Erkenntnisse zur Kosteneinsparung beim Neubau von KKW

So gab es immer Kriegsgewinnler in den eigenen Reihen, die jedes hingehaltene Stöckchen begeistert übersprungen haben um Forschungsgelder etc. abgreifen zu können. Allgemein herrschte die Meinung vor, man sei so überlegen konkurrenzfähig, daß man ein paar Kröten problemlos schlucken könnte. Stellvertretend hierfür mag der „Kernfänger“ stehen, ein Millionen teures Bauteil als Produkt eines Hirngespinstes der Filmindustrie in Hollywood. Nur kommt leider bei permanenten Zugeständnissen ein Milliönchen zum nächsten. Oder das gern gepflegte Unwesen des „nuclear grade“, wo sich durch ein paar Stempel und Formulare auf wundersame Weise der Preis eines Bauteils vervielfacht. Oder Genehmigungsverfahren, in denen „Spezialisten“ endlose Diskussionen über abseitige Detailprobleme führen – selbstverständlich in Stundenlohnarbeit zu Stundensätzen, die selbst Gewerkschaftsfunktionären die Schamröte ins Gesicht treiben würde. Ging alles so lange gut, bis man feststellen mußte, daß man den Ast auf dem man saß, selbst abgesägt hatte. Es ergeben sich nun zwei Möglichkeiten: Der deutsche Weg, in dem sich die Kombinatsleiter um den Preis hoch subventionierter Windmühlen und Sonnenkollektoren vollständig aus dem angestammten Geschäft zurückzogen oder eine Umkehr, wie sie in anderen Ländern eingeschlagen wird. Wie so oft kann man zwar im Irrsinn vorangehen, es gibt aber keine Garantie, daß einem andere folgen. Plötzlich machen neue Player – Korea, China, Rußland – die Milliardengeschäfte. Für manche Länder ein heilsamer Schock. Jedenfalls für die, in denen regierende Politiker nicht mit religiös anmutendem „Weltrettungswahn“ ihren erbärmlichen Bildungsstand glauben kaschieren zu können.

Der Weg in GB

In Großbritannien war man schon immer positiv gegenüber der Kernenergie eingestellt. Es gab nie eine so gewalttätige „Anti-Atomkraft-Bewegung“ wie in Deutschland und es gelang auch nie den Ökosozialismus in den Regierungen zu etablieren. Im Gegenteil, in GB ist das Rechnen noch erlaubt. Der Ausflug in die Windenergie ist gescheitert. Mögen die Schlangenölverkäufer der Windindustrie auch noch so phantastische Erzeugungskosten aus dem Hut zaubern. Es zählt nur der Strompreis an der Steckdose des Endverbrauchers, also einschließlich der Backup-Kraftwerke, der gesamten Netzkosten usw. Ferner hat man in GB schon länger die Bedeutung qualifizierter und gut bezahlter Industriearbeitsplätze erkannt. Die Finanzindustrie in London kann

weder das ganze Land ernähren, noch bietet es für alle Menschen geeignete Arbeitsplätze. Insofern ist es logisch, daß man die vorhandenen Kernkraftwerke nicht nur ersetzen will, sondern sogar von einem Ausbau ausgeht. Die Befreiung von ökosozialistischen Träumereien in Brüssel durch den Brexit beschleunigt diesen Prozeß erheblich. Es sollte im Zusammenhang mit dem Brexit nie vergessen werden, daß das Theater um den Neubau des Kernkraftwerks Hinkley Point C (HPC) erheblich die Abneigung gegen den europäischen Zentralstaat verstärkt hat: Wenn ein kleiner ferner Alpenstamm meint, die Energiepolitik einer frei gewählten britischen Regierung über Prozesse bestimmen zu können, ist Schluß für jeden aufrechten Britannier. Schließlich hat sich diese stolze Nation nicht einmal durch einen gewissen Adolf Hitler – ein Vertreter einer wenig anderen Variante des Sozialismus – auf die Knie zwingen lassen.

Die Bedeutung des Finanzierungsmodells

In GB ist allen klar, daß der vereinbarte Preis für die elektrische Energie aus dem im Bau befindlichen Kernkraftwerk HPC den Gipfel einer verfehlten Entwicklung darstellt und dringend gesenkt werden muß. Bemerkenswert ist, daß eine Annalyse zu dem Ergebnis kommt, daß das Finanzierungsmodell der dickste Brocken beim Energiepreis ist. Für HPC ergibt sich ein Anteil von 2/3 an dem Strompreis. Von dem vereinbarten Strike Price von 92,50 GBP/MWh entfallen volle 62 GBP/MWh auf die Finanzierungskosten. Mit anderen Worten: Lediglich ein Zahlungsstrom von rund 30 GBP pro produzierter Megawattstunde elektrischer Energie (über die Betriebsdauer von 60 Jahren gerechnet) dient dazu, die gesamten Investitions- und Betriebskosten zu bezahlen. Der Löwenanteil von 62 GBP/MWh dient ausschließlich zur Finanzierung der in der Bauzeit anfallenden Kosten. Noch interessanter ist, wenn man die Investition mit den Konditionen von sonstigen Infrastrukturmaßnahmen in GB ansetzt: Dann wäre lediglich ein Zahlungsstrom von 26 GBP/MWh nötig. Volle 36 GBP/MWh entfallen also allein auf die Abdeckung des Risikos während der Bauzeit dieses Kernkraftwerks. So wurde im Bezugsjahr 2016 die „Verzinsung“ (weighted average cost of capital) nach Steuern mit 9,2% angesetzt. Eine seltsame Wette zwischen (dem nie gefragten) Stromkunden und dem Hersteller. Auf jeden Fall bieten sich hier reichhaltige Möglichkeiten für „Finanzinnovationen“ im Zeitalter der „Nullzinspolitik“ und stetig steigender Staatsverschuldungen.

Welch zerstörerische Wirkung Planwirtschaft in den Händen von Politikern mit Hang zur „Systemveränderung“ hat, zeigt sich am Vergleich der „Preise“ für Wind- und Sonnenenergie mit Kernenergie. Einerseits Anschlusszwang, Einspeisevorrang, Backup-Kraftwerke usw. die bewußt nicht in den Strompreis eingerechnet, sondern zusätzlich dem Endverbraucher über „Netzentgelte“ abgeknüpft werden und andererseits alle möglichen fiktiven Kosten, wie Entsorgungskosten etc. die durch den Strompreis unmittelbar abgedeckt werden müssen. Wenn dann besonders schlichte Gemüter einfach beide Zahlen vergleichen, ergeben sich volkswirtschaftlich tödliche Konsequenzen. Es zählt nämlich nur der Gesamtpreis auf der Rechnung des Endverbrauchers, deren Kostendifferenzen zu Konsumverzicht und Arbeitsplatzverlusten an anderer Stelle führen. Hier verschaffen sich gerade Staaten, die Stromversorgung als „öffentliches Gut“ (Zinssätze von Staatsanleihen) betrachten, zur Zeit große Vorteile.

Die Notwendigkeit der Serienfertigung

Die Erfahrung zeigt, daß eine Serienfertigung (möglichst) identischer Kraftwerke ein großes Einsparpotential birgt. Allerdings ist das insbesondere bei den unterschiedlichen Zulassungsbestimmungen der einzelnen Länder nicht ganz einfach. So ist der Reaktor Flamanville 3 vordergründig genau so ein EPR wie die Reaktoren in Hinkley Point. Praktisch haben sie aber etwa 30% mehr Kabel und Rohrleitungen. Gravierend ist auch das Backup eines analogen unabhängigen Abschaltsystems zusätzlich zu den beiden digitalen Kontrollsystemen. Solche Änderungen können schnell und kostenträchtig auf andere Systeme rückkoppeln. In diesem Sinne ist HPC eher schon wieder ein „First Of A Kind (FOAK)“. Die ersten gravierenden Einsparungen werden erst bei dem Nachfolgeprojekt in Sizewell eintreten. Es ist bereits in Vorbereitung. Dort soll (fast) eine Kopie von HPC entstehen. Wie schon bei einer Doppelblockanlage die Einsparungen durch Erfahrung zunehmen, zeigt sich bei HPC in der Anzahl der Arbeitsstunden für die Betonarbeiten: Bei Block 1 wurden noch 25 Stunden für die Einbringung einer to Betonstahl benötigt, bei Block 2 nur noch 16 Stunden. Je mehr (wieder) in der Kerntechnik erfahrene Fachkräfte vorhanden sind, je besser laufen die Baustellen. Man hat deshalb bereits großen Wert auf Ausbildungszentren gelegt, in denen z. B. Schweißer geschult werden bevor sie auf die Baustelle kommen.

Erst konstruieren, dann bauen

Bevor man mit dem Bau beginnt, muß ein Kraftwerk bis ins letzte Detail durchkonstruiert sein. Jede Änderung in der Bauphase führt nicht nur zu Verzögerungen, sondern wirkt sich auch meist auf schon installierte Bauteile aus. Es sind gravierende Änderungen nötig, die oft zu weiteren Änderungen führen. Eine Kostenexplosion ist unweigerlich die Folge. Man denke nur an die „ewige Baustelle“ des EPR in Olkiluoto. Dies hat nichts mit Kernkraftwerken an sich zu tun, sondern ist das Ergebnis von Missmanagement. Ebenso wichtig ist der Einsatz von qualifizierten und in der Kerntechnik erfahrenen Fachkräften und eine ständige Qualitätskontrolle. Geht man die Sache zu lax an, laufen die Kosten davon (Vogtle, Summers, Flamanville). Jede nicht fachgerechte Dokumentation oder gar Pfusch führt zu Neuanfertigungen und Terminüberschreitungen. Dies kann sogar renommierte Unternehmen wie Westinghouse oder Areva in den Ruin führen.

Management des Risikos

Je komplexer oder einzigartiger ein Projekt ist, desto risikoreicher. Es gibt auch bei sonstigen Großprojekten beträchtliche Kostensteigerungen (Berliner Flughafen, Elbphilharmonie etc.). Die Auswertung zahlreicher erfolgreicher und nicht so erfolgreicher Bauvorhaben hat zu 14 Punkten geführt, die ausschlaggebend erscheinen:

1. **Finanzierung**. Steht die Finanzierung vor Baubeginn und ist robust gegen unerwartete Einflüsse von außen (Finanzmarkt) und durch das Projekt (z. B. Pleite eines Zulieferers)? Bei langen Bauzeiten muß sie ständig überprüft und gegebenenfalls angepaßt werden. Insbesondere bei

innovativen Modellen muß Übereinkunft bei allen Kapitalgebern bestehen.
2. **Vorschriften**. Sind alle Vorschriften bekannt und verstanden? In der Kerntechnik kann ein nicht vollständig oder falsch ausgefülltes Formular ein Bauteil in Schrott verwandeln. Zumindest sind zeitaufwendige und teure Nachprüfungen erforderlich.
3. **Unternehmensführung**. Ist die Führungsstruktur definiert und dem Projekt angemessen? Bei einem Kernkraftwerk gibt es hunderte Lieferanten aus allen Kontinenten, Kulturen, Sprachen und mit unterschiedlichsten Unternehmensstrukturen. Die Verantwortungen müssen klar definiert und eindeutig abgegrenzt sein. Alle Beteiligten müssen stets die gleiche Sprache sprechen.
4. **Standortdaten**. Sind alle Standortbedingungen bekannt, verstanden und vollständig und ausreichend berücksichtigt? (Negativbeispiel: Tsunamis in Fukushima)
5. **Verfahrenstechnik**. Sind alle chemischen und physikalischen Prozesse verstanden und alle notwendigen Daten dokumentiert? Insbesondere bei Innovationen sind die Auswirkungen auf andere Teilverfahren genau zu beobachten und etwaige Rückkoppelungen zu prüfen.
6. **Konstruktion**. Handelt es sich um ausgereifte Konstruktionen bei allen Baugruppen? (Negativbeispiel: Vibrationen in den ersten Hauptkühlmittelpumpen beim AP1000).
7. **Kostenvoranschläge**. Sind die Kostenvoranschläge vor Vertragsabschluss auf ihren Realitätsgehalt überprüft? Nachträge, Substandards aus Not oder gar Firmenpleiten sind gleichermaßen schmerzhaft für ein Projekt. Jeder Zulieferer muß – wie vor allem auch der Generalübernehmer – in erhebliche finanzielle Vorleistungen gehen (Genehmigungen und Zulassungen) um überhaupt lieferfähig zu sein. In einem so engen und stark regulierten Markt kann daher schon eine Nichtberücksichtigung bei der Auftragserteilung zur existenziellen Bedrohung werden (siehe Horizon in GB).
8. **Vertragliche Schnittstellen**. Sind Schnittstellen eindeutig definiert und von allen Beteiligten verstanden und akzeptiert? Sie müssen in allen Phasen des Projekts gemanagt werden.
9. **Projektleitung**. Ist die Projektleitung ausreichend qualifiziert, fachlich und menschlich geeignet und durchsetzungsfähig? Ist die Organisationsstruktur robust genug für die Projektlaufzeit?
10. **Datenverwaltung**. Für ein Kernkraftwerk sind tausende Dokumente und technische Zeichnungen notwendig. Sie müssen jederzeit auf der Baustelle griffbereit sein. Das ist heute nur noch papierlos möglich. Alle Daten und Datenformate müssen konsistent sein. Jegliche Änderung muß genau und nachvollziehbar dokumentiert werden. Grundvoraussetzung ist eine ausfallsichere Datenverarbeitungsanlage mit Internet-Verbindungen großer Bandbreite. Üblich ist heute das gesamte Kernkraftwerk als 4D-Modell. Damit lassen sich nicht nur alle Anlagenteile aus beliebiger Sicht betrachten (z. B. Kollisionskontrolle) sondern auch stets im aktuellen oder gewünschten Bauzustand.
11. **Baustelleneinrichtungen**. Sind alle Hilfsmittel (z. B. Schwerlastkran) zeitgerecht vorhanden und für den Einsatz geeignet. Sind erforderliche Hallen und Werkstätten einsatzbereit. Ist Arbeitsschutz und Strahlenschutz stets gewährleistet?
12. **Zulieferketten**. Sind die Verfahren zur Auftragserteilung, Lieferung

(individuelle Verkehrswege zur Baustelle) und Qualitätskontrolle vorhanden? Sind die speziellen Vorschriften der Genehmigungsbehörden berücksichtigt und den potentiellen Lieferanten bekannt? Gibt es Anreize für besondere Qualität und Termintreue?

13. **Fachkräfte**. Ist gewährleistet, daß jeweils zum erforderlichen Zeitpunkt ausreichend Fachkräfte mit gültiger Zulassung auf der Baustelle vorhanden sind? Diese Fachkräfte müssen nahtlos in den örtlichen Arbeitsschutz (Strahlenschutz etc.) und das Qualitätsmanagement integriert werden. Eventuell müssen rechtzeitig Schulungen oder Nachprüfungen organisiert werden.
14. **Betriebsvorbereitung**. Ist der Übergang von Errichtung zu Betrieb organisiert? Ist z. B. die spätere Betriebsmannschaft frühzeitig genug auf der Baustelle integriert? Ist der Wissenstransfer vom Generalunternehmer zum Kunden (z. B. unterschiedliche Datenverarbeitungssysteme und Firmenkultur) zu jedem Zeitpunkt garantiert?

Die vorhergehende Aufzählung soll vor allem Laien ein Gefühl vermitteln, wie vielfältig der Bau von Kernkraftwerken ist. Ein paar Promille der Baukosten sind z. B. für einen Software-Entwickler ein ausgesprochener Großauftrag. So ist es nicht verwunderlich, daß die kerntechnische Industrie immer eine Triebfeder hoch industrialisierter Gesellschaften war und ist. Die „Abfallprodukte“ (z. B. Simulationsprogramme, probabilistische Methoden, Werkstoffwissenschaften, Arbeitsschutz etc.) sind stets schnell in andere Industrien nutzbringend eingeflossen. Man darf aber nie die alte Volksweisheit „wer die Musik bestellt, bestimmt die Kapelle“ außer acht lassen. Wenn man selbst keine Kernkraftwerke mehr baut und betreibt, ist man sehr schnell raus aus dem Spiel. Ganz analog, wie man es aus Luft- und Raumfahrt und der Rüstungsindustrie kennt. Andererseits ist „Atomausstieg“, „Kohleausstieg“ und „Benzin- und Dieselausstieg“ ein probates Mittel, um eine Industriegesellschaft wieder auf den Stand des Mittelalters zurückzuführen – mit allen gesellschaftlichen Konsequenzen. Gesellschaftssysteme sind träge, deshalb sind die Konsequenzen nicht unmittelbar fühlbar. Wer glaubt, gegebenenfalls könnte man ja einfach das Rad zurückdrehen, ist naiv. Wenn Technik so einfach geht, wäre Afrika längst ein weiteres China.

Der Beitrag erschien zuerst auf dem Blog des Autors hier