

Thoriumreaktor: Wenn die Politik die Nutzung einer Naturkraft verbieten will

geschrieben von Admin | 17. August 2021

Wie lange dauert es, bis ein Reaktor steht? Ruprecht im TE-Podcast: Man braucht dann auch mit allen Genehmigungen bis hin zur Serienproduktion bestimmt zehn Jahre. Man kann das allerdings auch alles beschleunigen, wenn man jetzt wirklich will. Also ähnlich wie beim Corona-Impfstoff, wo man plötzlich alles möglich gemacht hat.

Symbolbild Thorium Reaktor, Podcast

Das gab es noch nie: Die Politik will, dass der Staat die Nutzung einer Naturkraft verbietet. Deutsche Kernphysiker haben aus den bisherigen Reaktortypen ein zukunftssträchtiges, sicheres und leistungsfähiges neues Konzept entwickelt, den Dual Fluid Reaktor. Doch der wird vermutlich in Kanada gebaut. Mittlerweile gilt Thorium als Stein der Weisen für den Reaktorbrennstoff der Zukunft.

Es wird immer wieder hoffnungsvoll als Brennstoff für das Kernkraftwerk der Zukunft angeführt und klingt nicht so »verbrannt« wie Uran: Thorium. Schon längst hätten irgendwelche Kulturkampftruppen diesen Namen angreifen und ihn ändern wollen, denn der ist nach Thor benannt, ein alter Donnergott, ein germanischer schändlicher Weise noch dazu. Thorium selbst ist nicht spaltbar, sondern kann ein Neutron aufnehmen und sich dadurch in Uran 233 verwandeln, und das ist dann die Grundlage der Kettenreaktion.

Doch Dr. rer. nat. Götz Ruprecht, Mitbegründer des Institutes für Festkörper-Kernphysik gGmbH, Berlin (IFK), und Miterfinder des Dual-Fluid-Reaktors, rückt im Gespräch mit *TE* ein wenig die Verhältnisse zurecht: »Das Wort Thorium ist noch nicht so bekannt. Physikalisch gibt es nur wenig Unterschiede, ob man nun Thorium als Ausgangsstoff nimmt oder Uran. Es gibt in der Natur nicht viele spalt- oder brütbare Stoffe. Thorium kann man nicht direkt spalten, jedenfalls ist es sehr schwierig. In die thermischen Reaktoren, wie man sie heute betreibt, kann man Thorium nicht direkt einfüttern. Es muss eine Weile drin sein, Neutronen einfangen, dann wird das zu Uran 233, und das wiederum kann man spalten. Das nennt man dann den Thorium-Uran Kreislauf. Was man heute üblicherweise anwendet, ist der sogenannte Uran-Plutonium Kreislauf. Das ist auch ein Brutprozess, der mit dem direkt spaltbaren Uran 235 mitläuft, nämlich die Erbrütung von Plutonium 239 aus Uran 238.«»Aber das Prinzip ist das Gleiche. Man macht über einen indirekten Prozess die Energie nutzbar, die in den Kernen steckt. Ausgangsstoffe sind das, was man in der Natur findet, also Uran und Thorium. Nun tritt das Uran immer in bestimmten Isotopen-Verhältnissen auf. Und da muss man das Uran auch noch aufbereiten, das heißt genauer gesagt anreichern, um das überhaupt

erst in heutigen Reaktoren spaltbar zu machen. Im Prinzip ist das alles kein Unterschied, ob man nun Thorium oder Uran verwendet.«

In dem ausführlichen Gespräch, das Sie hier als Podcast anhören können, merkt man Ruprecht immer noch das Entsetzen an. Schlimm sei, dass man in Deutschland per Gesetz die Nutzung einer der vier Naturkräfte verbieten will: »Es ist ja sogar so, dass man in Deutschland per Gesetz – das muss man sich mal auf der Zunge zergehen lassen – per Gesetz die Nutzung einer der vier Naturkräfte verbietet. Die technische Nutzung der Kernkraft – das ist eine der Naturkräfte. Wir haben nur vier. Elektromagnetismus – den darf man noch nutzen. Aber Kernkraft darf man nicht nutzen, egal welche Technik man anwendet.«

Ruprecht wurde 2002 in Kernphysik als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Technischen Universität Berlin promoviert. Am kanadischen TRIUMF National Laboratory, Vancouver, arbeitete er mehrere Jahre als Postdoc für nukleare Astrophysik mit Spezialisierung auf Detektorentwicklung, und trug nach seiner Rückkehr nach Berlin zur Weiterentwicklung des Dual-Fluid-Reaktors bei. Dieser Dual-Fluid-Reaktor ist ein patentiertes Reaktorkonzept, das die Anforderungen an inhärentpassive Sicherheit erfüllt, den Brennstoffkreislauf vollständig schließt, ein geologisches Endlager überflüssig macht und gleichzeitig wirtschaftlich ist.»Das wird einfach behauptet, sogar das Bundesverfassungsgericht hat das in einem der letzten Urteile zur Kernenergie einfach behauptet, dass diese Technik im Prinzip nicht vergleichbar ist mit irgendwelchen anderen Risiken, dass das ganz besondere Risiken sind, ohne das irgendwie zu begründen.«

Ruprecht weiter: »Außerdem zählt am Ende auch nur das gefühlte Risiko. Das ist so ein neues Argument, das neuerdings öfter kommt, das ja gar nicht wichtig ist, was wirklich das Risiko ist, sondern was man, was die Bevölkerung der Meinung ist, was es ist.«

Die Menschheit wird jedoch nicht umhinkönnen, die stärkste Kraft in der Natur für die Produktion von Strom und Wärme zu nutzen. Zu viel Energie ist hier verborgen, die alles Bisherige in den Schatten stellt.

Doch die üblichen Siede- und Druckwasserreaktoren sind Produkte aus den Anfangszeiten der Kerntechnik und entstanden auch unter militärischen Kriterien. Das US-Militär setzte den Druckwasserreaktor durch, danach wurden andere Konzepte nicht mehr weiterverfolgt, sondern als „Generation IV“ konserviert. Heute versuchen einige Startups, diese Konzepte wieder aufzugreifen.

Während in Siede- und Druckwasserreaktoren der Brennstoff in festen Formen vorliegt, versuchten ab 1960 Forscher am Oak Ridge National Laboratory für die United States Atomic Energy Commission die Kernspaltung von Uran in Flüssigkeiten. An dieser wissenschaftlich-technischen Forschungs- und Entwicklungseinrichtung im US-Bundesstaat Tennessee wurde seit den 1960er Jahren theoretisch und experimentell

intensiv am Konzept der Salzschnmelzenreaktoren für die kommerzielle Stromproduktion gearbeitet, bis jener legendäre amerikanische General Hyman Rickover dann den Geldhahn abdrehte. Diese Salzschnmelzen sollten gleichzeitig auch die Wärme abführen. Doch diese Konzepte hatten den Nachteil, dass die Flüssigsalze verdünnt werden müssen. Die können daher nicht so viel Wärme leiten, wie der hochkonzentrierte Uranbrennstoff erzeugen kann. Das wiederum mindert die Leistung des Reaktors.

Die Berliner Dual Fluid Reaktorentwickler griffen zu einem Trick: Sie benutzen zwei getrennte Flüssigkeiten, eine, in der mit optimaler Leistungsdichte die eigentliche Kernreaktion abläuft, und eine andere, die die Wärme abführt.

Ruprecht beschreibt im *TE*-Podcast: »Beim Dual Fluid Reaktor haben wir genau dieses Problem gelöst, indem wir gesagt haben, man kann auch genauso gut die Kühlfunktion von der Brennstofffunktion trennen. Das haben wir so gelöst, indem wir ein Rohrsystem im Kern haben, das die Brennstoffflüssigkeit führt und das umspült wird von der Kühlflüssigkeit in dem Fall Blei. Das flüssige Blei nimmt die Wärme auf, aber bereitgestellt wird sie von dem Brennstoff in den Rohren. Das kann Flüssigsalz sein wie beim Flüssigsalzreaktor, aber eben in konzentrierterer Form. Das kann auch eine Metallschmelze sein, das ist eigentlich egal. Beim Dual Fluid Prinzip kommt es nicht auf die Brennstoffe und auf die Kühlflüssigkeit selbst an, sondern nur auf die Tatsache, dass wir zwei Flüssigkeiten im Kern haben, die nicht vermischt werden, aber thermisch in Kontakt stehen und die eine die Wärme abführt, die andere den Brennstoff bereitstellt. Beide Flüssigkeiten sind auch beweglich, das heißt, dass sie rein- und rausgepumpt werden können. Damit haben wir dann die Vorteile von dem Flüssigsalzreaktor kombiniert mit den Vorteilen einer hohen Leistungsdichte. Hohe Leistungsdichte ist das A und O bei der Effizienz.«

Der Reaktor kann nicht »durchgehen«. Er reguliert sich selbst, denn mit einer Temperaturveränderung erwärmt sich die Flüssigkeit, die einzelnen Elemente verändern ihren Abstand voneinander und dadurch treffen weniger Neutronen die benachbarten Kerne. Ruprecht: »Dadurch sinkt dann die Wärmeproduktion und das ist bekannt bei Flüssigkernreaktoren. Aber es ist auch bekannt, dass diese Regulierung sehr schnell erfolgt. Diese Eigenschaft haben im Prinzip auch die Druckwasserreaktoren, bloß reagieren die sehr, sehr träge. Das dauert dann bis 20 Minuten, und das reicht nicht für eine für eine ausreichende Regulierung. Deswegen hat man da immer noch Regelstäbe drin oder man macht das mit Borzusatz im Wasser. Das ist eigentlich heute eher üblich. Das fällt alles weg beim Dual Fluid Reaktor, weil er praktisch instantan nachregelt, denn die Leistung folgt immer der Leistungsentnahme.« Sollte sich doch aus irgendeinem Grund die Temperatur im Reaktor plötzlich erhöhen, dann greift ein anderes einfaches Prinzip: »Das ist sehr simpel, also keine aktive Regelelektronik oder komplizierte Mechanik, sondern ein sehr einfaches und daher auch sehr gut funktionierendes Prinzip. Das besteht einfach daraus, dass man bei der Zuführung oder Abführung des Salzes ein

Stück Rohr abzweigt, also so ein T-Stück. Das heißt, nach unten verzweigt sich das Rohr und diesen Teil, der nach unten führt, den kühlt man außen durch eine Manschette und hält das auf konstanter Leistung, die gerade ausreicht, um die Brennstoffflüssigkeit dort an der Stelle auszufrieren. Dadurch entsteht ein Pfropfen. Das verstopft dann, und das will man ja auch, damit der Normalbetrieb aufgenommen werden kann und die Brennstoffflüssigkeit durch den Reaktor zirkulieren kann.«

»Irgendwann wird dieser Pfropfen anfangen zu schmelzen, dann wird die Sicherung praktisch durchlässig nach unten, und es fließt die gesamte Brennstoffflüssigkeit nach unten ab und kann dort dann ausfrieren. Es dauert Wochen, bis die friert. Man kann sie dann im Grunde auch wieder hochpumpen und den Normalbetrieb fortsetzen.«

Bekannt ist diese Methode von Experimenten am Oak Ridge National Laboratory in den sechziger Jahren. Ruprecht: »So hat man das übrigens auch am Oak Ridge Lab gemacht. Man hat am Freitag den Reaktor sich überhitzen lassen. Man hat einfach die Elektronik abgeschaltet, dann wurde nicht mehr gekühlt und dann ist das alles in sichere Behälter runtergeflossen und am Montag hat man es wieder hochgepumpt. Man kann hier sagen, dass die Notabschaltung identisch mit der normalen Abschaltung ist. Und alle Fälle, also Überhitzung, Stromausfall oder eben nicht mehr ausreichende Kühlung führen zum gleichen Szenario, nämlich dass die Flüssigkeit ganz normal unten in die dafür vorgesehenen Behälter abläuft.«

Bisher steht das Konzept »nur auf Papier«, sorgfältig durchgerechnet, jetzt muss eine Testanlage gebaut werden. Die Wissenschaftler und Ingenieure rund um das Institut für Kernphysik in Berlin haben in Kanada ihr Unternehmen gegründet, das sich mit Planung und Aufbau des Dual Fluid Reaktors beschäftigen soll. Der Grund: »Das kanadische ‚Nuklearklima‘. Das ist natürlich das Argument. Es fließen im Moment tatsächlich auch sehr viel Fördergelder. Aber vor allem man hat den Eindruck, die kanadische Regierung will wirklich Kernenergie haben, und zwar neue Technik, und sie wollen das Problem wirklich angehen. Das heißt eben nicht nur, dass es hier und da mal ne Million gibt, sondern die geben richtig große Gelder aus und wollen auch wirklich in möglichst kurzer Zeit neue Kernreakortypen laufen sehen. Also der Wille steckt dahinter, der ist erkennbar. Das kann sich natürlich jederzeit ändern, aber im Moment ist das halt so. Deswegen haben wir uns für Kanada entschieden.« In dem ausführlichen *TE*-Gespräch weist Ruprecht auf die behindernde Rolle der Bürokratie hin. Über Normen und Genehmigungen kann man Technologien fördern oder zerstören: »Bei der Kerntechnik hat es ja im Grunde angefangen, diese ganze Sicherheitskultur, die zweifelsohne ihre positiven Seiten hat, aber die dann irgendwann auch übertrieben ist. Da fängt es an, sich negativ auszuwirken. Das hat man in der Kerntechnik eigentlich schon lange hinter sich.« Ruprecht sieht auch Parallelen zwischen verschiedenen Technikbereichen: »Beim Diesel sind es immer kleinere NO_x Werte und genauso bei den Kernkraftwerken immer kleinere Strahlungswerte. Aber da das auch inzwischen physikalisch nicht

mehr zu begründen ist, und es keine wissenschaftliche Grundlage dafür mehr gibt, denke ich, wird man den Gürtel nicht noch viel enger ziehen.«

Wie lange dauert es, bis ein Reaktor steht? Ruprecht im *TE*-Podcast: »Man braucht dann auch mit allen Genehmigungen bis hin zur Serienproduktion bestimmt zehn Jahre. Man kann das allerdings auch alles beschleunigen, wenn man jetzt wirklich will. Also ähnlich wie beim Corona-Impfstoff, wo man plötzlich alles möglich ist und alle Probleme beiseite gewischt werden, könnte man das natürlich bei der Reaktorentwicklung auch machen.

Dann kommt man schneller voran, aber es wird dann auch erheblich teurer. Also man kann das auch aufziehen wie das Apollo-Programm und sagen in fünf Jahren wollen wir auf dem Mond sein. Wir sagen dann in fünf Jahren wollen wir serienmäßig Reaktoren produzieren. Es ist alles möglich, aber ich lass es mal bei dem Referenzszenario, dass wir also zehn Jahre benötigen und etwa zehn Milliarden Euro für die Entwicklung eines serienreifen Reaktors.«

Der Beitrag erschien zuerst bei TE hier