

# Abbaubare Uranvorräte

April 2010

Auszug aus einem Wikipedia-Artikel (zwischen vom Netz genommen), zitiert und umgearbeitet im Buch „Lüdecke: CO<sub>2</sub> und Klimaschutz, Bouvier (2010), 3-te Auflage, Kap. „Energie“

Das oft vernommene Argument endlicher Uranvorräte ist falsch, denn hier sind die Lagerstätten im Gegensatz zum Erdöl und Erdgas in ihren Kapazitäten noch lange nicht einmal ansatzweise gut genug bekannt oder gar ausgebaut. Uran und Thorium wird es im Gegensatz zu Kohle, Erdöl und Erdgas noch für viele tausende Jahre und bei Gewinnung von Uran aus Meerwasser praktisch unbegrenzt geben.

Die Uranvorräte wirtschaftlich förderbaren Uranreserven (definiert durch den maximalen Förderpreis pro Kilogramm nach heutigem Stand der Technik) wurden von der Internationalen Atomenergie Organisation (IAEFA) und der OECD Nuclear Energy Agency (NEA) im Jahr 2006 (letzte Veröffentlichung) im so genannten Red Book ausgewiesen. Demnach sind - je nach Höhe der unterstellten Förderkosten und der Sicherheit ihrer Erfassung - insgesamt noch zwischen 1,73 und 9,4 Millionen Tonnen Uran hinreichend gesichert als wirtschaftlich abbaubar, zu Gewinnungskosten von <130 US \$ pro kg Natur-Uran. Rechnet man vermutete Vorräte hinzu, die sich zu diesem Preis möglicherweise fördern lassen, beläuft sich der Vorrat auf insgesamt 16,9 Millionen Tonnen Uran (Äquivalent zu etwa 250 Jahren heutigen Verbrauchs). Ein anderer Ansatz zur Berechnung des maximalen Preises, zu dem Uran wirtschaftlich abgebaut werden kann, ergibt sich aus der Konkurrenzsituation aller Energieträger. Demnach ist die Förderung von Uran zu solchen Preisen wirtschaftlich, zu denen die aus dem Uran gewinnbare Energie nicht teurer ist als die von anderen fossilen Energieträgern. Aufgrund ihres geringen Preises und der weltweiten Handelbarkeit empfiehlt sich die Steinkohle als Vergleichsenergieträger. Bei einem unterstellten Steinkohlepreis von 50 \$/t, einem Steinkohleheizwert von 30 MJ/kg und einer Uranenergiedichte von 600.000 MJ/kg ergibt sich ein am Markt maximal erzielbarer Uranpreis von 1000 \$/kg. Diese sehr grobe Abschätzung zeigt überdies, dass die Preisgrenze von 130 \$/kg, anhand der gegenwärtig die wirtschaftlichen Reserven kalkuliert werden, sehr gering ist und die Reserven daher äußerst konservativ kalkuliert sind. Der Uranbedarf im Jahre 2006 für die damals weltweit über 441 Kernkraftwerke lag bei rund 68.000 Tonnen pro Jahr. Allein die Europäische Union hat einen jährlichen Bedarf von etwa 20.000 Tonnen Uran. Seit 1990 (Ende Kalter Krieg) bis heute wurde allerdings fast die Hälfte des Uranverbrauchs nicht durch den laufenden Uranabbau gedeckt, sondern beispielsweise aus der Abrüstung von Kernwaffen oder aus Lagerbeständen von Uran und Plutonium (auch aus der Wiederaufarbeitung), dies geht aus Schweizer Veröffentlichungen hervor. Diese Bestände sind nun in den USA erschöpft, und der Preis für Uran hat sich innerhalb von sechs Jahren bis Ende 2006 verfünfacht. Das Red Book weist aber für Russland weitere Reserven aus der Abrüstung aus. Den Berechnungen zur Wirtschaftlichkeit liegt allerdings die Annahme zugrunde, dass fortgeschrittene Methoden zur Kernbrennstoffnutzung nicht in Betracht gezogen werden. So sinkt die Relevanz der Förderkosten mit der Effizienz der Nutzung. Darüber hinaus würde, sollten die konventionellen Reserven knapp werden und der Uranpreis dadurch steigen, auch der Abbau sogenannter unkonventioneller Reserven wirtschaftlich, selbst wenn die Kosten für deren Abbau in der Zukunft durch ausgereiftere Technologien nicht weiter sinken sollten. Über die Wiederaufbereitung bereits abgebrannter Brennstäbe wird nicht aufgebrauchtes spaltfähiges Material recycelt – dadurch sinkt der Bedarf an gefördertem Uran bei gleicher Energieabgabe. Bei heutigen Reaktoren wird üblicherweise etwa 60-70% des spaltbaren <sup>235</sup>U in den Brennelementen tatsächlich gespalten. Durch

Wiederaufarbeitung ließe sich der Anteil auf bis zu 100% steigern und so der Verbrauch frischen Urans um ein Drittel senken. Weiterhin wird  $^{239}\text{Pu}$  und  $^{241}\text{Pu}$  abgetrennt, das wiederum als spaltbares Material in der Form von MOX genutzt werden kann. Wenn das Uranisotop  $^{238}\text{U}$  in Schwerwasserreaktoren eingesetzt wird oder in Brutreaktoren (sogenannten „schnellen Brütern“) in Plutonium transmutiert wird, kann damit die Menge des spaltbaren Materials praktisch um den Faktor 100 vergrößert werden, da 99,3% des in der Natur vorkommenden Urans  $^{238}\text{U}$  ist. In diesem Fall sinkt der Bedarf an Natururan - und selbst die gesicherten Vorräte reichen noch mehrere tausend Jahre - bzw. mehrere Jahrhunderte, wenn die Menschheit theoretisch den gesamten Primärenergiebedarf mit Atomenergie abdecken würde. Die Exploration nach neuen Uran-Abbauorten befindet sich noch am Anfang. Zum ersten Mal seit der Nachkriegszeit wurde wieder 2005/6 signifikant mehr in die Exploration investiert. Wenn neben dem Uran auch Thorium als Brennstoff zum Einsatz kommt, steigt die Größe, die insgesamt aus den gesicherten Vorkommen gezogen werden kann, noch einmal drastisch an, da Thorium dreimal häufiger als Uran ist. Wenn unkonventionelle Reserven wirtschaftlich erschlossen werden können, weil der Rohstoff Uran effizienter genutzt wird, so kommen ca. 20 Mio. Tonnen Uran in Phosphatlagerstätten und potentielle 4 Mrd. Tonnen Uran, das im Salzwasser der Ozeane gelöst ist, zur Geltung. Die Technologie, um Phosphatlagerstätten auszubeuten, ist technisch ausgereift und führt heutzutage zu Kosten von ca. 100 \$ pro kg geförderten Urans. Um Uran aus Salzwasser zu gewinnen, wird eine Technik benutzt, bei der Uranpartikel aus dem Salzwasser gefiltert werden. Dieses in Japan entwickelte Verfahren führt zu Kosten die fünf- bis zehnmal so hoch waren wie der Uranpreis (5600 Yen pro kg Uran, umgerechnet rund 50 Euro) zum Zeitpunkt der Studie (2001). Die Entwicklung ist noch nicht abgeschlossen und eine Verringerung der Kosten auf das drei- bis sechsfache des Preises von konventionell gefördertem Uran wird angestrebt. Während die Atomindustrie davon ausgeht, die verbleibenden Reserven mit Hilfe von Brutreaktoren in einem Brennstoffzyklus zukünftig besser nutzen zu können, wird dies von den Atomkraftgegnern als ineffizient und zu risikoreich angesehen.