

*Wenn ein Kaufmann sich mit Energie und Energiepolitik beschäftigt gewinnt ein physikalisch-technisches Thema neuen Glanz. Dr. Lottes, Vorsitzender des uns befreundeten (und an Alter fast ebenbürtigen) Industrie- und Kulturvereins, durchmaß an einem heißen Sommerabend des Jahres 1968 die ganze Geschichte der Energie in der Hand des Menschen. »Vom Faustkeil zum Atomkraftwerk« hätte der Titel des Vortrages lauten dürfen, von dem wir einen kleinen, aber höchst aktuellen Ausschnitt bringen.*

## Energie, Energiekunde und Energiepolitik

VON HANNS LOTTES

Um 1600 entdeckte William Gilbert, Leibarzt der Königin Elisabeth I., den Magnetismus, 1670 baute Otto von Guericke, Bürgermeister von Magdeburg, die erste Elektrisiermaschine, 1745 entstand die Leidener Flasche, Vorfahre des modernen Kondensators. Neben diesen elektrostatischen Experimenten beschäftigt sich Galvani 1780 mit elektrodynamischen Versuchen, die vor allem von Volta fortgesetzt wurden. Der entscheidende Durchbruch gelang 1831 Faraday mit der Entdeckung, daß in einer Drahtschleife, die im Feld eines Magneten bewegt wird, Strom entsteht. Das Prinzip des Elektromagnetismus war erkannt, das Zeitalter der modernen Elektrotechnik hatte begonnen.

Man war jetzt in der Lage, technisch-physikalisch Strom zu erzeugen. Der nächste Schritt war die Umkehrung des Vorganges, der zur Stromgewinnung führt, die Umkehrung des elektrostatischen Prinzipes in das elektrodynamische Prinzip. Im Dynamo wird mechanische Arbeit in Energie, in elektrischen Strom, umgewandelt. Es mußte also, so überlegte man, auch möglich sein, in genau umgekehrter Richtung elektrische Energie in mechanische Arbeit und in Bewegung umzusetzen. *Damit war das Prinzip des Elektromotors erkannt und der Weg war frei, um die Elektrizität zu einem der machtvollsten Faktoren des modernen Lebens werden zu lassen.*

Zur wirtschaftlich-technischen Erzeugung der Elektrizität gehörte, historisch gesehen, die *Entwicklung der Turbine.* Mit Hilfe der Tur-

bine wird der Druck von Wasser, Dampf oder Gas in Bewegung und diese Bewegung nach dem elektrostatischen Prinzip in elektrischen Strom umgesetzt. Der Beginn der technischen Entwicklung der Turbine liegt beim einfachen Wasserrad, dem nur das Folgestück »Elektrostatik« fehlt. Das Grundprinzip hat sich bei aller Verfeinerung bis heute nicht geändert: es bleibt immer die möglichst optimale Ausnutzung des durch natürliches Gefälle gegebenen Wasserdruckes oder eines Wasserdruckes, der durch besondere technische Anlagen im Gefälle oder durch Düsen verstärkt wird. Das gleiche gilt grundsätzlich auch für den Wasserdampf und für Gase. Außer bei stationärer Anwendung wurde das Dampfturbinenprinzip um die Jahrhundertwende vor allem bei Schiffen eingesetzt. Die umfassendste Anwendung erlebte die Dampfturbine aber bei der Gewinnung von Strom auf Kohlebasis. Die Kraftwerke in den Ebenen sind alle so aufgebaut worden, daß mit Hilfe von Kohle Wasserdampf gewonnen wurde, mit dessen Energie man Dynamos antrieb, die wiederum elektrischen Strom erzeugten. Das Wassergefälle an Flüssen und im Gebirge, im einen Fall durch Staustufen, die zugleich der Schiffbarmachung der Ströme dienen und im anderen Fall durch Stauseen, wurde zum gleichen Zweck von Wasserturbinen bei natürlichem oder gesteigertem Gefälledruck ausgewertet.

So wird der Europakanal »RHEIN-MAIN-DONAU«, abgesehen von seiner wirtschaftlichen Bedeutung als Schifffahrtsstraße, 61 Staustufen haben, die zusammen 3,4 Milliarden Kilowattstunden Strom erzeugen und so wesentlich zur Finanzierung der Schifffahrtsstraße beitragen.

Staufstufen und Stauseen sind schon bekannte Erscheinungen in unserer Landschaft. Längst sind die Bedenken der Landschaftsfanatiker verstummt. Welche Emotionen hat noch die Kanalisierung der Mosel hervorgerufen und wie still ist es wieder geworden und wie still ist die Mosel geblieben. Welche Erregungen und welches Erstaunen hat der Bau des Kraftwerkes in Kaprun hervorgerufen und welche Trauer hat der Assuanstaudamm bei den Archäologen erzeugt. Wir wenden uns einer Sonderform dieser Energieumformung zu: den *Pumpspeicherwerken*.

Die Elektrizität ist ein idealer Edelenenergieträger mit einem bisher nicht überwundenen großen Nachteil: sie läßt sich nicht für Zeiten erhöhten Bedarfs speichern. Bei bestimmten Fernsehsendungen erreicht der sonntägliche Strombedarf eine sprunghafte Höhe. In unvergleichlich stärkerem Maße ergibt sich ein sprunghaftes Ansteigen, wenn am Morgen oder Mittag in fast allen Industriebetrieben die Maschinen eingeschaltet werden. Millionen Kilowatt werden innerhalb weniger Minuten zusätzlich benötigt.

Betrachtet man die typische Belastungskurve eines städtischen Elektrizitätswerkes, dann fallen zwei ausgeprägte Spitzen und Täler auf. Die mittlere Gesamtbelastung ist nur etwa halb so groß wie die Spitzenbelastung bei Extremunterschieden von 6:1. Ein Kraftwerk, das jederzeit den Spitzenbedarf decken wollte, würde, wie sich daraus ergibt, unverantwortlich Kapital verschwenden, weil die Hälfte der Kapazität im Durchschnitt ungenutzt bliebe. Daher ist man beim Kraftwerkbau dazu übergegangen, zwischen *Grundlast- und Spitzenkraftwerken* zu unterscheiden.

Weil die Elektrizität selbst nicht gespeichert werden kann, kam man auf die Idee den Betriebsstoff, das Wasser zu speichern. Damit ist aber erst die eine Seite der Energiebilanz

bei den Grundlastwerken ergänzt; denn beim Absinken des Bedarfs unter die Grundlastkapazität, vornehmlich während der Nachtstunden, wird immer noch Strom ins Leere hinein erzeugt.

Die technische Lösung dieses Problems, die auf deutsche Entwicklungen während der zwanziger Jahre zurückgeht, ist das *Pumpspeicherkraftwerk im Rahmen der Verbundwirtschaft*.

Die Anfänge der internationalen Zusammenarbeit bei der Energieversorgung liegen im Jahr 1929, als eine 220 000-Volt-Leitung zwischen den Wärmekraftwerken des Rhein-Ruhr-Gebietes, dem Grundlastwerk und den Wasserkraftwerken Vorarlberg, dem Spitzenkraftwerk, in Betrieb genommen wurde. Dieser Verbundbetrieb wurde so weit ausgebaut, daß praktisch jedes Kraftwerk von Bedeutung seinen Strom über eine oder mehrere Sammelschienen in das Verbundnetz einspeist. Die Verteilung der Energie erfolgt über einen zentralen Lastenverteiler. Politische Grenzen für diese Art wirtschaftlicher Zusammenarbeit gibt es seit 35 Jahren so gut wie nicht mehr.

Das erste reine Pumpspeicherkraftwerk wurde bei Herdecke in Westfalen gebaut und 1930 in Betrieb genommen. Mit einer Maschinenleistung von 132 000 kW ist es auch heute noch das größte reine Pumpspeicherkraftwerk der Bundesrepublik Deutschland. Weitere Spitzenkraftwerke mit natürlicher oder Pumpspeicherung folgten bald nach, so das Schluchsee-Werk und ganz in unserer Nähe der Deckersberg.

*Die Überlegung, die zum Pumpspeicherkraftwerk führte, ist einfach: Zu Zeiten des Spitzenbedarfs wird aus einem hochgelegenen Speicherbecken Wasser zur Elektrizitätserzeugung entnommen und in einem Unterbecken gesammelt. Sinkt der Bedarf unter die Kapazität des korrespondierenden Grundlastwerkes, erzeugt es also Strom, den niemand abnimmt, dann springt das Pumpspeicherkraftwerk als Abnehmer ein und verwendet die überschüssige Energie des Grundlastwerkes dazu, das zuvor herabgeflossene Wasser wieder in das Oberbecken zu pumpen.*

Diese Ausgleichsmöglichkeit ist für den eng verflochtenen Verbundbetrieb der europäischen Energieversorgungsnetze von hohem Interesse. Deshalb wurde in Luxemburg, mitten in den westeuropäischen Industriezentren, in europäischer Gemeinschaftsarbeit das bisher größte Pumpspeicherwerk Europas gebaut. 40 Firmen im EWG- und EFTA-Raum haben sich diesem Werk angeschlossen. Aufgeteilt auf neun Aggregate, von denen jedes aus einer 140 000 PS-Turbine, einem 100 000 kW-Motorgenerator und einer 94 000 PS-Pumpe besteht, kann das Werk Vianden im Verbundbetrieb eine Leistungsspanne von insgesamt 1 600 000 kW ausgleichen. Das heißt: Sollten im Extremfall innerhalb des Verbundes plötzlich 1,6 Millionen kW nicht mehr benötigt werden, dann kann Vianden, das bis zu diesem Zeitpunkt 900 000 kW *geliefert* hat innerhalb 80 Sekunden auf Pumpbetrieb umschalten und 700 000 kW *verbrauchen*, mit deren Hilfe Wasser aus dem Unterbecken in das Oberbecken gepumpt wird. Solche Zahlen liegen durchaus im Bereich des notwendigen Bedarfes. Bei einer bestimmten Fernsehsendung werden 75 Prozent aller in der Bundesrepublik angemeldeten Fernsehempfänger in Betrieb genommen und am Schluß der Sendung fast gleichzeitig ausgeschaltet. Dadurch werden allein im Verbundnetz der Bundesrepublik Deutschland mit einem Schlag 2 000 000 kW Strom nicht mehr benötigt.

Das Oberbecken des Speicherwerkes hat ein Fassungsvermögen von 10 Millionen m<sup>3</sup> Wasser, wovon 6,5 Millionen m<sup>3</sup> nutzbar sind. Die tägliche Pendelwassermenge liegt im Schnitt also über 5 Millionen m<sup>3</sup>. Wenn alle neun Turbinen arbeiten, schlucken sie in der Sekunde 36 000 Liter Wasser, d. h. in etwas mehr als vier Stunden kann der nutzbare Wasservorrat des Oberbeckens in elektrische

Energie verwandelt werden, also 3,75 Millionen kWh.

Das ergibt eine jährliche Leistung von 1 350 000 000 kWh, genug, um eine Stadt wie den Großraum Nürnberg ein Jahr lang zu versorgen. Die Pumpen, mit je 94 000 PS Leistung die stärksten, die bisher in der Welt gebaut wurden, treiben jede für sich pro Sekunde 21 000 Liter zurück in das Oberbecken und brauchen dazu etwa doppelt so lange wie die Turbinen, um das Wasser zu verbrauchen. Die technischen Anlagen dieses Großkraftwerkes sind nahezu vollständig unterirdisch eingebaut und stören so die Landschaft überhaupt nicht. Zu diesem technischen Aufwand gehören z. B. auch gepanzerte Druckstollen für Ober- und Unterwasser, die zum Teil lichte Weiten von der Größenordnung des Montblanc-Tunnels haben.

Ist schon die *unauffällige Unterbringung dieses riesigen Werkes* bemerkenswert, so ist es noch mehr der hohe Wirkungsgrad von 75 Prozent. Das heißt, daß  $\frac{3}{4}$  der aus dem Netz zum Pumpen entnommenen Energie als hydraulisch erzeugter Spitzenstrom zurückgewonnen wird. Das sind 75 Prozent einer Energiemenge, die bei ihrem ersten Anfall gar nicht abgenommen worden wäre. Im Vergleich dazu erreicht ein modernes Dampfkraftwerk einen Wirkungsgrad von höchstens 40 Prozent!

Durch seine zentrale Lage inmitten großer Wirtschafts- und Industriegebiete ist das Pumpspeicherwerk Vianden an der Ouv in hohem Maße als *Energiepuffer* innerhalb des europäischen Verbundnetzes geeignet. Mit seiner Maschinenleistung von 900 000 kW ist es fast dreimal so groß wie das Großglockner-Kraftwerk in Kaprun, mit seiner Leistungsspanne von 1 600 000 kW erreicht es fast die Kapazität des Hoover-Dansen-Kraftwerkes am Colorado River mit 1 735 000 kW.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahresbericht der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg](#)

Jahr/Year: 1968

Band/Volume: [1968](#)

Autor(en)/Author(s): Lottes Hans

Artikel/Article: [Energie, Energiekunde und Energiepolitik 50-52](#)