiler Lieferverträge gehandelt wird und bei der Jahresrevision eines Kernkraftwerks jeweils nur etwa ein Fünftel der Brennelemente erneuert wird.

Zum anderen macht der Preis des Natururans in einem Kernkraftwerk heute deutlich weniger als 10 % der Produktionskosten aus oder weniger als einen halben Rappen pro Kilowattstunde Strom.

Langfristig abschätzbar

Das bedeutet, dass auch bei einem allfälligen starken Preisanstieg beim Natururan der Strom ab Werk nur wenig teurer würde und die Schweizer Kernkraftwerke weiterhin die kostengünstigste Stromquelle der Schweiz blieben.

Das gibt Sicherheit für die Zukunft, denn die Kosten für Atomstrom bleiben für die Stromkonsumentinnen und Stromkonsumenten langfristig abschätzbar.

Enormes Entwicklungspotenzial

Das Potenzial der Kernenergie ist riesig: Werden in den kommenden Jahrzehnten andere Reaktortechnologien wie «Schnelle Brüter» kommerziell verfügbar, kann die Kernenergie nach menschlichen Massstäben auf fast unbeschränkte Zeit genutzt werden. Das gilt noch viel mehr, falls in Zukunft einmal die Kernfusion als Energiequelle zur Verfügung stehen sollte oder das Thorium genutzt wird, das auf der Erde noch häufiger vorkommt als Uran.

Hohe Versorgungssicherheit

Die heute bekannten Uranreserven sind über die ganze Erde gestreut. Die grosse Zahl potenzieller Lieferländer bedeutet hohe Liefersicherheit. Zudem lässt sich Uran problemlos lagern. Pro Jahr benötigen die Schweizer Kernkraftwerke rund 600 Tonnen Natururan, was rund 1 % des Weltverbrauchs entspricht. Die Betreiber lagern in der Regel soviel frischen Kernbrennstoff bei sich, wie sie für das nächste Betriebsjahr benötigen.

Falls aus irgendwelchen Gründen plötzlich kein Kernbrennstoff mehr in die Schweiz eingeführt werden könnte, wären unsere Kernkraftwerke in der Lage, während zwei bis drei Jahren mit abnehmender Leistung weiter Strom zu produzieren. Damit ist ein Grad an nationaler Versorgungssicherheit gewährleistet, der bei Erdöl oder Erdgas nie erreicht werden kann.

Nuklearforum Schweiz
Frohburgstrasse 20
4600 Olten
Telefon 031 560 36 50
info@nuklearforum.ch
www.nuklearforum.ch