
II. RADIOAKTIVITÄT

DIE NUKLEARE KETTE

Im ganzen Südwesten der Vereinigten Staaten (Colorado, Utah, Nevada, New Mexico) gibt es viele Uranminen. Die Bergarbeiten werden mehr oder weniger in derselben Art und Weise durchgeführt wie bei anderen Erzen mit dem Unterschied, dass Uran ein radioaktives Element ist. Als Erz selbst ist es nur ein bisschen radioaktiv, trotzdem müssen Atemmasken und Schutzkleidung getragen werden. Der natürliche Zustand von Uran kann nicht in einem Reaktor verwendet werden. Der Typ Uran, der dafür eingesetzt wird, nennt sich Uran-235. Natürliches Uranerz besteht aus etwa 99,3% Uran-238 und nur 0,7% Uran-235. Da nur Uran-235 eine Kernreaktion in einem Reaktor auslösen kann, muss Uran „angereichert“ werden. Das bedeutet, dass der relative Anteil von 0,7% Uran-235 auf etwa 4% erhöht wird.

Das abgebaute Uranerz schafft man zu den nahegelegenen Mühlen, die das Erz pressen und zermahlen, um Uranoxid daraus zu gewinnen. Man erhält am Ende des Prozesses ein pulverförmiges Gemisch aus Uranverbindungen, den so genannten „Yellowcake“.

In einem chemischen Prozess wird der Yellowcake zu Uranhexafluorid im gasförmigen Zustand umgewandelt. Dieser Prozess gehört schon zur eigentlichen Urananreicherung. Da man Uran-235 von den restlichen Uranisotopen trennen möchte, leitet man das Urangas in eine Zentrifuge. Das Schleudern des Gases führt dazu, dass sich die schwereren Uran-238-Isotope an der Innenwand der Zentrifuge sammeln, die Uran-235-Isotope dagegen an der Rotorachse. Die Trennung der beiden Isotope ist das gewünschte Ziel bei der Urananreicherung. Hat man seinen gewünschten Anteil von 4% Uran-235 erreicht, werden die Zentrifugen abgeschaltet. Das Urangas wird zu Tabletten gepresst, die geschliffen perfekt in gasdichte Röhren eingefüllt werden können: die so genannten Brennstäbe. Das übrig gebliebene „abgereicherte“ Uranmaterial wird entweder als Müll entsorgt oder als panzerbrechende Aufsätze von konventionellen Waffen verwendet.

Urananreicherung ist weiterhin der erste mögliche Weg zum Bau einer Atomwaffe. Dafür muss die Zentrifuge nur so lange laufen, bis die Konzentration von Uran-235 bei mindestens 80% liegt. Nur strikte Kontrollen in den Anlagen können sicherstellen, dass die Technologie zur Urananreicherung für friedliche Zwecke eingesetzt wird.

Die Brennstäbe in den Atomkraftwerken strahlen Wärme aus. Diese Hitze lässt Wasser verdampfen, welches Turbinen im Kraftwerk zur Stromerzeugung antreibt. Ausgebrannte Brennstäbe können wiederaufbereitet werden. Hierbei werden Uran- und Plutoniumrückstände von dem restlichen radioaktiven Abfall getrennt und durch chemische Prozesse erneut für Energiegewinnung eingesetzt. Durch seine hohe Radioaktivität kann auch Plutonium zum Bau von Atomwaffen eingesetzt werden. Ausgebrannte Brennstäbe kommen nach ihrer Verwendung für mindestens ein Jahr in so genannte Abklingbecken aus Wasser im Reaktor. Die hohe Wärmeproduktion und Strahlung der Brennelemente klingt in diesem Zwischenlager um etwa 90% der Anfangswerte ab. Erst dann kann es im Entsorgungsprozess des radioaktiven Abfalls zu einer Endlagerung kommen. Als beste Lösung dafür wird bisher die Lagerung in tiefen geologischen Formationen wie stillgelegten Bergwerken angesehen. In Deutschland und weltweit gibt es derzeit kein Endlager.

METHODE: PUZZLE ZUR NUKLEAREN KETTE

Material: Karten zur Nuklearen Kette

Zeit und Ort: 30 Minuten, Stuhlkreis mit Platz in der Mitte zum Legen der Nuklearen Kette

Der Brennstoffkreislauf lässt sich durch seine simple Prozessaufteilung in einzelnen Schritten bildlich darstellen. Der Gruppe soll die Möglichkeit gegeben werden, selbst herauszufinden, wie die Schritte zusammenhängen und wo sich der Kreislauf im System befindet.

Zur Vorbereitung beschriften Sie Kärtchen mit den einzelnen Prozessen der nuklearen Kette und deren Abfallprodukten. Hierzu befindet sich im pdf eine Grafik mit allen relevanten Kärtchen.

SCHRITT 1 - BRAINSTORMING

Bevor die Teilnehmenden irgendwelche Informationen bekommen, ist es wichtig in Erfahrung zu bringen, wie viel sie von dem Thema eigentlich schon wissen. Dafür wird der Begriff „Uran“ auf den Flipchart oder die Tafel geschrieben und gefragt, was den Teilnehmenden zu diesem Stichwort einfällt. Jede zum Thema relevante Antwort wird aufgeschrieben und mit einer Linie mit dem Kreis in der Mitte verbunden. Für den Fall, dass den Teilnehmenden nichts mehr einfällt, können auch Fragen gestellt werden:

- Welche Länder haben Uran?
- Ist Uran gefährlich?
- Wofür wird Uran verwendet?
- Was ist Radioaktivität?

SCHRITT 2 – Die nukleare Kette

Lege den Teilnehmenden die vorbereiteten Karten zu den Schritten der Nuklearen Kette bereit und bitte sie zu überlegen, wie der Brennstoffkreislauf logisch zusammengestellt werden könnte. Sollte es größere Verwirrungen geben, kann man natürlich helfend eingreifen, aber auch aus einem falschen Brennstoffkreislauf lässt sich etwas lernen.

SCHRITT 3 – AUSWERTUNG

Nun wird der Brennstoffkreislauf gegebenenfalls korrigiert und Schritt für Schritt durchgesprochen. Hier hilft die Zusammenfassung im Anhang. Auch mit Bildern kann der Prozess veranschaulicht werden. Es gibt auch Filmmaterial, zum Beispiel unter <http://strahlendesklima.de/>.

