Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 77 (1986)

Heft: 9

Artikel: Verwertung von elektrischer Überschussenergie

Autor: Glavitsch, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904192

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Verwertung von elektrischer Überschussenergie

H. Glavitsch

Die Erzeugung elektrischer Energie ist auf die Deckung des Bedarfs im Winterhalbjahr ausgerichtet. Da der Bedarf im Sommer geringer ist und hydrologisch bedingt mehr Laufenergie anfällt, entsteht im Sommerhalbjahr in der Schweiz sogenannte Überschussenergie. Diese kann entweder zur Substitution von Erzeugungsanteilen basierend auf fossiler Energie oder zur Umwandlung in speicherfähige Energieträger verwendet werden. Beide Wege sind den Gesetzmässigkeiten des Marktes unterworfen. Der erste Weg wird im Verbundnetz bereits heute beschritten (UCPTE-Netz). Für den zweiten bietet sich die chemische Energiespeicherung an.

La production d'énergie électrique est basée sur la couverture du besoin durant le semestre d'hiver. En été, le besoin étant moins élevé et couvert en plus grande partie par des usines au fil de l'eau, on dispose, en Suisse, d'un excédent d'énergie, qui peut être utilisé en lieu et place de l'énergie fossile ou converti en énergie accumulable. Ces deux moyens sont soumis aux lois du marché. Le premier est déjà appliqué dans levéseau UCPTE. Pour le second, on peut envisager une accumulation chimique de l'énergie électrique.

Dieser Aufsatz entspricht dem Vortrag von Prof. Dr. H. Glavitsch an der SEV-Tagung «Energiespeicherung in Grossanlagen» vom 20. März 1986 in Bern.

Adresse des Autors
Prof. Dr. *H. Glavitsch*, Institut für Elektrische Energieübertragung und Hochspannungstechnik, ETHZ, 8092 Zürich.

1. Einleitung

Von elektrischer Überschussenergie zu reden, ist nur unter ganz bestimmten Umständen berechtigt, zumal Steuer- und Marktmechanismen in einem Verbundnetz bei einem erhöhten Energieangebot eingreifen und die angebotenen Mengen und die damit einhergehenden Preise sehr wirkungsvoll anpassen. Der Titel dieses Aufsatzes ist daher eng im Zusammenhang mit der Veranstaltung «Energiespeicherung in Grossanlagen»[1] zu sehen, um die Probleme der nicht zeitgerecht erzeugten elektrischen Energie in einem weiteren Rahmen diskutieren zu können.

Elektrische Überschussenergie tritt grundsätzlich als Folge von zwei verschiedenen technischen Gegebenheiten in Erscheinung. Die eine ist die Notwendigkeit der Nutzung der elektrischen Energie in dem Augenblick, in dem sie in das elektrische Netz eingespeist wird. Die zweite Gegebenheit ist der Anfall von Laufenergie, der ein Unternehmen zwingt, die Umwandlung in elektrische Energie vorzunehmen. Eine Speicherung der elektrischen Energie im Übertragungsnetz ist nicht möglich. Die Speicherung in Pumpspeicherwerken im sogenannten Umwälzbetrieb (Tageszyklus) hat bezüglich der Verwertung von grösseren Energiemengen über längere Perioden hinweg keine grosse Bedeutung.

Abgesehen von technischen Gegebenheiten ist aber das Auftreten eines Überschusses an das Wechselspiel zwischen dem Verbraucher und dem Erzeuger gebunden. Erst wenn das Erzeugersystem sich gegenläufig zum Verbrauchersystem verhält, kommt es zu einem Überangebot. In den gemässigten geographischen Breiten Europas ist eine solche Tendenz denkbar und bietet Ansätze für eine Diskussion dieses Problems. Es ist in erster Linie klimatisch und hydrologisch bedingt und tritt im Jahreszyklus in den Sommermonaten in Erscheinung.

Das heute bestehende europäische Verbundnetz ist ein sehr ausgedehntes Leitungssystem, das Regionen mit stark unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen und auch mit verschiedenen Typen von Kraftwerken verbindet, so dass dieses Verbundnetz landesübergreifend für eine sehr wirtschaftliche Nutzung der Überschussenergie sorgt. Durch dieses Verbundnetz wurde ein ausgedehnter Markt geschaffen, der eine Vielfalt von Substitutionsmöglichkeiten bietet. Diese Substitutionsmöglichkeiten sind dadurch gegeben, dass eine ganze Reihe von unterschiedlichen Kraftwerkstypen im Einsatz ist, die stark voneinander abweichende Gestehungskosten für eine erzeugte Kilowattstunde in ihrem variablen Kostenanteil aufweisen, so dass die Ausserbetriebnahme von teuren Erzeugereinheiten bei Vorliegen von günstigen Energieangeboten auf dem Markt wirtschaftliche Vorteile bietet.

Aus den hydrologischen Gegebenheiten und wegen der Bandenergie herrührend aus Kernkraftwerken ist das Bedürftnis entstanden, sich über die Verwertung von elektrischer Überschussenergie Gedanken zu machen. Traditionell besteht in der Schweiz bereits seit langem die Nutzung von Sommerenergie durch Elektrokessel, die ein klassisches Beispiel für die Verwertung von Überschussenergie darstellt. Auch die Warmwasserbereitung in Elektroboilern, besonders auch unter dem Aspekt der Vermeidung der Verbrennung von Heizöl bei schlechtem Wirkungsgrad, fällt in diese Kategorie.

Im Zentrum des Energieproblems steht jedoch die Speicherung von Energie in hochwertiger Form, d.h. in Form eines Brennstoffs. Dazu liegen einige Ansätze vor, und die technische Realisierbarkeit ist auch gegeben. Wirtschaftlich sind dagegen noch einige Fragen offen, und zwar in zwei Be-

[1] SEV-Tagung vom 20. März 1986 in Bern

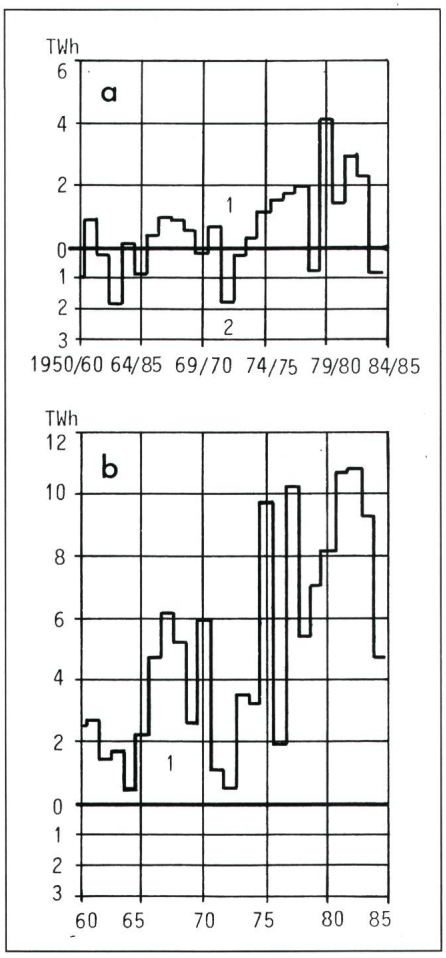


Fig. 1 Jährlicher Ausfuhr- bzw. Einfuhrüberschuss seit 1960 [1]

a Winterhalbjahr 1 Ausfuhrüberschuss
b Kalenderjahr 2 Einfuhrüberschuss

reichen. Der eine betrifft den Preis der Überschussenergie, der andere die auf den Energiedurchsatz bezogenen Festkosten der Anlagen. Letztere sind wieder stark abhängig von der Benutzungsdauer von solchen Anlagen, in die wieder die Zeitdauer der Verfügbarkeit von Überschussenergie eingeht.

Die Überschussenergie zu einem niedrigen Gestehungspreis und die Zeitdauer ihrer Verfügbarkeit sind somit Schlüsselfaktoren für die Beurteilung der Speicherung von elektrischer Energie in Form eines Brennstoffs. Im folgenden wird daher das Hauptaugenmerk auf die Frage nach der Verfügbarkeit von Überschussenergie gelegt.

2. Die schweizerische Energieversorgung

Die Ausbauplanung der Kraftwerke ist in der Schweiz auf das Winterhalbjahr (1. Oktober bis 31. März) ausgerichtet. Rund 55% des Jahresbedarfs fallen in dieser Zeitperiode an. Zur sicheren Deckung dieser Energie werden die Speicher so bewirtschaftet, dass sie jeweils am 1. Oktober möglichst voll sind, werden die Kernkraftwerke im Sommer gewartet, und gegebenenfalls werden Energielieferverträge mit den Nachbarländern für die Wintermonate abgeschlossen. Zur sicheren Deckung des Winterbedarfs ist dazu eine gewisse Reserve notwendig, da das hydrologische Angebot relativ stark schwankt und mit einer gewissen Nichtverfügbarkeit der Kernkraftwerke gerechnet werden muss.

Das hydrologisch bedingte Angebot ist im Sommer höher als im Winter, und zwar liegt es in der Grössenordnung von 52% des Jahresangebots. Der Bedarf sinkt dagegen auf rund 45% des Jahresbedarfs, und damit ist eine Tendenz zu einem Überschuss in den Sommermonaten gegeben. Einige Illustrationen sollen diese Situation verdeutlichen. Vorerst wird dazu auf die langjährige Entwicklung des Ausfuhr- und Einfuhrüberschusses in Figur 1 verwiesen [1]. In Figur 1a sind die Betreffnisse des Winterhalbjahres aufgetragen, die zeigen, dass die Schweiz im Winter überwiegend Energie exportiert, die Mengen jedoch nicht übermässig hoch sind. Das Verhältnis der Jahre mit einem Exportüberschuss zu denjenigen mit einem Importüberschuss spiegelt das Mass der Versorgungssicherheit wieder.

Im Kalenderjahr (Fig. 1b) sind immer Exportüberschüsse vorhanden, die unter Berücksichtigung der Verhältnisse im Winter weitgehend auf Überschüsse im Sommer zurückzuführen sind.

Sieht man sich nun einige typische Tagesverläufe der Erzeugung an, wie sie in Figur 2 gezeigt sind, so erkennt man den ausgeprägten Anteil der Laufwerke für den Sommertag (20. Juni 1984) und die reduzierte Erzeugung der Kernkraftwerke. Beachtlich ist, dass auch im Sommer der Anteil der Speicherkraftwerke immer noch sehr bedeutend ist, siehe 20. Juni 1984 und 19. September 1984.

Der Vergleich mit dem Belastungsverlauf, vor allem mit demjenigen des Inlandverbrauchs, weist darauf hin, dass der Landesverbrauch noch weit über die Erzeugung der Bandenergie (Laufwerke und Kernkraftwerke) hinausgeht. Der hohe Anteil der Speicherkraftwerke im Sommer (20. Juni 1984 und 19. September 1984) lässt darauf schliessen, dass deren Umsatz auch in dieser Periode wirtschaftlich attraktiv ist.

Man könnte nun vermuten, wenn der Energieverbrauch von Jahr zu Jahr steigt, dass dieser Anstieg vor allem durch den Wärmebedarf im Winter bedingt ist und der Verbrauch im Sommer stagnieren müsste. Eine Ausrichtung des Kraftwerksausbaus auf den Winter müsste dann dazu führen, dass die Tendenz für die elektrische Überschussenergie im Sommer zunimmt. Ein Ausschnitt aus der Elektrizitätsstatistik der Schweiz über eine Periode von 10 Jahren zeigt, dass diese Tendenz jedoch nicht gegeben ist. Tabelle I zeigt für die Perioden 1975/76 bis 1984/85 den Landesverbrauch sowie die Anteile der Sommermonate April bis September und der Sommermonate Mai bis August.

Die Zahlenreihen zeigen sehr deutlich, dass der prozentuale Anteil der Sommermonate keine markante Änderung aufweist, was bedeutet, dass der elektrische Energieverbrauch generell im Jahr, im Winter und im Sommer, zunimmt und verbrauchsbedingt keine Tendenz zu einem elektrischen Überschuss herausgelesen werden kann.

Überprüft man die Erzeugerseite

Trend des Landesverbrauchs in den Sommermonaten [1] Tabelle I

	Jährlicher Verbrauch GWh	Anteil Sommer 6 Monate GWh	%	Anteil Sommer 4 Monate GWh	%
1975/76	32 588	15 359	47,1	10 107	31,0
1976/77	34 173	16 302	47,7	10 702	31,3
1977/78	35 246	16 658	47,3	10 990	31,2
1978/79	36 633	17 198	46,9	11 370	31,0
1979/80	37 807	17 735	46,9	11 687	30,9
1980/81	39 135	17 947	45,8	11 843	30,3
1981/82	40 036	18 297	45,7	12 017	30,0
1982/83	40 654	18 919	46,5	12 455	30,6
1983/84	42 812	19 613	45,8	12 926	30,2
1984/85	44 103	19 984	45,3	13 204	29,9

auf tendenzielle Veränderung in Richtung Mehrproduktion im Sommerhalbjahr, sind vor allem die Produktionsanteile der Kernkraftwerke zu beachten, siehe Tabelle II. Aus dieser Tabelle ist zu erkennen, dass der Anteil der Erzeugung aus Kernkraftwerken von Jahr zu Jahr gestiegen ist, dass aber der Sommeranteil an der Erzeugung der Kernkraftwerke keine signifikante Veränderung aufweist. Dass die Überschusssituation sich in den letzten Jahren nicht wesentlich geändert hat, wird auch noch durch die Zahlen des Sommerhalbjahres bestätigt, wie die letzte Kolonne von Tabelle II zeigt.

Die Schlussfolgerung aus diesen Überlegungen ist dahingehend, dass die Schweiz im Sommerhalbjahr wohl elektrische Überschussenergie bedingt durch Laufwasser und Kernkraftwerke produziert, aber diese Energie im europäischen Verbundnetz verwertet werden kann.

3. Das europäische Verbundnetz

Mit einem Blick auf das europäische Verbundnetz (UCPTE[2]-Netz) soll nun die Frage beantwortet werden, ob bei der Lieferung von Sommerenergie von der Schweiz in das Netz von einer Verwertung von Überschussenergie oder besser von sinnvollem Energieaustausch gesprochen werden kann.

Dazu soll das UCPTE-Netz vorerst kurz charakterisiert werden. Beim UCPTE-Netz mit den assoziierten Regionen handelt es sich um den Zusammenschluss von 12 Ländern, die 1984 einen elektrischen Energieverbrauch von 1202,1 TWh ausgewiesen haben [2]. 21,4% der Erzeugung erfolgte in Wasserkraftwerken, 28,9% in Kernkraftwerken und 49,7% in konventionellen thermischen Kraftwerken. Daraus ist ersichtlich, dass die Struktur der Erzeugung des Gesamtnetzes von derjenigen der Schweiz abweicht (62,8% Wasserkraftwerke, 35,4% Kernkraftwerke, 1,8% konventionelle thermische Kraftwerke.

Nur wenige Länder weisen nennenswerte Nettoexportenergiemengen auf, und zwar sind dies Frankreich, Österreich und die Schweiz. In Frankreich ist es der forcierte Kernenergieausbau, der für die Rolle als Energieexporteur

[2] Union pour la coordination de la production et du transport de l'électricité

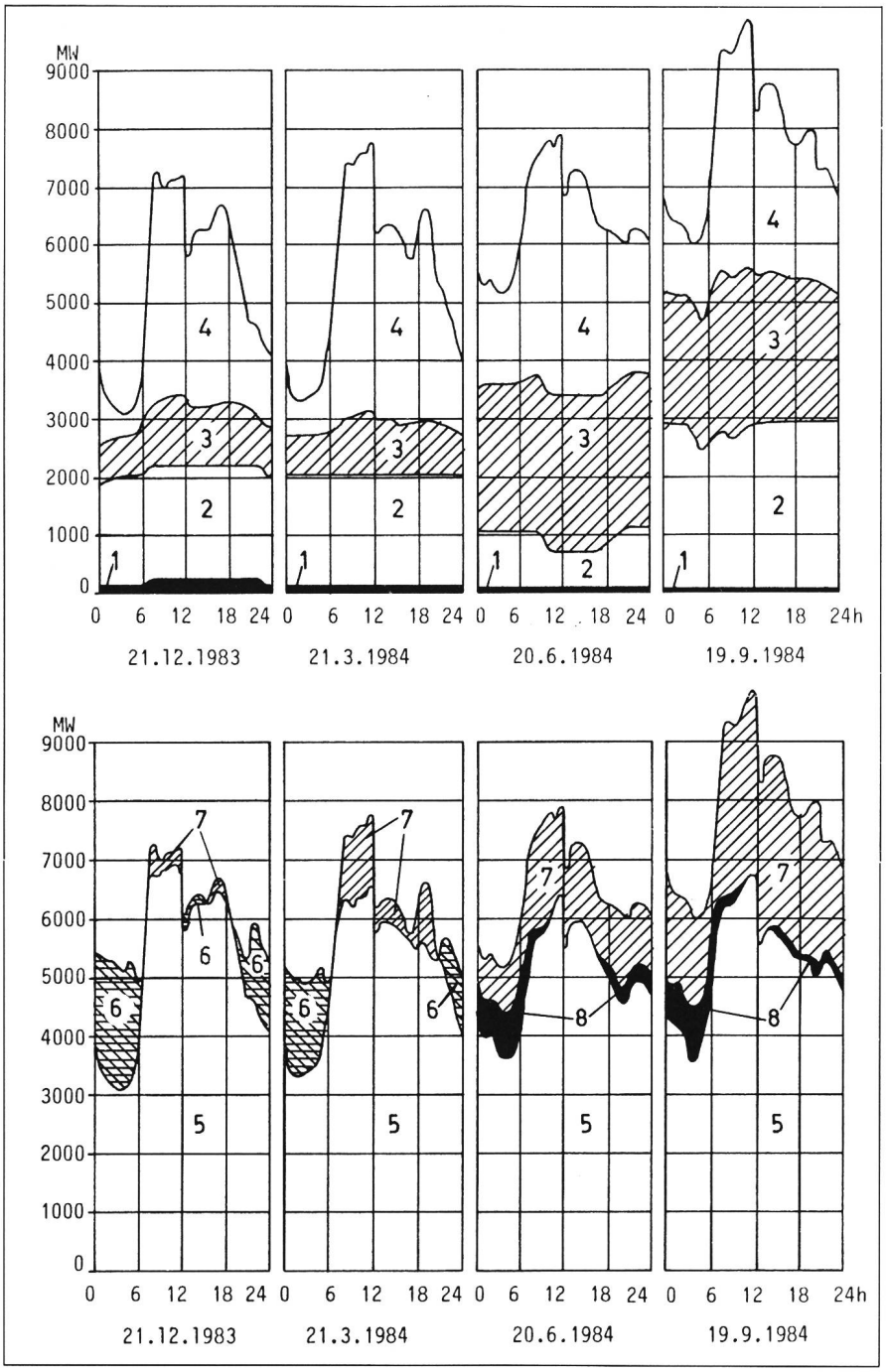


Fig. 2 Belastungsverlauf der Erzeugung (oben) und des Verbrauchs (unten) am 3. Mittwoch des Monats

Erzeugung
1 Konventionell-thermische Kraftwerke
2 Kernkraftwerke
3 Laufkraftwerke
4 Speicherkraftwerke

Verbrauch; Einfuhr/Ausfuhr
5 Landesverbrauch ohne Verbrauch der Speicherpumpen
6 Einfuhrüberschuss
7 Verbrauch der Speicherpumpen
8 Ausfuhrüberschuss

Jahreserzeugung und Anteile der Kernkraftwerke Tabelle II

Hydrologisches Jahr	Jahreserzeugung total GWh	Anteil Kernkraftwerke GWh	Anteil Kernkraftwerke Sommer GWh	%	Überschuss Sommer GWh
1980/81	50 179	14 405	6074	42,2	8169
1981/82	52 904	14 309	5961	41,7	8323
1982/83	52 798	14 775	6461	43,7	8542
1983/84	47 505	15 957	7556	47,4	4014
1984/85	55 080	20 664	8841	42,8	7297

verantwortlich ist. Im Falle von Österreich und der Schweiz ist es traditionell die Wasserkraft, die diese Länder als Exportländer ausweist. Zur Kennzeichnung des Ausmasses an Exportenergie werden in der Tabelle III einige Zahlenwerte angeführt.

Nettoexporte 1984 und deren Anteil am Gesamtverbrauch UCPTE Tabelle III

Frankreich	24 807 GWh	2,06%
Österreich	1 299 GWh	0,10%
Schweiz	3 633 GWh	0,30%

Gemessen an der Gesamterzeugung in den UCPTE-Ländern ist der Export aus den genannten Ländern relativ gering. Die einzelnen Länder sind somit in ihrer Energieversorgung weitgehend autark, und der Energieaustausch erfolgt aufgrund bestimmter wirtschaftlicher Gegebenheiten in einem relativ engen Rahmen.

Die Motivation für den Energieaustausch kann auf einige wichtige Punkte zurückgeführt werden, die im wesentlichen durch die unterschiedliche Zusammensetzung der Kraftwerksparks gegeben sind:

- unterschiedliche Anteile der Grund-, Mittel- und Spitzenlastwerke
- unterschiedliche Kostenstrukturen der Werke
- Importe, um die Revision eigener Werke zu ermöglichen
- Importe, um den späteren Ausbau eigener Werke zu ermöglichen
- Nutzung von Lauf- und Speicherwasser.

Zur erweiterten Erklärung der hier relevanten Verhältnisse wird ein vereinfachtes Beispiel eines Kraftwerksparks mit bestimmten Lastverhältnissen herangezogen.

In einem Versorgungsgebiet soll das geordnete Lastdiagramm für eine Zeitperiode bekannt sein. Dazu sei ein Kraftwerkspark vorhanden, der dem Lastdiagramm entspricht. Dabei sollen fünf verschiedene Kraftwerkstypen zum Einsatz kommen, und zwar

- Grundlastwerk: Kernenergie
- Grundlastwerk: Laufenergie
- Mittellastwerk: Steinkohle
- Mittellastwerk: Schweröl
- Spitzenlastwerk: Leichtöl

Das geordnete Lastdiagramm und die Einsatzbereiche der Kraftwerkstypen sind in der Figur 3 angegeben, und zwar soll damit eine Sommerperiode gekennzeichnet sein. Die Benutzungsdauern der Kraftwerkstypen sind dabei gut abschätzbar. Für die folgenden

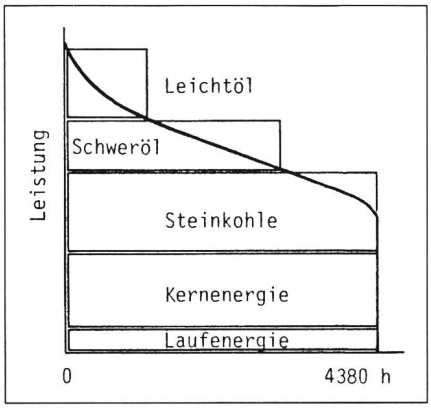


Fig. 3 Geordnetes Lastdiagramm und Einsatz der Kraftwerktypen

Überlegungen wird vorausgesetzt, dass das Spitzenlastwerk und das mit Schweröl befeuerte Mittellastwerk ohne bedeutende Anfahrkosten in Betrieb genommen werden können und damit keine Anreize bestehen, diese Werke über möglichst lange Perioden in Betrieb zu halten.

Zur Kennzeichnung der Kostenstruktur der Kraftwerkstypen sind die Erzeugungskosten unter Annahme typischer Jahresbenutzungsdauern in der Tabelle IV aufgeführt.

Wäre das Netz, das durch die Figur 3 gekennzeichnet ist, eine Insel, so müssten die Kraftwerke in der gezeigten Art und Weise zum Einsatz kommen. Im UCPTE-Netz hat aber jeder Partner und Teilnehmer in Verbundbetrieb die Möglichkeit, die kostengünstigste Energie, die auf dem Markt verfügbar ist, in seinem eigenen Netz zum Einsatz zu bringen. Massgebend ist die Relation der arbeitsabhängigen Kosten zu den angebotenen Importkosten. Da es sich um einen freien Markt handelt, spielt sich der Preis nach Angebot und Nachfrage ein. Wenn nun ein externer Partner im Verbund zum genannten Netz z. B. über ein Wochenende im Sommer die Energie einer Laufwerkgruppe im Ausmass der Energie eines Dampfkraftwerks auf Schwerölbasis zur Verfügung hat, so wird sich ein Preis etwas unterhalb der arbeitsabhängigen Kosten des letzteren, d.h. in der Grössenordnung von 6,5 Rp./kWh, ergeben. Für diesen Preis wird der Betreiber des Dampfkraftwerkes genügend wirtschaftliche Vorteile sehen, um dieses Werk über das Wochenende abzustellen und die Energie durch Importe zu substituieren. Unter Bezug auf die Figur 3 wurde in diesem Beispiel angenommen, dass die Energie aus dem Dampfkraftwerk auf Leichtölbasis bereits anderweitig ersetzt wurde.

Dies ist der grundlegende Mechanismus, der bei der Verwertung der Überschussenergie im Verbundnetz zum Tragen kommt. Die Reihenfolge der Kraftwerke und die Preise der substituierenden Energie ergeben sich unmittelbar aus dem geordneten Lastdiagramm. Der Lastverteiler kann dies kurzfristig noch einfacher aus seiner Lastprognose und den Energieangeboten im Verbundnetz ersehen.

Wenn auch die Stromgestehungskosten in Tabelle IV nicht mehr dem letzten Stand entsprechen, so werden damit die relativen Kostenrelationen wiedergegeben. Auch die Benutzungsdauern entsprechen den Realitäten.

Der wesentliche Punkt dieser Überlegungen liegt nun darin, dass die Substitution von Energie im Verbundnetz durch die sogenannte Überschussenergie auf einem Preisniveau erfolgt, das den arbeitsabhängigen Kosten der ersetzten Kraftwerkstypen entspricht. Dass diese Überlegung nicht ganz unrealistisch ist, zeigt eine Querkontrolle mit Zahlen aus [1] für die Schweiz.

Ausfuhr elektrischer Energie 1983:
20 395 GWh
Einnahmen aus Exporten:
1002 Mio Fr.

Daraus rechnet sich ein Durchschnittserlös von 4,9 Rp./kWh, der im Bereich der oben diskutierten arbeitsabhängigen Kosten liegt.

Stromgestehungskosten in Rp./kWh [3] Tabelle IV

Kraftwerkstyp	Leistung MW	Benutzungsdauer h	Festkosten Rp./kWh	Arbeitsabhängige Kosten Rp./kWh
Kernkraftwerk	1000	6500	3,4	2,9
Laufwerk	200	4000	3,0	-
Dampfkraftwerk Steinkohle	500	4000	3,0	6,7
Dampfkraftwerk Schweröl	500	2000	5,3	7,1
Dampfkraftwerk Leichtöl	100	1000	4,4	11,9

Im täglichen Energiegeschäft kommt es gewiss zu Situationen, in denen aufgrund von klimatischen und hydrologischen Gegebenheiten Energiemengen zu noch niedrigeren Preisen angeboten werden. Die dabei angebotenen Mengen sind aber verhältnismässig gering. Es darf daher aus Energiegeschäften, die an einem Sommerwochenende nach einer Regenperiode getätigt werden, nicht auf grosse Mengen billiger elektrischer Überschussenergie geschlossen werden.

4. Schlussfolgerungen aus der heutigen Situation

Der heutige Energieverkehr im europäischen Verbundnetz ist auf den Ausgleich von frei verfügbaren Energiemengen im Sommer und Winter ausgerichtet. Der Ausgleich erfolgt nach den Gesichtspunkten der substituierbaren Mengen bewertet nach arbeitsabhängigen Kosten. Nur wenige Länder können in Netto grössere Energiemengen abgeben. Die Schweiz liefert in den Sommermonaten an die Nachbarländer bedingt durch den Anfall von Laufenergie. Eine steigende Tendenz dieser sogenannten Überschussenergie ist nicht festzustellen. Das Preisniveau dieser Energie ist durch die arbeitsabhängigen Kosten der substituierten Energie festgelegt. Abweichungen davon sind durch kurzfristige, meist hydrologisch verursachte Überangebote bedingt. Die damit verbundenen Energiemengen sind gering. Im allgemeinen muss gesagt werden, dass diese Energien im Verbundnetz mit grossem wirtschaftlichem Nutzen eingesetzt werden.

5. Zukünftige Entwicklungen

Man muss sich im klaren sein, dass der Anstoss zu diesen Überlegungen von einer möglichen Entwicklung abgeleitet werden, bei der man von einem weiteren Zubau von Kernkraftwerken für das Winterhalbjahr ausgeht und bei der der Bedarf im Sommerhalbjahr der Bedarfsentwicklung im Winterhalbjahr nicht folgt. Wie oben ausgeführt, ist bisher von einer solchen Entwicklung noch nichts zu erkennen.

Eine solche Entwicklung würde vor allem dann eintreten, wenn die Elektroheizung im Winterhalbjahr voll gefördert würde und dafür ein Kernkraftwerk eingesetzt werden könnte. Dass dafür die wirtschaftliche Motivation aufgrund der Ölpreisrelation heute nicht gegeben ist, sollen die folgenden Überlegungen zeigen. Sie gehen davon aus, dass ein Kernkraftwerk in der Schweiz in Betracht gezogen wird. Es wird folgende Ausgangslage angenommen:

- Kernkraftwerk der Leistungsklasse 1000 MW
- 6500 h Jahresbenutzungsdauer
- Energiekosten 11 Rp./kWh (Bandenergie)
- Absatz der Energie im Winterhalbjahr über 4374 h zu einem noch zu bestimmenden Tarif
- Absatz der Energie im Sommerhalbjahr zu 11 Rp./kWh über 1000 h
- Absatz der Energie im restlichen Sommerhalbjahr zu Marktpreisen.

Wenn für den Absatz von Energie im Sommerhalbjahr mit Marktpreisen gerechnet wird, so entsteht für den Kernkraftwerksbetreiber oder seine Partner eine kostenmässige Unterdekkung, die durch einen Mehrpreis für die Winterenergie kompensiert werden muss.

Die Marktsituation im Sommerhalbjahr kann nicht ausser acht gelassen werden. Dazu sei angenommen, dass für die restlichen 1126 h die Energie zu 5 Rp./kWh abgesetzt werden kann. Die Unterdeckung von 6 Rp./kWh verursacht eine notwendige Kompensation, die zum Energiepreis von 11 Rp./kWh, der für die Bandenergie vorausgesetzt wurde, geschlagen werden muss. Dadurch ergibt sich ein Abgabepreis von 12,55 Rp./kWh ab Kraftwerk für die Winterenergie.

Die Motivation für den vermehrten Einsatz der Elektroheizung ist bei diesem Preisniveau jedoch nicht gegeben. Der Einsatz eines Kernkraftwerks auf dieser Basis mit der oben angeführten Überschussenergie im Sommer ist daher nicht zu erwarten.

Wächst der Bedarf im Sommerhalbjahr im gleichen Masse wie der Winterbedarf, entsprechend dem bisherigen Trend, so wird der Marktwert der Sommerenergie erhalten bleiben. Die wirtschaftlichen Gegebenheiten sprechen dann viel eher für das Kernkraftwerk.

Ein weiteres Kernkraftwerk kann jedoch noch aus anderen Gründen gerechtfertigt sein, wie z.B. durch Überlegungen der Versorgungssicherheit oder durch eine Höherbewertung der Bandenergie im Winter. Kommen diese Argumente zum Tragen, so muss mit vermehrter Überschussenergie in den Sommermonaten gerechnet werden.

6. Weitere Möglichkeiten der Verwertung von Überschussenergie

Es ist nicht zu übersehen, dass kurzfristig und in begrenzten Mengen Überschussenergie vorhanden sind und in Zukunft vorhanden sein werden. Wie auf einem Spotmarkt dürften die Preise für die Kilowattstunde relativ tief sein, d.h. unter den genannten 5 Rp./kWh. Sie gelten jedoch für eine Abnahme vom Übertragungsnetz.

Technologisch bestehen eine Reihe von Möglichkeiten zur Nutzung solcher freier Energien. Vor allem wird an

- die Umwandlung in Wasserstoff
- die Aluminium-Elektrolyse
- den Elektrokessel
- die herkömmlichen Methoden der Pumpspeicherung

gedacht. Die letztgenannte Möglichkeit, d.h. die Pumpspeicherung, kann aus dieser Betrachtung ausgeklammert werden, da die Rechtfertigung von Pumpspeicheranlagen vor allem in der Schaffung von Spitzenleistung liegt. Bei den übrigen Methoden geht es jeweils um die eigentliche Nutzung der Überschussenergien. Nach all den bisher angestellten Überlegungen muss für eine derartige Nutzung der Energiepreis relativ niedrig sein.

Die heutige Energieversorgung unter Einbezug des europäischen Verbundnetzes bietet jedoch nur geringe Energiemengen zu kostengünstigen Energiepreisen an. Das bedeutet für die jeweiligen Anlagen eine geringe Benutzungsdauer. Damit entstehen wiederum Mehrkosten bei der Gesamtnutzung der Überschussenergie.

Erst wenn die Produkte der genannten Umwandlungsverfahren, d.h. H_2, Al oder andere chemische Energieprodukte, einen höheren Marktwert erfahren, ist zu erwarten, dass zu längeren Benutzungsdauern und damit zu höheren Energiepreisen übergegangen werden kann. Damit würde die Überschussenergie eine Aufwertung erfahren und die elektrische Energie ihrer Wertigkeit entsprechend in grösserem Umfang eingesetzt werden.

Literatur

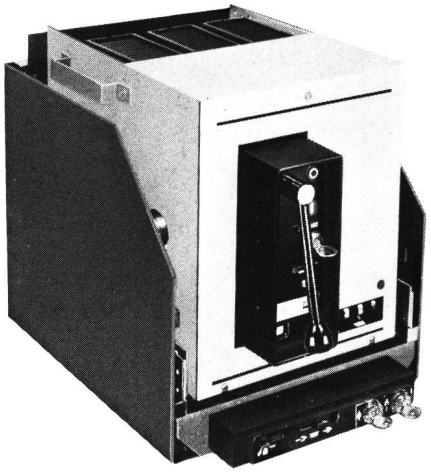
[1] Schweizerische Elektrizitätsstatistik 1984. Bull. SEV/VSE 76(1985)8, S. 426...468.

[2] UCPTE Jahresbericht 1984/1985. Roma, Segretariato UCPTE (Union pour la coordination de la production et du transport de l'électricité), 1986.

[3] Stromgestehungskosten (Rp./kWh). In: Das Schweizerische Energiekonzept. Schluss-Bericht, Band I. Bern, Eidgenössische Kommission für die Gesamtenergiekonzeption/EDMZ, 1978; 520...521.

GROUPE CGE

Ne vous laissez pas surprendre par vos concurrents...
...choisissez UNELEC avant eux.



Disjoncteurs boîtiers moulés
100 à 1250 A

Disjoncteurs ouverts
800 à 6400 A

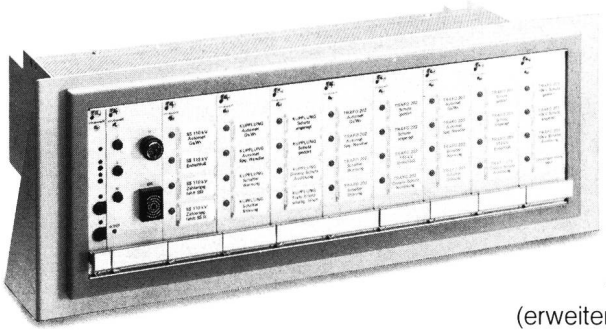
Nouveau:
calcul de distribution
basse tension
avec micro-computer

Pubaco Biel-Bienne

GROUPE CGE
CGE ALSTHOM (SUISSE) SA
Weingartenstrasse 7
8803 Rüschlikon
Tél. 01 / 724 00 66
Télex 58 360 cge ch

Profitez de notre très grand potentiel.

Wir haben etwas zu melden.



Das Meldesystem
ME 3009.

Die zuverlässige und wirtschaftliche Meldeanlage für Einfachblinklichtmeldungen mit Hupen- und Erstwertsignalisierung. Sammelmeldungen programmierbar für vier unterschiedliche Prioritäten. Spannungsüberwachung über LED-Anzeige und potentialfreien Kontakt. 19" Baugruppenträger mit Zentralteil und 8 Baugruppen für 34 Meldungen (erweiterbar um je 34 Meldungen). LED-Signalisierung mit beliebig beschriftbarem Bezeichnungsschild. Wählbar in Ruhe- und Arbeitsstromschaltung.

Wenn Sie etwas zu melden haben: Mauell. Messen und Regeln, Überwachen und Steuern von Anlagen und Prozessen.
Telefon 01 / 844 48 11

Mauell AG · Furtbachstrasse 17 · 8107 Buchs · Telex 827100

mauell

Wärme ist kostbar. Information ist gratis.

Gegen Einsendung dieses Coupons erhalten Sie kostenlos unsere Dokumentation mit allem Wichtigen über «Wärme ohne Feuer».
Ein Thema, das jeden Bauherrn interessieren muss. Denn Wärme ist kostbar.

Name _____

Vorname _____

Strasse, Nr. _____

PLZ, Ort _____

Ausfüllen, ausschneiden und einsenden an:

Störi & Co. AG
Zugerstrasse
8820 Wädenswil

Wärme lässt sich auf viele Arten erzeugen. In den weitaus meisten Fällen ist sie aber noch immer ein Produkt der Verbrennung. Dabei wissen viele Leute nicht, dass Heizen mit Strom zum technologisch ausgereiften, betriebssicheren System mit unübersehbaren Vorteilen geworden ist.

Elektrische Heizungen gibt es in vielen Grössen für jede Anwendung. Durchdachte Speichergeräte garantieren für jederzeit behagliche Wärme unter optimaler Ausnützung des günstigen Nachttarifes. Probleme mit Tankanlagen, Sicherheitseinrichtungen, Abdichtungen, Brennern, Kaminen und unsicheren Ölpreisen können Sie völlig vergessen – und auch die immer strengeren Auflagen des Umweltschutzes.
Mit Strom heizen hat Zukunft. Wir zeigen Ihnen gerne warum. Und Sie profitieren von der jahrelangen Erfahrung des führenden Unternehmens für «Wärme ohne Feuer».
Am besten heute noch.

störi

Störi & Co. AG
CH-8820 Wädenswil
Tel. 01/780 77 33