

Da die Temperatur, mit der die Heizgase in den Schornstein treten, bestimmend für die Größe des Abgasverlustes ist, so ist die Messung dieser Temperatur ebenso wichtig und notwendig, wie die des CO_2 -, CO - und H_2 -Gehaltes der Heizgase. Die Kenntnis der Abgastemperatur gibt auch Aufschluß über den Zustand der Feuerung, Undichtheit der Kesselzüge usw., sie besagt ferner, in welcher Größe die Wärme an den Kesselinhalt übergegangen ist. Nach dem vorher Gesagten ist es klar, daß der Wirkungsgrad der Kesselanlage um so günstiger ist, je niedriger die Abgastemperatur ist. Zeigt es sich, daß trotz richtigem Kohlensäuregehalt der Heizgase bei gleicher Kesselbelastung die Abgastemperatur steigt, so ist dies ein Zeichen, daß der Wärmetübergang der Heizgase zum Kesselwasser durch Flugascheablagerungen am Kesselmantel oder durch Kesselsteinbildung und dergleichen behindert ist. Eine hohe Abgastemperatur deutet deshalb immer an, daß der Betrieb unwirtschaftlich arbeitet und irgend etwas nicht in Ordnung ist.

Die drei wichtigsten und unentbehrlichsten Kesselhauskontrollapparate: Rauchgasprüfer, Zugschloß und Abgasthermometer erzielen den größten Effekt beim kleinstmöglichen Aufwand an Brennstoff. Ohne diese drei Meßinstrumente ist eine wirtschaftliche Verwertung des Brennstoffes einfach unmöglich, das Fehlen auch nur eines dieser drei Instrumente muß unbedingt zu einer Brennstoffverschwendung führen und das Fehlen auch nur eines dieser Instrumente sofort auf die Verständnislosigkeit sowohl des Heizers als auch des Kesselbesitzers für die neuzeitliche Wärmewirtschaft hindeuten.

Verfasser hält das Vorhandensein eines Rauchgasprüfers auch dann für geboten, wenn die Kesselanlage mit einem sogenannten Dampfkesselhauptgerät versehen ist, das ist jenes Gerät (Doppelinstrument), dessen oberes Meßwerk die Dampferzeugung mißt, während das untere bei Unterwindfeuerung die zugehörige Unterwindmenge, bei anderen Feuerungen aber die zugehörige Abgasmenge anzeigt und bei welchen beide Messungen derart nach dem Folgezeigerprinzip abgestimmt sind, daß das Vorhandensein der vorgeschriebenen oder günstigsten Verdampfungsziffer durch übereinstimmende Stellung beider Zeiger des Meßinstrumentes ersichtlich ist. Die zusätzliche Anzeige der Abgasanalyse muß bei richtiger Funktion aller Meßinstrumente die Anzeige des Dampfkesselhauptgerätes bestätigen.

4. Wie hat der Heizer zu feuern?

Die Wartung der Dampfkesselanlage obliegt dem Heizer. Jeder Heizer ist bestimmt der Meinung, dieselbe in einwandfreier, ja muster-giltiger Weise vorzunehmen und versteht es

sehr gut, den Kesselbesitzer, in dessen Dienst er steht, hierin so zu überzeugen, daß dieser seinen Worten Glauben schenkt, was umso leichter möglich ist, weil der Kesselbesitzer, soferne er kein Techniker ist, der mit der Entwicklung der Technik Schritt hält, vom Kesselbetrieb ohnedies nichts versteht.

Es ist aber, und zwar nicht nur bei kleinen Kesselbetrieben, sondern auch bei größeren sehr häufig der Fall, daß die Kesselbedienung durchaus nicht ganz so einwandfrei ist und auch nicht mehr dem heutigen Stande der Feuerungstechnik entspricht, der Kesselbetrieb daher, vielleicht ohne Wissen des Heizers, in höchst unwirtschaftlicher Weise vollzogen wird. Dies ist insbesondere dort der Fall, wo dem Heizer kein wissenschaftlich gebildeter Wärmetechniker zur Seite steht, wenngleich nicht geleugnet werden kann und darf, daß es auch viele Betriebe gibt, die zwar wohl einen Techniker angestellt haben, der aber mit seinen Gedanken und Erwägungen bei seinem alles besser wissenden Vorstand nicht durchdringen kann, weil dieser in seiner »wissenschaftlichen Kurzsichtigkeit« für eine wissenschaftlich richtige und wirtschaftliche Kesselführung, auch wenn sie nur eine einmalige Ausgabe bedingt, keinen Sinn und kein Verständnis hat und Ausgaben scheut, ohne zu bedenken, daß sich diese nicht nur reichlich amortisieren, sondern auch Wege zu ganz bedeutenden Ersparnissen erschließen.

Leider sind aber die meisten Kesselheizer selbst und zwar besonders diejenigen der alten Garde, jedweder Neuerung in ihrem Königreich abhold, ja sie sind äußerst gekränkt, wenn ihnen jemand sagt, daß sie die Kesselanlage nicht richtig warten.

Nach dem heutigen Stande der Wärmetechnik und ganz besonders deshalb, weil unsere Wirtschaft darniederliegt, ist es nicht mehr angängig, einen Kesselbetrieb, auch wenn er noch so klein ist (oder vielleicht gerade deshalb), ohne die Behelfe, die die neuzeitliche Wärmetechnik angibt, zu halten.

Wie also soll der Heizer feuern, um möglichst kleine Wärmeverluste zu erzielen?

Diese Frage ist so wichtig, von so weittragender Bedeutung, daß es sich schon lohnt, darauf näher einzugehen.

Jedenfalls ist so zu feuern, das heißt die Feuerungsanlage zu bedienen, daß die vermeidlichen Wärmeverluste wirklich vermieden werden, sie also gar nicht auftreten und die unvermeidlichen Wärmeverluste auf ein derartiges Kleinstmaß herabgedrückt werden, daß sie nicht noch kleiner gemacht werden können.

Sollen die zehn möglichen Fälle der direkten Wärmeverluste einer Kesselanlage durch den Heizer beseitigt, beziehungsweise vermieden oder doch herabgedrückt werden, dann ist es uner-

läßlich, daß sich der Heizer alle Mühe gibt, durch Beobachten und Studieren der ihm anvertrauten Kesselanlage herauszufinden, wodurch die verschiedenen Wärmeverluste entstehen; dann werden sich auch bei nur einigermaßen vorhandenem Verständnis die Mittel und Wege von selbst weisen, die anzuwenden sind, und der Heizer muß dann auch alles daransetzen, daß er vom Betriebsleiter jene Mittel zugewiesen bekommt, die zur Aufrechterhaltung eines geordneten und wirtschaftlichen Dampfkesselbetriebes notwendig sind.

Schon der ersten Ursache von Wärmeverlusten, hervorgerufen beim Anheizen, kann der Heizer bei aufmerksamer Bedienung der Feuerungsanlage in wirksamer Weise entgegenreten. Die zweite Ursache der Wärmeverluste, die unvollkommene Verbrennung, ist, wie wir gesehen haben, in der Zusammensetzung der Feuerungsgase zu finden. Es ist also ein Instrument erforderlich, das diese Zusammensetzung fortlaufend anzeigt und dadurch dem Heizer ein Wegweiser wird, wie er zu feuern hat, damit aus der unvollkommenen Verbrennung möglichst eine vollkommene wird. Dieses Instrument ist der Rauchgasprüfer. Eine Kesselanlage, die ohne Rauchgasprüfer arbeitet, muß immer, auch wenn der Heizer noch so gewissenhaft ist, unwirtschaftlich arbeiten, weil ein bloß gefühlsmäßiges Feuern auch bei jahrzehntelanger Beobachtung und Uebung nie fehlerfrei sein kann. Dieses Instrument wird den Heizer auch in die Lage setzen, die dritten Verluste, also die durch Verbrennliches in den Herdrückständen, ganz bedeutend herabzusetzen. Je kleiner diese sind, um so kleiner werden aber dann auch die vierten Verluste, die aus der heißen Asche und Schlacke entstehenden sein, denn je mehr der Brennstoff ausbrennt, um so weniger Asche und Schlacke muß sich naturgemäß ergeben.

Auch dem fünften Verlust, dem durch unverbrannte Gase im Verbrennungsraum, läßt sich durch den Rauchgasprüfer steuern. Der sechste Verlust, der Rußgehalt der Abgase, hängt wohl viel von der Zusammensetzung des Brennstoffes ab, doch wird er durch richtiges Feuern auf Grund des Rauchgasprüfers sicherlich herabgedrückt werden können, desgleichen durch Reinhalten der Heizflächen und Kesselzüge von Ruß und Flugasche. Der siebente Verlust, der durch Strahlung der Feuerung, läßt sich durch sorgfältig dichtes Mauerwerk herabmindern. Der achte Verlust, der Schornsteinverlust, ist, obwohl er der größte von allen Wärmeverlusten der Dampfkesselanlage ist, am leichtesten durch den Heizer behebbar, wenn er nach dem Hauptsatz des Heizens: »Feuere so, daß der Kohlensäuregehalt so hoch wie möglich, der Gehalt an unverbrannten Gasen gleich oder nahezu gleich Null ist, und nimm kleine Mengen von Kohlen-

oxyd unter $\frac{1}{2}\%$ lieber in Kauf, wenn dadurch der Kohlensäuregehalt um mehr als 1% steigt und gleichzeitig sich die Abgastemperatur nicht erhöht«, arbeitet.

Ein solches Arbeiten ist aber nur dann gewährleistet, wenn der Heizer jederzeit über die Zusammensetzung der Rauchgase genau im Bilde ist. Dies ist aber nur möglich, wenn die Kesselanlage mit einem selbsttätigen Rauchgasprüfer ausgerüstet ist.

Der Schornsteinverlust ist aber auch um so kleiner, je reiner die Kesselbleche innen und außen von Wasserstein, beziehungsweise Ruß und Flugasche sind, da solche Ansätze das Wärmeleitvermögen zwischen der in den Rauchgasen steckenden Wärmemenge und dem Kesselspeisewasser verkleinern, und statt, daß diese Wärme an das Kesselwasser abgegeben wird, streicht sie unausgenutzt durch die Kesselzüge zum Schornstein hinaus. Also: Kessel innen und außen stets von allem Ansatz freihalten!

Der neunte Wärmeverlust, der durch Strahlung und Leitung an die Außenluft, ist analog dem siebenten Verlust durch sorgfältiges Dichthalten des Kesselmauerwerkes und sorgfältiges Isolieren aller herausragenden Teile herabdrückbar. Was endlich den zehnten Verlust betrifft, der durch Abkühlung zufolge Betriebsstillstände entsteht, so braucht man nur auf den Gesamtwirkungsgrad der Kesselanlage η zurückzugreifen. Dieser Wirkungsgrad ist

$$\eta = \frac{\text{normale Verdampfungsziffer}}{\text{theoretische Verdampfungsziffer}} = \frac{v_n}{v_t}$$

Man muß trachten, mit η um so höher zu gelangen, je größer die tägliche Betriebsstundenzahl und je teurer die Wärmeeinheit des Brennstoffes ist. Bei Beurteilung des η ist aber der Dampfpreis unter Berücksichtigung der Anlagekosten, Abschreibung, Verzinsung und Erhaltungskosten in Betracht zu ziehen. η wird beeinträchtigt durch die Kesselbelastung, Art der Feuerung und des Brennstoffes, sowie von der Wartung. Wir müssen Ueberbelastung und Unterbelastung von der Normalbelastung genau unterscheiden. Während eine Ueberbelastung des Kessels eine Temperatursteigerung der Rauchgase, Vermehrung des Brennstoffverlustes durch Flugasche zufolge erhöhter Zugstärke nach sich zieht, hat Unterbelastung ungenügende Rostbedeckung zur Folge.

Vielen Heizern kann der Vorwurf nicht erspart bleiben, daß sie beim Feuern ziemlich bequem sind. Besonders der Planrost erfordert große Aufmerksamkeit, Geschicklichkeit und Gewissenhaftigkeit, Sachkenntnis und Pflichttreue.

Vor allem ist zu beachten, daß der Brennstoff nicht in großen Klumpen, sondern höchstens in Faustgröße aufzugeben ist. Dies ist darin begründet, weil kleinere Stücke von den durch

die Rostspalten durchtretenden Luftsäulen inniger umspült werden, als größere, und daher umso leichter eine vollkommene Verbrennung zu erzielen ist.

Es ist nicht gleichgiltig, in welcher Schichthöhe der Brennstoff auf den Rost aufgeworfen wird; dies hängt aber nicht nur von der Stückgröße und Art des Brennstoffes, sondern wesentlich auch von der Zugstärke in den Kesselzügen ab. Die Schichthöhe beträgt zweckmäßig bei natürlichem Schornsteinzug für Steinkohle 10—15 cm, für Braunkohle 5—10 cm und für Koks 10—20 cm; bei künstlichem Zug für Steinkohle 20—30 cm, für Braunkohle 20—30 cm und für Koks 30—40 cm.

Es ist falsch, den Brennstoff auf einmal und in großer Menge aufzugeben, sondern er muß oft und in kleinen Mengen über die ganze Rostfläche gestreut werden; niemals dürfen am Rost unbedeckte Stellen gelassen werden, wobei es gut ist, das Brennmaterial zuerst behufs Entgasung und Vorwärmung vorne auf der Schürplatte aufzulegen und erst nachher über den ganzen Rost auszubreiten, und zwar von hinten anfangend, nach hin'en zu schieben und über die ganze Rostfläche auszubreiten. Durch diese Art des Aufgebens wird das vorne aufgeworfene frische Brennmaterial durch die Hitze des hinteren brennenden Brennstoffes entgast und die dabei sich entwickelten Kohlenwasserstoffe streichen über das brennende Material hinweg, sich mit der Verbrennungsluft innig mischend. Diese Methode hat aber den schweren Nachteil, daß sie nur von der Geschicklichkeit des Heizers abhängig ist und daher mitunter die Feuertür lange offen sein muß. Die ausströmende Hitze kann für den Heizer unerträglich werden. Aus diesem Grunde kann man dieses Verfahren wohl nur bei kleineren Kesselanlagen vom Heizer verlangen, wo die ausströmende Hitze nicht in dem Maße intensiv ist, wie bei den großen.

Selbstverständlich kann der Brennstoff nur dann oft und in kleinen Mengen aufgegeben werden, wenn die Heizfläche des Kessels auch genügend groß ist, denn sonst würde das oftmalige Öffnen der Feuertür ein Eindringen von zuviel kalter Luft zur Folge haben. Daß das Brennmaterial nicht in zu hoher Schicht aufgeworfen werden darf, hat seine Begründung in der Rauch- und Rußentwicklung. Bekanntlich entsteht Rauch dadurch, daß bei der Anwärmung des Brennstoffes die aus ihm entweichenden Kohlenwasserstoffe nicht bis zur Entzündung erhitzt werden oder nicht genügende Luftzufuhr zur Entzündung haben oder sich mit der Luft zu wenig mischen; es verbrennt in einem solchen Falle nur der Wasserstoff zu Wasserdampf, während der Kohlenstoff sich als Rauch oder Ruß ausscheidet und die am schwersten

entzündbaren Kohlenwasserstoffe als völlig unverbrannt ins Freie entweichen, wo sie sich als Teerdämpfe dann kondensieren.

Je dicker also die Brennstoffschicht, umso weniger kann die im Feuerraum herrschende Wärmemenge hinreichen, die frisch aufgeworfenen Kohlenwasserstoffe zu entzünden und je dicker diese Schicht, umso schwieriger kann die zur vollkommenen Verbrennung erforderliche Luftmenge durch den Brennstoff durchdringen, da sie beim Durchtritt ja einen großen Widerstand findet, der umso größer wird, je dicker eben die Schicht ist. Je dicker die Brennstoffschicht, umso mehr Gase bilden sich und diese füllen dann die Kesselzüge dicht an. Je dichter aber die Kesselzüge mit Rauch angefüllt sind, umso schwerer kann der Schornstein eine Zugwirkung ausüben, und je schlechter die Zugwirkung, umso schlechter ist die Verbrennung. Ist außerdem der Brennstoff noch sehr gasreich, umso stärker ist dann die Rauchbildung, die erst aufhört, wenn der Luftzutritt ein stärkerer wird und die Entgasung beendet ist. Die Rauch- und Rußbildung tritt jedoch nicht nur beim Beschicken des Rostes, sondern auch beim Schüren, Abschlacken und Aufrühren des Brennstoffes ein, weil durch dieses Aufwühlen des Brennmaterials bei geöffneter Heiztür die Entgasung mit unvollkommener Verbrennung vor sich geht.

Häufig ist die Ursache der Rauchbildung wohl auch in falscher Rostkonstruktion zu suchen, die für das zu verfeuernde Brennmaterial eben nicht geeignet ist, oder zu schwacher Schornsteinzug.

Ein schwerer Fehler, den beinahe die meisten Heizer machen, besteht darin, daß sie den Rauchschieber beim Beschicken und Abschlacken des Rostes nicht nur nicht schließen, sondern nicht einmal um ein geringes senken. Die Ursache ist, gelinde gesagt, Bequemlichkeit. Das Schließen des Schiebers soll die Herabsetzung der Zugstärke während des Feuerns oder Abschlackens bewirken, was notwendig ist, weil sonst zu viel kalte Luft in den Verbrennungsraum hineingezogen wird. Ueberhaupt ist der Essenschieber nur so weit zu öffnen, als es für die jeweilige Dampferzeugung und des Feuerhaltens zur Erzielung der höchstnötigen Zugstärke erforderlich ist.

Ein sicheres Zeichen, ob der Heizer annähernd richtig heizt, wird stets ein äußerst schwacher Schornsteinrauch und ein hell erleuchteter Aschenraum sein. Es sei aber hier ganz besonders hervorgehoben, daß ein Nichtrauchen eines Schornsteines keineswegs ein Zeichen wirtschaftlicher Kesselgebarung ist. Ein findiger Heizer kann bei starker Rauchentwicklung den Rauch unsichtbar machen, indem er ganz einfach eine sehr große überschüssige Luftmenge in den Verbrennungsraum führt, was insbeson-

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 Feuern 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 anezogen.

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