

C. B. von der Decken (Kernforschungsanlage Jülich)
 H. Karwat (TU München)
 H. Küsters (Kernforschungszentrum Karlsruhe)

G. Memmert (Institut für Kerntechnik, TU Berlin)
 E. Merz (Kernforschungsanlage Jülich)
 H. G. Weidinger (Kraftwerk Union, Erlangen)

Kostenentwicklung

Die Bewertung von Kraftwerksinvestitionen bei unsicheren Energiepreisen

L. Kumer
 Verbundgesellschaft, Wien

Einleitung

In Ergänzung zur Studie „Kostenvergleich der Stromerzeugung auf der Basis von Kernenergie und Steinkohle“ des Energiewirtschaftlichen Institutes der Univ. Köln [1] werden die mittleren annuitätischen Stromerzeugungskosten berechnet, wobei die jährliche Steigerungsrate der Energiepreise (EP) als variabel angenommen wird.

Während bis zur Zeit des ersten Ölpreisschocks die Wirtschaftlichkeit von Kraftwerksbauten sowie von industriellen Investitionen zur Energieeinsparung mit festen also „statischen“ EP bestimmt wurde, ging man danach zu einer „dynamischen“ Berechnung über, in welcher veränderliche EP zugrunde gelegt werden. Noch bis vor einem Jahr herrschte die Meinung vor, daß weiterhin die jährlichen EP-Steigerungsraten deutlich über der Inflationsrate liegen werden. Bis 1982 betragen die zu erwartenden EP-Steigerungsraten ca. 10% p. a. nominell bzw. mindestens 5% p. a. real, und diese wurden den Wirtschaftlichkeitsüberlegungen der stets langfristigen Investitionen der Elektrizitätswirtschaft zugrunde gelegt. Die folgenden Rechnungsergebnisse sollen uns den Einfluß unterschiedlicher EP-Steigerungsraten auf die über die Abschreibungszeit gemittelten Stromgestehungskosten von Kernkraftwerken (KKW), Steinkohlekraftwerken (SKKW) und Wasserkraftwerken (HYDRO) veranschaulichen.

Energiepreisszenarien

Aus den bisherigen und mit den zukünftig wahrscheinlichen Kombinationen von Inflationsrate und EP-Index lassen sich

Anschrift des Verfassers:

Dr. L. Kumer, Österreichische Elektrizitätswirtschafts AG (Verbundgesellschaft), Am Hof 6a, Fach 67, A-1011 Wien.

Gekürzte Fassung des Fachvortrages, gehalten auf der Jahrestagung Kerntechnik 1983 des Deutschen Atomforums und der Kerntechnischen Gesellschaft am 15. 6. 83 in Berlin.

drei Szenarien „früher“ oder real gleichbleibend, „bisher“ und „derzeit“ definieren (in Prozent p. a.):

- früher: Inflation 3, EP-Steigerung nom. 3, real 0;
- bisher: Inflation 5, EP-Steigerung nom. 10, real 5;
- derzeit: Inflation 3, EP-Steigerung nom. 5, real 2.

Die durch die letzten diesbezüglichen Prognosen abgestützte Annahme einer weiteren EP-Steigerung von durchschnittlich etwa 2%-Punkten über der jährlichen Inflationsrate, liegt deutlich unter den bisherigen Annahmen. Eine gewisse Koppelung der Inflationsrate mit der EP-Veränderung besteht in den westeuropäischen Ländern schon seit längerem und ist daher auch für die nächste Zukunft vernünftigerweise vorauszusetzen.

Stromgestehungskosten

Die Brennstoffkosten für Kernkraftwerke sind in Tab. 1 unter der in der Kerntechnik etwas unüblichen Benennung „Wärmepreis“ mit 10,5 DM/Gcal angegeben:

$$WP = \frac{10,5 \text{ DM/Gcal}}{1163 \frac{\text{kWh}}{\text{Gcal}}} = 10^{-2} \text{ DM/kWh (th)}$$

Diese Werte erhöhen sich gemäß dem Kraftwerkswirkungsgrad und betragen für z. B. $\eta = 0,33$ ca. 3 Pf/kWh (e). Darin sind enthalten Uran-, Anreicherungs- und Fabrikationskosten sowie die anzunehmenden Kosten der Entsorgung des bestrahlten Brennstoffes. Die Brennstoffkosten (Wärmepreis) steigen gemäß den ebenfalls variabel angenommenen Raten der Energiepreissteigerung.

Die Kosten der Stromerzeugung, welche sich aus den Investitionskosten bzw. Brennstoff- und Betriebskosten zusammensetzen und mit den bei der SVA-Tagung vom November 1983 (2) genannten Zahlen gut übereinstimmen,

Tabelle 1: Annahmen zur Berechnung der Stromgestehungskosten (Annuitätsmethode)

	SKKW	KKW	HYDRO
Spez. Invest.-Kosten (DM/kW)	2100	3500	4200
Wärmepreis (DM/Gcal)	26,4	10,5	0,1 DM/kWh
Jährl. Betriebszeit (h/a)	4500 ¹⁾	6000	3500 ²⁾
Wirkungsgrad	0,3–0,45	0,25–0,4	0,95 ³⁾
Abschreibungszeit (a)	20	20	50
Bauzeit (a)	5	6	4
Verzinsung (%/a)	8		

¹⁾ 12,8 TWh/3,6 GW = 3500 h, die bei der Planung kalorischer Kraftwerke für Österreich üblicherweise anzunehmende Betriebszeit beträgt 4500 h/a.

²⁾ Äquivalente Vollast-Stundenzahl der Fluß- und Speicherkraftwerke in Österreich (29 TWh/7,7 GW).

³⁾ Die Pumpstromverluste machen weniger als 5% der gesamten hydraulischen Stromerzeugung Österreichs aus.

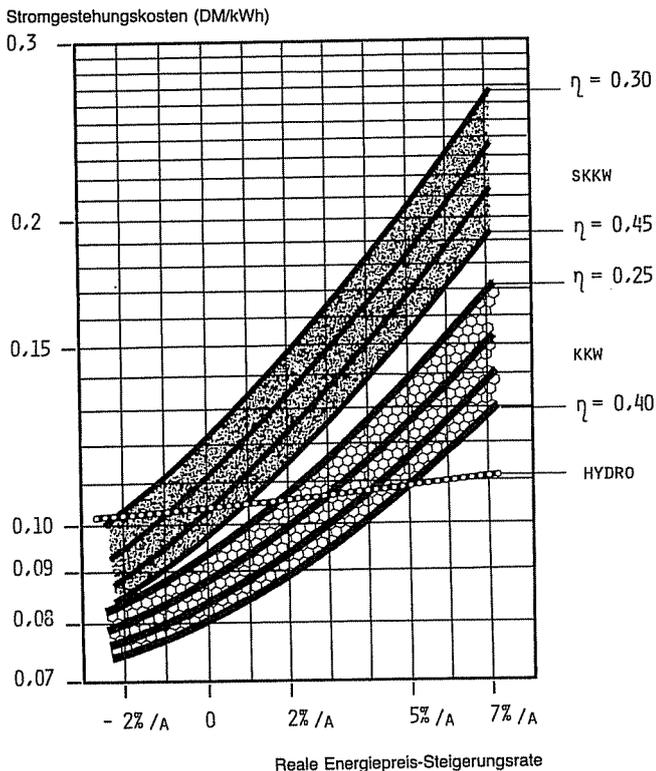


Abb. 1: Über die Abschreibungszeit gemittelte Stromgestehungskosten annuitätisch gerechnet in Abhängigkeit von der jährlichen realen Energiepreis-Steigerungsrate. Der Kraftwerkswirkungsgrad als Parameter variiert zwischen 30 und 45% für ein SKKW und zwischen 25 und 40% für ein KKW.

wurden in Abhängigkeit von der EP-Steigerungsrate und des jeweiligen Kraftwerkswirkungsgrades bestimmt. Die Ergebnisse dieser annuitätischen Berechnung sind in Abb. 1 dargestellt, woraus ersichtlich wird, daß die Stromgestehungskosten der Kernkraftwerke immer noch wesentlich unter jenen der Steinkohlekraftwerke liegen, und zwar für die gesamten jeweiligen Wirkungsgradbereiche. Zu erkennen ist weiter, daß die Zunahme der Stromgestehungskosten bei Kohlekraftwerken mit der Steigerungsrate der Energiepreise, dem höheren Brennstoffkostenanteil entsprechend größer ist, als jene von Kernkraftwerken. Damit ergibt sich für eine niedrige Energiepreissteigerungsrate eine geringere Kostendifferenz der Stromerzeugung aus Kohle und Kernenergie.

Die geringe Neigung der Wasserkraftkurve ergibt sich aus den Stromgestehungskosten zur Abdeckung des Pumpstroms der Speicherkraftwerke in Österreich und entspricht damit einem geringen „Brennstoffanteil“.

Für die drei angenommenen EP-Szenarien wurden weiters die berechneten Stromerzeugungskosten als Funktion vom Kraftwerkswirkungsgrad gezeichnet (Abb. 2). Daraus lassen sich die kalkulatorischen Stromerzeugungskosten für die z. B. zur Zeit aktuelle Annahme der EP-Steigerungsrate mit 2% real und den angenommenen Kraftwerkswirkungsgrad von etwa 0,37 für SKKW bzw. 0,32 für KKW vergleichen:

- SKKW 0,13 DM/kWh
- HYDRO 0,105 DM/kWh
- KKW 0,10 DM/kWh.

Es ist eine zuverlässige Vereinfachung dieser vergleichenden Abschätzung, daß die spezifischen Investitionskosten unabhängig vom Kraftwerkswirkungsgrad angenommen werden.

Die Schlußfolgerung aus den Abbildungen ergibt, daß die Veränderung der EP-Steigerungsrate um nur 1%-Punkt, die

über die Abschreibungszeit des Kraftwerkes gemittelten Stromerzeugungskosten der kalorischen Kraftwerke ebenso verändert wie die Veränderung des Kraftwerkswirkungsgrades um 5%-Punkte (!) nämlich
 1,0 Pf/kWh . . . SKKW;
 0,5 Pf/kWh . . . KKW.

Dieses Ergebnis führt zu den hohen kommerziellen Bewertungen von Kraftwerksinvestitionen zur Wirkungsgradverbesserung und zeigt deutlich, daß die weitere Verbesserung der Kraftwerkswirkungsgrade auch bei gemäßigten Prognosen der EP-Steigerungsrate von 2% p. a. (real) im Interesse des Elektrizitätsversorgers und Kunden notwendig ist, um den unsicher abschätzbaren Veränderungen der Energiepreise entgegenzuwirken¹⁾.

(Vorgetragen auf der JK '83)

DK 621.311.2:621.039.003

Literatur

- [1] D. Schmitt u. H. Junk: Kostenvergleich der Stromerzeugung auf der Basis Kernenergie und Steinkohle, Zeitschrift für Energiewirtschaft, 2, 1981, S. 77-86.
- [2] E. Elmiger: Die Kostenentwicklung bei Neuanlagen von Kraftwerken, SVA-Informationstagung, 21./22. 11. 83, Zürich.

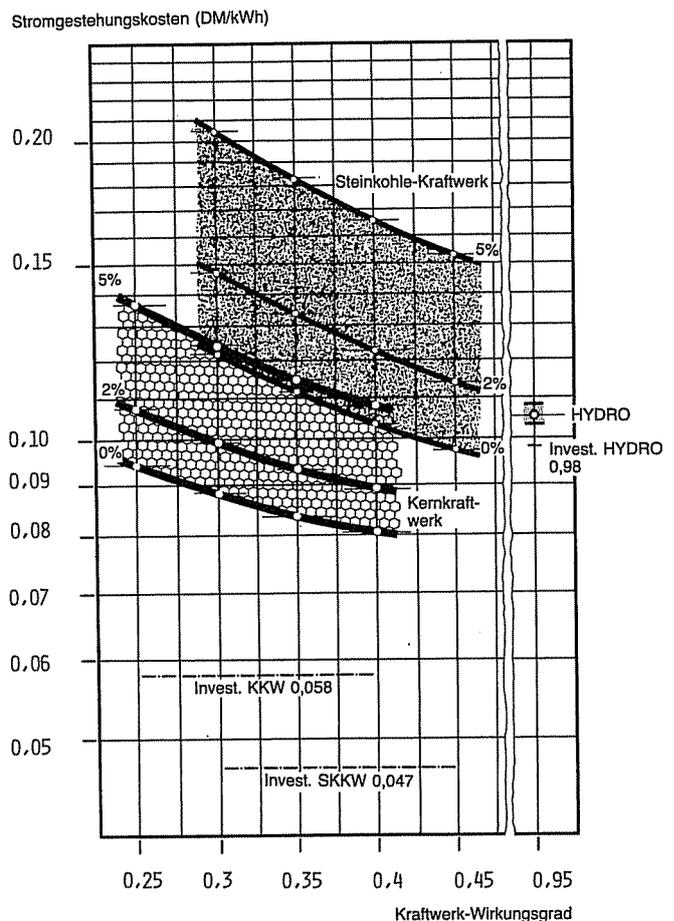


Abb. 2: Mittlere Stromgestehungskosten annuitätisch gerechnet in Abhängigkeit vom Kraftwerkswirkungsgrad.

Als Parameter wird eine jährliche Rate der EP-Steigerung zwischen 0 und 5% zugrunde gelegt.

¹⁾ Aufgrund der bei einer dynamischen Berechnung (mit steigenden Energiepreisen) außerordentlich hohen Brennstoffkosten gegen Ende der Amortisationszeit im Vergleich zum gleichbleibenden Kapitaldienst, ergibt sich das vorgestellte, zugegeben überraschende Ergebnis.