Von der Kohle zur elektrischen Energie

Die modernen Arbeitsmethoden des Kraftwerkes Weiher bei Göttelborn

Im nachfolgenden soll der Aufbau und die Wirkungsweise eines modernen Dampfkraftwerkes (Kraftwerk Weiher) beschrieben werden.

Die Erzeugung elektrischer Energie geschieht heute zum allergrößten Teile in Wasser- und Dampfkraftwerken. Während die Wasserkraftwerke dort errichtet werden müssen, wo die Natur ausbauwürdige Wasserkräfte darbietet, sind die Dampfkraftwerke auf das Vorhandensein billiger Brennstoffe angewiesen. Als solche sind vornehmlich Braunkohle und Abfallprodukte, welche bei der Aufbereitung der Steinkohle entstehen, zu bezeichnen. Letztere bilden ausschließlich die Brennstoffgrundlage der großen Dampfkraftwerke an der Saar.

Die nutzbringende Verwertung dieser asche- und wasserreichen Abfallkohle bedingt besondere Feuerungsanlagen. Im vorliegenden Falle handelt es sich um die Krämermühlenfeuerung, Bauart Borsig.

Der Brennstoff fällt durch senkrechte Kanäle in die Kohlenmühlen. Dieselben sind robust gebaute Maschinen, die aus einer durchbohrten kräftigen Welle bestehen, an deren Umfang, wie die Speichen an den Rädern, stählerne Arme beweglich befestigt sind. Sie tragen an ihren Enden sogenannte Schlagplatten aus verschleißfestem Stahl. Ein Kurzschlußläufermotor mit Tiefnutrotor gibt der Mühle eine Drehzahl von 590 pro Minute.

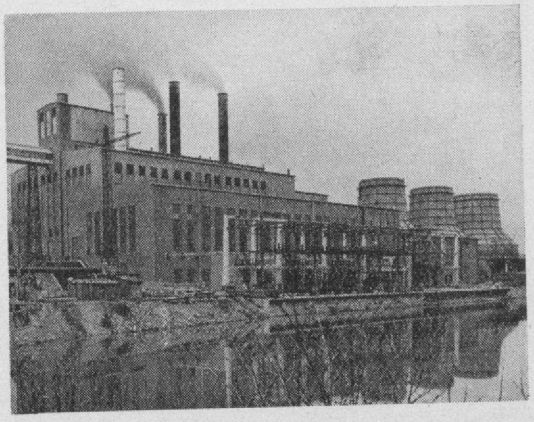
Der Kohlenmühle wird Heißluft von 360 Grad Celsius zugeführt, so daß die hereinfallende Kohle gleichzeitig gemahlen und getrocknet wird. Diese Mühlenluft ist auch der Träger des Kohlenstaubes, welcher in seiner Verbrennungsluft schwimmend, durch Mühlenschacht und Mühlenmaul in den Feuerraum des Kessels gelangt und dort in der Schwebe verbrennt. Mehrere Reihen von Heißluftzusatzdüsen bewirken eine innige Durchmischung des vergasten Brennstoffes. In dieser Brennkammer des Kessels herrscht eine Temperatur von 1200 bis 1300 Grad Celsius.

Die heißen Gase durchströmen nun den Kessel in Richtung Kamin und geben ihre Wärme an die Siede-, Überhitzer- und Vorverdampferrohre ab. Nachdem ihr Wärmegehalt durch die Luft- und Speisewasservorwärmer noch weiter herabgesetzt ist, verlassen sie mit 180 bis 200 Grad Celsius den Kessel.

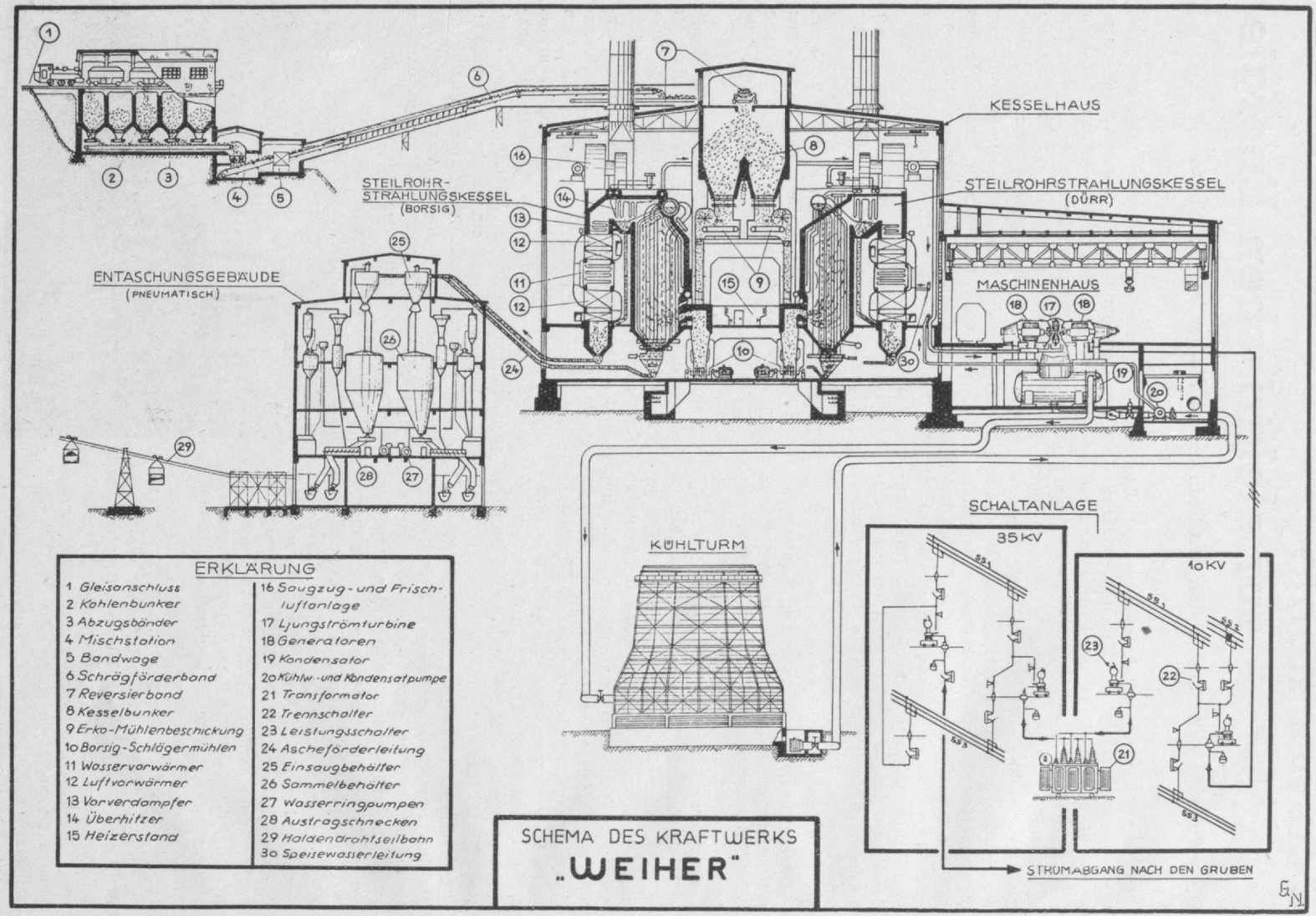
Wie bereits erwähnt, werden in diesen modernsten Feuerungsanlagen Brennstoffe mit niedrigem Heizwert verbrannt. Das bedeutet, daß in unserem Falle in jedem kg des angelieferten Brennstoffes ca. 18 % Wasser und noch 30 bis 35 % „Berge" enthalten sind. Dieser Anteil ist unverbrennlich und scheidet deshalb wieder als Asche aus den Kesselfeuerungen aus.

Durch die Vermahlung des Brennstoffes zu Staub, fällt auch die Asche in entsprechender Form an. Um nun die Trennung der Asche von dem Rauchgasstrom zu erreichen, sind in jedem Kessel Staubabscheider eingebaut. Die Wirkungsweise derselben beruht auf dem Gesetz der Zentrifugalkraft, d. h. der rundgeschleuderte Gasstrom scheidet an seinem äußeren Umfang alle Teilchen aus, die größer als 60 = 0,060 mm und 80 % aller Teilchen die größer als 0,02 mm sind. Diese ausgeschiedene Asche wird durch Rohrleitungen nach dem Entaschungsgebäude abgesaugt.

Die Hochdruckkessel erzeugen einen Dampf von 60 atü = 60 kg/cm², bei einer Temperatur von 500 Grad Celsius. Derselbe wird durch Rohrleitungen zu den Dampfturbinen geführt. In den Dampfturbinen drückt er auf die eingebauten Laufschaufeln. Letztere sind kranzartig auf der Turbinenwelle befestigt. Je nach dem zu verarbeitenden Druckgefälle sind bis zu 50 und mehr solcher Laufschaufelkränze hintereinandergeschaltet. Zwischen je zwei Laufschaufelkränzen ragt ein an dem Turbinengehäuse befestigter Leitschaufelkranz hinein. Die Leitschaufeln sind entgegengesetzt wie die Laufschaufeln gekrümmt und geben dadurch dem durchströmenden Dampf immer wieder die alte Strömungsrichtung.



Kraftwerk Weiher


KESSELHAUS
STEILROHR-STRAHLUNGSKESSEL (BORSIG)
STEILROHRSTRAHLUNGSKESSEL (DÜRR)
ENTASCHUNGSGEBÄUDE (PNEUMATISCH)
MASCHINENHAUS
KÜHLTURM
SCHALTANLAGE
35 KV
10 KV
STROMABGANG NACH DEN GRUBEN
ERKLÄRUNG
1 Gleisanschluss
2 Kohlenbunker
3 Abzugsbänder
4 Mischstation
5 Bandwage
6 Schrägförderband
7 Reversierband
8 Kesselbunker
9 Erko-Mühlenbeschickung
10 Borsig-Schlägermühlen
11 Wasservorwärmer
12 Luftvorwärmer
13 Vorverdampfer
14 Überhitzer
15 Heizerstand
16 Saugzug- und Frischluftanlage
17 Ljungströmturbine
18 Generatoren
19 Kondensator
20 Kühlw.- und Kondensatpumpe
21 Transformator
22 Trennschalter
23 Leistungsschalter
24 Ascheförderleitung
25 Einsaugbehälter
26 Sammelbehälter
27 Wasserringpumpen
28 Austragschnecken
29 Haldendrahtseilbahn
30 Speisewasserleitung
SCHEMA DES KRAFTWERKS
„WEIHER"

Bei der Ljungström - Gegenlaufturbine sind auch die Leitschaufelkränze beweglich, d. h. sie sind auf einer Gegenwelle befestigt, welche sich im entgegengesetzten Sinne der ersten Welle dreht.

Im übrigen ist das Prinzip der Dampfturbine kein anderes als dasjenige des Mühlenrades oder auch des Wasserrädchens, welche wir als Jungen anfertigten und am Bach laufen ließen. Der Unterschied besteht darin, daß die Dampfturbinenwellen der Stromerzeuger sich mit 3000 Umdrehungen pro Minute, das sind 50 in der Sekunde, drehen und eine mechanische Kraft von beispielsweise 32 000 kW = 43 500 PS abgeben.

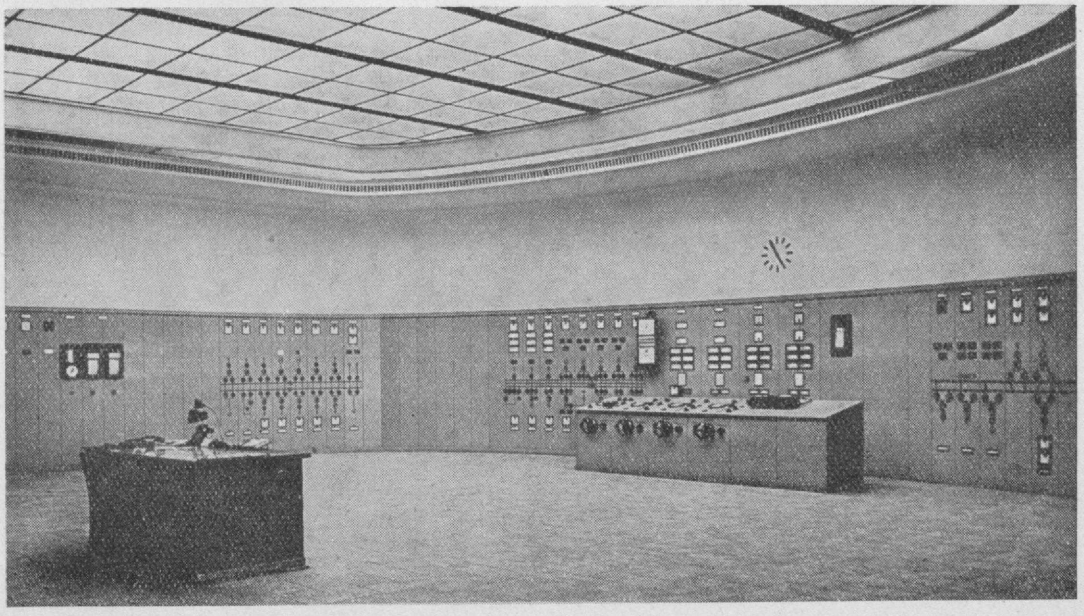
Die Turbinenwellen sind unmittelbar mit dem Generatorläufer oder Rotor gekuppelt. Derselbe ist ein gewaltiger Elektromagnet mit einem Gewicht von mehreren Tonnen. Er trägt eine gleichstromgespeiste Wicklung und dreht sich mit derselben Geschwindigkeit wie der Turbinenläufer. Den Gleichstrom zum Erregen dieses Elektromagneten liefert eine auf derselben Welle sitzende „Erregermaschine". Sie ist ein normaler Gleichstromdynamo, in dessen Feldwicklung ein Regulierwiderstand eingeschaltet ist. Durch Veränderung dieses Widerstandes läßt sich die Stromabgabe der Erregermaschine beliebig steuern, wodurch weiterhin der magnetische Kraftlinienfluß des Rotors sich beeinflussen läßt.

Nun befindet sich der Rotor innerhalb des feststehenden Stators, welcher die Hochspannungswicklung trägt. Sie besteht aus einer großen Anzahl isolierter Kupferdrähte, die sinnvoll und gesetzmäßig geschaltet sind, so daß dieselben drei je um 120 Grad versetzte Wicklungsgruppen bilden, entsprechend den drei Phasen des Drehstroms.

Dreht sich nun der magnetisierte Rotor, so werden die elektrischen Leiter des Stators von den magnetischen Kraftlinien geschnitten, so daß nach dem bekannten Gesetz in den Leitern eine elektromotorische Kraft entsteht. Da sehr viele Leiter hintereinandergeschaltet sind, summieren sich diese Emken, so daß bei voller Erregung und Drehzahl an den Klemmen des Stators eine Spannung von 10 600 Volt ansteht. Wird nun an diesen Klemmen ein äußerer Stromkreis angeschlossen, so kommt in demselben gemäß seinem ohm'schen + induktiven Widerstand ein elektrischer Strom zum Fließen.

Die an den Statorklemmen anstehende Hochspannung wird über Stromschienen oder Kabel zu den Sammelschienen des Schalthauses geleitet. An den gleichen Sammelschienen sind die Abgänge angeschlossen, die zu den einzelnen Unterstationen der Gruben und den Privatabnehmern führen.

Wie alle technischen und mechanischen Einrichtungen ihre Schutz- und Steuervorrichtungen haben, so ist das auch im Kraftwerk in sehr ausgedehntem Maße der Fall. Es ist selbstverständlich, daß diese teueren und empfindlichen Maschinen für alle denkbaren Fälle automatisch wirkende Schutzvorrichtungen erhalten. Sie haben die Aufgabe, beim Auftreten von Fehlern innerhalb oder außerhalb der Maschinen, letztere vor größeren Schäden zu schützen, indem sie dieselben automatisch stillsetzen. Tritt



Schaltanlage Weiher

NJB NEUFANG MALZBIER

z. B. innerhalb der Wicklung eines Generators ein Windungsschluß auf, so bewirkt ein entsprechendes Relais das automatische Abschalten des Leistungsschalters dieser Maschine bei gleichzeitiger optischer und akustischer Meldung des Schadens. Andere Einrichtungen bewirken dasselbe, wenn z. B. ein Leiter unterbrochen wird oder mit „Erde" in Berührung kommt. Alle diese Schutzeinrichtungen der elektrischen Maschinen und Geräte können nun nicht unmittelbar an die hochspannungsführenden Leitungen angeschlossen werden. So sind vielmehr besondere Apparate zwischengeschaltet und zwar Spannungs- und Stromwandler, welche die Aufgabe haben, die Hochspannung in einem gegebenen Verhältnis herunter zu transformieren, z. B. von 10 000 Volt auf 100 Volt. Die Stromwandler erfüllen den gleichen Zweck. Sie geben sekundärseitig einen Strom ab, der verhältnisgleich zu demjenigen der Oberspannungsseite ist. Alle Veränderungen der Spannung und des Stromes auf der Hochspannungsseite werden in den Geräten auf der Niederspannungsseite verhältnisgleich angezeigt. Dieses Verhältnis nennt man Übersetzungsverhältnis, es ist abhängig von der Zahl der Windungen ihrer Wicklungen. Die Sekundärspannungen und Ströme sind es, welche die Zähler, Anzeige- und Schutzgeräte durchfließen und dort ihre Aufgabe erfüllen. Eine weitere wichtige Aufgabe steht dem Spannungsregler der Maschine zu. Er ist gespeist von der Sekundärspannung und dem Sekundärstrom der zugehörigen Maschine und regelt nun, wie sein Name sagt, die Spannung seiner Maschine, so daß dieselbe stets auf gleicher Höhe bleibt. Seine Wirkungsweise beruht darauf, daß drei Spulen genau wie bei einem Motor vom Drehstrom gespeist werden und so ein Drehmoment in einem dazwischen liegenden Anker erzeugen. Diesem Drehmoment entgegen wirkt eine Feder, deren Vorspannung über einen bestimmten Bereich verstellt werden kann. Der eingestellte Wert entspricht nun der gewünschten Netzspannung, welche durch den sich drehenden Anker immer wieder eingestellt wird, wenn die aufgedrückte Netzspannung sich aus irgendeinem Grunde verändert haben sollte.

Nicht nur die Maschinen eines Kraftwerkes sind mit Schutz- und Steuereinrichtungen versehen. Dasselbe ist der Fall bei jedem anderen Abgang, sei es ein Kabel, das zu einem Abnehmer führt, oder ein Transformator, welcher den Eigenbedarf des Kraftwerkes versorgt. Diese Abgänge sind ebenfalls mit Spannungs- und Stromwandler ausgerüstet, die ihrerseits die Zähler speisen, welche die abgegebenen kWh messen oder auch Überstromrelais in Tätigkeit setzen, wenn die Belastung des betreffenden Abganges den zulässigen Wert übersteigt. Die Wirkungsweise eines solchen Relais beruht darauf, daß eine Magnetspule von dem Sekundärstrom des Stromwandlers durchflossen wird. Die Anziehungskraft des Magneten wird um so größer, je größer der ihn durchfließende Strom ist. Erreicht dieser den eingestellten Wert, so schließt der Magnetanker den Auslösekontakt zum Leistungsschalter und der Abgang schaltet automatisch ab.

Es würde zu weit führen, alle in einem modernen Kraftwerk vorhandenen Schutz-, Steuer- und Meßeinrichtungen zu beschreiben. Es sei deshalb noch kurz auf die Betätigung der einzelnen Anlageteile eingegangen. Dieselbe geschieht ausschließlich auf automatischem Wege durch Fernschaltung. Der Wärter kann von der Schaltwarte aus die Trenn- und Leistungsschalter durch Druckknopfbetätigung schließen oder öffnen. Besondere Kontaktgeber zeigen ihm sofort den Schaltzustand an. Außerdem sind Vorkehrungen getroffen, die eine Fehlschaltung weitgehend verhindern. So ist es z. B. nicht möglich, den Trennschalter einer Maschine abzuschalten, wenn deren Leistungsschalter noch eingeschaltet ist. Diese Art der Schutzschaltung bezeichnet man mit Verriegelung. Sie ist auf den verschiedensten Gebieten des elektrischen Betriebes angewandt.

Zum Schluß seien noch einige Zahlen über den Wärmeverbrauch eines modernen Kraftwerks genannt. In ihm werden 20 bis 22 % der gebundenen Wärme des angelieferten Brennstoffes in elektrische Energie umgewandelt, rund 55 % gehen mit dem Kühlwasser der Kondensatoren über die Rückkühlanlagen in die freie Atmosphäre. Der Rest von ca. 23 bis 25 % setzt sich zusammen aus Kessel- und Strahlungsverlusten, sowie den Verlusten an mechanischer Kraft.

Zur Erzeugung einer kWh, deren Wärmewert 860 kcal beträgt, muß also bei modernsten Kraftwerksanlagen noch etwa das Vier- bis Fünffache an Brennstoffwärme aufgewendet werden.

GERLACH G.m.b.H. Homburg-Saar
Grubenstempel — Gelenkkappen — Setzvorrichtungen