

Ausgangslage

=====

Wenn immer man sich mit Energieproblemen auseinandersetzt, so sollte man auch die weltweite Situation auf dem Energiesektor im Auge haben, die sich nach meinem Wissen über die Problematik etwa wie folgt zusammenfassen lässt:

- Der Energieverbrauch wird wegen des berechtigten Nachholbedarfs der Entwicklungsländer steigen.
- Nach verschiedenen Schätzungen werden Erdöl und Erdgas - die Hauptenergieträger der industriellen Zivilisation - etwa in 30 Jahren erschöpft sein.
- Oel und Gas sind zudem als Rohstoff Ausgangsprodukt für ein breites Produktspektrum (Kunststoffe, Kunstdünger, Farben, Kosmetika), welche wir auch den Nachkommen erhalten sollten.
- Kohle ist noch in relativ grosser Menge vorhanden.
- Das Klimasystem erträgt nicht mehr grosse zusätzliche - d.h. durch den Menschen erzeugte - Energiemengen.
- Oel und Gas müssen also bei steigendem Gesamtenergiebedarf in 30 Jahren ersetzt werden.

Somit stellt sich nun die Frage, ob mit einem - ev. forcierten - Bau von A-Werken die Energieprobleme gelöst-, d.h. also Oel und Gas fristgerecht ersetzt werden können, oder ob vielleicht ein anderer Weg eingeschlagen werden muss. Der nachfolgende Text versucht eine Antwort auf diese Frage zu geben.

Eine Stimme aus der Schweiz. Elektrizitätswirtschaft zu diesem Problem

=====

Auf die Frage, ob in der Schweiz mit Kernkraftwerken das Oel rechtzeitig ersetzt werden könne, antwortete ein leitender Angestellter der BKW sinngemäss folgendes:

- Aus finanziellen Gründen ist es unmöglich, das Stromangebot innert 5-10 Jahren zu verdoppeln.
- Für die laufende Generation ist es unmöglich, sämtlichen Oelverbrauch der Schweiz durch Strom zu ersetzen.
- Mit maximalen Anstrengungen könnte im besten Fall der jetzige Anteil der Elektrizität am Gesamtenergieverbrauch von 15% innert 10-15 Jahren auf 25% erhöht werden und zwar nur auf A-Werk-Basis. Dies ist abhängig von den Finanzierungsmöglichkeiten.
- Müsste Heizöl durch atombetriebene Fernheizsysteme ersetzt werden, so wäre die Situation noch prekärer, da die Erstellung von Fernwärmenetzen ausserordentlich aufwendig ist.

Wenn die Probleme tatsächlich so dastehen, dann erscheint es paradox, dass atombetriebene Fernheiznetze trotzdem von der Elektrizitätswirtschaft, der Industrie und den schweiz. Behörden immer wieder als die grosse Zukunftsperspektive propagiert werden.

Siehe dazu NZ vom 20. Okt. 1975 "Atomenergie und Gas an erster Stelle" und Dr. H.R. Siegrist (Dir. d. Eidg. Amtes f. Energiewirtschaft): "Neue energiewirtschaftliche Aspekte im Zusammenhang mit dem Umweltschutz" im Jahrbuch für Umweltschutz 1973, Keller Verlag Luzern.

gewendet werden muss, um aus dem Rohstoff im Boden einen brauchbaren Reaktor-brennstoff herzustellen.

- Die Energie für die erste Brennstoffladung stamme aus einem ölthermischen Kraftwerk mit einem Wirkungsgrad von 25%.
- Die Energie für die Ersatzladungen stamme direkt aus dem Kernkraftwerk.

Energieoutput eines 1000 MW@dampferzeugenden Schwerwasserreaktors.

Nominale Nutzleistung		1000
Korrektur um Verfügbarkeit durchschn. 62% über Lebensdauer	-	380
Verteilungsverluste	-	46,5
Eigenverbrauch der Elektrizitätsindustrie	-	23,3
Ersatz der Schwerwasserverluste	-	3,4
Brennstofferneuerung 31.4 te Brennstoff bei 2,1%Anreicherung		
0,3% Uranerz	-23,4	
0,007% Uranerz		- 291
<hr/>		
Verfügbare Nettoleistung in MW	523,4	255,8 * 25 = 6395
Totale Energieprod. in 25 Jahren in Millionen KWh	114625	56020,2 =

Energieinput

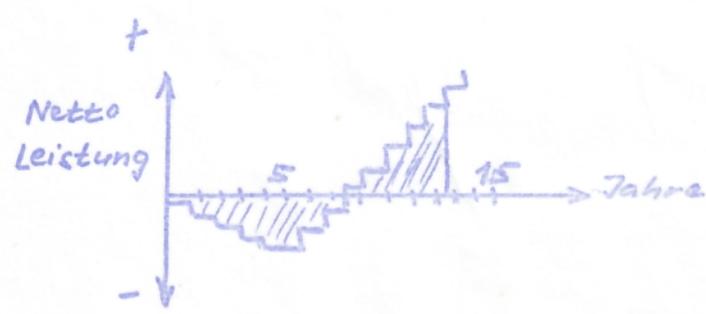
in Millionen KWh (thermal)

Elektrische Ausrüstung		1716
Gebäude und Hilfsausrüstung		868
Nukleares Dampfsystem		2010
Schwerwasser (250 Tonnen)		2150
erste Brennstoffladung	(0,3%)	(0,007%)
160 Tonnen, 2,1% Anreicherung		
- Förderung von 657 Tonnen Natururan	252	12319
- Anreicherung	3130	3130
- Herstellung der Brennelemente	36	36
<hr/>		
Total Energieinput	10162	22229

Bei 0,3% Uranerz $E_r = 11,3$ Input = 8,86% des Output

Bei 0,007% " $E_r = 2,5$ Input = 40% des Output

3. Verlauf der Nettoenergiekurve, wenn jährlich mit dem Bau von einem Kraftwerk mit $E_r = 10$ begonnen wird. (Lineares Bauprogramm)



Bauzeit pro Kraftwerk
5 Jahre

Lebensdauer der Reaktoren
25 Jahre

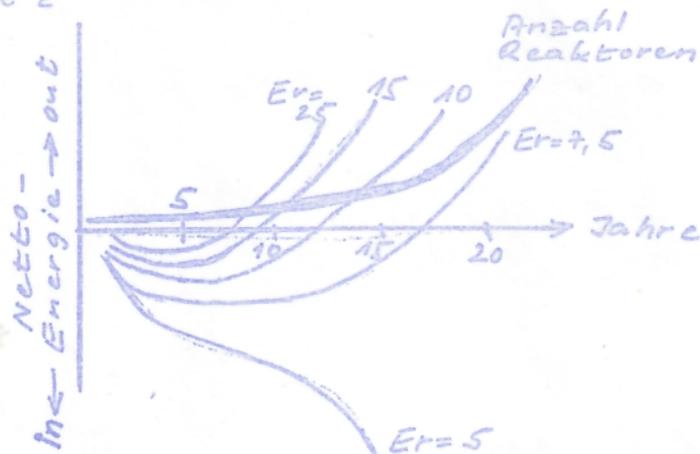
Skizze 1

Erläuterungen zu Skizze 1

- Ab Jahr 6 beginnt das 1. AKW Strom zu produzieren
- Ab Jahr 8₂ resultiert ein Nettooutput
- Ab Jahr 13 ist soviel Energie netto produziert, wie von Jahr 0 bis 8₂ netto investiert werden musste.

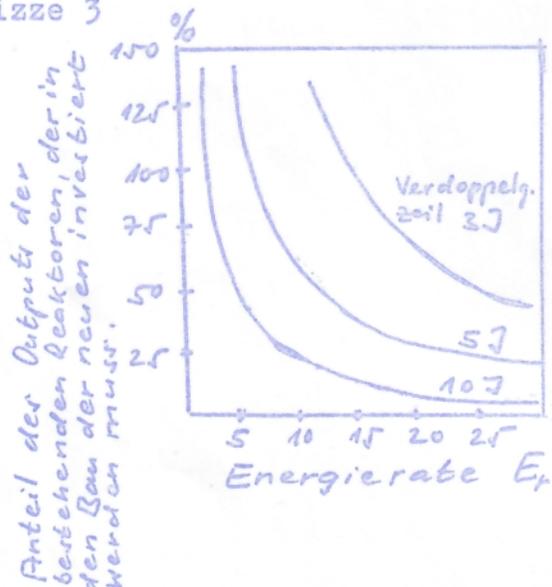
4. Verlauf der Nettoenergiekurve bei exponentiellem Bauprogramm.

Skizze 2



Für Reaktoren von verschiedener Qualität bei einer Verdoppelungszeit von 5 Jahren

Skizze 3



Anteil des Energieoutputs der für das ganze Bauprogramm dauernd nötig ist für verschiedene Reaktorqualitäten bei verschiedenen Verdoppelungszeiten.

Das unter Ziffer 3 dargestellte Reaktorbauprogramm verläuft linear. Um bis zum Ende des Jahrhunderts Oel und Gas zu ersetzen, planen verschiedene Energiebehörden ein exponentiell wachsendes Reaktorbauprogramm, d.h. in regelmässigen Zeitabständen sollte sich die Zahl der vorhandenen Kernreaktoren immer wieder verdoppeln. So z.B.

England früher	Verd. alle 4,5 Jahre
heute	alle 6 Jahre
OECD	alle 4 Jahre

5. Schlussfolgerungen Chapmans aus diesen Resultaten

"Ein überraschendes Merkmal dieses Resultates ist, dass ein lediglich guter (a. perfectly good) Reaktor mit einer Energierate $E = 5$ bei dieser Art von Bauplan (Verdoppelungszeit 5 Jahre, d. Verf.) zu einem Nettoenergiekonsument werden kann. Dies ist genau die Situation, ...wo die Wachstumsrate so ist, dass jedes Jahr mehr Energie in den Bau der neuen Reaktoren investiert werden muss, als von den bereits bestehenden schon zur Verfügung steht. (siehe Skizze 2)

Aber dies ist nicht das Ende der Geschichte... Sogar wenn aus einem Bauprogramm ein Nettoenergiegewinn resultiert, kann es immer noch unakzeptabel sein, wegen des hohen Anteils des Outputs, welcher für den Bau neuer Kraftwerke gebraucht werden muss." (siehe Skizze 3)

"Die meisten Kernenergieprogramme sind auf der Annahme aufgebaut, dass jede zusätzliche Kapazitätseinheit für den zukünftigen Verbrauchszuwachs der Konsumenten zur Verfügung stehen wird und dass damit die Nachfrage nach fossilen Brennstoffen entsprechend reduziert werden wird. Die dynamische Energieanalyse zeigt uns aber, dass dies niemals der Fall ist. Unter den schlechtesten Bedingungen könnte das Kernenergieprogramm entweder den Bedarf an fossilen Brennstoffen noch erhöhen oder die für den Verbraucher verfügbare Brennstoffmenge reduzieren. Unter besseren Bedingungen wird nur ein Teil der installierten Kapazität zur Befriedigung des Verbraucherbedarfes verfügbar sein, der Rest wird von der Nuklearindustrie selber absorbiert werden."

"Ohne derartige Berechnungen könnte uns eine Kernenergiepolitik zu schlimmeren Energieproblemen führen, als diese, welche damit eigentlich gelöst werden sollten. Wegen diesen Resultaten, welche bezüglich der Ermittlung der Energieraten konservativ sind, meinen wir, dass die Wachstumsrate von AKW's nicht schneller sein kann, als eine Verdoppelungszeit von 10 Jahren, sofern wir einen positiven Energiebeitrag wünschen, und um sicher zu sein, sollte die Verdoppelungszeit sogar 15 Jahre betragen. Das heisst, dass wir nicht genügend Kernkraftkapazität aufbauen können, um der für die Jahrhundertwende vorausberechneten Abnahme der Erdölfuhr begegnen zu können."

Zum Brutreaktor als Ausweg aus dem Problem mein Chapman:

"Dies ist ein komplexer Ausweg, da, wenn man ein Brüterbauprogramm beginnen will, man zuerst ein Programm herkömmlicher Reaktoren durchziehen muss, um das nötige Plutonium herzustellen. Mehr noch, sofern man die Zahl der Brutreaktoren schneller anwachsen lassen will, als mit einer Verdoppelungszeit von 20 Jahren, welches der Verdoppelungszeit des Brennstoffes entspricht, dann muss das Bauprogramm der herkömmlichen Reaktoren für die Zeitdauer des Brüterbauprogrammes weitergeführt werden. Somit können Brutreaktoren nicht die Probleme umgehen, welche mit einem Bauprogramm herkömmlicher Kernreaktoren verbunden sind."

Fazit

"Dies alles beinhaltet, dass der einzige Weg, um mit der zukünftigen Reduktion der fossilen Brennstoffe fertig zu werden, darin besteht, eine Politik zu verfolgen, welche die Gesamtnachfrage nach Energie reduziert."

Diese Untersuchung von Chapman löste natürlich eine Kontroverse aus, welche laufend in der Zeitschrift "New Scientist" abgedruckt wurde. Hier stellte sich aber trotz allem breite Übereinstimmung über die von Chapman errechneten Zahlen heraus. (siehe zu dieser Tatsache und zu den folgenden Bemerkungen Dr. P. Chapman "For and against Nuclear Power" New Scientist 16.10.75 S. 142)

Nur eine Studie behauptete, dass seine Zahlen falsch seien, ohne diese Behauptung aber mit ausführlichen Daten zu belegen.

Die Gegner von Chapman betrachteten allerdings die Kernenergie als Sekundärenergiequelle, d.h. als ein neuer Weg, um aus Erdöl Elektrizität herzustellen. Wird aus Erdöl über den Umweg Kernenergie Elektrizität produziert, dann lässt sich dadurch tatsächlich mehr Strom gewinnen als wenn man die gleiche Menge Öl in einem ölthermischen Kraftwerk direkt verfeuern würde. Es lässt sich dann tatsächlich Erdöl einsparen. Dies gilt aber nur, wenn für jeden Kernreaktor, der gebaut wird, ein ölthermisches Kraftwerk stillgelegt, resp. ein ursprünglich geplantes nicht gebaut würde.

Damit ist aber das Erdöl und -gas nicht ersetzt, sondern nur anders verwendet. Es müsste aber ersetzt werden, wie dies viele Energiebehörden auch geplant haben, und für diesen Fall scheinen die oben dargestellten Resultate der Untersuchung von Chapman zu stimmen.

Ergänzungen zu den Berechnungen von Chapman

Seine Zahlen sind nach meiner Ansicht zu optimistisch, da

- die Lebensdauer der Reaktoren von 25 Jahren eher die obere Grenze darstellt,
- er mit einer Verfügbarkeit von durchschnittlich 62 % über die ganze Lebensdauer rechnet,
- er den Energieaufwand für Beseitigung und Endlagerung der radioaktiven Abfälle nicht berücksichtigt.

Dazu die entsprechenden Resultate von Holger Strohm

Die nachfolgenden Zitate sind dem Aufsatz "Ueber die (Un)Wirtschaftlichkeit von Atomkraftwerken" von Holger Strohm im Oeko-Journal April 1975 Seite 21/22 entnommen. Strohm stützte sich dabei auf die folgenden Quellen:

- US Atomic Energy Commission, "Nuclear Power Plant Availability and Capacity Statistics for 1973", Office of Operations Evaluation, Report No. OOE-OS-002. May 1974
- Friends of the Earth, "If Consumers can't count David Comey can", Not Man Apart, San Francisco, Vol. 4 No. 16, S. 15, November 1974
- US Atomic Energy Commission, "Data for Decisions: Operating Plants Status Report", Director of Regulation, 1974

"Die Analyse kürzlich veröffentlichter AEC-Daten ergibt für kommerzielle Kernkraftwerke über 100 MWe einen Leistungsfaktor von 54 %. Lt. David D. Comey (Business and Professional People in the Public Interest) fiel der Leistungsfaktor für die ersten 6 Monate des Jahres 1974 sogar auf 50,4 % ab. Die AEC-Daten von 1973 und 1974 zeigen, dass der Leistungsfaktor für Kernkraftwerke, die länger als 7 Jahre im Betrieb waren, 38 % erreicht.

Das bedeutet, dass Brennkreislauf und Inbetriebnahme eines Kernkraftwerkes mehr Energie verbrauchen, als durch Kernenergie erzeugt wird.

Falls man den weiteren Energieverbrauch z.B. für den Atomüll, der für die nächsten Millionen Jahre gewartet und gekühlt und bei denen alle 20 Jahre Behälter ausgetauscht und gefertigt werden müssen etc., so ergibt sich neben der Gefährdung alles Lebens ein vielfacher Energieverbrauch, verglichen mit der Energie, die von Kernkraftwerken erzeugt wird."

Was müsste unter diesen Umständen getan werden?

Mit Kernenergie können die Energieprobleme also nicht gelöst werden. Der nachfolgende Massnahmenkatalog stellt den Weg dar, der meines Erachtens dazu eingeschlagen werden müsste:

1. Sparmassnahmen

- Hausbau
 - . Verbesserung der Gebäudeisolation
 - . Ausrichten der Neubauten möglichst nach Süden
- Industrie/Technologie
 - . bessere Energienutzung in industriellen Prozessen (Wirkungsgrad)
 - . nur noch langlebige, solide und leicht reparierbare Produkte herstellen (Rohstoffeinsparung, weniger Abfälle)
 - . mögl. dezentralisierte Produktion in kleinen Einheiten und mit energiespare energiesparenden Methoden (mehr Arbeitsplätze, weniger Entfremdung)
 - . mögl. Verwendung von lokal verfügbarem Material zur Produktion von Gütern für den lokalen Markt
- Besiedelung/Verkehr
 - . aus den obigen Massnahmen würde sich eine dezentralisierte Besiedelung ergeben. Das Transportvolumen an Personen und Gütern würde sinken
 - . umsteigen auf Fahrrad und auf öffentliche Transportmittel
- Landwirtschaft
 - . weg von der extensiven industriellen Wirtschaftsweise zu eher personalintensiven, biologischen Methoden
- generell
 - . mögl. geschlossene, kleine Kreisläufe

Literatur dazu: E.F. Schumacher "Es geht auch anders", Verlag K. Desch, München 1974

Ivan Illich "Die sogenannte Energiekrise" ro-ro-ro Aktuell Nr. 1763

Ivan Illich "Die Entschulung der Gesellschaft" Kösel Verlag München 1972

Raymond Petignat "Alternativen - für die Flucht nach vorn" Basler Nachrichten 25. Juni 1975

Ginsburg/Schneider/Woodman "Sonnenenergie - Herausford. an die Technik" NZZ 11. März 1974

Schweiz. Bund für Naturschutz: "Stop d. Energieverschwendung"

2. Alternativenergiemix

- mögl. keine zusätzlichen Energien, um dadurch das Klimasystem zu schonen
- Uebergang zu einem lokal verschiedenen, kombinierten Mix der sich laufend erneuernden Einkommensenergien
 - . Holz, Sonne, Wind, Wasser, Methan

Literatur dazu: Hans Rau: "Heliotechnik" U. Pfriemer Verlag München 1975
Philip Steadman: "Energy, Environment and Building"
Cambridge University Press 1975
Schweiz. Verein f. Sonnenenergie: "Sonnenenergie auf dem Weg zur prakt. Nutzung" Referate am GDI-Symposium 2. Dezember 1974

Therwil, 11. November 1975

Heinz Forter