

# Robuste Kraftwerke für robuste Netze



Sie sind mehr (Wind) oder weniger (Sonne) zufällig. Sie widersprechen dadurch allen Anforderungen an eine zivilisierte Gesellschaft. Will man sie aus (ideologischen Gründen) trotzdem zur Erzeugung elektrischer Energie heranziehen, ergeben sich drei Notwendigkeiten:

1. Der Einspeisevorrang: Die Sonne scheint bei uns nur selten (nachts ist es dunkel, tagsüber oft schlechtes Wetter) und der Wind weht in der überwiegenden Zeit nur schwach. **Man kann deshalb nicht auch noch auf den Bedarf Rücksicht nehmen (negative Börsenpreise), sondern muß produzieren wenn es der Wettergott gestattet.** Ganz genau so, wie schon der Müller und die Seefahrer im Altertum ihr Leben fristen mußten.
2. Man muß ein komplettes Backup System für die Zeiten der Dunkelflaute bereithalten. Wirtschaftlich ein absolut absurder Zustand. Es ist ein komplettes System aus Kraftwerken und Stromleitungen vorhanden – man darf es plötzlich nur nicht mehr benutzen! In der Stromwirtschaft sind aber die Kapitalkosten der mit Abstand dickste Brocken. Weit vor den Personalkosten und meist sogar den Brennstoffkosten. **Wenn man ausgerechnet die Nutzungsdauer verringert, treibt man damit die spezifischen Energiekosten (€/kWh) in die Höhe.** Umgekehrt kann man sagen, der maximal mögliche Wert elektrischer Energie aus „regenerativen Quellen“ kann immer nur den Brennstoffkosten entsprechen.
3. „Regenerative Energien“ besitzen nur eine sehr geringe Energiedichte und benötigen deshalb riesige Flächen. Diese Flächen sind nicht an den Verbrauchsschwerpunkten (Städte, Industriegebiete) bereitzustellen. Heute muß man bereits auf das offene Meer ausweichen. Es sind deshalb riesige Netze zum Einsammeln der elektrischen Energie und anschließend noch die berüchtigten „Stromautobahnen“ für den Ferntransport nötig. Alles sehr kapitalintensiv, pflegebedürftig und verwundbar. **Oft wird auch noch vergessen, daß diese Anlagen selbstverständlich nur die gleiche geringe Auslastung, wie die Windmühlen und Sonnenkollektoren besitzen können.**

## Das Speicherdrama

Wind und Sonne können nur die Schildbürger speichern. Elektrische Energie ist die verderblichste Ware überhaupt (Kirchhoffsche Gesetze). Wer also von Speichern faselt, meint in Wirklichkeit Speicher für chemische (Batterien, Power to Gas etc.) oder mechanische Energie (Schwungräder, Pump-Speicher usw.). Es ist also immer eine zweifache Umformung – elektrische Energie in

das Speichermedium und anschließend wieder das Speichermedium zurück in elektrische Energie – mit den jeweiligen Verlusten erforderlich. **Es geht bei diesen Umformungen mindestens 50% des ohnehin sehr teuren Sonnen- bzw. Windstromes unwiederbringlich verloren.** Mit anderen Worten, der Strom der aus dem Speicher kommt, ist dadurch schon mal doppelt so teuer, wie der vor dem Speicher. Das wäre aber nicht einmal der Bruchteil der Kosten: Die „Chemieanlagen“ oder „Speicherseen“ müßten gigantisch groß sein. **Sie müssen ja schließlich in der kurzen Zeit, in der sie wetterbedingt überhaupt nur produzieren können (<15%), die elektrische Energie für die gesamte Zeit (100%) herstellen können.** Betriebswirtschaftlich eine Katastrophe. Niemand wird eine solch absurde Investition tätigen. Die Schlangenölverkäufer setzen auch hier wieder auf den Staat. Das bekannte „Windhundrennen“ setzt ein: Wer pumpt am schnellsten die „Staatsknete“ ab, bis das System unweigerlich in sich zusammenbricht. Selbstverständlich ist auch hier für einige wenige wieder ein Schlösschen drin.

Auch Wasserkraft ist wetterabhängig. Die Trockenphasen wechseln sich mit Hochwassern ab. Fast alle Staudämme sind deshalb zur Flussregulierung gebaut worden. Selbst das gigantische Drei-Schluchten-Projekt in China. Die Vorstellung, man könnte Wasserkraftwerke wie Gasturbinen nach Bedarf an und abstellen, ist absurd. Abgesehen von technischen Restriktionen sprechen Sicherheitsbelange (Schifffahrt, Wassersportler etc.) und der Umweltschutz dagegen. **Ein Fluß ist keine technische Batterie, sondern ein sensibles Ökosystem.** Genau aus diesen Gründen werden die Speicherkraftwerke in den Alpen – wie alle konventionellen Kraftwerke – durch die Windenergie aus Deutschland in die roten Zahlen getrieben. Man kann eben nicht immer den Stausee in den Stunden negativer Börsenpreise (Entsorgungsgebühren) schlagartig für die Dunkelflaute befüllen. Im Gegenteil, oft muß man gerade dann den eigenen Strom verkaufen. **Und noch einmal für alle Milchmädchen: In den wenigen Stunden, in denen der Wind im Überfluß weht, müßte man die gesamte Energie für die überwiegenden Schwachwindzeiten einspeichern – ein betriebswirtschaftlicher Albtraum.**

## Die Frage des Brennstoffs

Wenn man ein Kraftwerk benutzen will, muß man Brennstoff am Ort zur Verfügung haben. Alles andere als eine triviale Frage. Alte West-Berliner kennen noch die Tanklager und die sich ständig selbst entzündenden Kohlenhalden gegen eine etwaige „Russenblockade“. Jedenfalls sind Tanklager und Halden noch relativ billig anzulegen.

Bei Erdgas stellt sich die Sache schon ganz anders dar. Ein Gaskraftwerk ist auf eine ziemlich dicke Rohrleitung angewiesen. **Das gesamte System vom Bohrloch, über die Aufbereitung, bis zum Endkunden ist nicht viel weniger Komplex als die Stromversorgung.** In unseren Breiten wird das meiste Erdgas zur Beheizung unserer Gebäude verwendet. Die Winterspitze ist maßgeblich für die Dimensionierung. Zum Ausgleich setzt man unterirdische Speicher ein. Diese sind aber (bezogen auf den Jahresverbrauch) relativ klein. Jeder eingelagerte Kubikmeter Gas ist totes Kapital. Man steuert deshalb den Absatz über den Preis. Im Sommer ist der Großhandelspreis gering – damit die Gaskraftwerke verstärkt produzieren – und im Winter – wenn es kalt ist und

die Nachfrage nach Heizgas ansteigt – hoch. Die Gaskraftwerke ziehen sich dann wieder zurück und überlassen den Kohlekraftwerken die Produktion. Dieses Zusammenspiel hat bis zur Energiewende zu aller Zufriedenheit funktioniert. Man konnte im Sommer sehr gut Revisionen bei den Kohle- und Kernkraftwerken durchführen. **Bis die Laiendarsteller kamen und etwas von notwendigen flexiblen Gaskraftwerken für die Energiewende geschwafelt haben.** Heute kann man die Investitionsruinen an verschiedenen Standorten besichtigen. Man muß es eigentlich nicht besonders erwähnen, daß die grünen Fachpersonen der Stadtwerke (es haftet ja der Steuerzahler) besonders eifrig auf den Leim gekrochen sind. Um ihre Missetaten zu vertuschen, krähen sie heute besonders laut über die „Klimakatastrophe“ und das „klimafreundliche“ Erdgas.

## Das Kraftwerk der großen Transformation

Je länger der Wahnsinn der „Energiewende“ anhält, um so mehr wird der Wettergott das Kommando übernehmen. Prinzipiell nimmt in einem technischen System mit der Häufigkeit der Störungen und der Größe einzelner Störungen die Wahrscheinlichkeit eines Ausfalls zu. Will man ein solchermaßen malträtiertes Stromnetz wieder robust machen, stellen sich in diesem Sinne („Grid Resilience“) zwei Anforderungen an die Kraftwerke:

1. Die Kraftwerke müssen von der Konstruktion (z. B. Brennstoffe) her und bezüglich der Fahrweise (z. B. angedrosselt) robust gebaut und betrieben werden. Beides verursacht erhebliche Kosten, die ohne die „Energiewende“ gar nicht entstanden wären. Hinzugerechnet werden muß noch der Umsatzausfall durch den Einspeisevorrang. **Werden diese Zusatzkosten nicht vergütet, müssen die Kraftwerke geschlossen werden.** Mit jedem konventionellen Kraftwerk das vom Netz geht, wird das gesamte Stromnetz instabiler, was den Aufwand weiter in die Höhe treibt.
2. Das Netz muß nach schweren Störungen (Brown oder Black Out) möglichst schnell wieder hochgefahren und in einen neuen stabilen Zustand versetzt werden. Dafür müssen die Kraftwerke technisch (z. B. Schwarzstartfähigkeit) und personell jederzeit in der Lage sein. Die Wiederinbetriebnahme muß nach den Anforderungen der Netzleitzentrale erfolgen. Etwaige Überprüfungen, Wartungen oder gar Reparaturen müssen selbstverständlich vorher erfolgt sein. Dies gilt insbesondere für Schäden, die durch den außergewöhnlichen Netzzustand entstanden sind.

Es ist daher nichts weiter als bösartige und schlechte Propaganda, wenn Scharlatane von dem „Kohlestrom, der die Netze verstopft“ erzählen. Je mehr konventionelle Kraftwerke stillgelegt werden (müssen), desto weniger notwendige Reserven gibt es. **Schon jetzt verlassen wir uns auf Kraftwerke im benachbarten Ausland.** Man kann nicht erwarten, daß das kostenlos erfolgt. Je mehr wir das System komplizieren und ausweiten, um so mehr koppeln unerwartete Ereignisse auf das Stromnetz zurück: Es gab schon Brände in Erdgasspeichern, die diese für Monate lahmlegten oder Engpässe durch Drosselung in den niederländischen Erdgasfeldern (Mikrobeben) oder Pipelinebrüche. Ganz zu schweigen von der politischen Abhängigkeit gegenüber ausländischen Lieferanten. Kohle und Kernenergie besitzen schon durch ihre einfache Lagerung einen entscheidenden Trumpf.

# Das robuste Kernkraftwerk für ein „nervöses Netz“

Kernkraftwerke besitzen eine Reihe von Eigenschaften, die besonders wertvoll für „nervöse Stromnetze“ mit einem hohen Anteil von wetterabhängigen Energien sind. Dies mag „Atomkraftgegner“ erschüttern, aber nur Reaktoren können die extremen Lastschwankungen (z. B. 3. Potenz von der Windgeschwindigkeit) sicher verkraften. **Nur sie können extremen Wettersituationen sicher widerstehen.** Es waren immer die Kernkraftwerke, die als letzte vom Netz mußten (Tsunami und Erdbeben in Japan, Wirbelstürme in den USA, Eiseskälte in Rußland). Es ist allerdings unverständlich, warum man bei den geringen Urankosten die Kernkraftwerke überhaupt drosseln soll, wenn mal die Sonne scheint oder der Wind in der richtigen Stärke weht...

Für Kernkraftwerke, die in einem „nervösen Netz“ zur Stabilisierung betrieben werden, ergeben sich folgende Anforderungen:

## ROBUSTE LASTFOLGE

Je schneller und erfolgreicher (noch) kleine Störungen ausgeregelt werden, um so besser für das Netz. Heutige Leichtwasserreaktoren haben große Leistungen. Der im Bau befindliche Turbosatz des Kraftwerks Hinkley Point in GB mit 2 x 1770 MW<sub>el</sub> hat eine gewaltige Schwungmasse, die zur Frequenzstabilisierung mehrerer Windparks dienen kann und soll. Hinzu kommen die gespeicherten Wärmemengen im Wasser-Dampf-Kreislauf. Automatisch greift bei einem Leichtwasserreaktor die Selbstregulierung über den Zusammenhang von Dichte des Kühlwassers und Moderation der Neutronen. Zusammengenommen ergibt das die steilsten Leistungstransienten aller Kraftwerkstypen. Die alte Greenpeace Propaganda von den „viel zu starren Atomkraftwerken“ beruhte bestenfalls auf der Verwechslung von Technik mit Betriebswirtschaft. Mit anderen Worten: Frankreich kann sich ruhig noch ein paar Windmühlen für das bessere Gewissen erlauben, Deutschland hingegen, geht mit der weiteren Abschaltung immer unruhigeren Zeiten entgegen. **Fatal wird es in dem Moment, wenn unsere Nachbarn nicht mehr bereit sind, die Kosten für die Stabilisierung unseres nationalen Stromnetzes zu bezahlen.**

## ABWEHR ÄUSSERER EINFLÜSSE

Fukushima hat eindrucksvoll gezeigt, wie zerstörerisch Naturgewalten sein können. Eine weltweite Überprüfung aller Kernkraftwerke gegen jegliche Wasserschäden (Starkregen, Überflutungen etc.) war die Folge. Eine Nachrüstung in Richtung „U-Boot“ wurde durchgeführt. Seit dem, haben bereits mehrere Reaktoren einen Betrieb „inmitten von Wasser“ unter Beweis gestellt. Oft waren sie die einzigen noch betriebsbereiten Kraftwerke: Kohlenhalden hatten sich in Schlamm verwandelt, Gaspipelines waren durch die Wassermassen ausgefallen.

Gerade auch Netzstörungen (Sturmschäden, Blitzschlag etc.) wirken oft auf ein Kraftwerk von außen ein. **Ein Kraftwerk ohne Netz kann noch so gut funktionieren, aber es kann seine elektrische Energie nicht mehr ausliefern.** Oft lösen die Netzstörungen auch Schäden in der Kraftwerksanlage aus. Bei einem Kernkraftwerk sollte keine Schnellabschaltung durch solche Ereignisse ausgelöst werden.

## **SICHERER INSELBETRIEB**

Egal was mit dem Netz passiert, das Kernkraftwerk sollte automatisch in den Inselbetrieb übergehen. Nur so kann bei einer schnellen Reparatur die Produktion unverzüglich wieder aufgenommen werden. Dies erfordert, daß wirklich alle elektrischen Verbraucher des Kraftwerks (verschiedene Spannungsebenen) dauerhaft über den eigenen Generator versorgt werden können.

## **UNENDLICHE NOTKÜHLUNG**

Die Besonderheit eines Kernreaktors ist die anfallende Nachzerfallswärme auch nach vollständiger Abschaltung. Die mangelnde Wärmeabfuhr (Ausfall der Kühlmittelpumpen) war die Ursache für den Totalschaden in den Reaktoren von Fukushima. Neuere Reaktoren mit passiven Notkühlssystemen bieten hierfür einen unschätzbaren Vorteil. Alte Kraftwerke müssen mit ausreichender Eigenstromversorgung (mehrfache Notstromaggregate mit ausreichendem Tanklager) nachgerüstet werden. Die eigenen Schaltanlagen für den Notbetrieb müssen – im Gegensatz zu Fukushima – entsprechend geschützt werden.

## **SCHWARZSTARTFÄHIGKEIT**

Ein Kernkraftwerk benötigt für die Inbetriebsetzung eine gewaltige Menge elektrischer Energie. Üblicherweise wird diese dem Netz entnommen. Ist ein Netz im Katastrophenfall schon überlastet, dürfte dies kaum möglich sein. Es müßte also eine Eigenstromversorgung (z. B. Gasturbine) vorhanden sein, wenn ein Schwarzstart für die Robustheit eines Teilnetzes gefordert ist.

Normalerweise ist das Anfahren eines Kernkraftwerkes ein streng reglementierter und langwieriger Vorgang. Unzählige Prüfungen müssen durchgeführt, bestimmte Haltepunkte eingehalten werden. Immer nach dem Grundsatz „Safety First“. Alles andere als ideal für die Wiederherstellung eines Netzes nach einem „Blackout“. Deshalb sollte die Schnellabschaltung unbedingt vermieden werden. Gegebenenfalls ein Schnellverfahren für Notfälle geschaffen werden. Jedenfalls kommt noch eine Menge Arbeit auf die Überwachungs- und Genehmigungsbehörden zu. Aber es ist uns ja nichts zu schwer und zu teuer um wenigstens teilweise wieder ins Mittelalter zurückzukehren.

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