

# Die Chinesen sind gelandet...

## Die französische Vorgeschichte

Schon seit längerem betreibt der staatliche französische Energieversorger EDF (Electricite de France) auch die Kernkraftwerke in England. Etwas ungewöhnlich, handelt es sich doch um gasgekühlte (CO<sub>2</sub>) und mit Graphit moderierte Reaktoren älteren Datums. Ein Typ, der schon lange in Frankreich abgeschaltet wurde. Gleichwohl ist EDF somit als ein zuverlässiger und etablierter Betreiber in GB bekannt.

Es war damit folgerichtig, daß auch bei der Renaissance der Kernkraft die EDF an vorderster Stelle mit dabei sein würde. Es entstand das Projekt Hinkley Point C in Somerset mit zwei ebenfalls französischen Reaktoren vom Typ EPR. Alles schien ganz einfach – wenn nicht der französische Versorger chronisch unterfinanziert wäre. Es mußte deshalb unbedingt ein kapitalkräftiger Investor mit ins Boot, zumal noch weitere Kernkraftwerke geplant waren. Die Chance für den chinesischen Staat einen Fuß in die Tür des europäischen Marktes zu bekommen. Seltsamerweise ist die Angst vor einer Abhängigkeit in der volkswirtschaftlichen Schlüsselgröße der Stromversorgung von der chinesischen Diktatur noch geringer, als die Furcht vor dem „friedliebenden und aufrechten Demokraten“ Putin. Irgendwie scheint in den Hirnen europäischer Politiker der Irrglaube, elektrische Energie sei so etwas ähnliches wie Kartoffeln, fest verwurzelt zu sein.

## Die chinesische Vorgeschichte

China baut inzwischen mehrere Reaktoren pro Jahr. Hunderttausende hoch qualifizierte und überdurchschnittlich bezahlte Arbeitskräfte sind dafür nötig. Allerdings ist jedem klar, daß auch in einem Riesenreich der Markt irgendwann gesättigt ist. Darüberhinaus muß man eine Menge Autos, PC's oder Jacken aus recyceltem Plastik verkaufen, um den Umsatz nur eines einzigen Kraftwerks zu erzielen. Ein Wissen, das in Deutschland völlig verloren gegangen zu sein scheint. Deshalb der konsequente Schritt der Chinesen in den Export.

Allerdings ist das einfacher beschlossen, als umgesetzt. Ein wichtiger Hebel ist der Preis und die Finanzierung. Trotzdem ist für ein solch sensibles Produkt auch eine gewisse Reputation nötig. Es reicht (noch nicht) der Nachweis einer großen Stückzahl im eigenen Land. Dies gilt besonders für geheimniskrämerische, sozialistisch geprägte Diktaturen wie China und Rußland. Man versucht deshalb wenigstens den Goldstandard eines „westlichen Genehmigungsverfahrens“ zu erlangen. Ein teures und aufwendiges Unterfangen, wie bereits Rußland in Finnland zu spüren bekommt. Es ist halt ein himmelweiter Unterschied, ob man sich in irgendwelchen Hinterzimmern – unter gegenseitig wohlgesonnenen Fachleuten – Papierberge hin und her schiebt oder im Internetzeitalter unter den Argusaugen von „Atomkraftgegnern“ ein transparentes Verfahren durchstehen muß.

Hinzu kommen bei den Chinesen noch komplizierte Lizenzfragen. Man hat sich aus aller Welt Kernkraftwerke zusammengekauft. Ein Wirrwarr von Lizenzverträgen. Deshalb versucht man es hier mit einer vermeintlichen Eigenentwicklung. So etwas ist in Industrieländern schlicht unverkäuflich. Nicht einmal über den Preis oder politische Kompensationsgeschäfte. Ein Bau in England als Referenz, erscheint daher wie ein Sechser im Lotto. Deshalb also der gemeinsame Antrag von China General Nuclear Power Corporation (CGN), Electricite de France (EDF S.A.) and General Nuclear International (GNI) zum Bau und Betrieb von bis zu sechs Reaktoren. Einschließlich großzügiger Finanzierung, versteht sich.

## **Die Entstehungsgeschichte des Hualong**

Ihren Gemischtwarenladen – nicht nur an Leichtwasserreaktoren – haben die Chinesen nach dem Unglück von Fukushima geschickt zu bereinigen versucht. Es soll zukünftig nur noch ein Typ gebaut werden – sicherheitstechnisch auf den neusten Stand der Technik gebracht, versteht sich.

Alles begann mit der Übernahme französischer Druckwassertechnik, die zum Bau der Reihe M310 im Jahr 1987 führte (4 Reaktoren, Inbetriebnahmen 1994–2003). Dies führte zur Baureihe CPR1000 im Jahr 2005 (13 Reaktoren, Inbetriebnahmen 2010–2016). Die Erfahrungen aus Bau und Betrieb führten 2010 zur überarbeiteten Baureihe CPR1000+ (2 Reaktoren, Inbetriebnahmen 2016–2017). Die Denkpause nach dem Unglück von Fukushima führte zur Baureihe ACPR1000 (4 Reaktoren, noch im Bau). Bisheriger Abschluss dieser evolutionären Entwicklung ist der Typ HPR1000, der seit 2015 im Bau ist. Dies ist auch die Basis des ersten Exports Karachi 2, welches seit 2015 in Pakistan gebaut wird.

China verfügt also über genügend Erfahrung in der Abwicklung solcher Großprojekte. Leider muß man aktuell sagen, sogar über mehr Praxis als die USA und Frankreich. Durch deren lange Pausen beim Neubau von Kernkraftwerken, sind dort die Erfahrungen abgerissen und müssen erst wieder mühselig neu erworben werden. Von Deutschland braucht man in diesem Zusammenhang gar nicht mehr zu reden. Hier ist die Deindustrialisierung bereits so weit fortgeschritten, daß man nicht mal mehr einen vergleichbar simplen Flughafen bauen kann.

## **Die eingereichten Unterlagen**

Im Oktober 2017 wurden die ersten Unterlagen bei der britischen Genehmigungsbehörde eingereicht. In ihnen wird immer von einem UK-HPR1000 gesprochen. Man ist sich also darüber im Klaren, daß es eine spezielle Version geben muß, damit sie in GB genehmigungsfähig ist. Interessant an den eingereichten Unterlagen ist, daß es Beschreibungen des Hualong sind, wie er gerade im Kraftwerk Fangchenggang als Block 3 gebaut wird (HPR1000(FCG3)). Auf diese Weise erhält man einen – wenn auch sehr kleinen – Einblick in die aktuelle chinesische Reaktortechnik.

Bereits aus den beigefügten Zeichnungen kann man erkennen, daß es sich um einen typischen „französischen Reaktor“ handelt, wie er dutzendfach in

Frankreich steht. Charakteristisch sind die drei Dampferzeuger und die dreifachen (redundanten) Sicherheitssysteme. Es handelt sich keinesfalls um eine Neukonstruktion mit grundsätzlich passivem Sicherheitsansatz wie z. B. der AP1000 von Westinghouse oder einem evolutionär weiterentwickelten Konvoi-Reaktor wie den EPR mit vierfacher Redundanz. Es wird interessant sein, wie die Genehmigungsbehörde darauf reagieren wird. So wie er eingereicht wurde, ist er eher ein Neubau vorhandener und nachgerüsteter französischer Reaktoren. Entweder müssen die Chinesen noch richtig Geld in die Hand nehmen um das Sicherheitsniveau moderner westlicher Reaktoren zu erreichen oder GB gibt sich mit geringeren – als möglichen – Sicherheiten zufrieden. Dann könnte man aber auch Reaktoren in Korea oder Rußland kaufen. In diesem Zusammenhang wird auch das Genehmigungsverfahren des russischen Kernkraftwerks in Finnland noch sehr interessant werden. Ist doch auch dort der unmittelbare Vergleich zum EPR gegeben. Jedenfalls ist der Hualong keinen Deut sicherer als die Kernkraftwerke, die gerade in Deutschland vom Netz genommen werden. Absurdistan läßt grüßen. Auch der Betrieb dürfte keineswegs günstiger sein. Dafür sorgt schon die Dreisträngigkeit (Sicherheitsphilosophie: Ein System versagt, ein weiteres startet nicht, d. h. es steht noch ein drittes zur Verfügung. Bei vierfacher Redundanz kann man somit Wartungsarbeiten während des Betriebs durchführen.). Ebenso die konventionelle Leitungsführung (Wiederholungsprüfungen) und die Hauptkühlmittelpumpen.

## Einige Unterschiede zum EPR

Die Leistung des Hualong beträgt nur 70% des EPR. Dies ist kein prinzipieller Nachteil. Allerdings beträgt die Leistung der Dampferzeuger mit  $1050 \text{ MW}_{\text{th}}$  fast 93% der Leistung der Dampferzeuger des EPR. Man hat also durch Weglassen eines Stranges Baukosten gespart.

Der Kern des Hualong besteht aus nur 177 Brennelementen gegenüber 241 Brennelementen beim EPR. Aber die lineare Wärmeleistung ist mit  $179 \text{ W/m}^2$  gegenüber  $170 \text{ W/m}^2$  sogar höher. Auch hier wurde also zur Kosteneinsparung geknautscht. Ebenso ist die aktive Höhe des Kerns mit 3,66 m kleiner als beim EPR mit 4,20 m. Interessant werden die Ergebnisse der thermohydraulischen Vergleichsrechnungen mit ein und demselben Programm sein. Es ist die klassische Frage nach der Optimierung von Kosten und Sicherheitszugewinn die sich hier stellt.

Die Auslegungslebensdauer (nicht zu verwechseln mit der tatsächlichen oder wirtschaftlichen Lebensdauer; sie sind wesentlich höher) wird keck mit 60 Jahren angegeben. Lebensdauer ist aber immer eine Frage der Konstruktion, der verwendeten Materialien und Fertigungsverfahren, der Qualitätssicherung und des Betriebs. Schon die Konstruktion gibt zu denken: Der EPR hat im Druckbehälter einen ca. 30 cm dicken Reflektor aus Stahl, der als Schutzschild für das Reaktordruckgefäß gegen die Bestrahlung mit Neutronen dient. Qualitätssicherung nach europäischen Maßstäben ist die nächste Frage. Man denke nur an das Theater um den Kohlenstoffgehalt im Deckel des EPR von Flamanville. Ein vermeintlicher Kostenvorteil chinesischer und russischer Fertigungsstätten kann schnell in einen Nachteil mit unkalkulierbaren Kostensteigerungen umschlagen, denn man wird weder in Finnland noch GB bereit

sein, ein erhöhtes Risiko einzugehen – egal, ob aus mangelnden technischen Fähigkeiten des Herstellers oder systemtypischer Schlamperei.

Der EPR hat einen sog. „Core-Catcher“, der bei einer Kernschmelze verhindern soll, daß der Sicherheitsbehälter zerstört wird. Beim Hualong wird die Grube, in der sich der Druckbehälter befindet, mit „ausreichend borierten“ Wasser geflutet. So soll ein durchschmelzen des Druckbehälters verhindert werden. Nicht verkehrt, kommt aber sehr auf die konstruktive Gestaltung an.

Dem vollständigen Verlust jeglicher äußeren Wärmesenke (Fukushima Störfall) soll durch einen Wassertank oben am Reaktorgebäude begegnet werden. In diesen ringförmigen Tank soll sich der Dampf aus den Dampferzeugern niederschlagen. Dieses Prinzip wurde offensichtlich von den Russen übernommen. Wie hoch der Sicherheitsgewinn sein soll, wird eine probabilistische Fehleranalyse zeigen müssen. Es riecht ein wenig nach „Weißer Salbe“ oder PR-Gag. Gerne wird von den Russen immer ein Generation III+ angeführt – nur hat ein Wassertank auf dem Dach noch wenig mit einem passiven Sicherheitskonzept für schwerste Störfälle zu tun (z. B. AP1000 von Westinghouse oder ESBWR von GE/Hitachi).

Jedenfalls benötigt der Hualong genauso elektrische Energie, wie schon jeder Reaktor der zweiten Generation. Bricht die Stromversorgung komplett zusammen, schmilzt sein Core genauso, wie in den Reaktoren von Fukushima. Alles hängt – wie übrigens auch beim EPR – von einer stets funktionierenden Stromversorgung ab. Der „Sicherheitsgewinn“ beim EPR und seinem russischen Pendant (richtiger ist eigentlich die Strahlenbelastung der Umgebung nach einem Fukushima Störfall) gegenüber einem aktuellen Reaktor in Deutschland, ergibt sich allein aus dem „Core Catcher“. Es wird noch unwahrscheinlicher, daß große Mengen Spaltprodukte auch bei einer vollständigen Zerstörung von Kern und Druckbehälter freigesetzt werden.

## Nachtrag

Damit kein falscher Eindruck entsteht, es geht hier nicht um eine Abwertung chinesischer Reaktoren, denn es geht immer um die Abwägung von Sicherheit und Kosten, was letztendlich immer eine rein politische Entscheidung ist. Als deutscher Ingenieur tut man sich etwas schwerer damit, da wir zum Gürtel gern die Hosenträger bevorzugen. Andererseits hat uns genau diese Mentalität vor einem Tschernobyl oder Fukushima bewahrt. Deutschland war immer ganz vorne dabei, wenn es um Risikoanalysen und die Umsetzung der daraus resultierenden Konsequenzen ging.

Darin liegt die eigentliche Tragik: Einschlägig bekannte Politiker haben wieder einmal – diesmal durch ein dubioses „Vorangehen“ – versucht, mit ihrer verdrehten Ideologie die Welt zu beglücken. Die Welt wird sich aber mitnichten von der Kernenergie abwenden. Einigen besonders schlichten Gemütern war es einfach egal. Sollen sich doch ferne Völker „verstrahlen“, wir versorgen unser Bullerbü mit Wind, Sonne und Biokost. Das Aufwachen in der Realität wird heilsam sein: Vielleicht werden ja tatsächlich bald Kernkraftwerke in unseren Nachbarländern neu errichtet, die sicherheitstechnisch bestenfalls dem Standard der Kraftwerke entsprechen, die wir gerade voller Begeisterung abschalten. Ähnlichkeiten mit „Hans im Glück“

sind rein zufällig.

Der Beitrag erschien zuerst bei NUKEKlaus [hier](#)