

## 10. Neuere Wege der Energiewirtschaft.

Die Forderung höchster Sparsamkeit beim Verbrauch von Energie in irgendeiner Form, mag es sich um mechanische Energie, um Wärme für Heizzwecke oder um Beleuchtung handeln, ist auf zweierlei Weise zu begründen.

Zunächst vom privatwirtschaftlichen Standpunkt aus. An dem Preise jedes Erzeugnisses haben die Energiekosten einen gewissen Anteil. Mag er auch klein sein, wie z. B. bei der Herstellung von Maschinen, so spielt er doch eine Rolle, wenn es sich um die Wettbewerbfähigkeit auf dem Weltmarkt und um die Verzinsung des in die Fabrikation hineingesteckten Kapitals handelt. Die Verzinsung ergibt sich ja aus dem Überschusse des Erlöses über die Kosten, und diese Spanne ist oft recht gering. Wenn also durch Ersparnisse an Kleinigkeiten die Selbstkosten z. B. um 1% sinken, so kann dadurch der Überschuß und damit die Dividende, die etwa eine Aktiengesellschaft auszahlt, ganz wesentlich gesteigert werden. Dies ist überall zu berücksichtigen, wo es sich um „Abfallwirtschaft“ handelt, also darum, kleine Werte, wie z. B. gebrauchtes Schmieröl, Metallabfälle u. dgl., zu retten. Wir werden sehen, daß man heute auch über die Verwertung abfallender Energiemengen ganz anders denkt als früher.

Sodann dürfen wir den volkswirtschaftlichen Gesichtspunkt nicht vergessen, daß die Zukunft unseres Landes zum großen Teil auf seinen Bodenschätzen beruht und daß schon aus diesem Grunde jede Verschwendung von Energie eine Versündigung bedeutet.

Von diesem letzteren Gesichtspunkt aus betrachtet, ist in erster Linie die vollständige und sparsame Ausnutzung der verfügbaren Wasserkräfte eine volkswirtschaftliche Notwendigkeit<sup>1)</sup>. Diese Aufgabe ist denn auch in Deutschland tatkräftig in Angriff genommen worden, und zwar unter Führung von Oskar von Miller besonders in Bayern, wo einerseits die Entfernung von den großen Kohlenlagerstätten Deutschlands, andererseits die Nähe der Alpen mit ihren reichen verfügbaren Wasserkräften den stärksten Anreiz gaben. Mit der Verwertung der Wasserkräfte des Schwarzwaldes ist Baden nachgefolgt.

Von den bayrischen Wasserkraftanlagen ist am bekanntesten das Walchenseewerk. Die Isar ist hier aus ihrem Lauf gezwungen; ihr Wasser wird durch einen Kanal dem Walchensee zugeleitet, der ein mächtiges natürliches Staubecken bildet. Mittels eines 1,2 km langen Stollens wird das Wasser vom Walchensee aus durch den

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu, was auf S. 78 und 79 über die Ausnutzung von Wasserkräften gesagt ist.

Kesselberg hindurchgeführt. Es tritt oberhalb des Kochelsees aus, geht durch mächtige Druckleitungen in die Turbinen des Kraftwerkes, fließt von da, nachdem es seine Arbeit getan hat, in den Kochensee ab und wird endlich dem Bett der Isar weiter unten wieder zugeleitet. Auf der Strecke zwischen der Wasserentnahme bei Krünn und der Wiederzuleitung des Wassers ist also das Bett der Isar, außer bei Hochwasser, ziemlich wasserleer.

Der Plan — fast möchte man eine Vergewaltigung der Natur durch die Technik darin sehen — ist außerordentlich kühn. Als charakteristisch für technische Arbeit darf eines besonders betont werden: es handelt sich nicht um ein rein aus logischen Erwägungen heraus entstandenes Projekt, auch nicht um einen auf der natürlichen Bahn der technischen Entwicklung liegenden Gedanken, sondern wir haben es mit der genialen Ausnutzung zufällig vorhandener Umstände zu tun, die vielleicht in keinem zweiten Falle sich wieder in ähnlicher Weiso darbieten. Wer aus der Erfahrung heraus weiß, wie schwer die Loslösung vom Bekannten und die praktische Durchsetzung eines ganz neuen Gedankens ist, wird die Tat Oskar von Millers zu würdigen wissen.

In kleinerem Maßstab ist diese Ausnutzung günstiger Umstände bei jeder neuen Fabrik- oder Maschinenanlage notwendig, und es kommt nicht selten vor, daß ein im Wettbewerb eingereichter Vorschlag infolge genialer Verwertung irgendeines von anderen übersehenen zufälligen Zusammenhanges sich weit über alle anderen Entwürfe erhebt.

An die großen Kraftanlagen schließt sich ein umfangreiches, von der Bayernwerk A.-G. erbautes Fernleitungsnetz an, das einen großen Teil Bayerns mit elektrischer Energie versorgt und mit den Verteilungsnetzen des Badenwerkes und des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes in Verbindung steht, so daß gegenseitige Aushilfe möglich ist.

Leider vermögen unsere Wasserkräfte, selbst wenn sie vollständig nutzbar gemacht würden, nur einen bescheidenen Teil des Energiebedarfes Deutschlands zu decken. Nach wie vor bleiben wir also auf die Kohle und deren wirtschaftliche Ausnutzung angewiesen. Neben die Steinkohle ist seit einigen Jahrzehnten die Braunkohle getreten, die meist wenig unter der Erdoberfläche liegt und daher nach Abräumen der Deckschicht im „Tagebau“ durch einfaches Baggern gewonnen werden kann, so daß sich die Gewinnungskosten weit niedriger stellen als bei Steinkohle. Allerdings ist der Heizwert von Braunkohle viel geringer als der von Steinkohle (etwa 3000 bis 5000 gegen 7000 bis 8000 Kalorien), man braucht also viel mehr Kohle, um eine bestimmte Energiemenge zu erzeugen. Die Folge ist, daß die

Beförderung der Braunkohle, die zur Erzeugung einer bestimmten Energiemenge nötig ist, oder, wie wir auch sagen können, die Beförderung von Energie in Form von Rohbraunkohle bzw. Braunkohlenbriketts sich verhältnismäßig teuer stellt, und hieraus ergibt sich dann weiter, daß es lohnender ist, große Braunkohlen-Kraftwerke in nächster Nähe der Braunkohlengruben zu erstellen und von da aus die Energie in Form von Elektrizität zu verteilen. Das wichtigste Beispiel hierfür sind die Kraftwerke des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes, das ein Gegenstück zum Bayernwerk bildet, und dessen einzelne Kraftwerke zum Teil mit Braunkohle, zum Teil mit Steinkohle betrieben werden. Die Zusammenfassung der Energieerzeugung an wenigen Punkten hat den technischen Fortschritt gezeitigt, daß man Dampfturbinen mit Generatoren gekuppelt — sogenannte Turbogeneratoren — bauen konnte, die 100 000 PS und mehr in einer Maschine leisten. Hierbei kommt die Kolbendampfmaschine natürlich nicht mehr mit. Die Ausnutzung der Energie — der Wirkungsgrad — ist bei so gewaltigen Anlagen verhältnismäßig recht hoch, so daß dieser Vorteil zu dem der billigen Kohlenbeschaffung hinzutritt und beide zusammen den Nachteil aufwiegen, daß bei der Zusammenfassung an wenigen Punkten die elektrische Energie auf weitere Strecken befördert werden muß. Es ist indessen keineswegs einfach, die wirtschaftlichen Zusammenhänge bei so ausgedehnten Anlagen klar zu übersehen, und man muß sich also davor hüten, zu verallgemeinern und zu schließen, daß nur noch die Erzeugung von Energie an den Gewinnungsstellen der Kohle und in Großkraftwerken vorteilhaft sein könnte. Gegen eine zu große Ausdehnung der Fernversorgung spricht u. a. der Umstand, daß dadurch der einzelne Verbraucher in höherem Maße von zufälligen Störungen abhängig wird.

Noch ein anderer Gesichtspunkt ist hierbei wichtig. Wir benötigen Energie nicht nur in Form von mechanischer Arbeit, sondern auch in Form von Wärme. Die Rückgewinnung von Wärme aus dem elektrischen Strom ist aber verhältnismäßig kostspielig, weil bei der Umsetzung von Wärme in elektrische Energie ja sehr große Verluste eingetreten sind. Daher hat elektrisches Heizen oder elektrische Warmwasserbereitung für den Haushalt sich einstweilen nur im Kleinen einführen können, außer wo die Elektrizität in großem Maßstabe aus Wasserkraft gewonnen wird, wie in der Schweiz und Skandinavien. Vorteilhafter ist elektrisches Kochen.

Es ist ein Zeichen dafür, wie schwer man sich auch auf technischem Gebiet vom Hergebrachten loslöst, daß der Gedanke, die Erzeugung von mechanischer und Wärmeenergie in möglichst vorteilhafter Weise zu verbinden, erst langsam Boden gewonnen hat. Die

Ausnutzung der Kohle läßt sich dadurch oft außerordentlich verbessern. Ein Beispiel: Abb. 118 gibt die Skizze einer Dampfturbinenan-

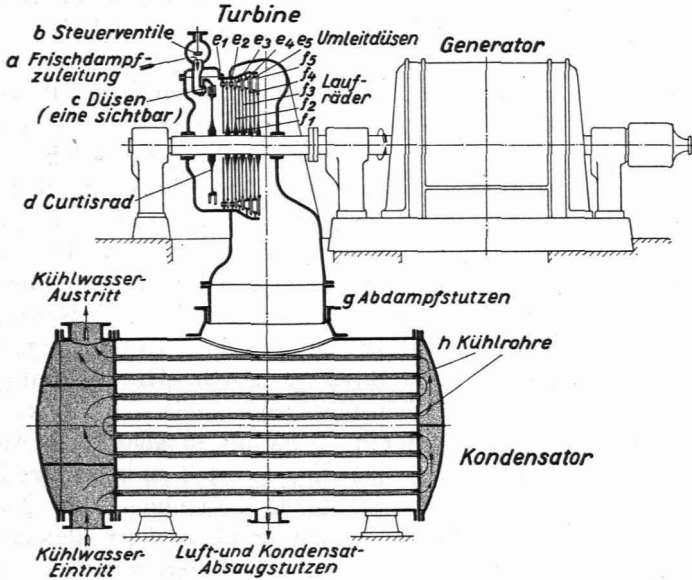


Abb. 118. Schematische Darstellung einer Dampfturbinenanlage mit Kondensation (nach Tannenbaum, AEG). TWL 2522.

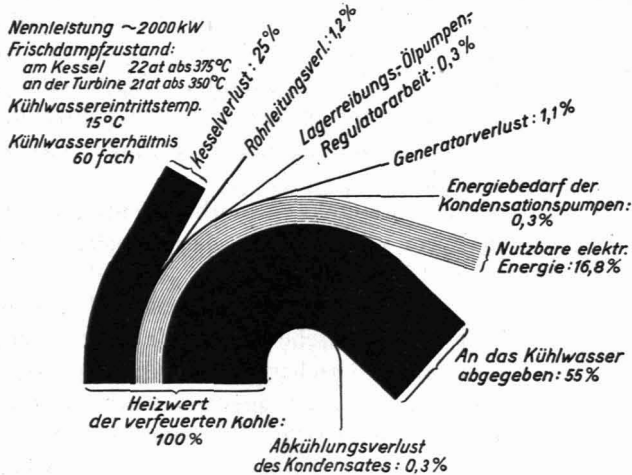


Abb. 119. Wärmebilanz der Dampfturbinenanlage nach Abb. 118 für etwa 3000 PS Leistung (TWL 2521). Verluste schwarz, nutzbare Energie schraffiert.

anlage mit Kondensator, die rein auf Krafterzeugung abgestellt ist. Wie das Wärmediagramm, Abb. 119, zeigt, werden von der in der

Kohle verfügbaren Wärme 55% in den Kondensator abgeführt und 16,8% nutzbar gemacht. Bei der Anlage nach Abb. 120 läßt man

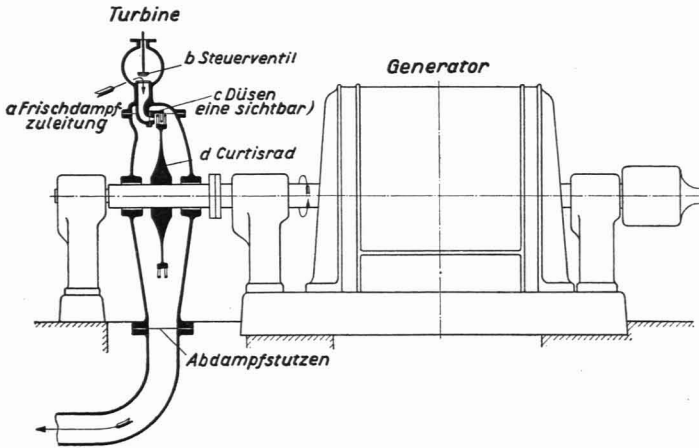


Abb. 120. Schematische Darstellung einer Gegendruck-Dampfturbinenanlage (nach Treitel, AEG). TWL 2524.

dagegen den Dampf statt auf die niedrige Kondensatorspannung nur bis zu 3 at herunter sich ausdehnen. Dadurch erhält man eine sehr

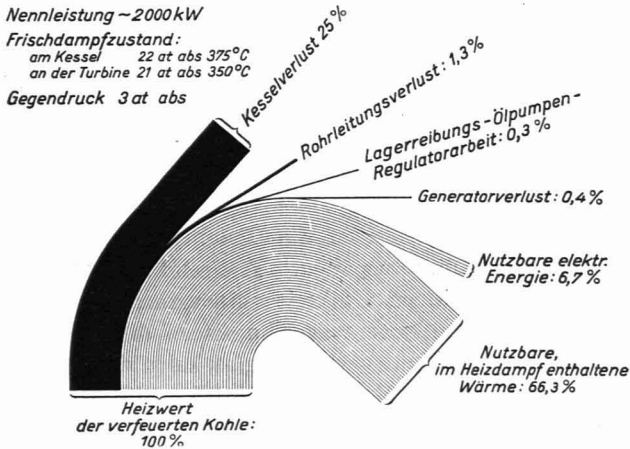


Abb. 121. Wärmebilanz der Dampfturbinenanlage nach Abb. 120 für etwa 3000 PS Leistung (TWL 2523). Verluste schwarz, nutzbare Energie schraffiert.

viel einfachere Anlage, gewinnt allerdings nach Abb. 121 statt 16,8% nur 6,7% an nutzbarer elektrischer Energie. Aber man hat eine große Menge Dampf von 3 at Spannung zur Verfügung, der noch für industrielle Aufgaben irgendwelcher Art, z. B. für Koch-

zwecke in chemischen Fabriken, zum Trocknen in Textil- und Papierfabriken, zur Raumheizung usw. benutzt werden kann. Ist die Anlage so eingerichtet, daß man auf diese Weise die Wärme des aus der Turbine tretenden Dampfes voll ausnutzen kann, so beträgt die gesamte Ausnutzung  $6,7 + 66,3 = 73\%$ .

Die neueren Bestrebungen, sehr hoch gespannten Dampf bis zu 60 oder 100 at für den Betrieb von Dampfanlagen zu verwenden, zielen u. a. dahin, solche „mit Gegendruck“ arbeitenden Anlagen noch wirtschaftlicher zu machen.

Bei ungleichmäßigem Dampfverbrauch kann die Wärmewirtschaft eines industriellen Werkes noch wesentlich verbessert werden durch Einschaltung eines Dampfspeichers nach der von dem schwedischen Ingenieur Ruths entwickelten Bauart. Der „Ruths-Speicher“ ermöglicht eine gleichmäßige Dampferzeugung, da er die Wärme des zuviel erzeugten Dampfes durch Erwärmung seines Wasserinhaltes aufspeichert und bei Bedarf Dampf abgibt.

Man darf aber nie vergessen, daß keinesfalls ein allgemeines Schema für eine richtige Dampfwirtschaft gegeben werden kann. Die besonderen Verhältnisse müssen in jedem Falle genau geprüft und die Einrichtungen ihnen angepaßt werden. Die Wärmewirtschaft bildet also ein großes Feld für weitschauende Ingenieurarbeit unter geschickter Ausnutzung zufälliger glücklicher Umstände.

Aber die Arbeit des „Wärmewirtschaftlers“ — man darf in diesem großen Zusammenhang eigentlich nicht mehr von „Wärmeingenieur“ sprechen, wenn auch die Arbeit nur von erfahrenen Ingenieuren geleistet werden kann — geht weiter. Wir kennen ja noch andere Möglichkeiten, um die in der Kohle steckende Energie zu verwerten. Auf S. 113 u. f. war schon von der Herstellung von Gas durch „Entgasung“ der Kohle, wie in den Gasanstalten üblich, oder durch „Vergasung“ im Generator die Rede. Auch diese Gebiete sind in lebhafter Entwicklung begriffen. Während die Gaswerke bisher nur einen ziemlich geringen Umkreis versorgten, ist heute von „Gasfernversorgung“ auf Hunderte von Kilometern die Rede. Und dann ist ein anderer Weg der Kohleverwertung mehr in den Vordergrund getreten, das Schwelen. Statt die Kohle auf 1000 bis 1100° zu erhitzen, wobei etwa 15 bis 18% der Kohle in Gas verwandelt werden, treibt man beim Schwelen die Temperatur nur auf etwa 400 bis 500°. Dabei treten aus der Kohle in Gasform diejenigen Stoffe aus, die leicht flüchtig sind, wie Benzol. Gewisse Bestandteile aber, bei denen Kohlenstoff und Wasserstoff nach anderen chemischen Formeln zusammengesetzt sind, werden bei dieser Temperatur noch nicht gasförmig, sondern nur flüssig, und können daher aus dem Teer, der sich ausscheidet, in Form von Öl gewonnen werden. Man erhält auf

diese Weise sowohl wertvolle Schmieröle wie auch Heizöle und Treiböle für Motoren, was bei der Ölknappheit Deutschlands von allergrößter volkswirtschaftlicher Bedeutung ist.

Ganz besonders interessant ist hier wieder der Zusammenhang mit technischen Fortschritten auf benachbarten Gebieten. Schon vor Jahrzehnten hat man sich mit der Aufgabe beschäftigt, die Kohle nicht mehr in Form von mehr oder weniger groben Stücken auf einem Rost zu verfeuern, sondern sie fein zu mahlen und in die Feuerung einzublasen, wo sie sich mit Luft mischt und sofort verbrennt. Bei dieser Kohlenstaubfeuerung haben sich indessen eine Unzahl technische Schwierigkeiten ergeben, so daß die Arbeit nicht recht voran kam, bis sich herausstellte, daß für die Riesenleistungen, die heute in modernen Kraftwerken verlangt werden, die alten Kessel mit Rostfeuerung nicht mehr recht ausreichen. Nunmehr ging man — besonders in Amerika — notgedrungen zur Kohlenstaubfeuerung über und entwickelte unter dem Zwang der Verhältnisse diese Bauart weiter. Heute können Kessel mit Kohlenstaubfeuerung auch für die größten Leistungen betriebsicher gebaut werden.

Der Zusammenhang mit dem neuen „Schwelverfahren“ liegt nun im Folgenden. Bei der niedrigen Schweltemperatur backt die übrig bleibende entgaste Kohle nicht so fest zusammen wie bei hoher Temperatur, es entsteht ein viel weniger fester Koks, der zur Verfeuerung weniger gut geeignet ist. Dagegen läßt sich dieser Schwelkoks leicht zu Staub vermahlen und daher ebenso gut ausnutzen, wie der Koks der Gas- oder Hüttenwerke. Die Entwicklung der Kohlenstaubfeuerung trägt demnach dazu bei, die Erzeugnisse des Schwelverfahrens wertvoller zu machen und damit das Verfahren selbst auf eine bessere wirtschaftliche Grundlage zu stellen.

Auch für die Kohlenwirtschaft im allgemeinen hat die Staubfeuerung die wichtige Bedeutung, daß Kohlengrus, der bisher schlecht verwertbar war und nur zu sehr niedrigem Preise abgesetzt werden konnte, bedeutend an Wert gewinnt. Nicht nur der Steinkohle, sondern auch der Braunkohle kommt dieser Umstand zugute. Es ist eine wichtige Aufgabe der Kohlenwirtschaft, einen gleichmäßigen Verbrauch aller bei der Förderung anfallenden Sorten zu erzielen<sup>1)</sup>.

Abb. 122 zeigt, welchen Anteil am Kohleverbrauch Deutschlands die einzelnen Verbrauchergruppen haben und an welchen Stellen deshalb besonders angesetzt werden muß, um Kohle zu sparen. Besonders schwierig ist es, den Hausbrand zu erfassen, weil die

<sup>1)</sup> „Sortengleichgewicht“ nach der von Dipl.-Ing. F. zur Nedden geprägten Bezeichnung. Auf das Buch: „Zur Nedden: Wie spare ich Kohle?“ (VDI-Verlag) sei besonders hingewiesen, ferner auf die Arbeiten der „Hauptstelle für Wärmewirtschaft“.

Feuerung hier meist von Personen ohne technisches oder physikalisches Verständnis bedient wird. Es ist vor allem eine Aufgabe der allgemeinbildenden Schulen, bis zur Volksschule herab, hier Wandel zu schaffen. Die von der „Hauptstelle für Wärmewirtschaft“ herausgegebene kleine Schrift: „Erziehung zur sparsamen Brennstoffverwendung“ gibt eine vorzügliche Anleitung für die Einbeziehung

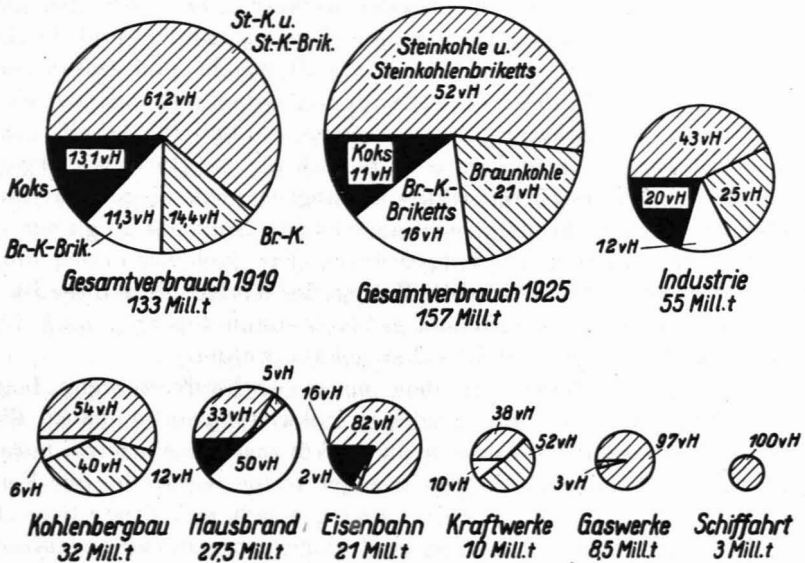


Abb. 122. Anteil der einzelnen Verbrauchergruppen am Kohlenverbrauch Deutschlands (TWL 15 801). Koks schwarz, Steinkohle und Steinkohlenbriketts rechts steigend, Braunkohle links steigend schraffiert, Braunkohlenbriketts weiß.

wärmewirtschaftlichen Lehrstoffes in den naturwissenschaftlichen Unterricht. Daneben sind die sorgfältig durchgearbeiteten Lichtbilder über Wärmewirtschaft zu nennen, die von der Technisch-Wissenschaftlichen Lehrmittelzentrale, Berlin NW 7, herausgegeben sind. Abb. 122 gibt eine Probe davon. Interessant ist es übrigens, an Hand dieser Darstellung zu verfolgen, welche Arten von Kohle von den einzelnen Verbrauchergruppen bevorzugt werden, welche Rolle z. B. beim Hausbrand das Braunkohlenbrikett spielt, und wie bei der Eisenbahn, der Gaserzeugung und der Schifffahrt die Steinkohle überwiegt.