Kernforschungszentrum Jülich 1967 – Kernforscher leiten GAU ein. Keiner hat´s bemerkt!

„Technik und künftige Einsatzmöglichkeiten nuklearer Hochtemperaturreaktoren.“

In der Zeitschrift „Fusion“ Heft 1; 2010 ist der hochinteressanten Beitrag aus dem Jahre 1990 von Prof. Dr. Rudolf Schulten „Alte und neue Wege der Kerntechnik“ nochmals abgedruckt worden, und es reizt mich, heute, nach mehr als 20 Jahren einen Vortrag zu halten, in dem ich, ich nehme bewusst das Ergebnis vorneweg, nachweisen kann, dass die Hochtemperaturreaktortechnik heute noch immer aktuell ist, und mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit bald den Nachweis erbringen wird, dass die Gedanken und Überlegungen, die Prof. Dr. Schulten als junger Ingenieur in den 50iger Jahren hatte, richtig und zukunftweisend sind und sein werden.

Als junger Ingenieur hat mich damals die Aufgabe gereizt, an dem von Prof. Schulten erdachte Reaktorkonzept mit dem AVR-Reaktor in Jülich in leitender Funktion als Hauptabteilungsleiter für die gesamte Technik mitarbeiten zu können, und so den Bau des Reaktors, alle Prüfungen und die Inbetriebnahme bis zur Übergabe an den Kunden verantwortlich zu leiten. Diesen Reiz habe ich bis heute nicht verloren, und daher freut es mich, diesen Vortrag halten zu können.

Hier zunächst noch einmal die Grundüberlegungen aus Sicht der seinerzeitigen Energiepolitik.

Die Energiepolitik nach dem Kriege, also zur Zeit des Wiederaufbaus der Deutschen Wirtschaft basierte auf:

1.) Möglichst preiswerter, also billiger Stromversorgung für Industrie und Haushalten. Teure, überhöhte Strompreise sind unsozial, sie behindern das Wachstum der Volkswirtschaft insgesamt.

2.) Versorgungssicherheit.

3.) Energiepolitisch optimaler Einsatz der vorhandenen Brennstoffe und deren Ressourcen bei der Strom-und Energieerzeugung, sowie in Haushalten und Verkehr.

Hierzu standen zur Verfügung:

- Die festen Brennstoffe, also Stein- und Braunkohle;
- Die flüssigen Brennstoffe Erdöl und Erdgas.

Alle diese Primärenergien waren und sind geeignet zur Erzeugung elektrischer Energie in Kraftwerken. Für Haushalte und Verkehr sind auch heute noch nur die flüssigen Brennstoffe technisch vernünftig und wirtschaftlich einsetzbar.

Daher galt es als Ziel, zur Stromerzeugung primär Stein- und Braunkohlen einzusetzen, die „Edelenergien“ Öl und Gas sollten nur in besonderen Fällen, also falls wirtschaftlich von großem Nutzen, auch in Großkraftwerken eingesetzt werden.

Zur damaligen Zeit war es Stand der „Erkenntnisse“, dass alle diese Brennstoffe nur für einen begrenzten Zeitraum zur Verfügung stehen würden, man rechnete damals bis zur Jahrtausendwende. Dies hat sich als zu pessimistisch herausgestellt. Heute weiß noch niemand, wie lange, vor allem bei dem stetig steigenden Energieverbrauch und der ständig steigenden Weltbevölkerung, diese Energiereserven tatsächlich ausreichen werden. Fakt ist aber weiterhin, dass sie begrenzt sind und dadurch stetig teurer werden. Dies bedarf sicher keiner weiteren Diskussion. Wir in Deutschland sind eines der Öl- und Erdgas ärmsten Länder. Nur die Kohle ist noch vorhanden.

Um dieser zu erwartenden weltweiten Energieklemme frühzeitig gegenzusteuern und im Endeffekt zu vermeiden, wurden schon ab den 50iger Jahre weltweit Kernkraftwerke entwickelt und gebaut.

Diese Problematik existiert auch heute noch, nur dass neben den Kernkraftwerken die sogenannten „erneuerbaren Energien“, also Windkraft und Solartechnik als Alternativen angesehen werden. Doch dazu später noch einigen Worte.

In dieser Zeit hatte Prof. Dr. Schulten bereits die Idee, Hochtemperaturreaktoren zu bauen, wobei er neben dem U235, das in der Natur relativ begrenzt vorkommt, vor allem auch Thorium als nuklearen Brennstoff zu erbrüten und dann als U233 zu verbrennen.

Seine Überlegungen zur technischen Lösung basierten auf folgenden verfahrenstechnischen Grundlagen:

– Kugelförmige Brennelemente wegen ihrer überlegenen Strömungs-und Wärmeübertragungseigenschaften. Sie können während des laufenden Betriebes des Reaktors umgewälzt, ausgewechselt, ihr Abbrand gemessen und abgezogen und gelagert werden;

– Graphit als Hauptwerkstoff für Brennelemente und die Reaktoreinbauten, das dieser Werkstoff als Moderator der Neutronenstrahlung dient und für besonders hohe Betriebstemperaturen geeignet ist;

– Helium als Kühlmittel wegen seiner besonders hohen Wärmeübergangszahlen;

– Ein integriertes, in sich geschlossenes Primärkreis Reaktorkonzept zur Erzielung höchster Sicherheit;

– Uran 235 und Thorium 232 als Brennstoffe, mit dem Ziel, mit dem Uran 233 neuen Brennstoff zu erbrüten;

– Hohe Betriebstemperaturen zur Stromerzeugung mit höchsten thermodynamischen Wirkungsgraden zur optimalen Ausnutzung des nuklearen Brennstoffs;

– Möglichkeit, mittels Kernbrennstoffen wegen der möglichen hohen Gastemperaturen in verfahrenstechnischen und chemischen Prozessen durch Vergasung von Kohlen, Braunkohlen, Torf und weiteren Biomassen flüssige Brennstoffe für Haushalte und Verkehr zu produzieren;

– Der inhärenten Sicherheit des Reaktors, da ein „GAU“ auch bei komplettem Ausfall der Kühlung nicht eintreten kann.

Es waren geradezu visionäre Überlegungen, die zum Erfolg dieser Technik führen, denn alle vorgenannten Überlegungen sind auch heute noch, also nach 60 Jahren, uneingeschränkt gültig. Prof. Schulten war auf seinem Gebiet ein Vordenker, der eigentlich nur mit Wernher von Braun vergleichbar ist. Die in Deutschland durch geführte Entwicklung ist ein großer Erfolg, auch wenn „Umweltschützer“ das nicht anerkennen wollen und Politiker das noch nicht erkannt haben. Ende der 90iger Jahre bei Stilllegung des AVR und des THTR auf politischen Druck, hatte Deutschland in dieser Technik eine weltweit führende Position, ja fast eine Monopol.

An die Ingenieurtechnik stellte die Umsetzung dieser Ideen extreme Anforderungen. Eines der größten Probleme stellte das He-Gas dar.

He ist ein sehr dünnes und trockenes Gas, das zuvor in diesem Umfang noch nie eingesetzt war. Alle Komponenten des Reaktors mussten ohne jegliches Vorbild und ohne vorliegende Erfahrungen neu konstruiert werden. Sie wurden in Versuchsanlagen unter normalen Bedingungen erprobt. Die meisten versagten dann beim Einbau in den Reaktor bei Betrieb unter He-Bedingungen. Dies führt zwangsläufig zu ständigen Terminverzögerungen und Kostenerhöhungen. Als Führungskraft war der Druck enorm. Man hielt mir von oberster Stelle einmal vor:“Sie bauen alles 2x“, meine Antwort war nur kurz, „ja, das ist richtig, aber nichts dreimal“. Erproben und Prüfen bis zur endgültigen Sicherheit, dass alle Probleme erkannt und gelöst seien, ist die entscheidende technische Grundlage für erfolgreiche Entwicklungen. So habe ich auch einmal unwirsch gesagt, was soll ich denn machen, Kosten vermeiden, Termine einhalten oder eine Anlage bauen, die läuft, beides geht nicht. Ich war noch jung genug, um mich durchsetzen zu können. Es würde hier zu weit führen, alle technischen Probleme zu erläutern und die Lösungen aufzuzeigen. Dennoch kam uns Ingenieuren eine Entwicklung, man kann fast sagen, die alles entscheidende, zu Gute. Die fortlaufende Entwicklung der Brennelemente mit den sogenannten „Coated Particles“.

Ohne diese Entwicklung in großartiger internationaler Zusammenarbeit wäre der Erfolg des AVR erheblich schwieriger geworden. Die neuen gepressten Graphitkugeln mit eingelagerten Uran wurden, und das soll besonders erwähnt werden, entwickelt in Zusammenarbeit von

– Dem AVR in D;

– Dem parallel laufenden Dragon Projekt in GB;

- Der Gulf General Atomic in den USA;
- Der KFA Jülich;
- Der KFA Grenobel in F;
- Dem österreichischen Kernforschungszentrum Seibersdorf;
- Dem Reaktorzentrum Petten in NL;
- Der UKAEA in GB;
- Union Carbide Corp. In den USA:
- Der Nukem zusammen mit der Hobeg;

Diese großartige, wohl einmalige internationale Zusammenarbeit wurde maßgeblich mitfinanziert durch das Bundesforschungsministerium, das einen entscheidenden Beitrag leistete.

Der Erfolg dieser Entwicklung lässt sich am besten darstellen, wenn man die ursprüngliche Auslegung des Kühlkreislaufes, also des Heliums im AVR Reaktor betrachtet. Die Radioaktivität wurde anfänglich mit 10^7 Curie ermittelt. Die dann tatsächlich später gemessene Radioaktivität betrug nur noch 360 Curie.

Der AVR erreichte die erste Kritikalität am 28.8.1966. Nach erfolgreicher Durchführung aller Testläufe mit den verschiedenen Komponenten und der erfolgreichen Durchführung aller nuklear-physikalischen Messungen zur Überprüfung der Berechnungen konnte der Reaktor den Betrieb aufnehmen. Am 18.12.1966 wurde die Dampfturbogruppe erstmals aufs Netz geschaltet, mit einer Leistung von 6 MW.

Danach war die Anlage bis zum 31.12.1988 in Betrieb. Die Abschaltung erfolgte allein aus politischen Gründen. Es bestanden weder technische und schon gar nicht sicherheitstechnischen Bedenken. Auch eine sicherheitstechnische Nachrüstung war nicht erforderliche, da in den 22 Betriebsjahren keine nicht lösbaren Probleme aufgetreten sind und/oder nennenswerte technische Verbesserungen nicht erforderlich waren. Alles war von Anfang an bestens durchdacht.

Ein Ereignis ist aber von herausragender Bedeutung. Wir erprobten den „GAU“, den größten anzunehmenden Unfall, der dann zu erwarten ist, wenn die Brennelemente nicht mehr gekühlt werden und alle Sicherheitsvorrichtungen versagen. Wir erprobten also die von Schulten erdachte inhärente Sicherheit des Reaktorkonzeptes, das den Eintritt eines „GAU“ ausschließt. Dieses spannende Experiment fand unter Ausschluss der Öffentlichkeit statt und wurde kaum beachtet. Der Reaktor wurde auf volle Betriebsleistung von 15 MWel und der vorgegebenen Betriebstemperatur von 850 °C hochgefahren, dann wurden alle Sicherheitseinrichtungen blockiert, die Kühlgasgebläse abgeschaltet. Wie vorberechnet wurde der Reaktor in einigen Tagen von selbst kalt, durch Abfuhr der Restwärme des Cores nach außen.

Dies war der erste GAU in einem Kernkraftwerk weltweit, niemand hat davon etwas gemerkt, keine Strahlung drang nach außen und das Betriebspersonal konnte unbehelligt in der Warte den Ablauf dieses Experimentes beobachten. Dieser Versuch wurde 1979 wiederholt, diesmal aber mit detaillierten Aufzeichnungen und Messungen des gesamten Ablaufs.

„Tschernobyl“ war später, es war also nicht der erste „GAU“. Die schrecklichen Nachwirkungen dieser Katastrophe einer völlig anderen Reaktorkonstruktion belasten bis heute die Diskussion zur Sicherheit von Kernkraftwerken.

Der HTR ist bis heute das einzige Reaktorkonzept, bei dem ein solcher Unfall aus nuklear-physikalischen Gründen ausgeschlossen ist. Dass man dies in der Politik und der öffentlichen Meinung praktisch totschweigt, ist jedem Fachmann unverständlich.

Wenn wir von Störungen sprechen, so soll hier eine gravierende Störung erwähnt werden. Der Dampferzeuger galt als kritisches Element, da bei einer Undichtigkeit Wasser in das Helium eindringen konnte, was eine totale Abschaltung des Betriebes erfordert hätte. Mehrere hunderttausend Schweißnähte wurde bei der Erstellung überprüft, alle verfügbaren Prüfverfahren wurden eingesetzt, sogar neu entwickelt, alle Prüfungen und Druckproben verliefen ohne Beanstandung. Selbstverständlich wurden in vielen Berechnungen, Studien und Untersuchungen die Auswirkungen eines solchen Wassereinbruchs in das System berechnet. Alle zeigten, daß eine nuklear bedenkliche Störung nicht eintreten kann. Tatsächlich ist diese Störung dann auch eingetreten. Ein sicherheitstechnisches Problem bestand nicht. Nach der 7-stufigen Internationalen-Bewertungsskala für Störungen und Störfälle in kerntechnischen Anlagen ist sie in die Kategorie 1“Störung“ einzuordnen. Betrieblich gesehen negativ war die lange Stillstandszeit von mehreren Monaten zur Behebung des Schadens.

Alle anderen Komponenten arbeiteten praktisch einwandfrei. Verschleißteile und kleinere Mängel konnten zum Teil während des laufenden Betriebes durch Einsatz unserer speziell für solche Fälle entwickelten Ausbautechnik behoben werden, ohne dass eine unzulässig hohe Bestrahlung des Personals eintreten konnte,

Der Betrieb des AVR war eine wohl für eine Erstausführung einmalige Erfolgsgeschichte. Es ist kein einziger „Strahlenunfall“ vorgekommen. In 22 Betriebsjahren ist kein Mitarbeiter einer zu hohen Strahlendosis ausgesetzt gewesen. Die Abgabe von radioaktiven Stoffen an die Atmosphäre war gering, in keinem einzigen Fall ist es zu einer Überschreitung der zulässigen Dosen gekommen. Alle, natürlich nicht 100% vermeidbaren Betriebs- „Störungen“, mit Ausnahme der des Dampferzeugers können nach der Bewertungsskale mit „0“ – keine oder sehr geringe sicherheitstechnische Bedeutung- bewertet werden.

Die Zeitausnutzung, also die Zeit in der der Reaktor in 22 Jahren in Betrieb war, lag bei 66,4%. Da es sich um einen Versuchsreaktor handelte, vor allem auch zur Erprobung verschiedener Brennelemente im Rahmen des vorerwähnten Entwicklungsprogramms, ist hierin die Abschaltzeit für diese Arbeiten enthalten. Die höchste Betriebsverfügbarkeit wurde 1976 erreicht, mit einem

Wert von 92%. Es wird zwar keine internationale Statistik geführt, aber dies war für eine völlig neu entwickelte Technik sicher ein Weltrekord.

Schon 1966 wurde das Grundkonzept für den Nachfolgereaktor erarbeitet. Die Leistung wurde mit 300 MWel festgelegt. Sicher war es ein enormer Leistungssprung von einem Versuchsreaktor mit einer Leistung von 15 MWel –ohne vorliegende Betriebserfahrungen- gleich einen Demonstrationsreaktor mit dieser Größe zu bauen. Aber nach Abwägen aller Pro- und Contra- Argumente war diese Entscheidung sehr mutig aber auch heute noch richtig.

Gegenüber der AVR-Technik mussten wesentliche konstruktive Änderungen durchgeführt werden:

– Anstelle des Stahldruckbehälters wurde ein Spannbetondruckbehälter vorgesehen. Eine weltweit völlige Neukonstruktion;

– Auf ein druckfestes Containment konnte wegen der geringen Aktivität des Heliums verzichtet werde. Es wurde nur eine drucklose Stahlummantelung vorgesehen.

– Das Helium-Kühlgas musste den Reaktor von oben nach unten durchströmen, weil wegen der höheren Leistung die BE sich sonst in der oberen Schicht abgehoben hätten;

– Bei der BE-Abzugsvorrichtung wurde eine neue Konstruktion eingebaut;

Nachdem dieses Konzept in der Planung bereits weit fortgeschritten war, stellten unsere Reaktorphysiker fest, dass der Durchmessers des Kugelbettes so groß war, dass es nicht mehr möglich war, die Abschalt-und Regelstäbe im äußeren Graphitreflektor mechanisch praktisch beanspruchungslos zu führen. Dadurch konnte der Reaktor nicht mehr vollständig abgefahren werden. In einer großen Runde mit allen beteiligten Vorständen wurde diese extrem schwierige Situation besprochen. Nachdem sicher war, dass ein Schaden mit Gefährdung des Betriebspersonals und vor allem der Umgebung nicht eintreten konnte, wurde entschieden, die Abschaltstäbe direkt in das Kugelbett einzufahren. Dies führte zu einer sehr schwierigen Konstruktion dieser Stäbe und der Gefahr der Zerstörung der Brennelemente. Es wurde erkannt, dass ein Reaktor dieser Größe gebaut werden musste, um feststellen zu können, ob diese Konstruktion technisch überhaupt realisierbar war. Eine Alternative wäre ein Ringcore gewesen, doch hier erschien, ohne Kenntnis des langjährigen Betriebsverhaltens der Graphiteinbauten im AVR, das konstruktive Risiko noch größer zu sein. Nach Stilllegung des AVR, also 23 Jahre später, hat sich dies als Irrtum erwiesen, denn die Graphiteinbauten waren nach 22 Betriebsjahren praktisch wie neu. Kein einziger Block hatte sich auch nur um 1mm verschoben Die Entscheidung fiel –leider- zu Gunsten der Abschaltstäbe mit Einfahren in das Kugelbett aus. Die Betriebserfahrungen mit dem Demonstrationsreaktor sollten abgewartet werden, um später eine endgültige Entscheidung treffen zu können.

Leider sind dann die befürchteten Schwierigkeiten bei der Inbetriebnahme tatsächlich eingetreten. Die hierdurch bedingten Schwierigkeiten beim Betrieb des Reaktors wurden beherrscht. Der Reaktor war immerhin drei Jahre in

Betrieb. Ein Vergleich der Bruchraten zwischen AVR und THTR veranschaulicht die Problematik. Die Bruchrate pro umgewälzten BE lag beim AVR bei 0,0092 %, beim THTR bei 0,6%. Diese war natürlich viel zu hoch. Alleinige Ursachen waren die Abschaltstäbe und die neue Abzugsvorrichtung.

Alle anderen Komponenten arbeiteten einwandfrei. Der THTR war 3 Jahre mit 16.000 h in Betrieb. Diese Betriebszeit war ausreichen, um alle Erkenntnisse und Erfahrungen zum Bau weiterer Reaktoren zu erhalten. Besonders wichtig war das Ergebnis, dass die Dampferzeugung mit höchsten thermodynamischen Wirkungsgraden einschließlich der Zwischenüberhitzung problemlos funktionierte. Die Betriebsergebnisse beim An- und Abfahren der Anlage und im Regelbetrieb waren voll vergleichbar mit denen konventioneller Kraftwerke. Es trat auch, wie beim AVR, keine einzige sicherheitstechnisch relevante Störung auf. Das Betriebspersonal wurde trotz der eingetretenen Probleme nicht unzulässig hoch belastet.

Zusammengefasst nachfolgend die wesentlichen Ergebnisse und Erfahrungen mit dem THTR-300:

– HTR-Kraftwerken können im elektrischen Verbundnetz nach Vorgabe der Lastverteilung eingesetzt werden, das Regelverhalten, auch zur Frequenzhaltung, ist einwandfrei;

– Beim Stillstand, bei Reparaturen selbst am offenen Primärteil wurde das Personal nie unzulässig hoch strahlenbelastet;

– Durch den eingetretenen Kugelbruch stieg die Aktivität des Primärgase Helium nicht an, die coated particles sind so klein und hart, dass sie nicht zerbrechen können.

– Alle neu konstruierten Komponenten und die gesamte Anlage, mit Ausnahme der vorbeschriebenen Probleme mit zu hohem Kugelbruch, arbeiteten einwandfrei;

– Es wurde der zweifelsfreie Nachweis erbracht, dass die Sicherheitstechnik so weit entwickelt ist, dass keine Gefahr für das Bedienungspersonal und die Bevölkerung besteht. Im schlimmsten überhaupt denkbaren Störfall ist, wegen der sehr geringen radioaktiven Belastung des Heliums eine Evakuierung der Bevölkerung nicht erforderlich.

Trotz der kurzen Betriebszeit hat der Demonstrationsreaktor alle Erkenntnisse und Erfahrungen erbracht, um neue HTR-Kraftwerke sicher bauen zu können.

In der Öffentlichkeit ist es kaum bekannt, dass der stillgelegte Reaktor den Nachweis erbringt, dass der Spannbetonbehälter das sicherste Endlager für strahlende Komponenten ist. Sicherer geht es ingenieurtechnisch nicht. Außerhalb des Spannbetonbehälters ist keine Strahlung mehr messbar. Ein schönes Restaurant auf dem Dach gebaut, mit herrlichem Blick in das Münsterland, wäre sicher eine prima Endlösung.

Das Ergebnis aus den zusammengefassten Betriebserfahrungen mit dem AVR und

dem THTR zeigt, dass es ohne weitere Entwicklungen möglich ist, diese Technik großtechnisch anzuwenden.

Das Ergebnis meiner eigenen konstruktiven Überlegungen möchte ich nachfolgend kurz erläutern.

Bei einem zukünftigen Hochtemperaturreaktor ist die Maximierung der Sicherheit das mit Abstand wichtigste aller Kriterien. Weiter soll von Anfang an die Frage der Endlagerung nach Stilllegung einer solchen Anlage mit geplant werden. Ich möchte diese Technologie als integriertes Konzept als eine in sich geschlossene Nukleare Hochtemperaturtechnologie /NHTT/ bezeichnen und verstanden wissen.

Die folgenden konstruktiven Grundlagen sind Kernstück dieser Technik:

– Erdbebensicherheit nach Stärke 6, also für unsere Regionen die höchstdenkbare Erdbebensicherheit.

Diese ist zu erreichen durch ein großflächiges, starkes Betonfundamentes. Hierbei entsteht eine große Grundfläche, die den Aufbau eines stabilen, nach außen gasdicht abgeschlossenen Betonunterbaus ermöglicht. In den Räumen unterhalb des eigentlichen Reaktors sollen alle Tätigkeiten ausgeführt werden, die mit einer Strahlenbelastung verbunden sein könnten. So bspw. Ausführung von Reparaturen an Komponenten, deren Dekontamination und eventueller Endlagerung in abgeschlossenen Räumen. Ferner das Endlager für abgebrannte Brennelemente. Ziel soll es sein, dass kein Bauelement, das einer Bestrahlung ausgesetzt war, das Betriebsgelände verlassen muss. Daher sind keine „Castor-Transporte“ zu anderen nuklearen Lagern erforderlich. Dass dies problemlos möglich ist, zeigen die Erfahrungen mit dem THTR-300.

– Ein Kernschmelzen, also ein „GAU“, ist nuklear-physikalisch ausgeschlossen;

– Die kugelförmigen Brennelemente haben sich als die besten Brennelemente erwiesen. Die Spaltprodukte werden bereits im Kern der „Coated Particles“ mit einem Durchmesser von nur 0,5mm durch hochgasdichte Hüllen aus PyC und SiC weitgehend zurückgehalten. Diese Hüllen stellen die erste Barriere zur Verhinderung des Austritts von Spaltprodukten in das He-Kühlgas dar. Dadurch wird dieses nur gering belastet. Die kugelförmigen BE haben weiter gegenüber allen anderen Konstruktionen den Vorteil, dass sie sehr kompakt und leicht handhabbar sind. Daher ist der erforderliche Raum zu einer Zwischen- oder Endlagerung auch bei vielen Betriebsjahren sehr gering und kann problemlos im „Betonunterbau“ untergebracht werden.

– Der Spannbetonbehälter hat sich als berstsicher erwiesen, er ist damit die wichtige 2. Sicherheitsbarriere gegen Austritt von Radioaktivität.

– Ein druckloses Containment um die gesamte Anlage stellt die 3. Barriere dar. Das Volumen ist so groß, dass das gesamte He-Primärgas im Kühlkreislauf dort aufgefangen werden könnte, ohne dass etwas nach außen dringen kann.

– Anstelle eines zentralen Brennelementabzugs mit einem zentralen Kugelhaufencore wird ein Ringcore mit mehreren Abzugsvorrichtungen gebaut. Es ermöglicht bei gleichem Grundkonzept den Bau von Anlagen bis zu den höchsten Leistungen bei optimalem Durchlauf der BE. Die Abschalt- und Regelstäbe werden praktisch beanspruchungslos in die Graphitreflektoren eingebaut.

– Ein doppelter He/He-Kreislauf verhindert die Übertragung von Spaltprodukten, auch von Graphitstaub, nach außen. Der Primärteil des Reaktors ist so auch sicher gegen „Fremdmedieneinbruch“ von außen.

– Dieses Konzept ermöglicht eine einfache Kontrolle über den Verbleib des nuklearen Materials.

– Die 5-6m dicken Wände aus vorgespanntem Beton des Druckbehälters sind sicher gegen jede Art von terroristischer Bedrohung und auch gegen Flugzeugabstürze. Sie halten selbst gezielten Raketenangriffen stand.

Diese sicherheitstechnischen Vorteile können in diesem Umfang von keinem derzeit bekannten Kernkraftwerk erreicht werden und werden auch nicht zu erreichen sein.

Nun noch eine zusammenfassende, kurze Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der NHT-Technologie:

– Die kugelförmigen Brennelemente sind die nuklear sichersten, betrieblich am einfachsten zu handhabende und wegen ihres geringen Volumens am sichersten end-zu-lagernden Brennelemente. Sie ermöglichen zudem einen BE-Wechsel bei laufendem Betrieb, also ohne Abschaltung der Anlage. Dies ist aus wirtschaftlich-betrieblicher Sicht ein enormer Vorteil.

– Die hohen Primärgastemperaturen ermöglichen höchste thermodynamische Wirkungsgrade, daher beste Ausnutzung des nuklearen Brennstoffs.

– Die Hochtemperaturwärme kann neben zur Stromerzeugung in den verschiedensten verfahrenstechnischen Prozessen, bspw. zur Erzeugung flüssiger oder gasförmiger Brennstoffen genutzt werden.

– Der Einsatz von Thorium 232 ermöglicht das „Erbrüten“ des spaltbaren Urans 233 als neuem Brennstoff. Daher reichen die vorhanden Uranreserven aus U235 in Verbindung mit Thorium 232 auf unabsehbare Zeiten aus.

Zum Abschluss aber noch ein Wort zur Frage des CO2 in der Atmosphäre. Ohne CO2 ist der Planet Erde unbewohnbar. Wer behauptet, CO2 sei ein „Schadgas“ oder „Schmutzgas“ und strebt gar ein „0-CO2 Ziel“ für den Planeten Erde an, zeigt ein unfassbares Maß an minimalsten, elementarsten Schulkenntnissen, er hat einen hohen Mangel an Allgemeinbildung. Ein wissenschaftlich exakter Nachweis dass CO2 einen Einfluss auf das Klima unseres Planeten Erde hat, existiert nicht, im Gegenteil, das Klima unseres Planeten Erde ändert sich auch ohne den Menschen seit Jahrtausenden. Die Natur, nicht der Mensch, oder auch das Weltall mit Sonne, Mond und Sternen bestimmen unser Klima. Prof. Dr. S. Fred Singer hat dies umfassend in seinem Buch. „Die Natur, nicht menschliche Aktivität, bestimmt das Klima“ dargestellt. Mit Ausnahme der BRD und einiger EU Staaten handeln alle Staaten weltweit danach, vor allem auch

die USA und China. Der für Kraftwerke vorgesehene CO2-Emissioinshandel ist daher völliger Unsinn. Auch die KKW – Betreiber sollten die CO2-Freiheit ihrer Stromerzeugung nicht mehr als Vorteil herausstellen, sondern allein die wirtschaftliche Überlegenheit dieser Technik. In allen Kernkraftwerken wird der Strom um den Faktor 6-30 niedriger erzeugt, als dies in den Anlagen mit „erneuerbaren Energien“ auch auf Dauer möglich ist. Die Kosten der elektrischen Energie haben einen entscheidenden Anteil auf die Kostenbelastung der Bevölkerung, hohe Stromkosten sind in höchstem Maße unsozial. Vor allem aber die energieintensive Industrie, in der heute noch Millionen von sicheren Arbeitsplätzen vorhanden, sind wird gegenüber der ausländischen Konkurrenz entscheidende Nachteile haben. Ihre Schwächung, wenn nicht gar Vernichtung in Deutschland, durch die hohen Kosten der „erneuerbaren Energien“ führt mit Sicherheit zu einer entscheidenden Schwächung unserer Wirtschaft in allen Bereichen und damit zur Unfinanzierbarkeit unserer sozialen Einrichtungen. Nur ein „Energiemix“ aus möglichst billigen Produktionsanlagen ist ein volkswirtschaftlich vernünftiger Energiemix. Dies war, wie eingangs erläutert, in den Nachkriegsjahren richtig und ist es auch heute noch. Herr Dr. Großmann hat dies in einer Leserzuschrift in der FAZ vom 19.Juli 2010 wie folgt beschrieben: „Es geht um knallharte Industriepolitik“. Wer dies nicht erkennt und danach handelt, versündigt sich an der Deutschen Wirtschaft.

Wie absurd die Bestrebungen von Regierung und Opposition sind, eine weltweite „Führerschaft“ bei „erneuerbaren Energien“ zur CO2-Vermeidung und damit zum „Klimaschutz“ anzustreben, soll folgende simple Rechnung, die als Leserzuschrift von mir am 14.Januar 2010 in der FAZ erschienen ist, und mir enorme Zustimmung gebracht hat, zeigen. Wenn in der BRD überhaupt kein anthropogenes CO2 mehr erzeugt wird, wenn also Deutschland auf der Welt nicht mehr existieren würde, hat dies einen Einfluss von 0,00004712% auf die Gesamtproduktion von CO2 unseres Planeten. Wer dennoch dieses Ziel verfolgt, muss einem geradezu unglaublichen Größenwahn erlegen sein.

Vortrag von *Dr.-Ing. Urban Cleve*

Update zur aktuellen Lage in Fukushima finden Sie hier:

Kurzberichte zu Fukushima Daiichi (11): Die Temperaturen sinken jetzt schnell. "Kein zweites Tschernobyl" (Stand: Donnerstag, 17.00 Uhr)

> Die wichtigsten Meldungen des heutigen Tages (in Japan ist es jetzt bereits ein Uhr nachts) betreffen die Temperaturen.
>
> Die Temperaturen sind in mehrfacher Hinsicht kritisch: Zum einen müssen die Reaktoren und die Abklingbecken gekühlt werden, damit aus dem Schmelzen oder Anschmelzen einzelner Brennstäbe keine umfassende Kernschmelze hervorgehen kann. Das ist der langfristige,

der sozusagen strategische Aspekt. Kurzfristig – gewissermaßen auf der taktischen Ebene – geht es darum, die Temperaturen zu senken, um damit auch die ionisierende Strahlung, die vor allem von den Brennstäben in den Abklingbecken ausgeht, weiter zu reduzieren….

Lesen Sie bei Zettels Raum weiter

Nachsatz Vortrag Dr. Cleve:

Wer die ausführlichen Begründungen und eine Vertiefung meines vorliegenden Vortrages lesen möchte, kann dies im Internet tun:

1.) www.buerger-fuer-technik.de; Kerntechnik 2009 und 2010;

2.) www.eike-klima-energie.eu/news-anzeige/umwelt-klima-energie

3.) Bei www.eike-klima-energie.eu und www.buerger-fuer-technik.de

findet man weitere umfassende Beiträge zum Thema CO2 von tausenden von Wissenschaftlern aus aller Welt, die leider von deutschen Politikern noch nicht verstanden oder gelesen werden. Es lohnt sich, diese Webseiten einmal aufzurufen.

4.) Prof. Dr. S. Fred Singer.“ Die Natur, nicht menschliche Aktivität, bestimmt unser Klima”.