

DER TRISO-KUGEL-REAKTOR

Seit fast einem Jahr ist in China der bei uns entwickelte Hochtemperatur-Reaktor (HTR-PM) in Betrieb und liefert Strom ins Netz. Er ist unter der Bezeichnung „**Kugelbett-Modul-Reaktor**“ (Pebble-Bed Modular Reactor) bekannt. Dieser gasgekühlte Reaktortyp wurde in Deutschland entwickelt und bereits vor 50 Jahren produktionsreif gemacht. Die Initiative dazu ging von Rudolf Schulden aus, von meinem Mitschüler am Borkener Gymnasium und späteren Kollegen der Theoretischen Physik; unsere »Doktorväter« waren eng befreundet!

Die Auslegung des Kugelbettreaktors basiert auf einem charakteristischen, kugelförmigen Brennelement namens TRISOⁱⁱ. Es ist eine Kugel von der Größe einer Billardkugel, die etwa 15- 30.000 Uranoxid-Partikel enthält, die so groß sind wie Mohnsamen. Die gleichförmig verteilten Partikel sind mit drei hochdichten Schutzschichten aus Pyrocarbon ummantelt. Diese Hüllschichten und die Kugelschale aus hochfester Siliziumkarbid-Keramik dienen als Druckgefäß, das die Spaltprodukte während des Reaktorbetriebs ebenso wie unter störfallbedingten Temperaturspitzen einschließt und zurückhält. Dieser neue Reaktortyp bietet signifikant höhere thermische Wirkungsgrade als heutige Leichtwasserreaktoren. Auch die relativ kleinen Abmessungen und die vergleichsweise unkomplizierte Auslegung tragen zur Wirtschaftlichkeit des Kugelbettreaktors bei.

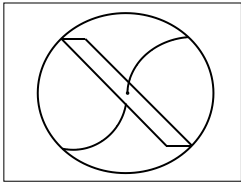
Ein GAU ist bei diesem Reaktor vollständig ausgeschlossen; auch mit einer böswilligen Manipulation könnte er nicht herbeigeführt werden. Außerdem benötigt er keine Endlagerung von verbrauchten Brennstäben, weil diese gar nicht existieren. Das spaltbare Material befindet sich ausschließlich in den Kugeln, die zur Ablagerung nur einen geringen Raum benötigen. Dieser Reaktor wurde mit der kategorischen Absicht konzipiert, die Gefahren vollständig auszuschließen, welche unter den Bezeichnungen Kernschmelze und Endlagerung angemahnt werden. Und die Kugeln schliessen jedwede Möglichkeit aus, das spaltbare Material zu Sprengstoffen zu verarbeiten.

Kennzeichnend für derartige Reaktoren sind noch weitere bedeutende Sicherheitsmerkmale. Neben der inhärenten Sicherheit, das ist eine Sicherheit, die sich durch den Prozess selbst ergibt, die also auch ohne zusätzliche Sicherheitseinrichtungen vorhanden ist, reagiert das Edelgas Helium als Kühlmittel auch bei sehr hohen Temperaturen nicht mit anderen Stoffen. Brennelemente und Reaktorkern können nicht schmelzen und werden selbst bei den extremen Bedingungen, wie sie bei Störfällen auftreten könnten, nur allmählich ihre Festigkeit verlieren. Diese Eigenschaft stellt beim Anlagenbetrieb einen ganz erheblichen Sicherheitsfaktor dar.

Noch weitere Sicherheitsvorteile folgen aus dem Prozess der kontinuierlichen Brennstoffnachladung während des Reaktorbetriebs: Etwa jede Minute wird eine Brennelementkugel am Boden des Reaktorkerns entnommen und oben eine neue Kugel eingeführt. Auf diese Weise bewegen sich die Kugeln langsam über einen Zeitraum von etwa sechs Monaten von oben nach unten durch den Reaktorkern, für den daher auch die Bezeichnung »Ofen« (statt »Meiler«) angebracht ist. Mit diesem Prozess wird im System immer die optimale Brennstoffmenge mit einem Minimum an Überschussreaktivität vorgehalten. Somit wird die ganze Klasse von Störfällen ausgeschlossen, die in wassergekühlten Reaktoren aus dem Vorhandensein von Überschussreaktivität resultieren können. Auch Knallgas – wie in Tschernobyl und Fukushima – kann hier nicht entstehen. Die stetige Bewegung der Brennelementkugeln durch die Bereiche hoher und niedriger Leistung bedeutet, dass die Betriebsbedingungen für diese Elemente im Durchschnitt weniger extrem ausfallen, als dies für lokal fixierte Brennstoffkonfigurationen der Fall ist. Auch dies erhöht die Sicherheitsreserve der Anlage. Die verbrauchten Brennstoffkugeln werden in Langzeit-Zwischenlagern in der gleichen Weise gelagert wie die Brennelemente anderer Reaktortypen. Sie sind allerdings im Allgemeinen für die Wiederaufarbeitung ungeeignet, könnten aber dennoch einer zweckmäßigen Verwendung ganz anderer Art zugeführt werden.

Durch die niedrige Energiedichte wird ausserdem erreicht, dass selbst bei Entladung des gesamten radioaktiven Inhaltes infolge eines theoretisch angenommenen Störfalles erhöhte Radioaktivität auf das Grundstück beschränkt bleibt.

Besonders bedeutsam ist, dass diese Anlagen in Temperaturbereichen betrieben werden können, die es ermöglichen, Wasserstoff aus Wasser oder anderen Rohstoffen nahezu emissionsfrei zu erzeugen. Auf dieser Technologie könnte also eine nachhaltige Energiewirtschaft mit Wasserstoff als Zwischenprodukt basieren.



Grüne Atomkraftwerke

In Deutschland wurde sie verhindert, in China ist sie im Einsatz: die **Kugelbett-Reaktortechnik**. Das Kernkraftwerk von Hamm-Uentrop hätte der erste Kugelbett-Reaktor der Welt werden sollen. Doch es kam anders. Der erste Reaktor mit dieser ungewöhnlichen Technologie wurde schließlich in China in Betrieb genommen – mit Know-how aus Deutschland.

Die bisherigen Systeme der kerntechnischen Industrie sind nur Zwischenschritte und keinesfalls für die Ewigkeit bestimmt. Vom Kugelbett-Reaktor geht nur ein sehr kleines Risiko aus, das sich sogar versichern läßt. Beim ihm gäbe es das heutige Endlagerungsproblem nicht, da er keine Brennstäbe benötigt, sondern lediglich sandkornkleine Panzerkörner. Das sind nadelkopfgroße Kernbrennstoffe, die von einer diamantharten Hülle aus Siliziumkarbid umgeben sind. Diese Körnchen kommen – ähnlich wie die Rosinen ins Brötchen – in eine etwa tennisballgroße Grafitkugel. Die Haltbarkeit dieser Keramikhülle um den Kernbrennstoff wird von den Experten mit mindestens eine Milliarde Jahre angegeben. Damit wäre das Endlagerungsproblem gelöst.

Die Kugelbett-Technologie ist von Hause aus vielfach sicherer als jede andere herkömmliche Reaktortechnik, da ein Kugelbett-Reaktor aus natürlichen Gründen nicht durchbrennen kann. Damit wäre der Betrieb der Kernkraftwerke von seinen heutigen Risiken befreit. Es war eine unbegreifliche politisch motivierte Fehlentscheidung, die weitere Entwicklung der Kugelbett-Reaktortechnologie in Deutschland ganz und gar zu stoppen.

Der Kugelbett-Reaktor ist nicht nur idiotensicher, er ist auch schurkensicher und sogar raketenfest. Was würde denn passieren, wenn man eine Rakete in eine Anhäufung aus einer Milliarde Kügelchen schießt? Die Kugeln und die Panzerkörner würden auseinanderfliegen und den Drücken ausweichen, einige dabei sicher auch beschädigt. Doch die diamantharten Panzerkörner darin blieben unversehrt. Diese Sicherheit ist unübertrefflich!

Kugelbett-Reaktoren könnten sogar innerhalb von Chemieanlagen betrieben werden. Das ist ja ein weiterer Clou dieser Technologie: Mithilfe der im Reaktor gewonnenen Wärme ließe sich kostengünstig Wasserstoff und auch Alkohol produzieren. Wenn man das in großem Umfang machen möchte, um eine Wasserstoffwirtschaft zu etablieren, gelingt das nur mit Kugelbett-Reaktoren.

Diese Reaktoren sind grüne Kernreaktoren. Sie sind völlig anders zu beurteilen als die bestehenden Kernkraftwerke. Es müsste doch sogar möglich sein, auch die GRÜNEN davon zu überzeugen. Sie brauchten nicht einmal über ihren eigenen Schatten zu springen und könnten trotzdem zukunftsfähig werden. Mit der pauschalen Ablehnung der Kerntechnik werden sie aber ganz gewiß aus der Politik verschwinden; denn **auf Kernenergie kann die Menschheit nicht mehr verzichten.**

ⁱ Beide wurden im „Schwarzen Korps“ als »Weiße Juden« diffamiert.

ⁱⁱ TRISO (von englisch TRistructural-ISotropic) ist eine Verarbeitungsform von Kernbrennstoff, die aus dreifach ummantelten Pac-Kügelchen besteht.