

ders bei Unterwindfeuerung leicht geht. Bei Vorfeuerung, in der die Temperatur eine ziemlich hohe ist, ist bei zwei- bis vierfachem Luftüberschuß eine rauchfreie Verbrennung leicht zu erzielen; bei Unter-, Zwischen- oder Innenfeuerung verbrennen zwar die Kohlenwasserstoffe nicht, wohl aber können die Rauchgase durch einen so hohen Luftüberschuß so verdünnt werden, daß am Schornstein weder von Ruß noch von Rauch was zu bemerken ist, trotzdem, daß die Luft von unverbrannten Gasen geschwängert ist.

Ein derart hoher Luftüberschuß peitscht selbstverständlich große Wärmemengen unausgenützt zum Schornstein hinaus.

Es darf auch nicht übersehen werden, daß manche Brennstoffe, wie Anthrazit, Koks, Holzkohle, überhaupt sehr wenig rauchen, weil sich bei der ersten Erwärmung sehr wenig oder gar keine Kohlenwasserstoffe bilden.

Jedenfalls wird ein guter Heizer auf die drei Bedingungen für die rauchfreie Verbrennung der Kohlenwasserstoffe: schnelles Erwärmen dieser Gase auf die Entzündungstemperatur, Zufuhr der erforderlichen Luftmenge und innige Mischung dieser Luft mit den Gasen, sein Augenmerk richten.

## 5. Allgemeine Hilfsmittel zur Minderung der direkten Wärmeverluste.

Behufs Ermöglichung der Beseitigung oder wenigstens möglichsten Herabsetzung der direkten Wärmeverluste einer Dampfkesselanlage ist auch der Dampfkesselbetrieb zu rationalisieren. Rationalisierung ist die Erfassung und Anwendung aller jener Mittel, die Technik und planmäßige Ordnung zur Hebung der Wirtschaftlichkeit bieten. Ihr Ziel ist Steigerung des Volkswohlstandes durch Verbilligung, Vermehrung und Verbesserung der Güter.

Die Grundsätze wirtschaftlicher Gestaltung verlangen also, Erzeugungsmittel und Arbeitsvorrichtungen so zu bilden, daß der angestrebte Zweck möglichst hemmungs- und verlustlos, also in betriebswirtschaftlichster Weise, erfolgt. Im Dampfkesselbetrieb kann dies nur unter Anwendung des wärmewirtschaftlichen Meßwesens erfolgen. Dieses muß aber, soll es seinen Zweck erfüllen, ebenso einfach sein, wie jede andere Betriebseinrichtung.

Das Meßwesen an Dampfkesseln hat darauf Rücksicht zu nehmen, von wem die Messungen ausgewertet werden sollen. In der Hauptsache wird dies der Kesselheizer, Oberheizer und Betriebsleiter sein. Darnach hat sich die Art der Messung zu richten. Es erweist sich als vorteilhaft, die für den Heizer bestimmten Messungen an einem Kesselschild derart vorzuführen, daß

die Ergebnisse derselben sofort wahrnehmbar und ablesbar sind.

Alle Meßinstrumente müssen im Blickfeld des Heizers, am besten an der Stirnwand des Kessels oder höchstens seitwärts in unmittelbarer Nähe des Heizerstandes angebracht werden. Die Instrumente an der Rückwand des Kessels anzubringen, ist ein Unsinn, da sich der Heizer sehr selten nach rückwärts begibt, auch dann nicht, wenn rückwärts ein Apparat angebracht ist.

Es soll aber nicht Aufgabe der Instrumente sein, den Heizer zu prüfen, ob er richtig heizt; sie sollen ihm ein Wegweiser und Helfer zum richtigen Fernen sein. Deshalb ist die Methode, wie man sie vereinzelt in Kesselhäusern antrifft, den Heizer im Unklaren zu belassen, ob sein Kessel an die Instrumente angeschlossen ist, um ihn zu prüfen, entschieden verwerflich. Ein findiger Heizer wird eine solche Prüfungsmethode ja doch bald heraus haben.

Es sei daher nochmals betont, daß die Instrumente für den Heizer als Hilfe, nicht aber zu seiner Quälerei da zu sein haben. Im ersteren Fall wird der Heizer dann ganz von selbst ein Interesse an seiner Feuerung und ein Verständnis für ihre richtige Bedienung erhalten; im zweiten Falle wird ihm — nicht mit Unrecht — eine Abneigung für jedes Kontrollinstrument anzuzeigen.

Für den Heizer sind jene Instrumente besser, bei welchen er es nicht nötig hat, erst Kurven und Diagramme zu studieren, also solche, bei welchen ihm die Stellung eines Zeigers über einer großen und deutlichen Skala jederzeit sofort Auskunft gibt über die Verhältnisse in dem von ihm bedienten Kessel, denn der Heizer muß sofort erkennen, ob die Feuerung richtig bedient ist und einwandfrei arbeitet, und nicht erst dann, wenn es schon zu spät ist.

Je einfacher ein Meßinstrument gebaut ist und je weniger Hilfsmittel es zu seiner Betätigung braucht, desto sicherer und richtiger sind auch seine Anzeigen. Die Apparate müssen aber auch so gebaut sein, daß die Meßergebnisse unabhängig von der Temperatur, von der Feuchtigkeit usw. sind.

Selbstverständlich gibt es auch unter den Kesselhauskontrollinstrumenten eine große Anzahl von Bauarten. Nicht jede aber ist für jeden Betrieb gleich gut verwendbar. Auch hier ist der Rat des unparteiischen Fachmannes vor der Bestellung eines bestimmten Systems einzuholen.

Die Registrierung der Meßdaten, die zu ihrer Ablesung schon mehr Aufmerksamkeit, Gedankenschärfe und keine Ablenkung durch augenblickliche andere Beschäftigung verlangt, empfiehlt sich nur für Zwecke des Oberheizers und Betriebsleiters, und zwar, wenn angängig



in deren Kanzlei oder in einer besonderen Meßzentrale.

Die Durchbildung des Kesselschildes und der Meßzentrale ist jedoch abhängig, ob es sich a) um Einzelkessel, kleine Anlagen oder Kesselhäuser mit Rostfeuerung und gleichmäßiger Belastung, b) um größere Kesselhäuser mit stark gegliedertem und schwankendem Dampfverbrauch oder c) um Großkesselanlagen mit Kohlenstaubfeuerung handelt.

Im a)-Falle liegt der Hauptanteil der Kesselüberwachung und damit der Einleitung zu einem wirtschaftlichen Kesselbetrieb im Kesselschild (Instrumententafel), während die im Büro oder in einer besonderen Meßzentrale untergebrachten Meßinstrumente zur nachträglichen Prüfung des Kesselhauspersonales oder für die Statistik der Betriebsbuchführung dient. Der b)-Fall ist analog dem a)-Fall, jedoch mit dem Unterschied, daß die im Büro oder in der Meßzentrale befindlichen aufzeichnenden Instrumente außerdem noch zur ständigen Ueberwachung und Gesamtleitung des Kesselbetriebes dienen. Dies ist insbesondere bei parallel arbeitenden Kraftwerken, die gleichzeitig für ein stark verzweigtes Netz arbeiten, und namentlich bei Trennung von Grund- und Spitzenbelastung geboten, weil in diesem Falle das Büro, bezw. die Meßzentrale als Befehls- und Verteilungsstelle zu wirken hat. In einem solchen Falle sollen in der Zentrale außer den Registrierinstrumenten noch Uebersichtstafeln mit Dampfverteilungsanzeiginstrumenten vorhanden sein. Zweckmäßigerweise wird man ein sogenanntes Folgezeigergerät, das die vollständige Dampfbildung enthält, auf der Instrumententafel anbringen. Nachrichtenmittel, mittels welchen die auf Grund der Meßinstrumente als geboten erscheinenden Maßnahmen den Betrieben übermittelt werden (Fernauslösung von Leucht- oder Lärmzeichen mit Rückmeldung) erhöhen die wirtschaftliche Einstellung des Kesselbetriebes.

Da im c)-Falle die eigentliche Bedienung des Kessels sich auf die Betätigung von Regulierorganen beschränkt, so ist mittels Fernsteuerung die zentralisierte Führung mehrerer Kessel von einem Platz und durch eine einzige Person möglich. Die zu ergreifenden Maßnahmen haben auf Grund der Anzeige der entsprechenden Meßinstrumente zu erfolgen.

Die mit den Meßinstrumenten vorzunehmenden Messungen gliedern sich in solche, auf welche der Heizer Einfluß nehmen kann (Feuerung) und in solche, auf welche er keinen Einfluß ausüben kann, weil sie vom baulichen oder Reinigungszustand des Kessels abhängig sind. Die ersteren Messungen braucht der Heizer zur richtigen und wirtschaftlichen Kesselführung, die letzteren sind hauptsächlich für den Betriebsleiter. Die Messungen der ersten Art bilden also

gewissermaßen die Wärmeschalttafel zur Kesselbedienung für den Heizer, während die Messungen der zweiten Art die Wärmeschalttafel zur Kesselprüfung ist.

Meßgrößen, die für alle Kessel von gemeinsamer Wichtigkeit sind, bringt man als sogenanntes Hallenschild derart an, daß sie im ganzen Kesselhaus sichtbar sind. Zweckmäßigerweise bringt man es also an der Stirnwand des Kesselhauses an. Unter diesen Meßgrößen ist der Dampfdruck in einer Sammelleitung und die Belastung der einzelnen Kessel am wichtigsten, weil dadurch die gleichmäßige Verteilung der Belastung auf die einzelnen Einheiten oder die ungleiche Aufnahme durch Grundlastkessel und Spitzenkessel je nach Bedarf gewährleistet wird.

Die Einrichtung einer eigenen Meßzentrale richtet sich darnach, ob die Instrumente lediglich zur nachträglichen Kontrolle durch den Betriebsleiter oder zur ständigen Ueberwachung und Befehlsgabe für die Dampfverteilung dient. Zu dieser Ueberwachung behufs Verminderung der Wärmeverluste gehört aber auch die Aufzeichnung über die Dampfverteilung in verzweigten Netzen oder bei Parallelschaltung, des Speisewasserbedarfes, des Verhaltens der Dampfaggregate, Kondensatoren u. dgl. mehr.

Von den angeführten Gesichtspunkten geleitet, hat zur Ueberwachung des Kesselbetriebes behufs Herabminderung der direkten Wärmeverluste die Messung auf zwei getrennten Kesselschildern zu erfolgen.

Für Rostfeuerungen hat das Schild für Kesselbedienung folgende Meßinstrumente aufzuweisen:

Wasserstandsmesser,  
Dampfkesselhauptgerät,  
Unterwindmesser (nur für Unterwindfeuerung),  
Dampfdruckmesser,  
Heißdampfthermometer (nur bei Ueberhitzer),

Rauchgasprüfer,  
Luftvorwärmtemperaturmesser (jedoch nur dann,

wenn der Erhitzungsgrad vom Heizer durch verstellbare Klappen beeinflusst wird, sonst ist er am Schild zur Kesselprüfung anzubringen; siehe später),

Zugmesser zur Messung des Zuges überm Rost (bei Unterwindfeuerung).

Das sind die Instrumente, die der Kesselheizer im normalen Betrieb zur wirtschaftlichen Kesselführung benötigt. Andere Instrumente werden auf der Wärmeschalttafel für Kesselprüfung angebracht.

Das Schild für die Kesselprüfung enthält:  
Zugmesser für die Zugstärke im Feuerraum,  
Fuchs und vor dem Rauchschieber,  
Temperaturmesser für die Abgase hinter Kessel und Vorwärmer,



Speisewassermengenmesser,  
Speisewasserdruckmesser,  
Speisewassertemperaturmesser für die Temperatur  
vor und hinter dem Vorwärmer,  
Unterwinddruckmesser (nur bei Unterwind-  
feuerung).

Das Hallenschild hat zu enthalten die Instrumente zur Messung des Dampfdruckes in der Sammelleitung, Kesselbelastungsanzeiger, Generalwattmeter für die Maschinenbelastung bei Elektrizitätswerken und Dampfleistungsmesser bei Verwendung des Dampfes zu Kraft- oder Heizzwecken; ferner Temperaturmesser für die Messung der Temperatur des Dampfes in der Sammelleitung.

Die Meßzentrale enthält die Schreibapparate der Einzelkessel, die Registrierung der Kesselführung: Dampfmenge, Brennluft, Abgasmenge, Dampfdruck, Heißdampftemperaturen, Rauchgasanalyse, Unterwindmenge, Lufttemperaturen bei Luftvorwärmer, Zugstärke im Feuerraum usw. Dann die Registrierung des Kesselzustandes, sowie die Schreibapparate für allgemeine Messungen. Mengenmäßige Meßgrößen, z. B. Dampf- und Wassermenge registriert man nicht mehr, um sich die Arbeit des Planimetrierens zu ersparen, sondern man mißt sie summierend mit den in der Meßzentrale einzustellenden elektrischen Zählern.

Was die Meßinstrumente bei Kessel mit Kohlenstaubfeuerung betrifft, so ist zu berücksichtigen, daß der Verbrennungsvorgang bei dieser wesentlich anders ist, als bei der Rostfeuerung, demzufolge muß auch die meßtechnische Kesselüberwachung eine andere sein. Gas- und Oelfeuerung sind meßtechnisch der Kohlenstaubfeuerung gleichzuhalten.

Auch bei der Kohlenstaubfeuerung hat das Kesselschild eine Wärmeschalttafel zur Kesselbedienung und eine für Kesselprüfung zu enthalten.

Das Schild für die Kesselbedienung hat zu umfassen:

Wasserstand,  
Dampfkesselhauptgerät,  
Luftmengenmesser (Folgezeigeranordnung),  
Luftverhältnisanzeiger (Kreuzspulinstrument),  
Heißdampfthermometer,  
Temperaturmesser für den Feuerraum,  
Staubförderungsmengenmesser.

Was schließlich noch die Wirtschaftlichkeit der Kesselüberwachungsinstrumente betrifft, so läßt sich natürlich allgemein die Frage, ob die Anschaffungskosten solcher Apparate durch die mit ihnen erzielten Ersparnisse wieder hereingebracht werden können, nicht oder höchstens nur in roher Annäherung beantworten. Die Erfahrung lehrt, daß man eine durchschnittliche Brennstoffersparnis von mindestens 3% erzielen kann gegenüber einer Kesselanlage, die ohne Kontrollinstrumente arbeitet. Selbstverständlich setzt dies voraus, daß die Instrumente stets in Ordnung gehalten und auch als Wegweiser für richtiges Feuern benützt werden, ferner, daß sowohl der Heizer, als auch der Betriebsleiter nicht nur Verständnis, sondern auch Interesse für die neuzeitliche Wärmewirtschaft hat und die Apparate nicht bloß als Paradestück für das Kesselhaus angesehen werden. In je größerem Maße alle diese Bedingungen erfüllt werden, umso höher müssen sich dann auch die erzielten Ersparnisse erweisen und umso wirtschaftlicher wird sich dann nicht nur der Kesselbetrieb selbst, sondern der ganze Betrieb stellen und umso niedriger werden sich sodann die Gestehungskosten aller Erzeugnisse des Betriebes stellen.

\* \* \*

Die in der vorliegenden Abhandlung dargestellten Wärmeverluste sind lediglich die direkten. Auch ihre rechnungsmäßigen Größen sollen öfters festgelegt werden. Deshalb sind fallweise Heizversuche behufs Aufstellung der Wärmebilanz zu machen. Es sei jedoch ganz besonders betont, daß Leistungsversuche ohne Bestimmung der Dampffuchtigkeit (indirekter Wärmeverlust) die Angabe eines unrichtigen Wirkungsgrades der gesamten Dampfanlage nach sich zieht.

Die indirekten Wärmeverluste, deren große Zahl und verschiedene Art mitunter zu ganz bedeutenden Energieverlusten im Dampfkesselbetrieb führen können, die besonderen Hilfsmittel zur Minderung der direkten und indirekten Wärmeverluste in allgemeinen und gesonderten Fällen, sowie eine eingehende Darstellung der wärmetechnischen Betriebsmessungen soll gesonderten Abhandlungen vorbehalten bleiben.