

Der VAE-Reaktor – ein Schlüsselprojekt



Die VAE haben sich bewusst zur ausschließlichen friedlichen Nutzung bekannt. Sie haben deshalb bewusst auf einen eigenen Brennstoffkreislauf vertraglich verzichtet: Keine Anreicherung von Uran und keinerlei Gewinnung von Plutonium, um „Verdachtsmomente“ einer militärischen Nutzung vollständig auszuschließen. Bezug von Brennstoff nur in der Form einsatzbereiter Brennelemente. So radikal hat sich bisher keine Nation positioniert. Extremes Gegenbeispiel ist der Nachbar auf der anderen Seite des Golfs. Im Mullah-Iran wird die Anreicherung von Uran und die Gewinnung von (waffengrädigem) Plutonium leichtgläubigen Europäern als notwendig für den Betrieb des Kernkraftwerks Buser verkauft.

Der Verzicht auf einen eigenen Brennstoffkreislauf hat einerseits enorme diplomatische Verwerfungen ausgelöst und andererseits interessante neuartige Ansätze erschaffen. So haben die USA größte Bauchschmerzen bei der Lieferung von Kernkraftwerken an Saudi-Arabien oder Indien. Indien ist bereits faktisch „Atommacht“. Saudi-Arabien ist nicht grundsätzlich bereit, einen faktischen Verzicht auf Kernwaffen auszusprechen, solange der „Erzfeind Iran“ weiter offen an der „Atombombe“ bastelt. Schon aus diesem Grund ist das – insbesondere von [Deutschland](#) – immer noch verzweifelt hoch gelobte „[Iranabkommen](#)“ äußerst kontraproduktiv gewesen. Andererseits ist durch die inzwischen verwirklichte [Brennstoffbank](#) mehr als ein Ansatz für die Nichtverbreitung von Kernwaffen geschaffen worden.

Um die Brennstoffversorgung zu sichern, wurde die Versorgung durch die VAE in fünf Bereiche vom Uranbergbau bis zum Brennelement gegliedert. Für jede Stufe werden mit mehreren Lieferanten aus unterschiedlichen Ländern Lieferverträge abgeschlossen. Für die Erstbeladung allein mit sechs Unternehmen. Für abgebrannte Brennelemente werden drei Perioden (bis 20 Jahre, bis 200 Jahre und darüber hinaus) definiert. Für die Lagerung bis zu 20 Jahren sind Abklingbecken vorgesehen. Alle sechs Jahre sollen die Elemente in oberirdische Betontresore für mindestens (mögliche) 200 Jahre umgelagert werden. Für den Zeitraum danach kann eine Wiederaufbereitung im Ausland durchgeführt oder eine direkte Endlagerung vorgenommen werden. Eine endgültige Entscheidung wird dann wahrscheinlich nach Kosten gefällt werden.

Die Energiesituation in den VAE

Im Jahr 2007 wurde eine umfangreiche Energiestudie durchgeführt. Man kam zu dem Erkenntnis, dass der Verbrauch an elektrischer Energie mit einer Rate von 9 Prozent jährlich wachsen würde. Es blieb daher nur der Weg über den Neubau

von Kernkraftwerken oder Kohlekraftwerken. Ab dem Jahr 2007 wurden die VAE bereits zum Netto-Gasimporteure mit stetig steigender Tendenz. Noch heute wird fast 98 Prozent der elektrischen Energie aus Erdgas gewonnen. Der Primärenergieverbrauch wurde 2018 aus etwa 40 Prozent Öl und 59 Prozent Erdgas gedeckt. Im Jahr 2017 wurden 127 TWh elektrische Energie verbraucht. Das Kernkraftwerk Barakah mit 4 Blöcken vom Typ **APR1400** kann rund 44 TWh jährlich produzieren. Damit können erhebliche Mengen Erdgas in den nächsten Jahren für die Industrie oder den Export freigesetzt werden.

Ein mutiger Schritt auf beiden Seiten

Nach internationaler Ausschreibung und mehr als einjähriger Prüfung ging der Auftrag 2009 an die *Korea Electric Power Company* über die schlüsselfertige Lieferung zum Festpreis von 20 Milliarden USD für das Kernkraftwerk Barakah (3600 USD/kW). Es war der erste Exporterfolg Koreas für Reaktoren der sogenannten III. Generation. Insofern ein mutiger Schritt auf beiden Seiten. Vor der Entscheidung wurden zahlreiche internationale Fachleute mit Erfahrungen im Bau von Kernkraftwerken im Auftrag der VAE nach Korea entsandt. Ihr Auftrag war die Beurteilung der Zulieferer und der Baustellen des gleichen Typs. Die VAE selbst verfügen über zahlreiche Erfahrungen in der Abwicklung von Großprojekten ihrer Öl- und Gasindustrie und den Bau und Betrieb zahlreicher Gas-Kombi-Kraftwerke.

Im Jahr 2016 gingen die VAE und Korea eine gegenseitige Beteiligung ein. Man gründete „Barakah One (B0)“ als Finanzierungs- und „Nawah“ als gemeinsame Betriebsgesellschaft. An diesen beiden Gesellschaften hat jeweils die „Emirates Nuclear Energy Corporation (ENEC)“ einen Anteil von 82 Prozent und die „Korea Electric Power Corporation (KEPCO)“ einen Anteil von 18 Prozent. B0 verfügt über ein Kapital von 24,4 Milliarden USD. Davon sind 4,7 Milliarden Eigenkapital und rund 19,6 Milliarden Fremdfinanzierung. Das *Department of Finance of Abu Dhabi* hat 16,2 Milliarden beigesteuert und die Export-Importbank von Korea (KEXIM) 2,5 Milliarden. Weitere Mittel kommen von einem Bankenconsortium (*National Bank of Abu Dhabi, First Gulf Bank, HSBC, Standard Chartered Bank*). Das Volumen beinhaltet den Auftragswert (*overnight cost*), die Zinsen und etwaige Kostensteigerung durch Inflation während der Bauzeit, sowie die erste Brennstoffladung.

Die Baustelle als ein Konjunkturprogramm

Im Juli 2012 begann der Bau mit dem Betonieren der Grundplatte des Reaktors 1. Diese Arbeiten gelten international als der Baubeginn eines Kernkraftwerks. Im Mai 2013 folgte die Grundplatte des Reaktors 2 und im September 2014 Grundplatte 3 beziehungsweise im September 2015 Grundplatte 4. Hier wird schon das Prinzip eines kostengünstigen Bauens erkennbar: Man baut viermal die gleiche Anlage, aber geringfügig zeitversetzt. So hat man jeweils nach dem Bau der Anlage 1 ein bereits geübtes Team für die Anlagen 2 bis 4 vor Ort. Dies bietet die größte Rationalisierung und Sicherheit vor Fehlern, die zu Bauverzögerungen führen. Eine stets wiederkehrende Erfahrung auf allen Baustellen der Welt. Dieser Takt wurde auch bei den Komponenten gehalten:

Zum Beispiel beim Einbau des ersten Reaktordruckgefäßes im Mai 2014, im Reaktor 2 im Juni 2015, im Reaktor 3, Juli 2016, und 2017 im Reaktor 4. Eine

solche Auftragsvergabe wirkt sich natürlich auch kostensenkend bei den Zulieferern aus. Eine Kleinserie ist immer günstiger als eine spezielle Einzelanfertigung. Jedes „erste Mal“ birgt immer das Risiko nicht vorhergesehener Probleme, die automatisch zu Verzögerungen führen.

Auf der Baustelle arbeiteten mehr als 18.000 Menschen. So viele Menschen über so lange Zeit mit Unterkunft, Essen, sauberer Arbeitsbekleidung etc. zu versorgen, ist ein enormer Input für die lokale Wirtschaft. Hinzu kommen die Aufträge im Inland. Rund 1.400 Unternehmen aus den VAE erhielten vom Generalunternehmer Aufträge über mehr als 3 Milliarden USD. Viel bedeutender als der Geldwert ist jedoch der Wissenstransfer: Alle Produkte und Dienstleistungen müssen den strengen Qualitätsanforderungen der Kerntechnik genügen. So haben die koreanischen Zulieferer durch tatkräftige Hilfe dazu beigetragen, dass zahlreiche Unternehmen sich erstmalig für eine Zulassung bei der *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) zertifizieren konnten.

So besitzen zum Beispiel *Emirates Steel* durch ihre Lieferung für Betonstahl nun eine ASME-Zulassung für Kernkraftwerke. Solche Zertifikate müssen beileibe keine Eintagsfliegen sein. So konnte der Kabellieferant *Ducab* inzwischen sogar Kabel für das Kernkraftwerk Shin Hanul in Korea liefern. Es ist kein Zufall, dass hier keine Rede mehr von DIN und sonstigen deutschen Regelwerken ist. Keine Exporte von Kernkraftwerken, keine Verbreitung von deutscher Spitzentechnik. Wer seinen Betrieb einmal aufwendig auf die US-Maßsysteme und ihre Technik-Philosophie eingestellt hat, wird nur sehr unwillig alles ändern. Dies gilt auch für andere Produkte.

Die Folgeaufträge

Ein solches Projekt ergibt eine gegenseitige Verknüpfung der Wirtschaftsbeziehungen für Jahrzehnte. Für den Lieferanten ergeben sich unzählige lukrative Folgeaufträge. So hat die *Korea Hydro and Nuclear Power* (KHNP) mit der Betriebsgesellschaft *Nawah* ein „Operating Support Service Agreement (OSSA)“ abgeschlossen. Für 10 Jahre nach Fertigstellung sollen 400 Fachkräfte von KHNP den Betrieb vor Ort unterstützen. Der Auftragswert: 880 Millionen USD. Hinzu kam 2017 ein weiteres Abkommen zwischen KHNP und *Nawah* über den gemeinsamen Einkauf von Ersatzteilen für die koreanischen und VAE Kraftwerke vom Typ APR1400. Im März 2019 hat *Nawah* einen fünfjährigen Wartungsvertrag mit *Kepeco* und *Doosan Heavy Industries* abgeschlossen.

Man muss nicht nur unzählige „Elektro-Golfs“ verkaufen, bis man einen Umsatz von 20 Milliarden erzielt hat, sondern bei einem Kernkraftwerk fallen einem auch noch weitere Milliardenaufträge quasi ins Haus. Nicht zu unterschätzen, welche ganz anderen Aufträge man durch solch enge Kontakte einwerben kann. So haben sich die Koreaner schon vorher durch den Bau von Gaskraftwerken und Meerwasserentsalzungsanlagen einen Namen in den VAE gemacht. So wie einst *Siemens* – jedenfalls sind nicht immer höhere Lohnkosten in Deutschland eine Ausrede für alles. Politischer Wille spielt auch eine nicht ganz unwichtige Rolle. Wenn man jedenfalls sein Heil in der Neuerfindung mittelalterlicher Techniken sucht, sollte man sich über keinen Stellenabbau wundern.

Der steinige Weg

Es ist eine nicht zu unterschätzende Leistung, ein bitterarmes Volk aus einer nahezu unbewohnbaren Salzwüste in das 21. Jahrhundert zu katapultieren. Inzwischen setzt sich in allen Ölförderländern die Erkenntnis durch, dass nur durch eine konsequente Industrialisierung dauerhaft gut bezahlte und anspruchsvolle Arbeitsplätze geschaffen werden können. Davor steht wiederum Bildung und Ausbildung. So ist die *Emirates Nuclear Energy Corporation* (ENEC) buchstäblich aus dem Nichts 2008 entstanden. Heute hat die ENEC über 2.900 Mitarbeiter. Der Anteil der Emiratis ist inzwischen auf 60 Prozent angestiegen und der Anteil der Frauen beträgt 20 Prozent, was vielleicht viele „Gender-Gaga-Anhänger“ erstaunen mag. Hier wächst eine Generation hoch qualifizierter Frauen heran, von denen bereits einige Führungspositionen – nicht durch Quote, sondern durch Fleiß (Kerntechnik-Studium) und Befähigung – erklommen haben.

Der Weg ist durchaus eine Orientierung für andere Schwellen- oder gar Entwicklungsländer, die Kernenergie nutzen wollen. Auch Wissen kann importiert werden. Man hat Fachleute aus aller Welt mit mindestens 25-jähriger einschlägiger Berufserfahrung angeworben. Der eigene Nachwuchs lernt durch die unmittelbare Zusammenarbeit an dem konkreten Projekt. Für die Grundausbildung sind vier Züge vorgesehen:

1. Weiterbildung von erfahrenem Personal aus anderen Industriezweigen des Landes.
2. Studium von besonders qualifizierten Studenten der eigenen Hochschulen zur Erlangung eines „Nuclear Masters“ an renommierten Universitäten im Ausland.
3. Aufbau eines „Bachelors der Kerntechnik“ an den Hochschulen des Landes.
4. Techniker für Wartung und Betrieb im eigenen Kraftwerk.

KHNP und ENEC haben 2016 einen Vertrag über die Entsendung von 50 Fachkräften für die Ausbildung in Korea abgeschlossen. Daraus sind unter anderem 10 voll ausgebildete und zertifizierte Reaktorfahrer hervorgegangen. Seit 2010 läuft das „Energy Pioneers Program“ mit den USA. Bisher wurden 500 Emiratis ausgebildet. Weiter werden 200 Emiratis durch die USA zu Reaktorfahrern ausgebildet. Im Juli 2019 wurden die ersten 15 Reaktorfahrer nach dreijähriger praktischer Ausbildung in Korea, Südafrika und den USA von der ENEC zugelassen. Für den Betrieb des Kraftwerks geht ENEC von etwa 2.000 Dauerarbeitsplätzen aus.

Zwangsläufige Verzögerungen

Die Kernenergie in den VAE wurde praktisch auf einem weißen Blatt begonnen. Von Anfang an hat man die Kooperation mit dem Ausland angestrebt, um aus Erfahrungen und Fehlern zu lernen. Auf Transparenz gegenüber allen internationalen Institutionen wurde stets großer Wert gelegt. Die *Federal Authority for Nuclear Regulation* (FANR) der VAE ging nie allein vor.

Bereits im Mai 2017 wurden vertragsgemäß die Brennelemente für den ersten Reaktor geliefert und im Kraftwerk bis zur Erlangung einer Betriebsgenehmigung eingelagert. Im Oktober 2017 hat ein „Pre-Operational

Safety Review Team (Pre-OSART)“ der „World Association of Nuclear Operators (WANO)“ die Anlage auf ihre Betriebssicherheit überprüft. 15 internationale Fachleute aus sieben Ländern haben 18 Tage vor Ort das Kraftwerk begutachtet. Hierbei geht es vor allen Dingen um die Einhaltung der Sicherheitsstandards der „International Atomic Energy Agency (IAEA)“. Der Bericht schloss mit einem Lob für die Bildung der „Multi-Kulti“-Betriebsmannschaft, aber auch mit einiger Kritik ab. Es wurde für die Behebung der Mängel ein Zeitraum von 18 Monaten vorgegeben.

Im März 2018 wurde der erste Reaktor offiziell fertiggestellt und dem Kunden übergeben. Damit sind alle Tests und Prüfungen unter Fremdenergie abgeschlossen und die Betriebsfähigkeit nachgewiesen. Der Reaktor durfte aber erst mit Kernbrennstoff beladen werden, nachdem die Betriebsgesellschaft *Nawah* eine Betriebserlaubnis erhalten hatte.

Im November 2019 führte die WANO eine „Pre-Start Up Review“ durch und erklärte den Reaktor 1 für betriebsbereit. Am 17.2.2020 erteilte die FANR als zuständige Institution der *Nawah* eine Betriebsgenehmigung für 60 Jahre. Dies geschah, nachdem über 14.000 eingereichte Seiten technische Dokumentation geprüft, 255 Inspektionen durchgeführt, 2.000 ergänzende Anfragen bearbeitet und 40 internationale Inspektionen durch WANO und IAEA durchgeführt worden waren. Damit konnte Reaktor 1 mit Kernbrennstoff beladen werden. Die Erstbeladung konnte bereits durch ein Team aus 90 Prozent Emitatis eigenverantwortlich durchgeführt werden. Trotz Corona konnte nun endlich zum 1. August der erste Block seine Kettenreaktion einleiten. Es beginnen jetzt die üblichen Garantietests in verschiedenen Leistungsstufen. Man strebt eine vollständige Übergabe bis Ende des Jahres an. Gleichwohl wird schon in dieser Inbetriebnahmephase elektrische Energie in das Verteilnetz der VAE eingespeist.

Dieser Beitrag erschien zuerst bei [Nuke-Klaus](#).