

Antrieb unserer nuklearen Zukunft

geschrieben von Chris Frey | 3. September 2025

Duggan Flanakin

Die meisten Kernkraftwerke in den USA werden mit Uranoxid (Uraniumoxid) betrieben, das eine ausreichend hohe Spaltbarkeit aufweist, gute Stabilität besitzt und Spaltprodukte wirksam zurückhält. Uraniumoxid ist außerdem sehr **widerstandsfähig** gegen Strahlenschäden, allerdings lässt sich aufgrund seiner relativ schlechten Wärmeleitfähigkeit nur schwer Energie daraus gewinnen.

Obwohl Uran in Gesteinen auf der ganzen Welt vorkommt, kam die Uran-Erzeugung in den Vereinigten Staaten nach 1980 fast vollständig zum Erliegen – ebenso wie der Bau neuer Kernkraftwerke –, nachdem eine bis heute andauernde Anti-Atomkraft-Kampagne an Intensität gewonnen hatte. Seit 1992 stammt der größte Teil des von den alternden Kernkraftwerken Amerikas verwendeten Urans aus Kanada (27 %), Kasachstan (25 %), Russland (12 %), Usbekistan (11 %) und Australien (9 %).

Die Trump-Regierung möchte die **Abhängigkeit** der USA von ausländischen Lieferanten für Uranerz und verarbeiteten Uranoxidbrennstoff einschränken, stammt dieser doch größtenteils aus Russland. Im Rahmen einer im Mai angekündigten Politik schlug das Weiße Haus Alarm, dass die Infrastruktur für den Kernbrennstoff-Zyklus stark verfallen sei, da nur etwa 5 % des in US-Reaktoren verwendeten Brennstoffs aus heimischen Quellen stamme.

Ein Grund dafür ist die strenge Regulierung der Genehmigung von Uranminen durch die Bundesbehörden, ein weiterer Grund ist eine Bundesrichtlinie aus dem Jahr 1977, die die Wiederaufbereitung von abgebrannten Brennelementen aus kommerziellen Reaktoren verbietet. Eine **Durchführungsverordnung** von Trump soll sicherstellen, dass die Amerikaner Kernbrennstoffe abbauen, verarbeiten und raffinieren können – als eine Frage der nationalen Sicherheit. Eine zweite Durchführungsverordnung befasst sich mit „sofortigen Maßnahmen zur Steigerung der heimischen Mineralerzeugung“, darunter auch Uran.

Viele Entwickler fortschrittlicher Reaktoren in den USA testen ihre Entwürfe mit dreistrukturellem isotropem Partikelbrennstoff [Tri-structural ISotropic particle fuel; TRISO]. TRISO, vom DOE als „der robusteste Kernbrennstoff der Welt“ bezeichnet, findet auch in älteren Kugelhaufenreaktoren Verwendung. Vertreter der Industrie und der Regierung sehen in TRISO eine Möglichkeit zur Kostensenkung für die gesamte Mikroreaktorindustrie – und für energieintensive Branchen.

TRISO ist strukturell widerstandsfähiger gegen Neutronenbestrahlung, Korrosion, Oxidation und hohe Temperaturen als Uranoxide. TRISO-

Brennstoff besteht aus winzigen, samenartigen Partikeln, die zu zylindrischen Pellets oder billardkugelgroßen Kugeln („Kugeln“) geformt werden können, die entweder in Hochtemperaturgas- oder in salzgeschmierten Reaktoren verwendet werden können. Da jedes TRISO-Partikel als eigenes Sicherheitsbehälter-System fungiert, kann TRISO unter allen Reaktorbedingungen Spaltprodukte zurückhalten.

BWX Technologies hat in Zusammenarbeit mit dem Advanced Gas Reactor Fuel Development Program des US-Energieministeriums (DOE) gerade eine neue Produktionslinie für TRISO-Brennstoff aus Urannitrid in seinem Technologiezentrum in Lynchburg in Virginia [fertiggestellt](#). BWX entwickelt und produziert TRISO-Brennstoff für das Pele-Programm des Verteidigungsministeriums und evaluiert TRISO als Brennstoff für fortschrittliche Reaktoren.

BWXT ist das erste US-Unternehmen, das strahlungsgetesteten TRISO-Brennstoff aus Uranoxycarbid mit Anlagen zur Erzeugung im Produktionsmaßstab herstellt. Die TRISO-Produktionslinie befindet sich am gleichen Standort wie die bestehenden Uranverarbeitungsanlagen von BWXT, um eine vertikal integrierte Anlage zu schaffen, die den gesamten TRISO-Brennstoffkreislauf von der Aufbereitung des Ausgangsmaterials bis zur Rückgewinnung und Reinigung von Uran abdeckt.

Ein weiterer TRISO-Hersteller, Standard Nuclear mit Sitz in Oak Ridge, war das erste vom Energieministerium ausgewählte [Unternehmen](#), um eine inländische Lieferkette für Kernbrennstoffe zum Testen neuer Reaktoren aufzubauen. Bei der Bekanntgabe sagte Energieminister Chris Wright: „Fortschrittliche Kernreaktoren werden für die USA eine bahnbrechende Neuerung darstellen, und damit einher geht die Notwendigkeit, den Brennstoff für diese Reaktoren herzustellen.“

Darüber hinaus stellt TRISO-X, eine Tochtergesellschaft der X-energy Reactor Company, LLC, eine eigene [Version](#) des TRISO-Brennstoffs für die kommerziellen Mikroreaktoren her, die das Unternehmen in Zusammenarbeit mit der Defense Innovation Unit des Verteidigungsministeriums und der US-Luftwaffe entwickelt. X-energy wird seinen TRISO-X-Brennstoff zur Stromerzeugung in seinen hochtemperatur- und gasgekühlten Xe-100-Reaktoren als netzgebundene Energielösung für Versorgungsunternehmen, industrielle Verbraucher und Hyperscaler einsetzen.

TRISO-Brennstoffe sind keine neue Brennstofftechnologie. TRISO gehört zu einer breiteren Klasse von Partikelbrennstoffen, die bereits 1944 – zu Beginn des Atomzeitalters – für gasgekühlte Kugelhaufenreaktoren vorgeschlagen wurden, aber erst jetzt als „Brennstoff der Zukunft“ wieder auftauchen.

Die Forschung zu TRISO begann in den 1960er Jahren, verlangsamte sich jedoch, nachdem die USA in Panik gerieten und die Nuclear Regulatory Commission die Branche unterdrückte. Diese frühen Entwürfe basierten auf Uranoxid für den Kern, um einen internen Druckaufbau durch die Bildung

von Kohlenmonoxidgas zu vermeiden.

Es besteht auch eine enge [Verbindung](#) zwischen der Entwicklung von TRISO für den Einsatz auf der Erde und der Weltraumforschung, da hier die gleichen Prinzipien der Brennstoffstabilität bei extremen Temperaturen gelten. Da die NASA und private Unternehmen Langzeitmissionen mit Besatzung planen, könnten zuverlässige und kompakte Kernkraftwerke unverzichtbar werden – so wie dies seit Jahrzehnten bei Atom-U-Booten der Fall ist.

Nicht jeder setzt jedoch bei der Zukunft der Kernenergie auf TRISO.

Clean Core Thorium Energy [testet](#) seinen patentierten Brennstoff „Advanced Nuclear Energy for Enriched Life“ (ANEEL) in seinem fortschrittlichen Testreaktor im Idaho National Laboratory (INL) des US-Energieministeriums. Der Brennstoff hat einen Abbrand von über 45 Gigawatt-Tagen pro Tonne erreicht und übertrifft damit die Leistungsfähigkeit herkömmlicher Kernbrennstoffe, die in Druckwasserreaktoren zur Stromerzeugung eingesetzt werden.

ANEEL kombiniert auf einzigartige Weise Thorium mit hoch aktivem, schwach angereichertem Uran (HALEU) und bietet damit laut CCTE eine sicherere, effizientere und proliferationsresistente Alternative für bestehende und zukünftige Reaktorflotten weltweit. Schwach reaktives Thorium gilt als sicherere und kostengünstigere Alternative zu Uran in Kernreaktoren – und kommt in der Natur dreimal häufiger vor als Uran.

Thorcon, gegründet vom ehemaligen MIT-Professor Jack DeVanney, hat sein Design für einen Flüssigsalzreaktor, der mit Thorium betrieben und in einer Werft auf einem Fließband hergestellt wird, nach Indonesien [gebracht](#), wo bereits ein 500-MW-Prototyp-Reaktor gebaut wird, der bis 2029 in Betrieb genommen werden könnte. Die Anlage basiert auf einer Technologie, die in den 1960er Jahren im Oak Ridge National Laboratory entwickelt – aber aufgrund der Angst vor der Kernenergie längst aufgegeben worden war.

Anfang dieses Monats begannen Forscher des Pacific Northwest National Laboratory mit der Überprüfung einer weiteren Weiterentwicklung im Bereich Kernreaktorbrennstoff, welche die Leistung von Kraftwerken steigern und die Menge an abgebrannten Brennelementen reduzieren könnte. GE Vernovas Global Nuclear Fuel (GNF) hat acht Brennelemente für zwei 24-monatige Zyklen in einen kommerziellen Reaktor geladen und wurde für eine weitere Bestrahlung neu lizenziert und wieder in den Reaktor eingesetzt.

Das Design verwendet Stäbe in voller und teilweiser Länge, deren Brennstoffpellets Gadolinium enthalten, das Neutronen absorbiert, um die Ausnutzung des spaltbaren Gehalts während des gesamten Brennstoffzyklus zu verbessern. Die Verantwortlichen des Unternehmens warten nun auf die Ergebnisse der Untersuchungen des PNNL an den zweimal verwendeten Stäben.

Eine weitere Möglichkeit zur Ausweitung der heimischen Kernbrennstoffversorgung könnte sich aus der Aufhebung des langjährigen Verbots (initiiert von Präsident Carter) der Wiederverwendung abgebrannter Kernbrennstoffe ergeben, von welchem 91.000 Tonnen in den USA gelagert werden. Einem [Bericht](#) des Kongresses vom Januar 2025 zufolge bestehen 95 % der abgebrannten Brennelemente aus Uran aus frischem Brennstoff und 1 % aus spaltbarem Plutonium, das aus bestrahltem Uran gewonnen wird – beides kann in neuem Brennstoff verwendet werden.

Die USA entwickelten während des Zweiten Weltkriegs die Technologie zur Wiederaufbereitung abgebrannter Brennelemente und betrieben – wie heute Frankreich, Russland und andere Nationen – einige der größten Wiederaufbereitungsanlagen der Welt. Das war zumindest so, bis die Anti-Atomkraft-Bewegung politische Maßnahmen einleitete, welche die Entwicklung der Kernenergie in den USA für 40 Jahre zum Erliegen brachten.

Unterdessen hat China einen Schnellneutronenreaktor der vierten Generation vorgestellt, der Kernbrennstoff effizienter nutzt, Abfall reduziert und die Energieausbeute erhöht. Laut [Energy-Reporters](#) „haben sie einen Reaktor gebaut, der seinen eigenen Brennstoff erzeugt“.

This article originally appeared at [Real Clear Energy](#)

Link: <https://www.cfact.org/2025/08/27/fueling-our-nuclear-future/>

Übersetzt von Christian Freuer für das EIKE