

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik

Geleitet von Dr.-Ing. Dr. mont. E. h. O. Petersen

unter Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. W. Steinberg für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 40

1. OKTOBER 1942

62. JAHRGANG

Die Reichsvereinigung Eisen und ihre Aufgaben.

Von Hermann Röchling in Völklingen,

Vorsitzer der Reichsvereinigung Eisen und Leiter des Hauptzweig-Eisenerzeugung.

Die Gründung der Reichsvereinigung Eisen stellt eine vollkommene Neuordnung der Eisen schaffenden Industrie dar. Während bisher alle Organisationsformen unserer Industrie die Verbesserung der wirtschaftlichen Lage entweder durch die Vermeidung eines schrankenlosen Wettbewerbs oder durch die Regelung der wirtschaftlichen Verhältnisse auf dem Wege über die Wirtschaftsgruppe oder sonstige erstrebten, fehlte dabei praktisch vollkommen die Leistungssteigerung und die Lenkung der Industrie. Zwar hat die Eisen schaffende Industrie von sich aus immer sehr viel zur Leistungssteigerung getan. Unsere stürmische Entwicklung seit den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts und die gewaltigen Leistungen, die von Männern wie Baare, Kirdorf, Krupp, Haniel, Stinnes, Stumm, Thyssen, meinem Vater und vielen anderen ausgingen, beweisen dies. Aber diese Entwicklung vollzog sich nach dem Gesetz des Wettbewerbs in starkem Widerstreit der mehr oder weniger selbstischen Interessen und unter vielfachem Kampf untereinander. Ja, diese Entwicklung sog gerade ihre stärksten Antriebskräfte aus diesem Kampfe. Diese Zeiten sind vorüber. Das schwere Schicksal, das Deutschland nach dem für uns so bitteren Ende des ersten Weltkrieges zu tragen hatte, zwang auch die Männer von Stahl und Eisen dazu, sich mehr als vorher miteinander zu verständigen und zu vertragen. Mein verstorbener Bruder Louis war der Vorläufer dieser Entwicklung, die von Ernst Poensgen zu virtuoser Kunst entwickelt wurde. Der Erfolg war absolut eindeutig. Nur war auf diesem Wege vieles nur in langsamer Entwicklung erreichbar, — eine Entwicklung, die naturgemäß viele Wünsche offenließ und die eine unerhörte Arbeit und viel Zeit erforderte.

Im Kriege ist es notwendig, zu raschen Ergebnissen zu kommen. Die Zeit drängt und man hat nicht die Möglichkeit zu warten. Die Zusammenfassung der Leistungen ist aber auch sonst erforderlich. Ueber die Grenzen Deutschlands hinaus ist die einheitliche Lenkung der Wirtschaft, besonders der des Eisens, notwendig. Sonst erreicht man nur Unzureichendes. Sowohl über die Rohstoffe als auch über die Erzeugung muß man einheitlich disponieren können, wenn man das Notwendige erreichen will. Dies machte die Lenkung der Wirtschaft auch in den besetzten Gebieten, zuerst auf dem Gebiete der Kohle, über das ganze kontinentale Europa erforderlich. Auf dem Gebiete des Eisens sind wir dieser Entwicklung gefolgt.

Die Aufgaben, die uns hinsichtlich der Leistungssteigerung gestellt sind, sind umfassend. Nicht nur nach der Seite der Menge, auch nach der Seite der Güte hin ist viel zu tun. Ueber den ersten Punkt braucht nicht geredet zu werden; er versteht sich von selbst. Nur eines muß immer wieder betont werden: In jedem modernen Kriege, also in diesem Weltkriege so gut wie im vorigen, sind der Kriegswirtschaft Grenzen durch die Knappheit an Stoffen aller Art gesteckt. Es gilt also die sparsamste Ausnutzung aller Grundstoffe. Denn ein Krieg, der in erster Linie der Vernichtung des gegnerischen Lebens und seiner Einrichtungen gilt und in dem alles, was an menschlicher Kraft vorhanden ist, entweder als Kämpfer an der Front oder als Schaffender in der Heimat eingesetzt ist, bemißt notwendigerweise die Zahl der Schaffenden immer sehr knapp. Daraus muß sich stets eine Knappheit an allen Stoffen ergeben. Deshalb ist oberstes Gesetz jeder Kriegswirtschaft: Geht sparsam und haushälterisch mit allen Stoffen um!

Für uns gilt dies vor allem hinsichtlich der Kohle. Alles, was wir in den Jahren zwischen den beiden großen Völkerkriegen in dieser Hinsicht erarbeitet haben, muß in der heutigen Zeit, so unzureichend unsere Mittel und Kräfte auch sind, immer wieder vertieft werden. Dazu bedarf es unerhörter Anstrengungen aller unserer Ingenieure. Jeder fühle sich verantwortlich für den Brennstoffverbrauch, sei es bei den Hochöfen oder Kokereien, sei es bei allen Wärmöfen in Walzwerken oder Glühereien. An keiner Stelle dürfen vermeidbare Brennstoffverluste (insbesondere Abfackelverluste der Hochofen- und Koksofengase) entstehen. Das ist dort wesentlich schwerer, wo keine Gasbehälter vorhanden oder in Betrieb sind. Dann hängt eben die Vermeidbarkeit dieser Verluste noch mehr als sonst davon ab, wie regelmäßig der Betriebsablauf vor sich geht. Gehen die Hochöfen z. B. regelmäßig, dann ist auch die Gaserzeugung gleichmäßig, und dann kann man leichter den Verbrauch mit der Erzeugung ins Gleichgewicht bringen. Also alles, was die Regelmäßigkeit z. B. des Hochofenbetriebes fördert, senkt nicht nur den eigenen Verbrauch an Wärme im Hochofen, sondern auch die Verluste darüber hinaus. Es besteht daher Einigkeit bei uns, alle die Maßnahmen zu fördern, die die Senkung des Koksverbrauches und darüber hinaus des Brennstoffes überhaupt mit erträglichem Aufwande an Arbeitskraft und Eisen ermöglichen.

Zu der sparsamen Stoffwirtschaft gehört aber auch

diejenige, die sich auf die Verwendung des Eisens bezieht. Diese Aufgabe geht den Eisenhüttenmann und alle Ingenieure an, die Eisen verwenden und verbauen. Es ist dabei gleichgültig, ob es sich um Hoch- oder Tiefbau handelt oder darum, Maschinen aller Art oder Fahrzeuge auf der Erde, im Wasser und in der Luft herzustellen. Bei allen diesen Verwendungszwecken müssen alle Bestrebungen, welche mit einem Mindestgewicht an Eisen eine maximale Leistung erreichen, unsere tätigste Förderung finden.

Ich habe bereits früher darauf hingewiesen, daß wir alles, was Leichtbau heißt, mit allen Mitteln fördern müssen. Große Ersparnisse an Eisen sind durch den Uebergang zu hochfesten, im wesentlichen vergüteten Massenstählen zu erzielen. Dies wird sich vor allem bei allen Einrichtungen zur Bewegung von Lasten auf die Dauer durchsetzen; mit anderen Worten: Alle Fahrzeuge, welche Massengüter fortbewegen, können bei Anwendung der neuen Erfahrungen wesentlich leichter und haltbarer und damit nützlicher hergestellt werden. Ich bin darüber hinaus auf eine andere Seite des Leichtbaues aufmerksam gemacht worden, nämlich daß durch den Ersatz unserer zweifellos durchaus veralteten Walzprofile durch alle möglichen Leichtbauelemente eine wesentliche Eisenersparnis zu erzielen ist. Besonders ist es die Verwendung von Rohren von normalen bis zu den allerdünnsten Wandstärken, die im Maschinen- und Fahrzeugbau nach dem Vorbilde des Flugzeugbaues ganz außerordentliche Fortschritte ermöglichen. Auch die dünnen Bleche können durch Kaltpressen und Sicken in solche Formen gebracht werden, daß ihre Widerstandsmomente im Verhältnis zum Gewicht erstaunlich groß werden. Also hier lassen sich erhebliche Einsparungen erzielen. Die entscheidende Vorarbeit hierzu muß vom Hüttenmann geleistet werden. Wir müssen mit dem gestaltenden Maschinenbauer enger zusammenarbeiten. Er muß von uns das Material erhalten, das er für seine Arbeit braucht! Wir müssen also nicht nur nahtlos gewalzte Normalrohre, sondern auch in größtem Umfange geschweißte runde und viereckige Rohre aus kaltgewalzten Bändern zur Verfügung stellen, damit der Maschinenbauer seine Aufgaben erfüllen kann. Auch die dünnen Bleche müssen so beschaffen sein, daß sie die weitestgehende Kaltverformung, wie sie für die in Betracht kommenden Zwecke notwendig ist, ohne Versprödung vertragen. Auch an Thomasstahl muß diese Anforderung gestellt werden. Aber das ist wieder nur möglich, wenn die absolute Regelmäßigkeit des Betriebsablaufes auch unter heutigen Verhältnissen, die denkbar schwierig sind, gegeben ist.

Der Hüttenmann kann vieles tun. Aber auf vielen Gebieten muß ihm auch geholfen werden. So geht unsere Bitte vor allen Dingen an unsere Kollegen, die Bergleute, daß sie durch sauber gewaschene Kohlen es uns ermöglichen, einen aschenarmen Koks unseren Hochöfen zur Verfügung zu stellen. Es ist sicher die größte Verschwendung der bergmännischen Arbeit, wenn die Kohle, nachdem sie mühselig unter Tage gewonnen ist, nicht sauber aufbereitet, d. h. gewaschen wird, daß sie ferner nicht getrennt wird in weitestgehend entaschte Kohle, sehr aschenreiche Berge, die zur Halde gehen, und dazwischen Mittelprodukte, welche

die aschenreichen Kohlsorten so aussondern, daß ein Verbrennen unter den Kesseln noch möglich ist. Geschieht das, so ist allen Beteiligten gedient, — dem Bergmann, der weiß, daß seine Erzeugnisse auf die nützlichste Art verwendet werden, — dem Maschineningenieur auf der Grube, dem zwar die Aufgabe gestellt wird, mit den nicht gerade sehr angenehmen Mittelerzeugnissen fertig zu werden, der aber dafür eine stark erhöhte Bedeutung im ganzen Grubenhaushalt erhält, — den Verkehrsleuten, die nur noch hochwertige Brennstoffe zu transportieren haben und damit eine mengenmäßige Entlastung erfahren, — und endlich den Verbrauchern, die durch die Güte der gelieferten Kohle mit wesentlich geringeren Mengen davon auskommen. Ich weiß, es sind vielfach Ansätze zu dieser Entwicklung gemacht worden. Aber ich weiß auch, daß zur Zeit wieder eine stark rückläufige Bewegung hinsichtlich der Lieferung aschenärmerer, um nicht zu sagen aschenarmer Brennstoffe im Gange ist. Wir Verbraucher, aber auch die Erzeuger, sollten künftig nicht mehr sagen: „Kohle ist Kohle, und sie hat nur einen Preis“, sondern wir müssen uns an folgenden Standpunkt gewöhnen: Kohle mit einem Aschengehalt X hat einen Preis Y; ist der Aschengehalt X minus 10 %, so steigt der Preis nicht bloß um den Betrag der Verminderung des Aschengehaltes, sondern um noch mehr usw. Die Verbraucher müssen den Erzeugern höhere Preise für die bessere Qualität bewilligen, damit der allgemeine Fortschritt hinsichtlich der Senkung des Brennstoffverbrauches erzielt werden kann. Diese Senkung ist heute notwendiger denn je.

Habe ich versucht, einen Ueberblick über eine Reihe von Aufgaben zu geben, die wir anpacken müssen, so möchte ich darauf hinweisen, daß unsere Arbeit immer davon ausgeht, dem großen Ganzen zu dienen. Wenn wir von unseren Vollmachten Gebrauch machen, so hat keiner von uns das Recht, an sein Werk besonders zu denken, noch viel weniger an seine eigene Person. Wir haben eine diesbezügliche formelle Verpflichtung übernommen, die auch von unseren Mitarbeitern, soweit wir ihnen einen Teil unserer Macht übertragen (nicht nur bei der Reichsvereinigung Eisen, sondern auch beim Haupttring Eisenerzeugung), gefordert wird. Wer diese Verpflichtung nicht achtet, kann nicht Amtsträger bei uns sein. Denn es ist selbstverständlich, daß bei so viel Macht, die bei uns vereinigt ist, die Sicherheit bestehen muß, daß jeder einzelne sein eigenes Unternehmen nur so weit berücksichtigen darf, daß der Gemeinnutz oberstes Gesetz bleibt. Das wird nicht immer leicht sein. Wird gegen diesen Grundsatz verstoßen, so müssen wir eingreifen. Als feststehende Regel muß gelten, daß kein Amtsträger der Reichsvereinigung Eisen oder des Eisenringes Entscheidungen irgendwelcher Art zugunsten seines eigenen Unternehmens treffen darf, sei es auch dadurch, daß man die Konkurrenz hindert, einen Fortschritt zu machen. Um dies zu ermöglichen, ist es unser Bestreben, aus allen Unternehmungen, nicht nur aus einigen, geeignete Mitarbeiter heranzuziehen. Wir arbeiten nicht in die eigene Tasche und setzen andere Betriebe nicht im Interesse des eigenen Unternehmens zurück. Dieses Vertrauen, das uns bisher entgegengebracht wurde, müssen wir uns auch für die Dauer erhalten.

Hochdruckdampf- und Kesselanlagen im Hüttenbetrieb,

Von Walther Güldner in Dortmund.

[Bericht Nr. 99 des Maschinenausschusses und Mitteilung Nr. 309 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*)]

(Vorherrschaft des Dampfes in der Großkrafterzeugung auch auf Hüttenwerken. Dampfwirtschaft als zweckmäßigstes Mittel zum Energieausgleich. Erhöhung der Wirtschaftlichkeit im Dampfbetrieb durch die Einführung hoher Drücke und Temperaturen, und die hierfür gegebenen Grenzen. Innerer Wirkungsgrad der Turbine und Mindestdampfmenge für geschlossene Anlagen und Vorschaltbetrieb. Nachprüfung der Anwendbarkeit von Hochleistungsdampfkesseln für Hüttenwerke. Schaltbilder. Einheitskessel. Bedeutung der Normung. Kesselwirkungsgrad oder Gesamtwirkungsgrad der Anlage.)

Die Kraftanlagen eines Hüttenwerks verbrauchen etwa 25 % der Wärmemengen, die zur Erzeugung einer Tonne Rohstahl überhaupt aufgewandt werden müssen¹⁾. Die nachstehenden Ausführungen sollen daher einen allgemeinen Ueberblick über ein Teilgebiet der Kraftversorgung, nämlich über die Dampfwirtschaft eines Hüttenwerks, geben und auf die Umstände eingehen, die bei der Einführung von Hochdruckdampf und der zugehörigen Kesselanlagen berücksichtigt werden müssen. Im Gegensatz etwa zur chemischen Industrie ist die Dampferzeugung auf den Hüttenwerken nicht Endzweck der Kraftanlagen, denn ein sehr erheblicher Anteil wird unmittelbar in Strom umgewandelt und verläßt das eigentliche Kraftwerk überhaupt nicht. Ohne auf die Grundlagen der schon älteren Streitfrage der Stromerzeugung durch Turbinen oder Gasmaschinen ausführlicher einzugehen, dürfte heute gesagt werden können, daß das Hochdruckkraftwerk aus verschiedenen Gründen der Gasmaschine für Neuanlagen den Rang abgelassen hat und der Dampf damit wieder als wichtige Energieform in den Vordergrund hüttenmännischer Kraftwerksaufgaben getreten ist.

Die Frage, ob Gasmaschinen- oder Turbinenantrieb, darf nicht allein unter den Gesichtspunkten betrachtet werden, die unmittelbar mit der Maschinengattung zusammenhängen, sondern muß auch einmal im Hinblick auf ihre Auswirkungen im Gesamtrahmen eines Hüttenwerks untersucht werden. Die Forderung heißt: „Bereitstellung von Energien, z. B. Strom oder Gebläsewind, unter Ausnutzung der anfallenden Brennstoffe auf wirtschaftlichste Art und Weise.“ Als Hauptbrennstoff für Hüttenwerke hat auch heute noch das Gichtgas zu gelten. Ist kein Gichtgas als Grundbrennstoff vorhanden, weil man seine Verwendung beispielsweise in den metallurgischen Betrieben für richtiger hält, so scheidet die Gasmaschine als Kraftantrieb ohnehin aus. Steht aber genügend Gichtgas zur Verfügung, so muß dafür gesorgt werden, daß die Schwankungen der Spitzenmengen aufgenommen werden. Sie lassen sich bekanntlich an anderen Stellen des Hüttenwerks nicht so schnell unterbringen wie in einem Kesselhaus, so daß auch hier die Gasmaschine im Nachteil ist. Speicherung in Gasbehältern scheidet für viele Unternehmen aus. Während man in früheren Zeiten den Grundsatz aufstellte, den Kohlenverbrauch im Kesselhaus möglichst gering zu halten, um dadurch wenig Fackelverluste zu haben und für die Erreichung dieses Zieles Belohnungen aussetzte, müßte man heute fordern, überhaupt kein Fackelgas zu behalten. Die Mengen, die abblasen, sind ja unwiederbringlich verloren. Das bedeutet für das Kesselhaus, daß die Linie des mittleren Bedarfs im Schaubild des Gichtgasanfalls nicht mehr mitten durch die Spitzen des Linienzuges gehen, sondern wesent-

lich über ihr liegen sollte. In Bild 1 sind diese Betriebsverhältnisse eingezeichnet. Die obere Kurve zeigt die Betriebsweise, die bisher Gültigkeit hatte. Alle unter der Bedarfslinie des Kesselhauses liegenden Flächen des Gichtgasmangels mußten durch Kohle ausgeglichen werden. Im unteren Linienzug erkennt man, daß der mittlere Bedarf des Kesselhauses über dem Gichtgasanfall liegt, so daß alle Spitzen noch anstandslos aufgenommen werden können, aber verhältnismäßig viel Kohle verbrannt wird. Man erreicht diese Betriebsweise dadurch, daß man für Gichtgas eine weitgehende Verwendung im übrigen Werksteil sucht. In Frage kommen dabei z. B. Kalkbrennöfen, Sinteranlage usw.

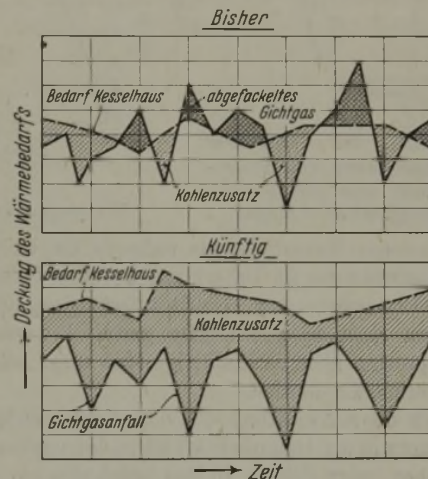


Bild 1. Gichtgasausgleich im Hüttenkraftwerk.

Eine solche Forderung nach Unterbringung aller überschüssigen Energien kann nur durch das Kesselhaus eines Dampfkraftwerks, aber nicht durch Gasmaschinen erfüllt werden. Ein zweiter Grund ist folgender: Ueber den Bedarf der eigentlichen Krafterzeugung hinaus wird auch bei anderen Hüttenbetrieben Dampf benötigt. Dafür sind meistens auch neben Abhitzekeßeln noch unmittelbar befeuerte Kesselanlagen vorhanden. Legt man diese beim Uebergang zu einer zentralen Hochdruckdampfanlage still, so lassen sich durch die damit erzielbaren besseren Wirkungsgrade auch Brennstoffe auf dem Gebiete der übrigen Dampferzeugung einsparen, was man bei der Betrachtung der Frage nach der wirtschaftlichsten Krafterzeugung nicht außer acht lassen darf.

Nachstehend soll nun eingegangen werden auf die Grenzen, die einer Einführung von Hochdruckdampf auf Hüttenwerken gesetzt sind, wobei die zahlen- und betriebsmäßigen Verhältnisse bestehender Anlagen zugrunde gelegt sind. Es ist bekannt, daß die Wahl höherer Betriebsdrücke und Temperaturen eins der Hauptmittel ist, die Wirtschaftlichkeit der Dampfverwendung zu heben. Die theoretischen Grundlagen wurden in der Fachpresse von beru-

*) Vorgetragen in der 30. Vollversammlung am 26. September 1941 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Vgl. Wesemann, F.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 722/23 (Wärmestelle 284).

fener Seite wiederholt behandelt. Hier handelt es sich mehr um die Frage der Anwendung auf den Hüttenwerksbetrieb. Es ist ebenso bekannt, daß man aus praktischen Gründen, um nämlich die Zerstörung der Niederdruckschaufeln in Dampfturbinen durch Tropfenbildung zu verhindern, nicht über eine Dampfnaße von 10 bis 12 % gehen darf. Dies ist der Grund, weswegen man bei einer Erhöhung des Antriebsdampfdruckes gleichzeitig eine Erhöhung der Frischdampf-temperatur vornehmen muß. Heute arbeitet man allgemein bei 40 at mit einer Dampftemperatur von 450° und bei höheren Drücken mit einer Dampftemperatur von 500°. Die Dampftemperatur ist durch die Haltbarkeit der Werkstoffe bei Ueberhitzern und Turbinenläufern begrenzt. Es liegen einige tastende Versuche vor, noch höhere Temperaturen zu verwenden. Es ist im Augenblick aber nicht zu erwarten, daß sie wesentlich überschritten werden; und

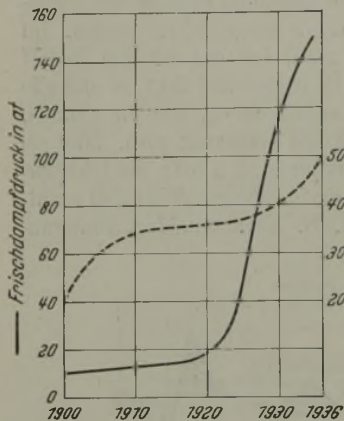


Bild 2. Steigerung von Frischdampfdruck und Temperatur bei Dampfturbinenanlagen.

zwar ist dies nicht so sehr eine Frage der Warmfestigkeit

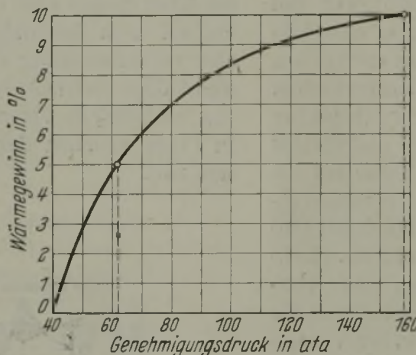


Bild 3. Wärmegewinn durch Drucksteigerung.

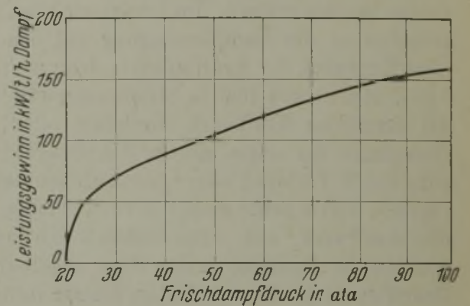


Bild 4. Leistungsgewinn durch Drucksteigerung.

der verwendeten Werkstoffe, als vielmehr die Unmöglichkeit, die Gasströmung im Ueberhitzer bei allen Belastungen hinreichend zu beherrschen. Die Beaufschlagung durch das Abgas kann nicht so gleichmäßig gestaltet werden, daß Wärmestauungen über das zulässige Maß unter allen Umständen vermieden werden.

Wie sich die Entwicklung der verwendeten Drücke und Temperaturen in der Dampfwirtschaft in den letzten Jahren vollzogen hat, zeigt Bild 2. In ihm prägt sich ein gut Teil Geschichte des Dampfkesselwesens aus. Vor 1900 gab es nur Flammrohr- und Wasserrohrkessel, die Mehrzylinderkolbenmaschinen mäßiger Leistung nach heutigem Begriff zu bedienen hatten. Ihre Dampfspannung lag zwischen 6 und 12 atü, die Dampftemperatur lag nur wenig über der Satttdampf-temperatur. Mit der Einführung des Wanderrostes um 1900 gingen die ersten schüchternen Versuche einer Abdampfausnutzung der Kesselspeisepumpen einher. Der Wärmebedarf für 1 kWh lag bei 7000 kcal. Mit dem Aufkommen der Dampfturbine nach 1905 stieg der Dampfbedarf, den der Kesselbau nur durch Vergrößerung der Anlagen, aber noch nicht durch Steigerung der spezifischen Leistung befriedigen konnte. Zwar kletterte die Ueberhitzungstemperatur auf 350°, die Dampfspannung änderte sich aber kaum, und der Wärmebedarf belief sich immer noch auf 6000 kcal/kWh. Erst nach dem Entwicklungsstillstand während des Weltkrieges setzte ein erheblicher Aufschwung ein, der in der Hauptsache durch die wissenschaftlichen Erkenntnisse über das Verhalten des Dampfes und der Werkstoffe ermöglicht wurde. Die Roste wurden entwickelt und die Feuerräume den Brennstoffen angepaßt. 1921 veröffentlichte W. Schmidt²⁾ die Ergebnisse der Versuche

²⁾ Hartmann, O. H.: Z. VDI 65 (1921) S. 663/71.

mit seinem 60-atü-Kessel mit 425° Ueberhitzung und 1928 überschritt Ilse-Bergbau³⁾ zum erstenmal die 100-atü-Grenze mit einem Braunkohlenkessel von 120 atü und 475°. Inzwischen sind Kessel von 150 bis 160 at keine Seltenheit mehr. Den höchsten Druck von Umlaufkesseln hat ein Schmidt-kessel mit 170 at. Auch die Heizflächen stiegen an. 1926 erhielt das Kraftwerk Klingenberg einen Kessel von 1760 m², 1930 das Westkraftwerk Berlin einen von 2419 m². Die höchste Dampfleistung deutscher Kessel liegt bei etwa 200 t/h. Der Wärmeaufwand ist auf etwa 3000 kcal/kWh gefallen. Die Auslegedaten des dem Verfasser als bisher größten bekannten amerikanischen Kessels im Kraftwerk Port Washington betragen bei 97 at und 450° 4100 m² Heizfläche bei einer Lieferung von 315 t/h Dampf für eine 80 000-kW-Kondensationsturbine. Der Wärmeaufwand je kWh beläuft sich auf 2760 kcal.

In Anwendung dieser praktisch zu erzielenden Dampfzustände sind in Bild 3 die Wärmeersparnisse aufgetragen, die sich bei einer Druckerhöhung von 40 auf 160 ata im

Turbinenbetrieberzielen lassen⁴⁾. Man erkennt, daß insgesamt 10 % Wärme zu sparen sind, bei denen schon bei 62 ata 5 %, also die Hälfte, gewonnen werden kann.

Bild 4 zeigt die Ersparnismöglichkeiten in kW. Für eine verlustlose Maschine sind beim Uebergang von 20 auf 100 ata Leistungsgewinne in Höhe von 160 kW/t Dampf zu erzielen. Auch hier ist wieder bei einer Drucksteigerung von etwa 60 ata der Hauptteil des zu erzielenden Gewinnes erreicht, da hier bereits 120 kW/t Leistungsgewinn zu verzeichnen sind. Mit Absicht ist der Dampfdruck von 60 ata in den Vordergrund gestellt, der für die Hüttenwerksbetriebe sicherlich von hervorragender Bedeutung ist. Will man nämlich die gesamte Ersparnismöglichkeit herausholen, so muß der Dampf zur Vermeidung der eben schon angeführten höheren Endfeuchte von über 10 bis 12 % zwischenüberhitzt werden. Die Einrichtungen zur Zwischenüberhitzung aber lassen das gesamte Maschinenaggregat nicht mehr so einfach und übersichtlich erscheinen, wie es in den Belangen eines Hüttenbetriebs liegt. Will man also ohne Zwischenüberhitzung fahren, so kann man am Kessel höchstens 80 ata bei Flußwasser- kühlung des Kondensators oder 100 ata bei Rückkühlanlagen zulassen. Bei Gegendruckbetrieb ist ein derartiger Gesichtspunkt nicht vorhanden, man kann ohne weiteres in das Gebiet der Höchstdrücke gehen, wobei noch der Kapitalaufwand für die Anlagekosten zu berücksichtigen ist. Der Gegendruckbetrieb dürfte für die Hüttenwerke besondere Bedeutung haben, da im allgemeinen damit zu rechnen ist, daß in den Werken alte Anlagen stehen, die noch gebrauchsfähig sind und die man nicht ohne zwingende Gründe entfernen und durch neue Maschinen ersetzen will.

³⁾ Marguerre, F.: Z. VDI 74 (1930) S. 789/97.

⁴⁾ Schult, H.: Techn. Mitt., Essen, 34 (1941) S. 106/10.

Bild 5 zeigt eine amerikanische Zusammenstellung über den Wärmeverbrauch eines Kraftwerkes einschließlich Kondensationsturbine, Kessel und aller Nebenanlagen, wie Speisepumpen usw. Die Kurve läßt erkennen, auch wenn sie auf einen Einzelfall bezogen werden müßte, daß der Wärmeverbrauch bei steigenden Dampfdrücken ab 90 at wieder zunimmt, da dann der Einfluß der Nebenanlagen größer wird. Nach dieser Kurve ist der wirtschaftlichste Dampfdruck bei 80 bis 100 atü am Kessel zu suchen.

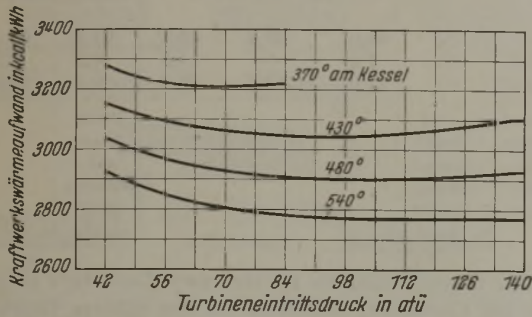


Bild 5. Gesamtwärmeaufwand eines Kraftwerkes in Abhängigkeit vom Turbinendampfdruck.

Wenn mit diesen Erörterungen umrissen ist, bis zu welchen Drücken und Temperaturen man bei Hochdruckbetrieb gehen kann, so ist allgemein festzustellen, daß weder von der baulichen noch von der betrieblichen Seite Gründe vorliegen, die den Uebergang zum Hochdruckdampf bedenklich erscheinen lassen. In Deutschland läuft eine große Reihe von Hochdruckanlagen, die ein so hohes Maß von Betriebssicherheit ergeben haben, daß Befürchtungen aus älteren Zeiten unbegründet sind. Ein Hochdruckkraftwerk läßt sich bei eingearbeiteter Mannschaft genau so sicher betreiben wie eine Mitteldruck- oder Niederdruckdampfmaschine, selbst wenn man in Rechnung stellt, daß die Ueberwachung der Speisewasserpflege und der Regel- und sonstigen Kesseleinrichtungen eine etwas geschultere Bedienungsmannschaft erfordert als bei den früher üblichen unempfindlichen Flammrohrkesselanlagen.

Als Ergebnis der vorstehenden Erörterungen über die Einführung von Hochdruckdampf kann festgestellt werden, daß die Verwendung höchster Drücke für die besonderen Verhältnisse öffentlicher und großer Kraftwerke der chemischen Industrie noch eine Wirtschaftlichkeit ergibt, daß aber für die Hüttenindustrie nach dem heutigen Entwicklungsstand eine obere Begrenzung von etwa 80 at als die zweckmäßigste Lösung angesehen werden muß.

Die Einführung des Hochdruckdampfes ist nämlich nicht nur eine Druck-, sondern auch eine Dampfmengefrage, und zwar bei der Verwendung in der Turbine. Wird z. B. bei hohen Betriebsdrücken die durchzusetzende Dampfmenge zu klein, so verschlechtert sich der innere Wirkungsgrad der Hochdruckturbine so stark, daß der Vorteil des hohen Dampfdruckes wieder verlorengeht. Als Anhaltzahl gilt hier eine Faustregel, nach der der Dampfumsatz in t/h mindestens so groß sein soll wie der Eintrittsdampfdruck am Düsenstock. Ein Druck von 40 ata erfordert danach einen Dampfumsatz von etwa 40 t/h, entsprechend müßten bei 80 ata etwa 80 t/h zur Verfügung stehen. Aus diesen Zahlen ergeben sich Turbinengrößen, die bei Kondensationsmaschinen etwa auf eine Leistung von 15 000 bis 20 000 kW je Einheit kommen. Kondensationsmaschinen dieser Größe werden von manchen Hüttenwerken vielleicht als verhältnismäßig groß bezeichnet werden, wenn man bisher nur kleinere Einheiten betrieben hat. Unter solchen Umständen ist dann zunächst zu prüfen, ob die gesamte

geforderte elektrische Leistung groß genug ist, um auf die Dauer aus Einheiten von etwa 20 000 kW unter Berücksichtigung der Betriebssicherheit und Reservehaltung beliefert werden zu können. Bei Hüttenwerken ist dabei besonders zu beachten, daß z. B. die Außerbetriebnahme einer Turbine von 20 000 kW nicht unbedingt einen entsprechend großen Leistungsausfall oder Betriebseinschränkungen mit sich zu bringen braucht. In vielen Fällen ist es möglich, bei Strommangel in gewissen Betrieben auf andere Antriebe überzugehen, und ein geschickt geleiteter Kraftwerksbetrieb hat dazu die Möglichkeit, die Ueberholung der Turbine zu einer Zeit vorzunehmen, wo die Ansprüche des Betriebes aus anderen Gründen klein sind. Die öffentlichen Elektrizitätswerke, die eine unbedingte Sicherheit in der Stromlieferung gewährleisten müssen und keine Ausweichmöglichkeiten haben, halten etwa 25 % der installierten Erzeugerleistung als Reserve. Das gilt auch bei der Kuppelung großer Kraftwerke untereinander. Auf Grund der vorliegenden Betriebserfahrungen dürfte eine derartige Reservehaltung für Hüttenwerke aus den oben schon angegebenen Gründen nicht unbedingt erforderlich sein. Es wäre von Bedeutung, festzustellen, wie hoch der Hundertsatz der Reserve in Strom tatsächlich ist. Die sich immer wiederholenden Feststellungen der Betriebsleiter, daß sie über keinerlei Reserve verfügen, scheint doch ein Beweis dafür zu sein, daß bei der Eigenart eines Hüttenwerks durch die geschickte Ausnutzung der natürlichen Betriebsschwankungen diese doch, wenn auch unsichtbar, vorhanden ist.

Nun wird es bei den vorhandenen Anlagen nur in Erweiterungsfällen möglich sein, grundsätzlich auf Hochdruckdampf und Kondensationsmaschinen überzugehen. Der Regelfall wird der bleiben, daß die einmal vorhandenen Anlagen erhalten werden sollen und daß sich das Bestreben der entwickelnden Planung darauf zu richten hat, den Fortschritt nur im Rahmen der vorhandenen Anlagen zu erzielen. Hier kann der Hochdruckdampf im Vorschaltbetrieb eingeführt werden. Eine Gegendruckmaschine etwa von 5000 kW, die unter diesen Umständen als Mindestgröße vorhanden sein muß, hat immerhin einen Dampfumsatz von rd. 100 t, wenn man von 30 at Eintrittsdruck und 12 at Gegendruck ausgeht. Es ist nun von Bedeutung, einmal festzustellen, ob solche Dampfmenngen auf den Hüttenwerken überhaupt gebraucht werden, aus welchen Erzeugerquellen sie stammen und wo sie Verwendung finden.

In *Zahlentafel 1* sind einige Werke, die ihre Zahlen freundlicherweise zur Verfügung stellten, nach steigendem stündlichen Dampfverbrauch geordnet. Aus den in der zweiten Zeile ermittelten Verbrauchszahlen je t Rohstahl geht hervor, daß die Höhe des stündlichen Verbrauchs nicht unbedingt mit dem Verbrauch je t Rohstahl parallel geht. Es drücken sich in dieser Zeile vielmehr die Verhältnisse der einzelnen Unternehmen aus, auf die im einzelnen noch einzugehen sein wird. Betrachtet man die Herkunft des Dampfes, so muß man feststellen, daß der überwiegende Teil aus direkt gefeuerten Kesseln stammt, während der Anfall an Abhitzedampf recht unterschiedlich ist. So haben die Werke B und F überhaupt keinen Abhitzedampf, Werk G nur sehr wenig und die Werke A und D den höchsten Anteil. Die nähere Untersuchung hat ergeben, daß bei Vorhandensein verhältnismäßig vieler Gasmaschinen auch der Abhitzeanteil sehr hoch ist. Der direkt erzeugte Dampf stammt in den meisten Fällen aus Gichtgas. Der Kohlenanteil ist verhältnismäßig sehr gering und der Anteil anderer Brennstoffe, wie Teer oder Koksofengas, nur bei einzelnen vorhanden. Der Koksgasanteil dürfte im Laufe der Zeit völlig verschwinden, weil für ihn eine bessere Verwendungs-

Zahlentafel 1. Dampfwirtschaft von sieben Hüttenwerken.

Werksbezeichnung	A	B	C	D	E	F	G
Gesamtdampfbedarf . t/h	75	95	130	130	130	175	300
t Dampf je t Rohstahl	1,01	—	0,86	0,87	1,63	1,63	1,66
Erzeugung							
direkt %	68	100	75,6	68,2	87,1	100	96,2
Abhitze %	32	—	24,4	31,8	12,9	—	3,8
aus Kohle %	3,5	76,6	2	4,1	4,6	3,3	0,75
aus anderen Brennstoffen außer Gichtgas . . . %	32,7	—	—	—	11,5	—	2,5
Absatz:							
Turbomaschinen . . . %	—	20	60,0	46,4	45,1	94,8	68,0
Heizdampf %	37,5	55	7,0	—	11,3	4,6	7,5
Rest %	62,5	25	33,0	53,6	43,6	0,6	24,5
Bemerkungen	Fremdstrom, Gasmaschinen	viel Heizdampf, wenig Gichtgas	viel Gasmaschinen			keine Gasmaschinen, voll elektr.	

möglichkeit gegeben ist als bei der Verbrennung unter Dampfkesseln. Die Aufstellung zeigt, daß man doch mit einer erheblichen Dampferzeugung in Hüttenwerken rechnen kann, die sich im Mittel immerhin bei 100 bis 150 t/h bewegt, wenn es sich um größere Unternehmen handelt. Der Einführung von Hochdruckdampf stünde also in solchen Unternehmen nichts im Wege, da derartige Mengen mit Gewinn in Vorschaltturbinen ausgenutzt werden können.

Sieht man sich den Dampfabsatz in den einzelnen Werken an, so ist auch er von den örtlichen Gegebenheiten stark abhängig. In der Aufstellung unterscheiden sich drei Gruppen Dampfverbraucher, nämlich Turbomaschinen, Heizdampf und Restverbrauch. In diesen Restverbrauchern sind Walzenzugmaschinen, Hammerwerke und andere Verbraucher zusammengefaßt, die im allgemeinen unregelmäßige und stoßweise Dampfentnahme haben. Die Hälfte des Dampfes eines Hüttenwerks geht in Turbomaschinen zur Strom- und Gebläsewinderzeugung und die andere Hälfte zu den übrigen Werkteilen, während der Anteil an Heizdampf im allgemeinen gering bleibt. Als größter Heizdampfverbraucher tritt bei einigen Werken die Kokerei auf. Der Heizdampfverbraucher kann dazu beitragen, den Wirkungsgrad der Dampfwirtschaft wesentlich zu verbessern. Wird er nämlich den Hauptturbinen als Anzapfdampf abgenommen, so hat er bis dahin als Hochdruckdampf an der Stromerzeugung teilgenommen und geht nun zu einer neuen Verwendungsstelle, wo die Verdampfungswärme des Wassers zu Heizzwecken ausgenutzt werden kann. Dieser Anteil würde bei der Kondensationsmaschine im Kondensator vernichtet werden müssen und keine nutzbringende Arbeit leisten. Jetzt aber kann der Kondensator der Hauptmaschine kleiner gehalten werden, der Kraftaufwand für die Kondensat- und Kühlwasserpumpe wird geringer und der thermische Nutzen höher.

Das Werk A verfügt über keine Turbomaschinen. Deshalb erscheint der Anteil des Heizdampfes, der auch hier einer Kokerei zufließt, verhältnismäßig sehr hoch. Er würde entsprechend geringer sein und auf die Normalwerte zurückgehen, wenn Turbomaschinen vorhanden wären, die den Dampfverbrauch des Unternehmens etwa verdoppeln würden. Das Werk F ist voll elektrifiziert. Der gesamte Dampf geht fast ausschließlich Turbomaschinen zu. Beim Werk B handelt es sich um eine Ausnahme, weil hier ein unverhältnismäßig großer tatsächlicher Heizdampfverbrauch vorliegt. Erzeugungsseitig ist hier auch ausnahmsweise der Gichtgasanteil klein.

Zum Schluß dieser Untersuchungen sei noch kurz darauf eingegangen, daß auch beim Vorschaltbetrieb die Dampfmenge einen Einfluß auf die Wahl des Antriebsdruckes ausübt. Bild 6 zeigt, wie stark der innere Wirkungsgrad einer Vorschaltturbine abfällt, wenn die Beaufschlagung der Turbine starken Schwankungen unterworfen ist. Es sind hier drei Turbinen zusammengestellt, die jede eine Schluckfähigkeit von 200 t/h haben und jeweils für 60, 80 und 120 atü ausgelegt sind. Während bei Vollast bei allen drei Drücken die Wirkungsgrade zwischen 78 und 79,3 % dicht neben-

einander liegen, sinken sie bei sinkender Last stark ab und fallen bei Viertellast, besonders bei den höheren Drücken, am meisten, und zwar bis auf 68 oder 71 und 72 %. Das bedeutet für den Hüttenbetrieb, daß die Vorschaltturbine möglichst nahe an der tatsächlich geforderten Dampfmenge liegen soll und für sie ausgelegt werden muß, daß aber weiterhin bei dauernden und großen Schwankungen zu überlegen ist, welche Kesseldrücke zu wählen sind.

Zusammenfassend zeigt Zahlentafel 1, daß schon heute die Voraussetzung hinreichend großer Dampfmenge erfüllt ist und daß auch bei der weiter steigenden Verstromung für eine Reihe kleinerer Werke der Uebergang zum Hochdruckdampf möglich und darum auch zu einer Notwendigkeit werden kann. Daß dies bereits geschehen ist, zeigen die folgenden Beispiele von Dampfschaltbildern. Gegenübergestellt sind die Dampfwirtschaftsverhältnisse von vier Unternehmen, von denen das erste Werk über Anlagen niedrigen Druckes, das zweite und dritte Werk über Anlagen mittleren Druckes und das vierte über Anlagen hohen Druckes verfügt.

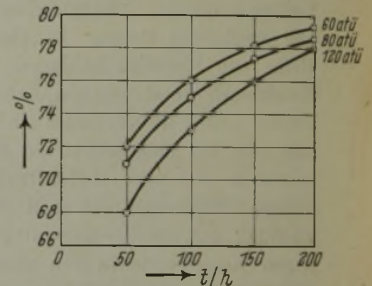
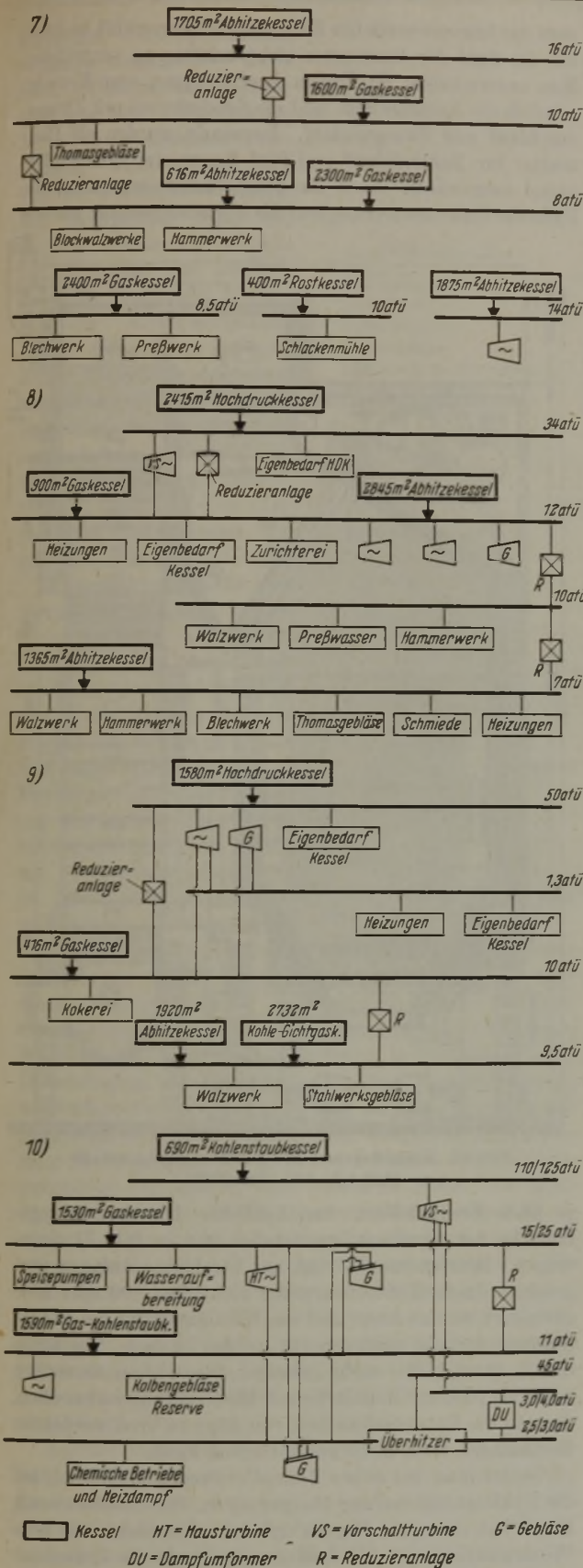


Bild 6. Innerer Wirkungsgrad einer Vorschaltturbine bei 15 ata Gegendruck.

Bild 7 stellt einen älteren Dampfschaltplan eines großen Unternehmens dar, das im übrigen aus Gründen seiner Entwicklung auch heute noch gezwungen ist, mit niedrigen Dampfdrücken zu arbeiten und dabei Anlagen zu betreiben, die vor noch etwa zwanzig Jahren auf allen Eisenwerken üblich waren. Es handelt sich dabei um eine große Zahl von Flammrohrkesseln bekannter und bewährter Ausführung, die aber bei verhältnismäßig großer Gesamtheizfläche nur eine geringe spezifische Leistung haben. Das Werk verfügt über sieben Kesselgruppen, die auf sechs verschiedene Dampfschienen mit fünf verschiedenen Dampfdrücken arbeiten, von denen drei miteinander gekuppelt sind. Die Belastungsverhältnisse und damit die Ansprüche an die Dampfversorgung sind in den einzelnen Abteilungen sehr verschieden. Sie können sich nicht untereinander ausgleichen, da wegen der örtlichen Entfernungen die Anlage eines gemeinsamen Dampfnetzes unterbleiben mußte.

Bild 8 zeigt den Schaltungsplan eines anderen älteren Großbetriebes, der über vier verschiedene Dampfschienen



Bilder 7 bis 10. Dampfschaltbilder von vier Hüttenwerken.

mit vier verschiedenen Drücken arbeitet und den Dampf aus vier Kesselgruppen bezieht. Vor der jetzigen Aufteilung waren drei Dampfschienen vorhanden, die mit Drücken von 7 bis 12 atü arbeiteten und an denen die eingezeichneten Verbraucher hängen. Zur Verbesserung der Dampfwirt-

schaft hat man dann ein Hochdrucknetz vorgeschaltet, das seinen Dampf über eine Vorschaltturbine an die bisherigen Abnehmer abzugeben in der Lage ist. Als Kesseldampfdruck wurden zur Zeit der Umstellung 34 atü gewählt. Man würde aber ohne jede Bedenken heute auf wesentlich höhere Kesseldrücke übergreifen können, wobei etwa 80 atü oder mehr in Frage kämen.

Ein anderes großes Unternehmen hat etwa die gleichen Betriebsverhältnisse, und das Bild 9 zeigt, daß man den bisher vorhandenen Dampfschienen von 9,5 und 10 atü eine weitere von 50 atü hinzugefügt hat, die im Gegensatz zum vorherigen Werk nicht im Vorschaltbetrieb arbeitet, sondern selbständig ist und über Kondensationsturbine Strom und Gebläsewind erzeugt. War das Bild 8 das Beispiel eines Werkes, das zu einer vorhandenen Dampfanlage die Vorteile des Hochdruckdampfes durch Vorschaltbetrieb ausnutzen wollte, so ist dies hier ein Werk, das eine Leistungserweiterung auf der Grundlage hoher Drücke durchgeführt hat. Eine Kupplung mit den ursprünglich vorhandenen Dampfnetzen ist hierbei in vorbildlicher Weise durch gesteuerten Anzapfbetrieb gewährleistet. Daneben ist selbstverständlich eine Reduzieranlage vorgesehen, die aber nur in Betrieb kommt, wenn die Turbine ausgefallen sein sollte. Daneben ist eine weitere Anzapfstufe vorgesehen, die ein selbständiges Heizungsnetz betreibt, durch das nicht nur der Eigenbedarf der Kessel befriedigt wird, sondern auch noch Heizungen und Trocknungsanlagen bedient werden können. Auf die Vorteile einer derartigen Schaltung wurde oben bereits hingewiesen.

Das Bild 10 zeigt das Schaltbild eines Werkes, das einen für Eisenhütten ungewöhnlich hohen Heizdampfbedarf hat und deswegen als ein Ausnahmefall angesprochen werden kann. Vorhanden ist hier ein Hochdruckkesseldruck von 120 atü, mit dem eine Vorschaltturbine betrieben wird, von der dann auf dem Wege der Stufenentnahme ein Dampfnetz von 15 bis 25 atü gespeist wird; hieran ist neben einer Hausturbine eine Gruppe von Turbogebbläsen angeschlossen. Der Arbeitsdampf der Vorschaltturbine fließt außerdem über einen Dampfumformer, der den notwendigen Heizdampf für chemische Betriebe liefert. Dieser Heizdampf durchströmt dann einen Ueberhitzer, der seinerseits durch die dritte Abnahme der Vorschaltturbine beheizt wird. Wie aus dem Schaltbild erkennbar ist, werden hier alle Vorteile des Hochdruckdampfes weitgehend ausgenutzt, und die Anlage arbeitet, obwohl sie mit Kohle betrieben werden muß, unbedeutend wirtschaftlich.

Die vorstehenden Erörterungen zeigen, wie die Einführung des Hochdruckdampfes auf Hüttenwerken heute bereits auf verschiedenen Unternehmen durchgeführt wurde. Je nach den örtlichen Verhältnissen und zeitlichen Umständen ist man dabei, wie aus den Bildern hervorgeht, auf 30, 50, 80 oder 125 atü gegangen. Allein diese Beispiele lassen bereits erkennen, wie außerordentlich stark sich die Wünsche des Bestellers in der Auslegung von Kesseln und Turbinen ausgewirkt haben. Das ist ein Umstand, der nicht nur bei den Hüttenwerken aufgetreten ist. So wurde vor einiger Zeit nachgewiesen, daß im Jahre 1937 allein bei den Kesseln 2160 Baumuster vorlagen, von denen nicht weniger als 400 verschiedene zur Ausführung gelangten. Diese Tatsache ist vom volkswirtschaftlichen Standpunkt aus betrachtet zu bedauern, denn sie führte durch die Ueber-treibung der Wichtigkeit technischer Einzelheiten durch Verkäufer und Abnehmer zu Aufwendungen an geistiger und körperlicher Leistung, die nicht vertretbar sind, und darum wurden die Bestrebungen der Kesselbauer nach Beruhigung in der Entwicklung von staatlicher Seite unter-

stützt. Noch vor Ausbruch des Krieges konnte in Zusammenarbeit zwischen Erbauer und Abnehmer ein Plan der Vereinheitlichung im Kesselbau herausgegeben werden, der wesentliche Grundsätze und Erfahrungen unter der Bezeichnung „deutscher Einheitskessel“ zur Norm erhob⁵⁾.

Durch diese Normung soll eine wesentliche Verkürzung der Lieferzeiten für Kesseleinheiten eintreten, da bei einer Normallieferzeit von zwölf Monaten künftig etwa vier Monate für die Ausarbeitung von Konstruktionszeichnungen wegfallen. Die Werkstoffbeschaffung würde durch die größere Stückzahl verbilligt und erleichtert, die Ersatzteilhaltung vereinfacht und die Wiederinbetriebnahme zerstörter oder beschädigter Kessel in kürzester Zeit ermöglicht. In die Normung selbst sind nur Kesselbauarten aufgenommen worden, die sich bewährt haben und allen neuzeitlichen Gesichtspunkten gerecht werden. Die Vereinheitlichung erstreckt sich daher nicht auf Kesselarten, die wegen ihrer kleineren Stückzahl noch keine größere volkswirtschaftliche Bedeutung erlangt haben. Nur ein Kessel wurde trotz seiner großen Verbreitung nicht genormt: der Teilkammerkessel. Hierbei war die Entwicklung zum Hochdruckdampf

dem die hier verwendeten Zahlenwerte ausgewählt wurden, um die Zahl der Baumuster nicht unnötig zu vergrößern. Man unterscheidet im großen zwei Gruppen von Kesseln, nämlich die Naturumlauf- und die Sonderkessel mit Zwangdurchlauf und Zwangumlauf. Insgesamt wurden elf Baumuster für Naturumlauf und fünf Baumuster für Sonderkessel ausgewählt. Auch die Speisewassertemperatur, die Höhe der Luftvorwärmung und die Abgastemperatur wurden

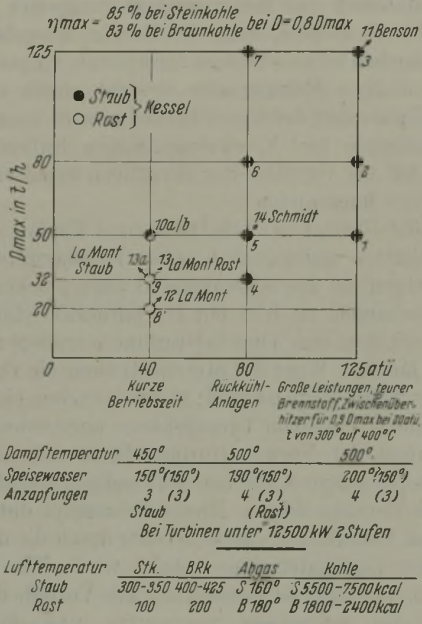


Bild 11. Aufteilung der Einheitskessel.

entscheidend, denn die Strahlungsheizfläche hat die Berührungsheizfläche des Teilkammerkessels in ihrer Bedeutung überholt, so daß man darauf verzichten zu können glaubte, den Kessel in die Liste aufzunehmen. Bild 11 gibt einen Ueberblick über die Verhältnisse der Vereinheitlichung. Dampfdrücke unter 40 atü sind nicht aufgenommen worden, was ein Beweis dafür sein mag, daß sich der Hochdruckdampf auf der ganzen Linie erfolgreich durchgesetzt hat. Anlagekapitalmäßig tritt, wie von W. Quack⁶⁾ nachgewiesen wurde, bei gleicher Nutzlieferung eines Kraftwerks keine Erhöhung der Kosten ein, wenn man nicht über 100 bis 125 at herausgeht. Da zur Erzeugung der gleichen elektrischen Leistung bei Hochdruckdampf ein geringes Dampfgewicht notwendig ist, werden Kessel und Kondensationsanlagen kleiner und daher billiger, dafür steigen die Aufwendungen für die Hochdruckturbine. Die Festlegung der Mengenleistung, Drücke und Temperatur geht zurück auf die allgemeine Normung durch das Normblatt DIN 2901, aus

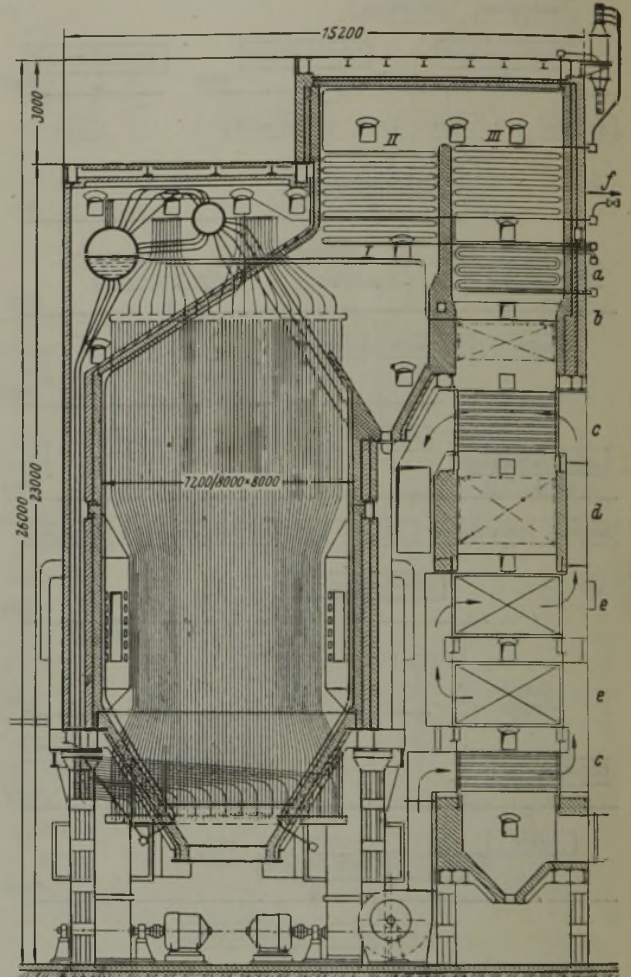


Bild 12. Einheitskessel B 3 für Braunkohlenstaub (125 t/h, 125 atü, 500°).

je nach Brennstoffart vereinheitlicht. Die Anwendungsbereiche der einzelnen Druckstufen sind in Bild 11 eingetragen. Rostfeuerungen sind nur für kleine Anlagen vorgesehen, da die Luftvorwärmung nicht über 100 oder 200° gesteigert werden kann und die Wirkungsgrade der Staubfeuerung deshalb nicht erreicht werden können. Abgesehen davon ist es bisher nicht gelungen, Kessel von wesentlich mehr als 1000 m² Heizfläche mit Rostfeuerung zu versehen, da man die Betriebssicherheit von dann zu breit werdenden Rostanlagen noch nicht gewährleisten kann.

So ist man bei hohen Dampfleistungen einheitlich auf die Kohlenstaubfeuerung übergegangen. Sie erfordert wenig Platz, hat eine gute Regelfähigkeit und erreicht eine hohe Wirtschaftlichkeit. Als Ausführung wurde die Eckenfeuerung gewählt, die beste Flammenführung und besten Ausbrand ermöglicht, selbst wenn die Brennstoffe stark wechseln. An sich sind aber weder Roste noch Brenner in ihren Einzelheiten genormt. Dagegen hat man die Feuerraumbelastung festgelegt, die bei Staubfeuerungen etwa zwei Drittel bis drei Viertel der Werte der Rostfeuerungen erreicht, da man durch geringe Gasgeschwindigkeiten den

⁵⁾ Hellmich, H., und E. Nießen: Arch. Wärmewirtsch. 20 (1939) S. 113/17.

⁶⁾ Wärme 59 (1936) S. 695/706; vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 85/88.

Zahlentafel 2. Dampfkesselarten in sieben Hüttenwerken.

Werk	A	B	C	D	E	F	G
Kesselbauart	Steilrohr	Strahlungs	Teilkammer	Steilrohr	Strahlungs	Strahlungs	Teilkammer
Brennstoff	Gichtgas, Teer	Gichtgas, Kohlenstaub	Gichtgas, Koks, Ofengas	Gichtgas	Kohlenstaub, Gichtgas	Kohlenstaub, Gichtgas	Kohlenstaub, Gichtgas
Druck/Temperatur	35/425	34/450	50/470	64/500	80/500	125/500	152/500
Leistung t/h	60	40	40	37,5	125	40	78
Heizfläche ges. m ²	3 980	3 321	3 480	3 867	8 346	3 090	3 803
Verdampfer %	20,2	24,4	14,4	11,7	11,0	8,4	9,0
Ueberhitzer %	9,1	9,9	10,0	7,9	14,4	13,0	12,0
Speisewasservorwärmer . . %	—	20,5	55,6	37,8	11,4	5,8	31,7
Luftvorwärmer %	42,0	45,2	20,0	42,6	63,2	72,8	47,3
Gasvorwärmer %	28,7						
Heizflächenbelastung . . .	74	50	80	83	136	154	228
Gesamtbelastung . kg/m ² h	15,1	12,0	11,5	9,7	15,0	13,0	20,5
Heizfläche m ² t	66,4	83	87	103	66,8	77,3	48,7
Dampfwärme . . . kcal/kg	783	796	802	816	811	799	791
Wärmezufuhr durch							
Speisewasser %	14,8	9,4	14,5	12,4	22,0	26,9	23,2
Wasservorwärmer %	—	11,6	17,8	23,0	13,0	6,9	18,7
Verdampfer %	71,6	64,0	51,6	46,6	47,0	47,2	39,6
Ueberhitzer %	13,6	15,0	16,1	18,0	18,0	19,0	18,5
Wirkungsgrad %	82,5	82,5	90	80,1	89	82	83
Saugzug mm WS	120	80	70	—	50	36	70
Wärmebelastung kcal/m ² :							
Verdampfer	41 500	25 000	33 300	31 700	52 000	58 000	72 200
Ueberhitzer	18 000	14 500	14 600	18 000	15 200	14 500	25 400
Speisewasservorwärmer . .	—	5 400	2 970	4 820	13 800	12 400	9 200
Luftvorwärmer	4 450	1 200	4 900	1 440	2 140	1 940	4 280
Gasvorwärmer	2 240						
Luft t	300	220	420	260	330	340	300
Abgas t	245	150	220	230	180	180	150
Feuerraumbelastung kcal/m ³	300 000	117 000	217 000	225 000	198 000	215 000	220 000

Ausbrand der verschiedenartigen Brennstoffe unter allen Umständen sichern muß und eine Verschlackung der Feuerraumwände verhindern will. Kesselrohre sind im Durchmesser und in der Rohrteilung festgelegt, um die genannten Vorteile im Kesselbau zu erzielen. Auch die Trommeln wurden von der Vereinheitlichung erfaßt, wobei man bei größeren Einheiten eine Ausdampftrommel zur Dampftrocknung vorgesehen hat, sich aber bei 40 atü mit einer vergrößerten Dampftrommel begnügt. Der Aufbau eines Einheitskessels B 3 geht aus Bild 12⁷⁾ hervor.

Kennzeichnend ist die Auslegung in zwei Zügen, um die Energieverluste möglichst niedrig zu halten. Man rechnet für Steinkohle einen Zugbedarf von 60 bis 110 mm WS, für Braunkohle 85 bis 150 mm WS, beides bei höheren Kesselleistungen. Bei Rostfeuerungen und kleineren Leistungen kommt man mit 60 bis 80 mm aus. Die Berührungsheizfläche ist fast vollkommen verschwunden. Vor dem Ueberhitzer liegen wenige Rohrreihen, die etwa mitgerissene Asche zurückhalten sollen. Eine Untertrommel ist nicht vorgesehen. Man hat vielmehr zu Werkstoffersparnis Vierkantkästen eingebaut. Auf die Erfordernisse eines gleichmäßigen Wasserumlaufs ist besonders Rücksicht genommen, und die Unterbringung der Kesselteile ist unter Berücksichtigung der Festigkeitsansprüche so erfolgt, daß eine leichte Reinigung möglich ist. Im übrigen ist man weitgehend zur Schweißung übergegangen. Beim Hochdruckkessel spielen nachgeschaltete Heizflächen eine erhebliche Rolle. Sie übertragen fast 50 % der Wärme, und da sie aus billigen Werkstoffen bestehen, wird der Anlagepreis für Hochdruckkessel nicht so hoch, wie man das an sich erwarten würde. Die Einheitskessel sollen allen Betriebsanforderungen genügen, besonders ein großes Brennstoffprogramm umfassen, elastisch sein und bei nicht zu umständlicher Speisewasserpflge einen trockenen Dampf liefern. Zu diesem Zweck sind auch die Dampfeinführungen in die Kesseltrommeln oberhalb des Wasserspiegels angebracht.

Auf die Auslegung der Sonderkessel mit Zwangsdurchlauf und Zwangsumlauf sei hier nicht weiter eingegangen. Ein besonderer Vorteil besteht im allgemeinen darin, daß man die Verhältnisse des Wasserumlaufs, die bei den Naturumlaufkesseln vom Druck, von den Wärme- und Strömungsbedingungen, also auch von Lastschwankungen stark abhängig sind, besser beherrscht. Man ist dadurch häufig in der Anordnung der Heizflächen unabhängiger.

Untersucht man die Frage, ob der Einheitskessel für den Hüttenbetrieb geeignet ist, so treten auch hier die Brennstoffverhältnisse in den Vordergrund, die schon bei der

schwankenden Beschaffenheit unserer natürlichen Brennstoffe den Weg des Einheitskessels erschweren werden. Im Hüttenbetrieb liegen diese Dinge eindeutig so, daß der Einheitskessel wohl als Anhalt dienen kann, aber in der vorliegenden Form kaum Eingang in die Werkkraftwerke finden wird. Es ist bekannt, daß zum Spitzenausgleich der Gaswirtschaft Kohlenstaub oder Kohle eingesetzt werden muß. Wenn man bedenkt, daß bei gleicher Wärmeleistung die Abgasmenge von Gichtgas 50 % höher liegt als die der Steinkohle, so ergibt sich daraus, daß die Gasgeschwindigkeiten in den Kesselteilen sehr erheblichen Änderungen unterworfen sind, wenn von einem auf den anderen Brennstoff übergegangen werden soll. Daß dieser Umstand die Leistung des Kessels beeinflussen muß, ist verständlich. Es kommt hinzu, daß die Feuerraumgröße vom Brennstoff selbst abhängig ist, wobei die kleineren Feuerräume für Gas und Rostfeuerung und die größeren für Kohlenstaub schwankender Brennstoffarten Verwendung finden. Je nach Art der gewählten Ersatzfeuerung wird auch hier ein Mittelweg zur Lösung eingeschlagen werden müssen. Als dritte Schwierigkeit kann man auch die Heranbringung großer Mengen Armgas in großen Leitungen, ihre Verteilung auf große Brenner und die Beherrschung der Verbrennungsverhältnisse nennen, die alle einen Einfluß auf den Bau des Kessels haben.

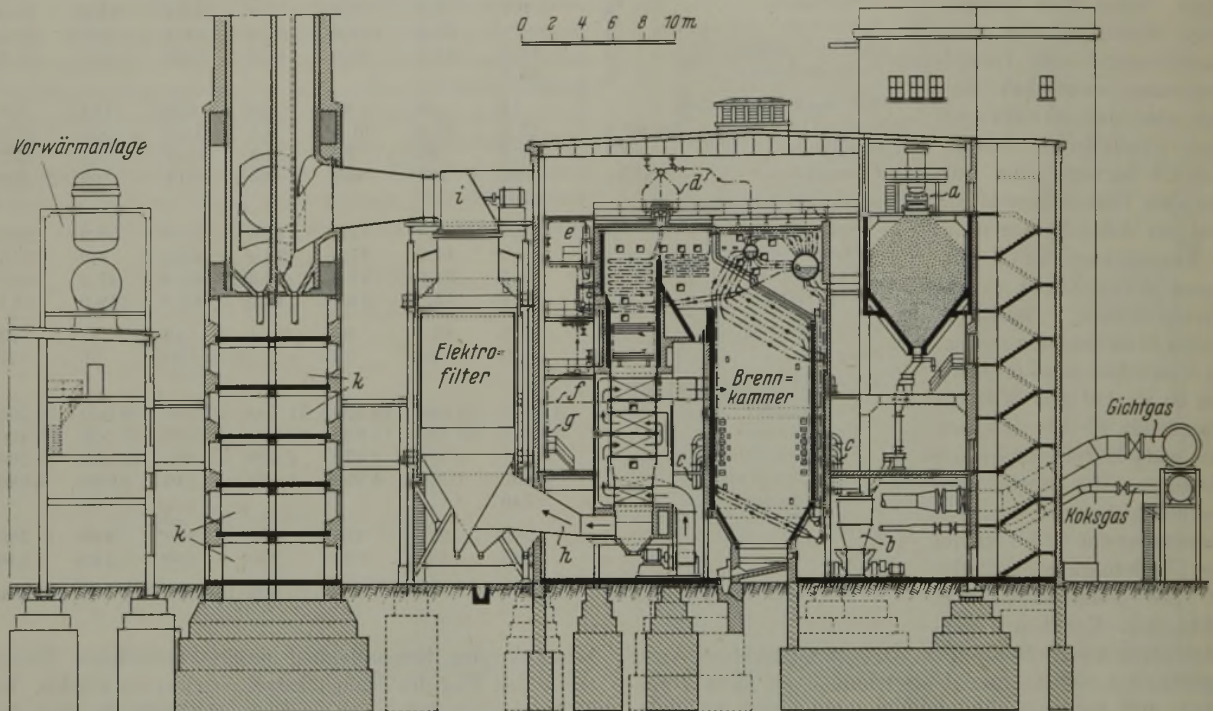
Wenn auch diese Verhältnisse eine Erschwerung für den neuen Entwicklungsgang des Kesselbaues mit sich bringen, so wäre doch der Gedanke des Einheitskessels nach Möglichkeit zu fördern. Hinsichtlich Größe, Druck und Temperatur wären von der Hüttenindustrie gegen die Normwerte keine Einwände zu erheben. Bei den vorliegenden Dampf-

⁷⁾ Schulte, F.: Glückauf 75 (1939) S. 981/84.

mengen in Höhe von 100 bis 150 t/h erscheinen die zur Norm erhobenen Kesselleistungen von 32 oder 50 t/h als geeignete Größen.

In *Zahlentafel 2* ist eine Reihe von Kesseln verzeichnet, die auf sieben Hüttenwerken Aufstellung gefunden haben. Die Zahlentafel ist nach steigenden Dampfdrücken geordnet. Die Kesselleistung schwankt sehr beträchtlich, und man ersieht aus den hohen Leistungszahlen der Werke A, E und G, daß bei dem höheren Dampfbedarf einzelner Unternehmen auch zu großen und größten Einheiten übergegangen wird. Trotz der unterschiedlichen Temperaturen und Drücke der untersuchten Kessel liegen die Dampf Wärmen sehr nahe bei-

spezifischen Heizflächenbelastung einen Mittelwert darstellt, der sich z. B. bei Berührungsheizflächen aus der Dampferzeugung aller Rohre und Bündel und ihren Heizflächen errechnet. Die dem Feuerraum zunächst liegenden haben dabei eine sehr hohe Heizflächenbelastung, während die dem Ueberhitzer zu liegenden Teile eine niedrige Belastung haben. Ganz besonders klar wird das im Fall eines Teilkammerkessels, dessen Bündel durch eine Zwischenwand in zwei Züge geteilt ist, wobei der erste Zug eine sehr wesentlich höhere Heizflächenbelastung hat als der zweite Zug; die Rechnung berücksichtigt aber nur den Mittelwert. Rechnet man alle Heizflächen, deren Wert für den Kessel allerdings



a = Bunkerband *b* = Kohlenmühle *c* = Kohlenstaubrohre *d* = Heißdampf *e* = Dampfkühler *f* = Heißdampf zur Turbine *g* = Speisewasser
h = Abgase *i* = Saugzug *k* = Luftschutzräume

Bild 13. Schnitt durch die Dampfkesselanlage eines neuerbauten Hüttenwerkes.

einander. Der Vorteil eines Uebergangs zum Hochdruckdampf beruht darauf, daß bei steigender Speisewasservorwärmung der Wärmeverbrauch im Kessel kleiner wird, in den Turbinen aber ein größeres Gefälle nutzbar gemacht werden kann. Um die Möglichkeit eines Vergleichs der einzelnen Kessel untereinander zu bekommen, sind in einer weiteren Spalte die Heizflächen zusammengestellt, die jeweils eingebaut sind. Dabei ergab sich, wie auch schon theoretisch zu erwarten war, daß mit steigendem Dampfdruck der Anteil der Verdampferheizfläche zurückging. Der Rückgang ist allerdings sehr beachtlich und darauf zurückzuführen, daß dem Verdampferteil bei niedrigen Drücken außer der reinen Verdampfung auch noch ein Teil der Vorwärmung des Wassers übertragen wird, während man bei hohen Drücken eine scharfe Trennung zwischen Wasservorwärmung (Verdampfungsvorwärmer) und Verdampfung hat. Es ist üblich, die Belastung der Verdampferheizfläche anzugeben. Die hier errechneten Zahlen schwanken ganz außerordentlich. Bei dem Kohlenstaub-Strahlungskessel des Werkes G findet sich eine Heizflächenbelastung von 228 kg/m² h, während auf der anderen Seite das Werk B nur eine Heizflächenbelastung von 50 kg/m² h aufweisen kann. Es wäre nun falsch, aus diesen spezifischen Zahlen ein Werturteil zu bilden. Man muß sich vor Augen halten, daß die Angabe der

sehr verschieden sein kann, zusammen und bestimmt die eingebaute Fläche je t Erzeugung, so ergibt die Aufstellung, daß auch hier sehr erhebliche Unterschiede mit Schwankungen zwischen 50 und 100 m²/t vorliegen. Zum Teil macht sich hierbei die Höhe der Wassereintrittstemperatur der Kessel bemerkbar oder die gewählte Abgastemperatur bzw. die Leistung des Saugzuges.

Betrachtet man nun den Anteil der Ueberhitzerheizfläche an der Gesamtheizfläche, so lassen sich hier nur geringere Unterschiede feststellen, was im wesentlichen darauf beruht, daß die zur Ueberhitzung aufgenommenen Wärmemengen verhältnismäßig dicht beieinander liegen. Die Unterschiede, die sich trotzdem in den Zahlenangaben zeigen, beruhen auf der örtlichen Lage des Ueberhitzers im Kessel und den vorliegenden Gas- und Dampfgeschwindigkeiten. Liegt der Ueberhitzer in einer hohen Temperatur, so ist die spezifische Heizflächenbelastung groß. Das gleiche trifft zu, wenn die Gas- oder Dampfgeschwindigkeit gesteigert wird. Wird die Dampfgeschwindigkeit gesteigert, so geht das auf Kosten des Druckverlustes, der bei den einzelnen Ueberhitzern verschieden hoch ausfällt und sich gelegentlich unangenehm bemerkbar macht. Ähnliche Einflüsse spielen bei der Auslegung der Heizfläche für die Wasser- und Luftvorwärmer eine Rolle. Der Konstrukteur hat die Möglichkeit, auf Grund

z. B. des Temperaturgefälles zwischen Abgas und Speisewasser und der Brennstoffverhältnisse die Entwicklung dieser Nebenheizflächen vorzunehmen. So findet sich in den Zahlen ein Beispiel, bei dem die Wasservorwärmung nur 6 % der Heizfläche und die zugehörige Luftvorwärmung 73 % in Anspruch nimmt, während bei einem anderen Kessel die Wasservorwärmung 56 % und die Luftvorwärmung 20 % benötigt. Weder der Anteil an der Gesamtheizfläche, noch die spezifische Wärmebelastung sind ein Zeichen für die Güte des Kessels. Hat man z. B. die Möglichkeit, mit hohen Wassereintrittstemperaturen zu fahren, so braucht der Kessel für diese von außen zugeführte Wärme keine Leistung aufzubringen. Die zur Verfügung stehende höhere Abgaswärme aber kann man für eine hohe Luft- und Gasvorwärmung (oder für höhere Dampfleistung) wirtschaftlich ausnutzen. So werden dem Kessel G 23 % der Dampfwärme durch das Speisewasser zugeführt, bei einer Abgastemperatur von 150° ist eine Luftvorwärmung von 300° möglich, während der Kessel B mit fast demselben Wirkungsgrad nur 9 % der Dampfwärme durch das Wasser zugeführt bekommt und bei gleicher Abgastemperatur deshalb nur eine Luftvorwärmung von 220° erreicht.

Ein wesentlicher Punkt bei der Kesselauslegung ist die Höhe der Nebenleistung, hier z. B. des Saugzuges, wie ein Vergleich der Kessel A und B zeigt. Der Kessel A hat 50 % mehr Leistung als der Kessel B bei gleichem Dampfzustand und gleicher Verdampferheizfläche, aber er hat auch einen 50 % höher liegenden Zugbedarf. Für die Wirtschaftlichkeit ausschlaggebend dürfte hier der Strompreis sein und die Feststellung, ob die Aufwendungen für die höhere Saugung durch den Mehranfall an Dampf gerechtfertigt sind. Für Hüttenwerke dürfte dies häufiger zutreffen. Bei dem Werk D sollte dieselbe Frage entschieden werden. Hier aber spielte der Strompreis eine derartige Rolle, daß man überhaupt keinen Saugzug aufstellte, sondern den Kessel an einem Schornstein anschloß. Dadurch verminderten sich die Zugstärken derart, daß wesentlich mehr Heizfläche je t Dampf im Kessel untergebracht werden mußte.

Läßt sich die Güte von Kesseln durch diese Aufstellung von Kennzahlen nicht umreißen, so ist auch die Berechnung der spezifischen Beanspruchung des Dampfraums in der Kesseltrommel oder der Ausdampffläche des Wasserspeichers keine Anhaltzahl mehr, die Berechtigung hätte. Wenn man ursprünglich von ihr erwartet hatte, daß sie die Wasser- und Salzfreiheit des Dampfes kennzeichnen könnte, so ist diese Lage nicht mehr zutreffend, da bei neuzeitlichen Kesseln, wie auch beim Einheitskessel gezeigt, die Wasseroberfläche gar nicht mehr beansprucht wird. Die Trocknung des Dampfes ist durch Anbringung einer Ausdampftrommel, geschickter Anordnung der Dampfein- und -ausströmung gewährleistet. Es wurde daher darauf verzichtet, diese Zahlen zu berechnen und zu veröffentlichen, zumal da auch eine Reihe anderer Fragen mit hineinspielen, wie z. B. der Salzgehalt des Kesselwassers und die Kesseldrücke.

Wenn überhaupt mit Zahlen etwas zu veranschaulichen ist, dann wäre es durch die Aufstellung des Gesamtwirkungsgrades eines Kesselhauses, der sich aus der Beziehung „abgegebene Wärme dividiert durch einkommende Wärme“ ergibt. Die Aufstellung dieser Zahlen stieß aber auf unüberwindliche Schwierigkeiten. Während man die Wirkungsgrade jedes Kessels sowohl vom Lieferer als auch vom Abnehmer jederzeit erhalten kann, war es nicht möglich, eindeutige Zahlen über die Höhe der eingebauten Nebenleistung und über ihren Energieverbrauch zu erhalten. Es scheint, daß von den Energie-Ingenieuren auf diesen Punkt größerer Wert gelegt werden müßte, denn zuletzt heißt die Forderung für

das Kraftwerk: Erzeugung von Strom auf die wirtschaftlichste Art und Weise. Während man bemüht ist, den Wirkungsgrad der Kesselanlagen um einige zehntel oder halbe Prozente zu steigern, ist es möglich, daß alle diese Bemühungen zunichte gemacht werden durch den ungünstigen Wirkungsgrad der Nebenanlagen an Kesseln und Turbinen, also der Speisepumpen, Saugzüge, Windventilatoren, Kühlwasserpumpen usw. Diese Nebenleistungen liegen zwischen 3 bis 5 % und 8 bis 9 % der Kraftwerksleistung je nach Anordnung, und wenn man in den Nebemaschinen Einzelwirkungsgrade von 30 bis 60 % hat an Stelle von 60 bis 80 %, die möglich sind, so gehen erhebliche Energiemengen der nach außen abgebbaren Leistung nutzlos verloren. Sie ist im ganzen vom Dampfdruck ziemlich unabhängig und nur eine Frage der richtigen Auslegung.

Zusammenfassung.

Die Vorherrschaft des Dampfes in der Großkrafterzeugung auch auf Hüttenwerken beruht auf der stetigen Annäherung des Wärmeverbrauches an den von Großgasmaschinen und den betrieblichen Vorteilen der Turbinen, was Raum- und Werkstoffbedarf, Anlagekosten und Größe der Einheiten betrifft. Für eine wirtschaftliche Ausnutzung ist die richtige Auslegung des Kraftwerkes von Bedeutung, so daß Ueberschußgase in keinem Fall abgeblasen werden müssen, sondern die zum Ausgleich erforderlichen Dampfmenngen durch Zusatz-, insbesondere Kohlenstaubfeuerungen gewonnen werden und dafür das Gichtgas eine weitgehende Verwendung in sonstigen Hüttenbetrieben findet. Ein Hauptmittel für die Wirtschaftlichkeit ist die Wahl höherer Betriebsdrücke und Temperaturen. Die Erhöhung der Dampftemperatur ist wirksamer als die der Drücke. Die Dampftemperatur ist heute auf etwa 500° durch die Haltbarkeit der Werkstoffe begrenzt. Ohne Zwischenüberhitzung ist damit die Grenze des Dampfdruckes für Kondensationsanlagen mit Rückkühlung auf etwa 80 bis 100 at, für Kondensationsanlagen mit Flußwasserkühlung auf etwa 60 bis 80 at begrenzt. Bei Hochdruckanlagen besteht diese Begrenzung nicht. Für die verlustlose Maschine beträgt der Wärmegegewinn bei einem Uebergang von 40 auf 160 at etwa 10 %, wovon aber bereits die Hälfte bei einer Drucksteigerung auf 60 at erreicht wird. Wegen eines guten inneren Wirkungsgrades der Dampfturbinen ergibt sich für Hochleistungsanlagen eine Mindestgröße der Turbinen von 15 000 bis 20 000 kW im Kondensations- und von 5000 bis 6000 kW im Vorschaltbetrieb.

Eine vergleichende Untersuchung der Dampfwirtschaft auf sieben Hüttenwerken zeigt ein sehr buntscheckiges Bild für die hauptsächlichen Konstruktionsgrößen. Für die Zukunft ist eine weitgehende Normung anzustreben, wenn auch die einfache Uebernahme des Einheitskessels für Hüttenwerkskraftwerke, deren Feuerung auch für einen Ausgleichbrennstoff vorgesehen sein muß, dessen verschiedenartiges physikalisches Verhalten besondere Bedingungen mit sich bringt, nicht ohne weiteres möglich sein wird. Die Wirkungsgrade der vorhandenen Kessel weisen keine allzu großen Unterschiede auf, wobei zur Zeit aber die Nebenanlagen noch keine ausreichende Berücksichtigung finden. Es kommt weniger auf den Wirkungsgrad der Kesselanlagen an sich als auf den Gesamtwirkungsgrad, d. h. die aus einem Kilogramm Kohle erzeugte freie Arbeit in Kilowattstunden an, welche Zahl deshalb auch immer vorangesetzt werden sollte.

* * *

Die Erörterung, die sich an den Vortrag angeschlossen hat, wird demnächst an dieser Stelle veröffentlicht werden.

Zuschriften an die Schriftleitung.

(Für die in dieser Abteilung erscheinenden Veröffentlichungen übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung.)

Untersuchungen über Rißerscheinungen an einer geschweißten Brücke.

H. Busch und W. Reulecke¹⁾ setzen sich in ihrem Bericht auch mit der Eignung des Aufschweißbigeversuchs für die Feststellung der Schweißempfindlichkeit und mit der von mir vertretenen Ansicht über den Zusammenhang zwischen stofflicher Frage und Spannungsfrage auseinander. Sie führen aus:

1. Die vorliegenden Untersuchungen zeigen erneut klar, wie wenig der Aufschweißbigeversuch die Schweißempfindlichkeit kennzeichnet.
2. Der Aufschweißbigeversuch sagt nur technologisch etwas über das Verhalten eines Stahles im mehrachsigen Spannungszustand aus.
3. Die von mir verschiedentlich geäußerte Ansicht, daß die befriedigende Lösung der stofflichen Frage bezüglich Nahtzone gleichzeitig auch die befriedigende Lösung der Spannungsfrage bedeute, trifft zum mindesten bei den weicheren Stählen von der Art des St 37 nicht zu.

Zu 1 und 2. Zu einer Äußerung zu diesen Punkten werde ich nur veranlaßt, weil die Verfasser die Anführung des Aufschweißbigeversuchs als Mittel zur Prüfung der Schweißempfindlichkeit in dem von mir bearbeiteten Teil des Buches „Schweißtechnik im Stahlbau“²⁾ beanstanden. Ueber das Für und Wider dieses Versuches ist ein reichhaltiges Schrifttum^{3) bis 6)} erschienen. Es ist daher zwecklos und verbietet sich im Rahmen einer Erwiderung darauf einzugehen. Tatsache ist, daß diese Versuche in großem Maße trotz anfänglicher großer Widerstände zur Feststellung der Schweißbeignung angewendet werden, weil eine geeignetere Untersuchungsart leider bisher noch nicht gefunden wurde.

Eine feststehende Begriffserklärung für die Schweißempfindlichkeit gibt es meines Wissens bis heute nicht. Wenn die Verfasser ausführen, daß die Aufschweißbigeversuche mit Sicherheit bewiesen haben, daß der verwendete Stahl im mehrachsigen Spannungszustand nur sehr kleine Biegewinkel erreicht und daher nach heutigen Anschauungen für ein Schweißbauwerk ungeeignet ist, und andererseits ausführen, daß der betreffende Stahl nach anderen Untersuchungen — Rißbefund, Prüfung nach T. Swinden und L. Reeve⁷⁾, Aufhärtungsbefund — schweißunempfindlich ist, so ist daraus wohl zu folgern, daß erstens die Verfasser persönlich die Begriffserklärung für Schweißempfindlichkeit sehr eng fassen, und zweitens, daß die letztgenannten Untersuchungen für den Nachweis der Schweißbeignung eines Stahles unter bestimmten Ver-

¹⁾ Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 66/72 (Werkstoffaussch. 572).

²⁾ Berlin 1939.

³⁾ Houdremont, E., K. Schönrock und H.-J. Wiester: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1244/48 u. 1268/73.

⁴⁾ Buchholtz, H., und P. Bettzische: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 1145/51 (Werkstoffaussch. 517).

⁵⁾ Bierett, G., und W. Stein: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 427/34 (Werkstoffaussch. 417). Kommerell, O.: Erläuterungen zu den Vorschriften für geschweißte Stahlbauten, Teil I, 5. Aufl. Berlin 1940. S. 5/6.

⁶⁾ Kühnel, R.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 381/90 u. 405/12 (Werkstoffaussch. 496). Grosse, W.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 441/53 u. 543/50 (Werkstoffaussch. 499). Werner, O.: Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 219/34 (Werkstoffaussch. 561) und dort angegebene Schrifttum.

⁷⁾ Quart. Trans. Inst. Weld. 1 (1938) S. 7/24; siehe Buchholtz, H., und P. Bettzische: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 1148/49.

hältnissen nicht ausreichen. Ein mehrachsiger Spannungszustand läßt sich nun einmal bei geschweißten Bauteilen, die ungeglüht verwendet werden, nicht mit Sicherheit vermeiden. Zu den Begriffen Schweißbeignung, Schweißbarkeit, Schweißempfindlichkeit im allgemeinen, der Verwendung Rechnung tragenden Sinne gehört die Voraussetzung, daß die Stähle derartige Spannungsverhältnisse ertragen.

Zu 3. Zunächst möchte ich auf einen mir unverständlichen Widerspruch in dem Aufsatz auf S. 72, linke Spalte oben, hinweisen. Es wird ausgeführt: „Die Nahtzone ist bei der geringen Aufhärtung genügend zäh gewesen“, um meine früheren Ausführungen, daß „eine genügende Zähigkeit der Nahtzonen die Gefährdung durch Schweißspannungen und auch durch ungünstige mehrachsige Spannungen beseitigt“, zu widerlegen. Die Verfasser erklären aber auf S. 71: „jedoch ist die Zähigkeit des Stahles im Kerbschlagversuch besonders bei niedrigen Temperaturen (0 und —20°) mangelhaft gewesen, und gerade dieser Kennwert scheint bei Stählen in geschweißten Brücken bedeutsam zu sein“. Auch der Begriff „Zähigkeit“ ist nach allgemeinem technischen Sprachgebrauch nicht so eng zu fassen, wie es von den Verfassern bei ihren zuerst wiedergegebenen Ausführungen unterstellt wird. Einen wirksamen Grund, der mich zur Berichtigung früherer Anschauungen veranlassen könnte, kann ich deshalb in diesen widerspruchsvollen Ausführungen der Verfasser nicht erblicken.

Zu den allgemeinen hierauf bezüglichen Gedanken des Aufsatzes sei folgendes bemerkt. Aus den bekannten Vorfällen hat die Eisenhüttenindustrie bemerkenswerte Folgerungen gezogen. Es genügt der Hinweis auf die daraus einsetzende Entwicklung auf dem Gebiete des Stahles St 52 und hinsichtlich des weichen und mittelfesten Thomasstahles für das Bauwesen. Man kann also wohl mit Sicherheit annehmen, daß diese Kreise die hervorragende Bedeutung der stofflichen Frage in diesem Zusammenhang erkannt haben. Durch eine Entwicklung stofflicher Art ist also erreicht, daß diese Stähle den mehrachsigen Spannungszustand allgemein und damit auch den beim Schweißen eintretenden besser ertragen, als es bei manchen Stählen dieser Art in der Vergangenheit der Fall war. Nichts anderes habe ich aber mit den von den Verfassern beanstandeten, unter 3 genannten Ausführungen gesagt. Daß diese Auffassung nicht so ausgelegt werden darf, daß die Sicherheit gegen alle möglichen beim Schweißen auftretenden Spannungen — Querverspannung, Zwängungen usw. — durch den Werkstoff gegeben sein muß, ist wohl selbstverständlich, besonders aber, wenn man diese Auffassung in Verbindung mit meinen sonstigen Aufsätzen, Berichten usw. zur Spannungsfrage bewertet.

Die Verfasser haben offenbar eine Klarstellung in diesem Punkt für notwendig erachtet, um ihre Auffassungen über die Bedeutung der nachträglichen Wärmebehandlung zu begründen. Ich möchte betonen, daß ich ihnen in dieser Hinsicht vollkommen beipflichte; ich glaube auch, daß die Entwicklung im Stahlbau bei gewissen Bauteilen in diesem Sinne verlaufen wird. Man wird dann nicht nur die Anforderungen in stofflicher Hinsicht herabsetzen können, sondern man wird dann meines Erachtens zuverlässigere

Bauwerke haben, als es auch bei bester Stahlauswahl bei Verzicht auf Wärmenachbehandlung der Fall sein kann.

Berlin, im Februar 1942.

Georg Bierett.

Die seltene Gelegenheit, Probestücke aus einer geschweißten Brücke zu untersuchen, welche etwa drei Jahre nach der Fertigstellung in für das Bauwerk gefährlicher Weise rissig geworden war, haben wir gern benutzt, um nicht nur die einfachen Kennwerte der verarbeiteten Werkstoffe zu ermitteln, sondern auch die zahlreichen zumeist aus Laboratoriumsversuchen gewonnenen Erkenntnisse und Vorstellungen der letzten Jahre, die sich mit dem Schweißen im Brückenbau befaßten, auf ihre Stichhaltigkeit daran zu überprüfen.

Wenn G. Bierett mit unseren Schlußfolgerungen über den Aufschweißbiegeversuch nicht einverstanden ist, dann weisen wir auf die schon in unserem Aufsatz angezogenen Veröffentlichungen hin³⁾⁴⁾, welche sich sowohl mit dieser als auch mit den Begriffsbestimmungen der „Schweißempfindlichkeit“ auseinandergesetzt haben. Nach diesen bisher nicht widersprochenen Arbeiten ist scharf zu trennen zwischen

1. Dehnfähigkeit des geschweißten Werkstoffes während der Prüfung, d. h. Auftreten von Rissen im Versuch, und
2. Auftreten von Rissen während des Schweißens.

Die unter 1 genannte Eigenschaft wird durch eine Prüfung des im mehrachsigen Spannungszustand befindlichen Werkstoffes nachgewiesen und ist durch den Aufschweißbiegeversuch⁵⁾ zum ersten Male bewußt in den Gesichtskreis der Fachleute gebracht worden; dagegen wird die unter 2 gekennzeichnete „Schweißempfindlichkeit“ erklärt als „die Neigung des Werkstoffes, bei der Lichtbogenschweißung Eigenschaftsänderungen in einem Umfange zu erleiden, daß die während des Schweißens auftretenden Spannungen nicht mehr durch Verformung aufgenommen werden, sondern zu Spannungsrisen führen“. Es muß als ein wichtiger Fortschritt bezeichnet werden, daß die eifrige mündliche und schriftliche Erörterung im Anschluß an die Einführung des Aufschweißbiegeversuchs und seine zunächst verblüffenden Ergebnisse zu dieser klarstellenden Trennung geführt hat. Da nun Schweißempfindlichkeit (Auftreten von Rissen während des Schweißens) und Verhalten im mehrachsigen Spannungszustand (Dehnfähigkeit des geschweißten Werkstoffes während der Prüfung, d. h. Auftreten von Rissen im Versuch) gegenwärtig nur mit verschiedenen Prüfverfahren erfaßt werden können, sollte man die beiden Begriffe — ohne eine genaue Vereinbarung hierüber zu treffen — nicht miteinander verbinden, indem man einen übergeordneten Ausdruck wie „Schweißignung“, „Schweißbarkeit“ oder dgl. stillschweigend damit erklärt, daß darunter sowohl befriedigendes Verhalten im mehrachsigen Spannungszustand als auch Unempfindlichkeit gegen Risse beim Elektroschweißen zu verstehen sei. Unter diesen Voraussetzungen hat die Untersuchung an den Probestücken aus der Straßenbrücke bei Hérenthals-Oolen ergeben, daß der verwendete weiche unberuhigte Thomasstahl schweißunempfindlich war, jedoch im mehrachsigen Spannungszustand versagte.

Die Ansicht von G. Bierett, „die befriedigende Lösung der stofflichen Frage bezüglich der Nahtzone (Naht, Uebergangszone, wärmebeeinflusste Zone) bedeute gleichzeitig auch die befriedigende Lösung der Spannungsfrage insofern, als eine genügende Zähigkeit der Nahtzone die Gefährdung durch Schweißspannungen und auch durch ungünstige mehrachsige Spannungen beseitigt“, findet im Fall Hérenthals-Oolen keine Stütze; es liegt auch kein Widerspruch in

unseren von G. Bierett gegenübergestellten Beobachtungen, daß nämlich

1. „die Nahtzone bei geringen Aufhärtungen genügend zäh gewesen sei“,
2. „jedoch die Zähigkeit des Stahles im Kerbschlagversuch besonders bei niedrigen Temperaturen (0 und -20°) mangelhaft gewesen sei und gerade dieser Kennwert bei Stählen in geschweißten Brücken bedeutsam zu sein schein“.

Denn die unter 1 aufgeführte Feststellung bezieht sich im Sinne der vorauf angeführten Ansicht von G. Bierett nur auf die „Nahtzone (Naht, Uebergangszone, wärmebeeinflusste Zone)“, während die unter 2 gezogene Schlußfolgerung sich auf den Stahl selbst, und zwar im vom Schweißvorgang unbeeinflussten Zustand und auf Temperaturen unter etwa 0° bezieht. Herr Bierett hat aber seine Ansicht ganz eindeutig auf die Nahtzone bezogen und mit einer Beeinflussung durch die Schweißwärme verknüpft. Daß ein bestimmter zäher Werkstoff sich im Laufe der Entwicklung als befriedigend im mehrachsigen Spannungszustand erwiesen hat, beweist somit auch keineswegs die Richtigkeit der Bierettschen Ansicht, welche ja eine genügende Zähigkeit in der Nahtzone als Lösung der stofflichen Frage vermutete. Ergebnisse einer neueren Untersuchung⁶⁾ an geschweißten Proben aus Stahl St 52 verschiedener Erschmelzungsart und unterschiedlicher primärer und sekundärer Korngröße unterstreichen, daß die Auffassung von Bierett nicht zutrifft.

Oberhausen-Sterkrade, im Juni 1942.

Horst Busch und Wilhelm Reulecke.

Zu dem Hinweis von H. Busch und W. Reulecke, daß durch den Aufsatz von H. Buchholtz und P. Bettziche⁴⁾ der Begriff der Schweißempfindlichkeit nunmehr umschrieben ist, ist folgendes zu bemerken. Nach der angezogenen Umschreibung ist ein Werkstoff schweißempfindlich, bei dem die beim Schweißen auftretenden Spannungen zu Spannungsrisen führen. Ein Werkstoff, bei dem Spannungen, die bei der Erprobung oder im Betrieb auftreten — und seien sie auch nur klein —, erst zu Rissen in der Nahtzone führen, wäre dagegen nicht schweißempfindlich. Für das Auftreten der Risse sind in beiden Fällen die gleichen Ursachen, nämlich Spannungen, verantwortlich. Ein Werkstoff, der unter einfachsten Verhältnissen und günstigsten Bedingungen verschweißt, beim Schweißen keine Risse bekommt, wäre nicht schweißempfindlich, auch wenn der gleiche Werkstoff — unter etwas schwierigeren Bedingungen verarbeitet — zu Rissen neigt. Eine solche scharfe Abgrenzung kann nicht befriedigen; denn es handelt sich bei der vorliegenden Frage um Unterschiede des Grades, aber nicht der Art. Meines Erachtens ist der Begriff Schweißempfindlichkeit ein Verhältnisbegriff, durch den eine Aussage gemacht wird, ob Werkstoffe mehr oder weniger große, bedenkliche Aenderungen ihrer für die praktische Verwendung wichtigen Eigenschaften erfahren. Bei einer solchen, der praktischen Verwendung Rechnung tragenden Erklärung ordnet sich der Aufschweißbiegeversuch als eins der Mittel zur Feststellung der Schweißempfindlichkeit zwanglos ein. Für Werkstoffe, die beim Schweißen von vornherein zu Rissen neigen, ist meines Erachtens eine umschreibende Erklärung durch das Wort „schweißempfindlich“ unklar und irreführend.

Zu den Bemerkungen über „Nahtzone“ sei folgendes angeführt. Es ist wohl selbstverständlich, daß befriedigende

⁵⁾ Eilender, W., H. Arend und R. Hackländer: Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 419/22.

stoffliche Verhältnisse in der Nahtzone befriedigende Verhältnisse im Grundwerkstoff voraussetzen. Die Auslassungen von H. Busch und W. Reulecke über die genügende Zähigkeit der Nahtzone gegenüber ihren Ausführungen über den Stahl erscheinen mir deshalb nach wie vor widersprechend. Aus der geringen Aufhärtung der Nahtzone kann kein Schluß auf genügende Zähigkeit gezogen werden. Ebenso kann nach heutiger Erkenntnis aus einer sehr starken Aufhärtung kein Schluß auf eine bedenkliche Zähigkeitsverminderung gezogen werden. Deshalb kann ich in dem Hinweis auf die Arbeit von W. Eilender, H. Arend und R. Hackländer³⁾ überhaupt keine Entgegnung sehen. Vor 5 oder 6 Jahren, als die Erörterung der Gesamtfrage begann, setzte man — auch ich — starke Aufhärtung wohl stillschweigend gleich mit einer starken Formänderungsabnahme und Sprödigkeit. Vielleicht war das bei den damaligen Baustählen dieser Gruppe sogar richtig. Heute wissen wir aus den Arbeiten u. a. von W. Eilender, H. Arend und R. Hackländer³⁾, daß unter bestimmten, in der Erschmelzung liegenden Voraussetzungen auch bei starken Aufhärtungen genügende Zähigkeit — d. h. befriedigende stoffliche Verhältnisse der Nahtzone, geeignet zur Aufnahme von Schweißspannungen und mehrachsigen Spannungszuständen — vorhanden sein kann.

Abschließend darf ich noch einmal auf den vorletzten Absatz meiner ersten Zuschrift hinweisen, in dem ich ausführte, daß die Folgerungen, die namhafte Werke der Eisen schaffenden Industrie aus den Erfahrungen auf diesem Gebiet gezogen haben, die von mir vertretene Auffassung über die Bedeutung befriedigender stofflicher Verhältnisse besser belegen, als es durch einen Meinungs austausch dieser Art geschehen kann.

Berlin, im Juni 1942.

Georg Bierett.

Aus der Tatsache, daß Risse durch Spannungen sowohl beim Schweißen als auch beim Prüfen im Aufschweißbiegeversuch veranlaßt werden können, leitet G. Bierett für diesen die Berechtigung ab, ein Prüfverfahren zur Ermittlung der Schweißempfindlichkeit zu sein; das Auftreten von Rissen in dem einen oder anderen Falle sei ein Unterschied des Grades und nicht der Art. In unserem Aufsatz und unserer Entgegnung sind jene durch Versuche belegten Anschauungen angeführt, welche den Aufschweißbiegeversuch nicht als Schweißempfindlichkeitsprüfung, sondern als Verfahren zur Kennzeichnung eines Stahles im mehrachsigen Spannungszustand auffassen, d. h. in dem etwaigen Auftreten von Rissen beim Schweißen und beim Prüfen im Aufschweißbiegeversuch Unterschiede der Art und nicht des Grades sehen, und somit diesen beiden „Prüfverfahren“ auch verschiedene zu prüfende Eigenschaften zuerkennen. Diesen Unterschied für die Möglichkeit des Auftretens von Rissen fanden wir beim Stahl im Bauwerk Hérenthals-Oolen bestätigt.

„Härter“ und „weniger zäh“ sind — allgemein betrachtet — in der Stahlkunde allerdings keine unbedingt gleichlaufenden Erscheinungen. Knüpft man diese Begriffe aber an die Vorgänge beim Schweißen, dann entspricht einer Aufhärtung in der Nahtzone eine verminderte Zähigkeit dieser Werkstoffteile und umgekehrt. In diesem Sinne bleiben wir gegensätzlich zu G. Bierett bei der Auffassung, daß die neueren Arbeiten und auch unsere Untersuchungen am Stahl aus der Brücke bei Hérenthals-Oolen nicht gleiche, sondern übergeordnete Bedeutung des mehrachsigen Spannungszustandes gegenüber dem Zustand der Nahtzone ergeben haben.

Oberhausen-Sterkrade, im Juli 1942.

Horst Busch und Wilhelm Reulecke.

Umschau.

Grundsätzliche Erwägungen über die Verbesserung von Hochofenkoks.

Bei der Beurteilung der Eignung eines Kokes für Hochofenzwecke und der Möglichkeiten seiner Verbesserung¹⁾ ist zu berücksichtigen, daß die Verbrennung des Kokes im Hochofen eine Reaktion im heterogenen System darstellt, bei der, abgesehen von dem geringen Aschenrückstand, das Enderzeugnis eine gasförmige Phase ist.

Im physikalisch-chemischen Sinne handelt es sich bei derartigen Reaktionen meist um Oberflächenreaktionen, für deren Verlauf außer der Oberfläche nur physikalische Vorgänge maßgebend sind. Hiernach gibt es für die Verbrennung des Kokes im Hochofen nur zwei entscheidende Einflüsse, und zwar den der Oberfläche und den der Strömungsgeschwindigkeit, also des Gastromes. Die noch möglichen Einflüsse durch Temperatur, Druck und Konzentration können beim Vergleich zweier Koksarten ausgeschaltet bleiben, da sie bei beiden Koksarten in praktisch gleicher Größe auftreten.

Für den Oberflächeneinfluß sind Stückgröße und Struktur bestimmend. Beide lassen sich durch die Kokerei beeinflussen; der Hochofner hat die Stückgröße in der Hand, soweit es die Behandlung des Kokes von der Kokerei bis in den Hochofen anbelangt.

Die Beeinflussung der Gasströmung ist alleinige Sache des Hochofners. Sie ist durch Aenderungen des Durchflußwiderstandes und durch Aenderung der Durchsatzgeschwindigkeit gegeben. Der Durchflußwiderstand wird verringert durch Klassieren von Erz und Koks innerhalb möglichst enger Grenzen der einzelnen Körnungen, Fernhalten von Kokslosche und -klein und Verwenden von stück- und abriebfestem sowie spezifisch leichtem Koks. Die Durchsatzgeschwindigkeit der Hochofen ist, wenn man es nur mit Koks zu tun hätte, weitgehend steigerungsfähig. Jedoch ist man stark von der Reduzierbarkeit der Erze abhängig, wie überhaupt die Beurteilung

der Eignung eines Kokes für den Hochofen ohne gleichzeitige Berücksichtigung der Erzverhältnisse unmöglich ist.

So nimmt beispielsweise bei Ueberschreiten einer bestimmten Durchsatzgeschwindigkeit der Koksverbrauch wieder zu, da dann der Anteil der direkten Reduktion im Gestell steigt. Dem Hochofner ist weiter der Grundsatz geläufig: Schwer reduzierbares Erz, schwer verbrennlicher Koks, hohe Oefen, oder: leicht reduzierbares Erz, leicht verbrennlicher Koks und niedrige Oefen. Die Reduzierbarkeit der Erze kann durch Zerkleinern des Erzes und Sintern des Feinerzes wesentlich gefördert werden, womit die Reduktionsgeschwindigkeit des Erzes in bessere Uebereinstimmung mit der Verbrennungsgeschwindigkeit des Kokes gebracht wird. Die Zerkleinerung des Erzes kann um so weiter getrieben werden, je mehr die zur Verringerung des Durchflußwiderstandes beitragenden Maßnahmen verwirklicht worden sind.

Durch Beeinflussung von Koks und Erz nach physikalischen Grundsätzen ist demnach eine Steigerung der Durchsatzgeschwindigkeit und also auch eine Koksersparnis zu erreichen. Gleichzeitig hiermit gewinnt aber die Forderung nach Gleichmäßigkeit des Kokes erheblich an Bedeutung.

Hochofentechnisch ergibt sich der Einfluß der Stückgröße aus folgender Ueberlegung: Wird ein Kokswürfel von 10 cm Kantenlänge in Würfel von 1 cm Kantenlänge verkleinert, so wird die Koksoberfläche verzehnfacht und dementsprechend die Verbrennlichkeit des Kokes erhöht. Daraus ergibt sich, daß einerseits die Stückgröße des Kokes das nächstliegende Mittel zur Regelung der Verbrennlichkeit, andererseits die Verwendung nur gleich großer Koksstücke im Hochofen von großer Bedeutung ist, damit die Verbrennlichkeit des Kokes immer in gleichen Grenzen bleibt.

Der Kokerei stehen zur Beeinflussung der Stückgröße des Kokes, abgesehen von geeigneter Koksbehandlung, betriebstechnische Mittel wie Höhe der Verkokungstemperatur, Breite der Ofenkammer, Verkokungsgeschwindigkeit und Schüttgewicht der Einsatzkohle zur Verfügung. Nicht zu unterschätzende Möglichkeiten ruhen aber auch im Rohstoff Kohle selbst, die

¹⁾ Vgl. Gollmer, W.: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 789/95 (Kokereiaussch. 86).

man durch geeignete Auswahl der Kohlen, zweckentsprechende Aufbereitung sowie folgerichtiges Mahlen und Mischen auszunutzen vermag.

Für den Oberflächeneinfluß ist weiter die Struktur des Kokes maßgebend, ein Umstand, der teils in Ermangelung eines geeigneten Prüfverfahrens, teils infolge unklarer Vorstellungen bisher fast ganz unterschätzt worden ist, der aber in vielen Fällen, ob entsprechend den Erzverhältnissen leicht- oder schwerverbrennlicher Koks erwünscht wird oder nicht, weitestgehend zu berücksichtigen ist.

Die Struktur des Kokes umfaßt außer der leicht zu ermittelnden äußeren Formgestaltung des Kokes den Grad und die Art seiner Risse und Brüche sowie seiner Zellwände und Poren. Welcher von diesen das Koksgefüge bestimmenden Größen nun für den Oberflächeneinfluß im Hochofen die größere Bedeutung zukommt, ist bis jetzt noch nicht klargestellt und wird auch wohl kaum in eindeutiger Weise zu ermitteln sein. Auf Grund praktischer Erfahrungen scheinen stück- und abrieffesteste Koke mit großer gesamter Porenoberfläche und mit Poren mittlerer Größe sich im Hochofen am besten zu bewähren.

Was nun die Prüfung der Koksstruktur anbelangt, so ist bereits vorgeschlagen worden, dieses mittelbar durch einfache Laboratoriumsmessungen (z. B. Messung der Porigkeit, der Gasdurchlässigkeit, der Verdampfung und Resorption einer Kondenswasserhaut, der Wasserdampfadsorption, der Filtrierung von Methylenblaulösung usw.)²⁾ oder unmittelbar durch Makroschliffuntersuchung (Rose-Schnitte)³⁾ und mikroskopische Anschliffbeobachtungen (Verfahren der Forschungsstelle des Bergbau-Vereins in Essen)⁴⁾ vorzunehmen.

Diese Verfahren geben wohl einen Teileinblick in den Aufbau des Kokes, sie kranken aber daran, daß man bei der Art der Versuchsdurchführung an verhältnismäßig kleine Probenmengen gebunden ist. Infolge der starken Streuung im Gefügebau ein und desselben Koksstückes und noch mehr der einzelnen Koksstücke ein und desselben Brandes ergeben sich aber trotz sorgfältiger Auswahl des Probegutes Ungenauigkeiten, weshalb zumindest eine außerordentlich zeitraubende Vielzahl-Prüfung notwendig ist. Die Bedeutung dieser Prüfverfahren wird sich demnach mehr auf das wissenschaftliche Gebiet beschränken.

Einen zweifellos höheren technischen Wert als die eben erwähnten Prüfverfahren haben die im halbertechnischen Maßstab durchgeführten Bestimmungen an einer Kokssäule, wobei der Koks in seiner natürlichen Stückgröße geprüft wird. Ein derartiges, auf Grund aerodynamischer Erkenntnisse aufgebautes Verfahren⁵⁾ fußt beispielsweise auf einer Einrichtung mit geschlossen umlaufender Luft, in Verbindung mit einer Kokssäule und der Möglichkeit des Trocknens und Aufsättigens der Luft, wobei die Änderungsgeschwindigkeit der Luftfeuchtigkeit unterschieden nach dem Verdampfungs- und dem Resorptionsverlauf ein Maß für die Oberflächeneigenschaften der gesamten Koksschüttung darstellt.

Bei einem anderen Verfahren⁶⁾ dieser Art werden Temperaturmessungen in verschiedener Höhe der bei bestimmter Luftzufuhr erfolgenden Verbrennung einer Kokssäule vorgenommen, wobei die Höhe der Durchschnittstemperatur des Koksбетtes einen Maßstab für die Oberflächenbeschaffenheit der Koksschüttung bildet. Dieses Verfahren beruht also auf der durch die Praxis erwiesenen Erkenntnis, daß im Hochofengestell die Erzielung einer möglichst hohen Durchschnittstemperatur auf möglichst großer Raumzone von ausschlaggebender Bedeutung ist, eine Forderung, die nur mit Koksarten, welche vor den Formen rasch und lebhaft verbrennen, zu erfüllen ist.

Aus diesen Ausführungen erkennt man, daß die Beurteilung der Koksstruktur infolge der Unkenntnis des Einflusses der sie bestimmenden Umstände und infolge der zur Zeit noch gänzlich unzulänglichen Meßverfahren keineswegs einfach ist. Deshalb hat sich auch keines der angeführten Prüfverfahren in der Praxis durchzusetzen vermocht, obwohl durch ein den Struktur- aufbau des Kokes wirklich einwandfrei erfassendes Prüfverfahren die durchaus nicht immer eindeutigen Ergebnisse der allgemein eingeführten Festigkeitsprüfung eine wertvolle Ergänzung erfahren würden. Genügend Beispiele aus dem Hochofenbetrieb beweisen, daß die bisher überall übliche und auch

äußerst wichtige Bestimmung der Stück- und Abrieffestigkeit durch die Sturz- oder Trommelprobe nicht in allen Fällen für die Kennzeichnung eines Kokes ausreicht.

Langjährige Versuche über das Verhalten der Kohlen im bildsamen Zustand lassen nun erwarten, daß diese zweifellos große Lücke in der Beurteilung der Hochofenkoksbeschaffenheit durch ein einfaches, genaues und zuverlässiges Bestimmungsverfahren von der Kohlenseite her ausgefüllt werden kann⁶⁾. Man hat festgestellt, daß, abgesehen von gewissen rein betriebstechnischen Einflüssen, wie Schüttgewicht, Verkokungstemperatur und Verkokungsgeschwindigkeit, das Koksgefüge rohstofftechnisch hauptsächlich durch die bildsamen Eigenschaften der Kohle oder der Kohlenmischung beeinflusst wird.

Wenn man unter Anlehnung an die Verhältnisse im Koksofen in einem Stahltiegel eine durch einen Kolben von bestimmtem Gewicht belastete Kokskohlensäule mit annähernd gleicher Geschwindigkeit wie im Koksofen erhitzt, so treten der Reihe nach folgende Phasen auf:

1. Austreibung der Feuchtigkeit, der eingeschlossenen Gase sowie derjenigen Gase, besonders der Kohlsäure, deren Entstehung bereits bei tiefen Temperaturen stattfindet. Diese Gase entweichen durch die porige Kohle, ohne daß sich die Kolbenstellung während dieses Abschnitts verändert.

2. Mehr oder weniger vollständige und rasche Aufquellung der einzelnen die Kohlschicht bildenden Kohlteilchen, hervorgerufen durch die bereits bei niederen Temperaturen gebildeten Depolymerisationserzeugnisse. Die Aufquellung sowie die fast gleichzeitig hiermit einsetzende Destillation der in der Kohle fertig vorgebildeten Harze und Wachse auf der Oberfläche der Kohlteilchen leiten die Erweichung ein. Mit fortschreitender Erweichung der einzelnen Kohlenkörner bläht jedes für sich auf. Der Temperaturabschnitt dieser Phase ist demnach gekennzeichnet durch eine örtliche, sich auf die einzelnen Kohlteilchen beschränkende Bildsamkeit, die mit „primärer Plastizität“ zu bezeichnen ist. Während der primären Plastizität bleibt die Kohlsäule noch für die sich bildenden Gase durchlässig. Unter dem Einfluß des Belastungskolbens sinkt die teigige Kohlsäule zusammen, es findet eine „Kontraktion“ statt.

3. Die einzelnen für sich geschmolzenen und aufgeblähten Kohlteilchen der Kohlsäule beginnen bei Behinderung der freien Ausdehnung sich allmählich zu einer einheitlichen teigigen Masse zusammenzukitten, so daß die Zersetzungsgase nicht mehr entweichen können und die Säule der Kohlteilchen als Ganzes zum Aufblähen gelangt. Die Kontraktion ist demnach unterbrochen; der Belastungskolben steigt hoch. Das Ausmaß dieser Bewegung wird mit „Expansion“ und der eben geschilderte Zustand mit „sekundärer Plastizität“ bezeichnet.

Die sekundäre Plastizität ist nun für die Koksbildung von ausschlaggebender Bedeutung. Ohne ihr Auftreten oder, mit anderen Worten, ohne Auftreten der Expansion kann eine eigentliche Koksbildung überhaupt nicht stattfinden. Auf Grund des Auftretens und des Ausmaßes der Expansion einer Kohle oder Kohlenmischung kann nun, wie die Ergebnisse langjähriger Versuche bewiesen haben, rückgeschlossen werden, ob der daraus hergestellte Koks seiner Struktur nach für den Hochofen brauchbar ist oder nicht.

4. Bei weiterer Temperaturerhöhung läßt die eigentliche Bildsamkeit in der Kohlsäule mehr oder weniger plötzlich nach, und diese beginnt bei einer gegebenen Temperatur zu erstarren. Mit dem Einsetzen der Wiederverfestigung der Kohlsäule hört selbstverständlich die Aufwärtsbewegung des Belastungskolbens auf.

Das Festwerden der Kohlsäule nach Ueberwindung des bildsamen Zustandes ist nun immer mit einer plötzlichen Entbindung der während der sekundären Plastizität zurückgehaltenen Gas- und Bitumenmengen verbunden, eine Gasabspaltung, für deren Ausmaß hauptsächlich die zur Erreichung der sekundären Plastizität notwendige Bitumenmenge bestimmend ist.

Der unmittelbar nach der Wiederverfestigung der Kohlsäule eintretende mit starker Gasentwicklung begleitete Zustand ist zweifellos die erste und Hauptursache der Bildung von Schwindungsrissen und Brüchen im Koks, wodurch die Zugänglichkeit zu den Poren und Zellen erheblich gefördert wird. Außer dieser bei dem Uebergang des bildsamen Zustandes in den Halbkoksstand stattfindenden plötzlichen Schwindung der Koksmaße findet noch eine weitere allmählich auftretende Schwindung beim weiteren Erhitzen des gebildeten Halbkokes bis zum Hochtemperaturkoks statt.

⁶⁾ Wird demnächst veröffentlicht.

²⁾ Landmann, H.: Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 1/10.

³⁾ Mott, R. A., und R. V. Wheeler: Coke for Blast Furnaces. London 1930. S. 45/54.

⁴⁾ Glückauf 71 (1935) S. 659.

⁵⁾ Mott, R. A., und R. V. Wheeler: Coke for Blast Furnaces. London 1930. S. 126/40.

Diese Schwindungsvorgänge kann man nun, um einen Vergleich aus der Tonindustrie anzuführen, mit den Vorgängen beim Trocknen und Brennen des bildsamen Tones vergleichen und sogar annehmen, daß sich die Begleiterecheinungen ziemlich übereinstimmend geltend machen. Danach würden bei der Verkokung von Kohlen, die in den Zustand der sekundären Plastizität einzugehen vermögen, ebenso wie bei der Verarbeitung des Tones, zwei Arten von Raumverminderung eintreten, und zwar eine Trocken- und eine Feuerschwindung. Die Trockenschwindung des Kokes wäre zurückzuführen auf den vorhin gekennzeichneten Raumverlust, der unmittelbar nach Beginn des Halbkokszustandes einsetzt. Die Feuerschwindung würde durch den Masseverlust beim weiteren Erhitzen des Halbkokes bis zum Hochtemperaturkokes entstehen.

Die Trockenschwindung des Kokes steht in unmittelbarer Abhängigkeit zu dem Auftreten der sekundären Plastizität und den Bedingungen, die dieses Auftreten ermöglichen. Ohne Auftreten der sekundären Plastizität, also ohne Expansion gibt es keine Trockenschwindung. Die Hauptbedingung zum Auftreten der sekundären Plastizität ist die Fähigkeit der Restkohle, sich mit dem Bitumen zu benetzen. Je größer der Sauerstoffgehalt der Restkohle ist, um so schwieriger gestaltet sich diese Benetzbarkeit, um so mehr Bitumen ist demnach erforderlich, um eine Kohle in den Zustand der sekundären Plastizität überzuführen. Eine Kohle niedrigen Inkohlungsgrades wird infolge des höheren Sauerstoffgehaltes ihrer Huminmasse eine größere Bitumenmenge im bildsamen Zustand abbinden als eine solche höherer Inkohlungsstufe mit geringerem Sauerstoffgehalt. Sie wird also auch nach Erreichung des Halbkokszustandes eine größere Bitumenmenge abgeben, infolgedessen ein größeres Ausmaß der Trockenschwindung aufweisen. Ähnlich wie bei der Trockenschwindung des Tones, wo die Schwindung erst oberhalb 5,6 % Wasseranteil in Erscheinung tritt, macht sich bei der Trockenschwindung des Kokes die Schwindung erst beim Ueberschreiten eines bestimmten Grenzwertes an während der sekundären Plastizität abgebundener Bitumenmenge durch Auftreten starker Koksplittigkeit, der Koksplittigkeit oder Stenglichkeit, bemerkbar.

Die Feuerschwindung des Kokes tritt um so stärker in Erscheinung, je höher der Gasgehalt im fertig gebildeten Halbkokes und je höher die Erhitzungsgeschwindigkeit ist. Durch sie wird hauptsächlich die Koksstückigkeit, aber auch die Querrissigkeit, die zu „knabbligem“ Koks führt, bestimmt.

Diese Ergebnisse über das Verhalten der Kohlen im bildsamen Zustand im Vergleich zu den praktischen Erfahrungen des Hochofenbetriebs haben nun die große Bedeutung des Auftretens und des Ausmaßes der Expansion für die Ausbildung des Koksgefüges und hiermit für das Verhalten eines Kokes im Hochofen aufgezeigt.

Bei der Verbesserung des Kokes im allgemeinen und besonders an der Saar und in Oberschlesien ist demnach als oberster Grundsatz die Erzielung eines besseren Expansionsvermögens anzuführen. Hierzu stehen sowohl rohstofftechnische als auch betriebliche Mittel zur Verfügung, im Laufe der Jahre genau erforscht, deren Möglichkeiten aber bisher nur zum Teil verwirklicht worden sind.

Rohstofftechnisch seien zur Verbesserung des Expansionsvermögens besonders bei Kohlen niedrigen Inkohlungsgrades angeführt:

1. Genügend hohe Vitranreicherung bei möglichst geringem Anteil an Brandschiefer, Uebergangsstufen, Inerturit und nicht zu hohem Fusitgehalt in der Einsatzkohle.
2. Zur Verbesserung der Bildsamkeit der Grundkohle Beimischung von Kohlen mit entsprechend hohem Expansionsvermögen oder Entfernung gewisser Kornstufen mit fehlendem oder mangelndem Expansionsvermögen.
3. Genügend hohe Mahlfeinheit der Einsatzkohle mit besonderer Berücksichtigung einer zweckentsprechenden, folgerichtigen Mahlung, die darauf hinausgeht, Klarit und Durit in feingrießiger Form, Vitrit besonders bei niedriger Inkohlungsstufe, in nicht zu großem Umfange in zu feiner und allerfeinster Körnung in der Einsatzkohle vorliegen zu haben.

An betrieblichen Mitteln zur Erhöhung des Expansionsvermögens der Koksprobe stehen zur Verfügung:

1. Geeignetes, nicht zu niedriges Schüttgewicht der Einsatzkohle durch Anwendung des Stampfverfahrens.
2. Erhöhung der Verkokungsgeschwindigkeit durch Anwendung von Schmalkammeröfen bei nicht zu hoher Verkokungstemperatur und durch Einführung einer Art Spülgasverfahren mit dem Ziel einer Gleichförmigkeit und Beschleunigung des Verkokungsfortschrittes besonders während des mittleren Drittels der Garungszeit.

Erst an zweiter Stelle nach der Aufbesserung des Expansionsvermögens kommt die Bekämpfung der infolge Schwindung durch die Entgasung bewirkten übermäßigen Längs- und Querrissigkeit des Kokes. Wiederum ähnlich wie in der Tonindustrie wird seit langem die Längsrissigkeit, also die Splittigkeit und Stenglichkeit des Kokes durch die Beimengungen von Magerungsmitteln bekämpft. Dies geschieht teils durch Zugabe von Inertstoffen, wie Magerkohle, Koksstaub, Faserkohle und Schwelkoks, teils durch Beimischung von Halbfettkohle oder Fettkohle mit wenig flüchtigen Bestandteilen.

Bei dem besonders zur Bekämpfung der Koksplittigkeit vorgenommenen Zusatz von Inertstoffen ist bisher die äußerst stark nachteilige Einwirkung dieser Inertstoffe auf das Expansionsvermögen meist ganz unterschätzt worden. Nach den Ergebnissen ausführlicher Versuche wirken sich diese Zusätze äußerst stark vermindern auf das Expansionsvermögen aus, ja von einer gewissen Zusatzmenge an tritt die sekundäre Plastizität überhaupt nicht mehr auf, so daß von einer eigentlichen Ausbildung der für Hochofenkoks wichtigen geeigneten Struktur keine Rede mehr sein kann. Wenn auch vielfach versucht worden ist, in der Beimischung von Schwelkoks, infolge anscheinend besonders günstiger durch Porigkeit bedingter Oberflächenwirkung Vorteile zu erblicken, so muß auf Grund der vorliegenden Ergebnisse eingehender Versuche hervorgehoben werden, daß der Schwelkoksbeitrag in etwa ähnlichem Ausmaß das Expansionsvermögen vermindert wie die anderen Inertstoffe. Das gleiche gilt noch mehr für die vielfach für Magerungswecke empfohlenen Zusätze von oxydierter Kohle oder von Flammkohle, da diese hochsauerstoffhaltigen Stoffe geradezu Plastizitätsgifte darstellen. Mit der Höhe des Zusatzes von Inertstoffen, gleich welcher Art, muß demnach wegen des Expansionsvermögens äußerst sparsam, wesentlich sparsamer als bisher umgegangen werden. Dies trifft nach neueren Feststellungen um so stärker zu, je niedriger die Inkohlungsstufe der zu verkohlenden Kohle ist, da das Expansionsvermögen dieser Kohlen gegen Inertstoffzusatz ganz besonders empfindlich ist.

Dieser wichtigen Forderung, die übrigens in gleicher Richtung mit möglichst hoher Ausbeute an Kohlenwertstoffen liegt, kann man im denkbar günstigsten Fall nur genügen durch Verwendung eines hochaktiven künstlichen Inertstoffes mit möglichst niedrigem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen, dessen Adsorptionsfähigkeit durch äußerste Feinstmahlung noch erhöht wird. Einen solchen in der Aktivität ähnlichen Inertstoff liefert die Natur bereits in der Faserkohle, die aber den Nachteil eines zu hohen Gehaltes an flüchtigen Bestandteilen hat. Ein anderer infolge seines äußerst niedrigen Gasgehaltes günstiger Inertstoff ist der Hochtemperatur-Koksstaub, der aber trotz weit getriebener Feinstmahlung von Natur aus zu wenig aktiv ist. Bei Verwendung von Magerkohle und Halbkoks beeinträchtigt der meist zu hohe Gasgehalt dieser Inertstoffe stark die Magerungswirkung, weshalb im allgemeinen zur Beseitigung der Splittigkeit viel zu hohe Zusätze an diesen Stoffen erforderlich sind. In der Kokereipraxis an der Saar und in Oberschlesien sind bisher stets die besten Ergebnisse im Hochofen mit solchen Koksen erzielt worden, bei denen man zur Bekämpfung der Splittigkeit die Doppelmaßnahme angewandt hatte, d. h. einen möglichst geringen Zusatz von Inertstoffen (z. B. 3 bis 5 % feinstgemahlener Anthrazit oder Koksstaub) bei einem gleichzeitigen etwa reichlich doppelt hohen Zusatz von Halbfett- oder Fettkohle.

Auf Grund langjähriger Betriebserfahrungen und der Ergebnisse eingehender Versuche kommt der an sich erwünschte Wegfall des Zusatzes von Halbfett- oder Fettkohle erst dann in Frage, wenn gleichzeitig mit der Auffindung des vorhin ange deuteten hochaktiven Inertstoffes zusätzliche besondere Maßnahmen zur Erhöhung des Expansionsvermögens der Einsatzkohle getroffen werden, wobei man sich darüber im klaren sein muß, daß diese Maßnahmen in weitergehendem Maße als bisher angewandt werden müssen. Ueber die hier zu ergreifenden Maßnahmen rohstofftechnischer und betrieblicher Natur werden demnächst entsprechende Vorschläge erfolgen.

Zum Schluß sei noch kurz die Bedeutung der Feuerschwindung des Kokes gestreift, die gerade im Zusammenhang mit der Bekämpfung der Koksplittigkeit eine bisher unbekannt gewesene Beeinflussung erfährt. Wie bereits betont, wird das Ausmaß der Feuerschwindung des Kokes durch die Höhe des Gasgehaltes im fertig gebildeten Halbkoks und die Erhitzungsgeschwindigkeit beeinflußt. Nach den Ergebnissen noch nicht abgeschlossener Versuche scheint nun der Gasgehalt im fertig gebildeten Halbkoks von der petrographischen Beschaffenheit, dem Inkohlungsgrad und der Korngröße der Einsatzkohle abhängig zu sein. Außerdem scheint der Gehalt an flüchtigen Be-

standteilen der zur Bekämpfung der Splittigkeit angewandten Inertstoffe die Höhe des Gasgehaltes im fertig gebildeten Halbkoks insofern zu beeinflussen, als bei höherem Gehalt an flüchtigen Bestandteilen der Inertstoffe, wie z. B. bei gewissen Faserkohlen, Schwelkoxen sowie Magerkohlen, ein höherer Gasgehalt im fertig gebildeten Halbkoks zu erwarten ist. Da dieser höhere Gasgehalt das Ausmaß der bei der Feuerschwindung auftretenden Querrissigkeit begünstigt, wären also bei der Magerung Inertstoffe mit möglichst niedrigem Gasgehalt vorzuziehen. So beseitigen gewisse Faserkohlen wohl die Kokksplittigkeit, andererseits begünstigen sie aber wegen ihres zu hohen Gasgehaltes die Querrissigkeit und führen sehr leicht zu kleinstückigem knabbligem Koks.

Auch wirken Inertstoffe mit höherem Gasgehalt, wie gewisse Schwelkoxe und Magerkohlen, nur bei größerer Zusatzmenge scheinbar magernd, und zwar deswegen, weil bei diesen hohen Zusatzmengen das Expansionsvermögen der Kohle meist aufgehoben wird. Da hierdurch die sekundäre Plastizität nicht mehr auftreten kann, ist einerseits die Voraussetzung für das Auftreten der Trockenschwindung und ihrer Begleiterscheinungen nicht mehr gegeben und andererseits die Erzielung eines für Hochofenzwecke geeigneten Gefüges nicht mehr gewährleistet. Ein solcher meist spezifisch schwerer Koks kann sehr hohe Festigkeitswerte aufweisen und darin dem besten Ruhrkoks ähneln; er wird jedoch nie im Hochofen den günstigsten Brennstoffverbrauch ergeben, wie das Beispiel des von der früheren französischen Verwaltung der Saargruben hergestellten Heinitzer Salernikokses bewiesen hat.

Die hier über die Koksverbesserung mitgeteilten grundsätzlichen Erwägungen werden bei weitgehender betrieblicher Nutzenanwendung der sich abzeichnenden Möglichkeiten außer der Koksverbesserung gleichzeitig auch die brennende Aufgabe der Verbreiterung der Kokskohlengrundlage einer endgültigen Lösung näherführen. Heinrich Hoffmann, Völklingen.

Nomogramm zur Bestimmung des Achsenabstandes von Zahnrädern mit Evolventenverzahnung.

Die Unempfindlichkeit der Evolventenverzahnung gegen Aenderung des Achsenabstandes ist bekannt. Diese Eigenschaft bedingt eine gewisse Ueberlegenheit der Evolvente gegenüber anderen Zahnkurvenformen; sie ist daher wohl die meist verwendete Form bei Zahnrädern. Nun kommt es in Instandsetzungsbetrieben und elektrischen Werkstätten häufig vor, daß bei Maschinenumbauten und Maschineninstandsetzungen der Achsenabstand zweier Zahnräder gesucht wird. Zur Erleichterung dieser Arbeit dient das im folgenden beschriebene Nomogramm. Die Einflußgrößen, die hierbei auftreten, sind folgende:

- Z₁ = Zähnezahle des 1. Zahnrades (Treibrad),
- Z₂ = Zähnezahle des 2. Zahnrades (getriebenes Rad),
- M = Modul,
- A = Achsenabstand in mm.

Die mathematische Formel hierzu lautet:

$$A = \frac{M \cdot Z_1 + M \cdot Z_2}{2} = M \cdot \left(\frac{Z_1 + Z_2}{2} \right)$$

Als Grenzwerte wurden angenommen:

- für Z₁ = 15 bis 60 Zähne,
- Z₂ = 20 bis 100 Zähne,
- M = 3 bis 6,
- A = 0 bis 400 mm.

Diese Werte lassen ein Uebersetzungsverhältnis bis 1:10 zu. Zur Konstruktion des Nomogramms¹⁾ sind zwei Felder (Bild 1) erforderlich. Im Feld I werden über Z₁ als der Waagerechten die Additionsstrahlen für Z₂ aufgetragen und das Ergebnis Z₁ + Z₂ durch 2 geteilt [Verzifferung²⁾]. Im Feld II wird der Wert $\frac{Z_1 + Z_2}{2}$ mit dem Modul = M vervielfacht und gibt auf der Waagerechten den Achsenabstand = A in mm an.

Das eingezeichnete Beispiel in Bild 1 zeigt in Feld I

- 1. Zahnrad Z₁ = 35 Zähne,
- 2. Zahnrad Z₂ = 60 Zähne;

in Feld II Modul M = 4 gibt auf der Waagerechten den Achsenabstand A = 190 mm an.

Da es beim Achsenabstand auf genaue Entfernung der Mitten ankommt (die Folge der Ungenauigkeit ist zu strammes

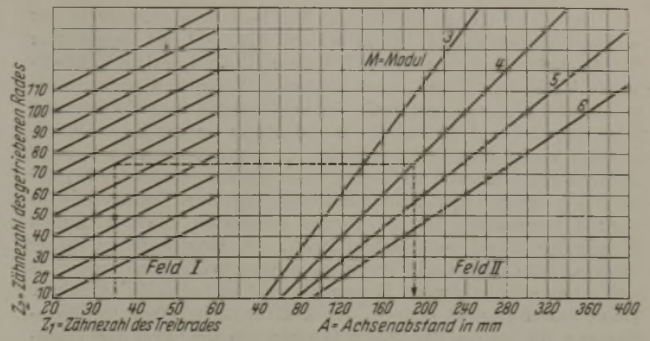


Bild 1. Ermittlung des Achsenabstandes zweier Zahnräder mit Evolventenverzahnung.

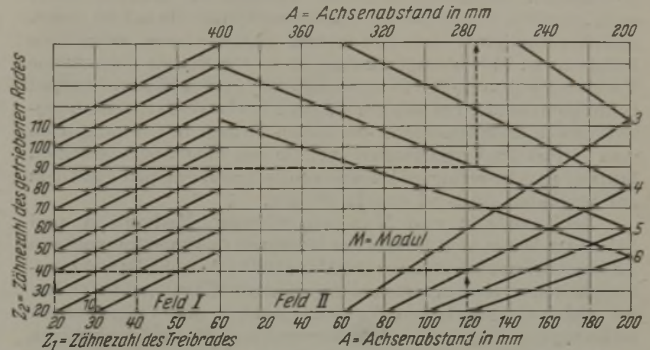


Bild 2. Ermittlung des Achsenabstandes zweier Zahnräder mit Evolventenverzahnung.

oder zu loses Laufen der Räder in der Berührungsstelle), wurde, um die Ablesegenauigkeit zu erhöhen, in Bild 2 der Maßstab im Feld II in dem Bereich von 0 bis 400 mm für den Achsenabstand = A vergrößert [rückläufige Teilung³⁾], und zwar von 0 bis 200 mm auf dem unteren und von 200 bis 400 mm auf dem oberen Maßstab.

Damit ist eine Verdoppelung des Maßstabbereiches gegeben und gleichzeitig eine Verdoppelung der Ablesegenauigkeit gegenüber Bild 1. Selbstverständlich lassen sich in dem gezeichneten Nomogramm außer A auch M, Z₁ oder Z₂ als Endwerte finden. Die in Bild 2 eingezeichneten Beispiele zeigen dies.

Beispiel a.

In einer Instandsetzungswerkstatt soll eine einfache Uebersetzung angefertigt werden, wobei folgende Werte gegeben sind:

- 1. Zahnrad Z₁ = 40 Zähne } Feld I
- 2. Zahnrad Z₂ = 70 Zähne } Feld I
- Modul M = 5

ergibt auf der oberen Waagerechten den Achsenabstand A = 275 mm } Feld II.

Beispiel b.

- Aus Z₁ = 20 Zähne } Feld I
- Z₂ = 40 Zähne } Feld I
- A = 120 mm } Feld II.
- M = 4

ergibt sich

Wilhelm Wicker, Witten.

Versuche zur Entwicklung von wolframfreien Schnellarbeitsstählen mit 12 % Cr.

In den Bildern 4 und 5 (für Härtetemperaturen von 1120 und 1150°) in „Stahl und Eisen“ 62 (1942) S. 782 ist die Ordinaten-einteilung verkehrt beschriftet worden. Statt 10 % muß es 20 %, statt 20 40 %, statt 30 60 %, statt 40 80 % und statt 50 100 % Austenitanteil heißen.

Archiv für das Eisenhüttenwesen.

Der Einfluß von Titan auf die Dauerstandfestigkeit von Stählen.

Eduard Houdremont und Gerhard Bandel²⁾ untersuchten an niedriglegierten Titanstählen den Einfluß des Titan-gehaltes, der Wärmebehandlung sowie der Gehalte an Kohlenstoff, Mangan, Silizium, Chrom, Molybdän und Vanadin auf die Dauerstandfestigkeit nach DIN-Vornorm DVM-Prüfverfahren A 117/18 und auf das Verhalten im Langzeit-Dauerstandversuch.

¹⁾ Ebenda, S. 31/32.

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 85/100 (Werkstoff-aussch. 602).

¹⁾ Diercks, H., und H. Euler: Praktische Nomographie, 2. Aufl. Düsseldorf 1942.

²⁾ Ebenda, S. 43.

Die gleichmäßige Steigerung der Dauerstandfestigkeit der weichgeglühten Titanstähle bei 400 bis 600° mit steigendem Titangehalt ist nur zu einem Teil dem Einfluß des im α -Mischkristall gelösten Titans zuzuschreiben. Wesentlich wirkt dabei ein Ausscheidungsprozess mit, der bei Glühung ohne Verformung sehr träge ist und erst nach der Belastung während des Dauerstandversuchs einsetzt. Damit ist ein kennzeichnender Verlauf der Zeit-Dehn-Kurven mit hoher Anfangsdehnung und bleibender Dehnung und geringer, manchmal sogar negativer Dehngeschwindigkeit verbunden, der bei kurzen Prüfzeiten einen zu hohen Kriechwiderstand vortäuschen kann. Im Gegensatz zu dieser offenbar auf Eisentitanid beruhenden Ausscheidungshärtung läßt sich schon bei niedrigeren Titangehalten eine beträchtlich höhere Dauerstandfestigkeit erzielen durch Titankarbid-Ausscheidungs-härtung, die infolge der hohen Lösungstemperaturen der Titankarbide allerdings sehr hohe Abschrecktemperaturen von 1300° voraussetzt. Sie erfolgt nicht erst während des Dauerstandversuchs, sondern bereits bei der Anlaßtemperatur, die bei der hohen Anlaßbeständigkeit der von hohen Temperaturen vergüteten Stähle bis zu 700° betragen kann. In diesem Fall ist daher keine Vortäuschung zu hoher Dauerstandfestigkeit im Kurzversuch zu befürchten, sondern es ist auch ein günstigeres Verhalten im Langzeitversuch zu beobachten. Bei hohen Titangehalten kann nach dem Verlust der Vergütbarkeit auch im von 1300° abgeschreckten Zustand nur die geringere Dauerstandfestigkeit entsprechend dem nur geglühten Zustand erzielt werden.

Bei Zusätzen von Mangan, Chrom, Molybdän und Silizium lassen sich bereits bei technisch in Frage kommenden Abschrecktemperaturen von 1050 bis 1100° sehr hohe Dauerstandfestigkeiten erreichen, sofern nicht bei hohen Titan- und besonders bei gleichzeitigen hohen Vanadinzusätzen die Vergütbarkeit verlorengeht. Der technischen Verwendbarkeit der titanhaltigen Stähle hoher Dauerstandfestigkeit sind durch die zum Teil geringe Durchvergütung Grenzen gesetzt. Weiterhin ist die Erzielung ausreichender Kerbschlagzähigkeit bei einem Teil der Stähle an einen bestimmten Legierungsbereich gebunden oder nur durch Anlassen auf hohe Temperaturen auf Kosten der Dauerstandfestigkeit möglich.

Im Langzeit-Dauerstand- oder Zeitstandversuch muß besonders bei 550 bis 600° mit einem Abfallen des Kriechwiderstandes gerechnet werden, wenn ein Abklingen des Ausscheidungsprozesses während des Dauerstandversuchs stattfindet. Trotz dem deshalb zum Teil notwendigen Abstrich von der DVM-Dauerstandfestigkeit bleibt jedoch eine Ueberlegenheit über die titanfreien Stähle erhalten. Nach den bisher vorliegenden Zeitstandversuchen bis zu 16 000 h bei 500° ist daher eine Einsparung von Molybdän und Chrom durch Titan in einer Reihe von warmfesten Stählen für manche Verwendungszwecke möglich.

Dauermagnete aus Eisen-Nickel-Kobalt-Aluminium-Kupfer-(Titan)-Legierungen mit magnetischer Vorzugslage.

Dauermagnete aus Eisenlegierungen mit einem Gesamtgehalt an Nickel und Kobalt von 24 bis 40 % bei einem Verhältnis von Kobalt zu Nickel $\geq 0,8$, rd. 7 bis 10 % Al, 0 bis 6 % Cu und 0 bis 2 % Ti können nach Untersuchungen von Wilhelm Zumbusch¹⁾ durch Abkühlen in einem homogenen Magnetfeld, dessen Feldstärke wenigstens etwa 2000, günstiger jedoch 4000 Oersted und darüber beträgt, in einen magnetisch geordneten Zustand versetzt werden, wodurch ihr Gütewert, verglichen mit den magnetischen Eigenschaften, im magnetisch ungeordneten Zustand einen Zuwachs bis zu 160 % erfahren kann. Die Abkühlung im Magnetfeld hat dabei von einer Temperatur kurz unterhalb des Erstarrungspunktes bis herab auf etwa 500 bis 600° mit einer Geschwindigkeit von annähernd 60°/min zu erfolgen. Die Zusammensetzung der hochwertigsten Eisenlegierung wurde unter Bestätigung bereits vorliegender ähnlicher Schrifttumsangaben

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 101/12 (Werkstoff-aussch. 603).

zu 14 bis 15,5 % Ni, 21,5 bis 23,5 % Co, 7,8 bis 9,2 % Al und 3 bis 4 % Cu gefunden. Ihr kann Titan in Mengen bis zu 1 % zugesetzt werden, wodurch die Koerzitivkraft meist etwas verbessert, der Energiewert jedoch beeinträchtigt wird. Ein derartiger Werkstoff erreicht im magnetisch geordneten Zustand einen magnetischen Energiewert bis zu 5×10^6 Gauß \times Oersted. Dieser und ähnliche Werkstoffe zeichnen sich trotz ihrem hohen Gehalt an teuren Legierungsmetallen durch eine bemerkenswerte Wirtschaftlichkeit aus. Die wichtigsten Gesichtspunkte des Verfahrens zur Erzeugung eines magnetisch geordneten Zustandes an Dauermagneten werden herausgestellt. Der Einfluß der Magnetform auf die Wirksamkeit der Magnetfeldbehandlung wird erläutert.

Zusammenhang zwischen Ueberhitzungsempfindlichkeit und Gehalt an Aluminiumverbindungen bei weichem unlegiertem Stahl.

Die Ueberhitzungsempfindlichkeit von drei mit Aluminium beruhigten weichen Stählen wurde von Heinz Kornfeld und Gerhard Hartleif¹⁾ in der Weise geprüft, daß die Temperatur beginnender Grobkornbildung bei halbstündiger Glühung mit nachfolgender Luftabkühlung bestimmt wurde. Für alle drei Stahlsorten wurde ein eindeutiger Abfall der Temperatur, bei der Kornvergrößerung einsetzt, mit steigendem Gehalt an Aluminiumverbindungen — in der Hauptsache an Tonerde — gefunden. Ein Einfluß der Gehalte an gesamtem Aluminium oder an metallischem Aluminium besteht nicht. Die gleiche Abhängigkeit ergab sich für die Grobkornbildung bei Versuchen mit verschieden langer Glühzeit bei gleicher Temperatur.

Die gefundene Abhängigkeit spricht dafür, daß für die Größe des Ferritkorns nach Normalglühung bei verschiedenen Temperaturen und Glühdauern die Verteilung der Aluminiumverbindungen von Bedeutung ist, wie das auch schon von anderer Seite behauptet worden ist.

Arbeits-, Zeit- und Kostenstudien, dargestellt am Beispiel des Zusehnens von Blechen auf einer hydraulischen Schere. (3. Teil.)

Der Erfolg betriebswirtschaftlicher Untersuchungen ist gesichert, wenn betriebliche Erfahrung ihre Ergänzung durch wissenschaftliche Erkenntnis findet. Für den Einsatz einer bestimmten Verfahrensweise der Zeitstudie ist die Berücksichtigung der Fertigungsart wichtig. Bei Massenfertigung sind weder Mittel noch Zeit zu scheuen, um die Zusammenhänge des Fertigungsvorganges zu klären. In der vorliegenden Arbeit macht Eduard Kratschmar²⁾ den Versuch, die von H. Stevens³⁾ und H. Euler⁴⁾ zur Anwendung auch im betriebswirtschaftlichen Bereich empfohlene Einflußgrößenrechnung und das Denken in funktionalen Abhängigkeiten auf die Ermittlung von Vorgabezeiten für die Arbeiten an einer hydraulischen Blechschere bei Grobblechen verschiedenster Sorten (Abmessungen und Stückzahlen) anzuwenden. Die Ergebnisse rechtfertigen die Ansicht, daß mit wenigen genauen Meßwerten an einer Sorte die Werte für alle übrigen Sorten errechnet werden können und damit die Zeitstudie wesentlich abgekürzt und ertragreicher wird. Die Untersuchung brachte ferner technische und organisatorische Verbesserungen der Fertigung und Zeitakkorde für die gesamte Erzeugung. Die aus dem Proportionalitätsgesetz gewonnenen Erkenntnisse werden weiterhin zur Schlüsselung der wichtigsten Verarbeitungskosten verwendet, Plankosten je Kostenart und Kostenstelle ermittelt und damit die Grundlage für eine einwandfreie Sortenkostenrechnung geschaffen.

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 113/16 (Werkstoff-aussch. 604).

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 16 (1942/43) S. 117/28 (Betriebsw.-Aussch. 197).

³⁾ Stevens, H.: Einflußgrößenrechnung. Düsseldorf 1939.

⁴⁾ Euler, H.: Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 187/202 (Betriebsw.-Aussch. 175).

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen.

(Patentblatt Nr. 38 vom 17. September 1942.)

Kl. 7 a, Gr. 23, L 99 071. Anstellvorrichtung für die Walzen von Walzwerken. Rudolf Laquay, Stuttgart.

(Patentblatt Nr. 39 vom 24. September 1942.)

Kl. 7 a, Gr. 20, Sch 116 540. Sicherheitshauptkupplung für Walzwerke. Erf.: Kaspar Schulze-Allen, Augsburg. Anm.: Zahnradfabrik Augsburg vorm. Joh. Renk (A.-G.), Augsburg.

Kl. 7 a, Gr. 22/03, K 156 358. Vorrichtung zum Ausfahren der Walzen von Walzwerken. Erf.: Wilhelm Faß, Magdeburg. Anm.: Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 18 c, Gr. 5/30, N 44 786. Vorrichtung zur Wärmebehandlung, insbesondere zum selbsttätigen Härten von Werkstücken. Erf.: Friedrich Niepmann, Gevelsberg (Westf.). Anm.: Fr. Niepmann & Co., Gevelsberg (Westf.).

Kl. 18 c, Gr. 8/50, W 109 496. Wärmebehandlung zur Erzielung eines schweißunempfindlichen Thomasstabes. Erf.: Wilhelm Klougt, Essen. Anm.: Waggonfabrik Uerdingen, A.-G., Krefeld-Uerdingen.

Kl. 18 c, Gr. 8/90, D 82 867. Gasdichte Abdichtung von Heizrohren gegenüber der Wandung von mit Schutzgas betriebenen Oefen. Dipl.-Ing. Wilhelm Doderer, Preine a. d. Rax (N.-D.).

Kl. 21 h, Gr. 18/02, R 105 394. Induktionschmelzofen. Erf.: Dipl.-Ing. Friedrich Eßmann, Köln-Bayenthal. Anm.: Ruß-Elektrofen, Komm.-Ges., Köln.

Kl. 21 h, Gr. 29/03, A 79 611; Zus. z. Pat. 698 534. Oberflächenhärtevorrichtung mit einem Induktionsheizgerät. Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft, Berlin.

Kl. 31 c, Gr. 15/04, F 87 326. Verfahren zum Härten von metallischen Oberflächen an Gußstücken. Artur Felsner und Dr. Heinz Schmeltenmeier, Berlin-Lankwitz.

Kl. 49 h, Gr. 37, L 94 673. Schälvorrichtung für Gußblöcke. Erf.: James Harold Bucknam und Alfred John Miller, Cranford, New Jersey (V. St. A.). Anm.: The Linde Air Products Company, Newyork.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 38 vom 17. September 1942.)

Kl. 7 b, Nr. 1 522 734. Vorrichtung zum Ziehen von Draht. Westfälische Union, A.-G. für Eisen- und Drahtindustrie, Hamm i. W.

Kl. 18 b, Nr. 1 522 607. Entschlackungsvorrichtung. Reichswerke A.-G. für Berg- und Hüttenbetriebe „Hermann Göring“, Berlin-Halensee.

Deutsche Reichspatente.

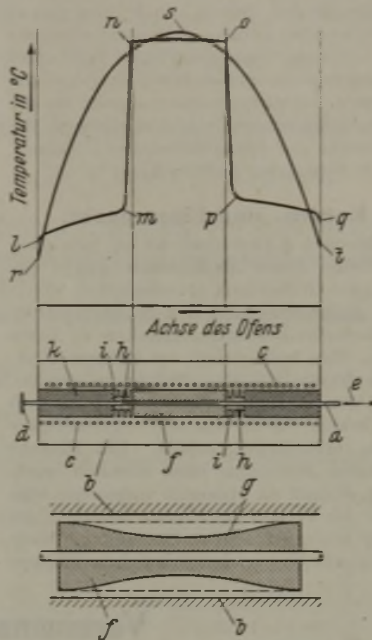
Kl. 40 a, Gr. 46, Nr. 710 753, vom 28. März 1937; ausgegeben am 3. Juli 1942. Zusatzpatent Nr. 716 986 vom 22. Jan. 1938; ausgegeben am 2. Juli 1942. Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., in Dortmund. (Erfinder: Robert Hackert in Dortmund für Nr. 710 753 und Dr.-Ing. Rudolf Frerich in Dortmund für Nr. 716 986.) *Verfahren zum Gewinnen einer vanadinreichen Schlacke.*

Aus dem vanadinhaltigen Roheisen wird vor dem Gewinnen der Schlacke das Silizium in einer basisch ausgekleideten Frischvorrichtung entfernt und das Metallbad nachfolgend in basischen Stahlgewinnungsöfen behandelt, wobei nach dem Abziehen der Silikatschlacke das flüssige Eisen bis zum Entfernen der Vanadinschlacke, z. B. durch schwächeres Blasen oder durch Einsetzen von Zuschlägen, so kühl gehalten wird, daß sich die vanadinreiche Schlacke in fester oder nahezu fester Gestalt abscheidet.

Der beim Entfernen des Siliziums entstehende Schlacke können Mittel zugesetzt werden, die, wie Kohlenstoff, die Schlacke in einen solchen Zustand bringen, daß sie leicht vom Bade, z. B. durch Abkippen, getrennt werden kann; dabei kann der Kohlenstoffträger kurz vor Beendigung der Siliziumentfernung zugeführt werden.

Kl. 42 k, Gr. 20, Nr. 720 450, vom 19. Juni 1938; ausgegeben am 6. Mai 1942. Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., in Düsseldorf. (Erfinder: Dr.-Ing. Hans Scholz in Dortmund.) *Vorrichtung zur Erzielung von gleichmäßigen hohen Temperaturen über die Meßlänge von Prüfstäben für Warmzerreiß- und Dauerstandsversuche.*

Der Probekörper a ist im Ofen b mit der Heizwicklung c auf der einen Seite an einem Widerlager d befestigt, während auf der anderen Seite die Prüfbelastung e angreift. Der Körper a ist auf der gewünschten Meßlänge von dem den ganzen Ofenquerschnitt ausfüllenden Wärmeausgleichskörper f aus Werkstoff hoher Wärmeleitfähigkeit, z. B. Silber, einer Legierung aus Kupfer-Aluminium oder Kupfer-Beryllium, umgeben, der zum Ausgleich geringerer Temperaturunterschiede auf der Meßstrecke, im Querschnitt die durch die Kurve g wiedergegebene Gestalt mit einem nach der Mitte zu verjüngten Durchmesser hat. An den Ausgleichkörper f schließen sich auf beiden Seiten Dämmkörper h aus zundersicherem Stahl mit sehr geringer Wärmeleitfähigkeit an, der wärmedämmende Aussparungen i hat. Der übrige Teil k des Ofens ist mit üblichen Wärmedämmstoffen ausgefüllt. Die Wärmeverteilung im Probekörper verläuft nach dem Linienzug l, m, n, o, p, q, wobei auf der Meßstrecke n, o die Temperatur fast völlig gleich und wesentlich erhöht gegenüber den Teilen l, m und p, q ist. Ohne Ausgleichkörper und ohne Dämmkörper würde sie nach dem Linienzug r, s, t verlaufen.



Kl. 40 h, Gr. 16, Nr. 721 034, vom 20. Juli 1939; ausgegeben am 27. Mai 1942. Fried. Krupp, A.-G., in Essen. (Erfinder: Dr.-Ing. habil. Hans Schrader in Essen.) *Schneidlegierungen.*

Sie enthalten 2 bis 4 % C, 10 bis 30 % Co, 12 bis 25 % W, 20 bis 35 % Cr, 0,5 bis 8 % V, Rest Eisen in Menge von 10 bis 30 % mit oder ohne die üblichen Verunreinigungen. Das Vanadin kann ganz oder teilweise durch Tantal und/oder Titan und/oder Niob, beim Ersatz des Vanadins durch Tantal allein jedoch nur teilweise ersetzt werden. Auch können sie noch Molybdän, Nickel, Mangan in Mengen bis zu etwa 10 % enthalten.

Wirtschaftliche Rundschau.

Entlastung der Verkehrslage.

Der Reichswirtschaftsminister hat im Reichsanzeiger Nr. 219 vom 18. September 1942 eine Anordnung zur Einsparung von Transportleistungen bei Maßnahmen des Warenverkehrs vom 16. September 1942 veröffentlicht, nach der alle mit der Lenkung von Erzeugung und Absatz im Bereich der gewerblichen Wirtschaft beauftragten Stellen verpflichtet sind, bei der Erfüllung ihrer Obliegenheiten auf die Einsparung von Transportleistungen besonders Bedacht zu nehmen.

Sie haben, soweit sie dazu ermächtigt sind, alle Maßnahmen zu treffen, um den Stand der Lieferungs- und Abnahmebeziehungen in ihrem Bereich festzustellen, laufend zu überwachen und, wo es zur Entlastung der Verkehrsträger und zur zweckmäßigen Verteilung des Verkehrs auf die verschiedenen Verkehrsträger notwendig ist, entsprechend einzugreifen.

Als besondere Maßnahmen zur Erzielung von Einsparungen auf dem Transportgebiet kommen in Betracht:

1. die Aufhebung, Abänderung und Neufestsetzung von Liefer- und Abnahmebeziehungen;
2. die Festlegung von Entfernungsgrenzen für den Bezug und den Absatz bestimmter Güter;
3. die Auferlegung einer Verpflichtung für Lieferer und Abnehmer zur Benutzung bestimmter Verkehrsmittel;
4. die Abstimmung der Rohstoffzuteilung, der Belegung der Betriebe mit Produktionsaufgaben und der Auftragslenkung auf eine sinnvolle Transportgestaltung;
5. die völlige oder teilweise Stillelegung von Betrieben oder die Zulassung ihrer Wiederaufnahme;

6. Anordnungen über die Sorte und die Art der herzustellenden Erzeugnisse, insbesondere im Sinne einer Typisierung und Normung der Produktion, um die Austauschbarkeit der Lieferungen mit dem Ziel der Transportersparnis zu erleichtern;
7. Anordnungen über die Verwendung anderer als der bisher bezogenen Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe, Maschinen und Werkzeuge sowie sonstiger Gegenstände, auch wenn diese nach Qualität und Preis den bisher bezogenen nicht vollentsprechen;
8. Anordnungen über die Lagerhaltung bestimmter Gütermengen, um stoßweise auftretenden plötzlichen Anforderungen an die Verkehrsträger vorzubeugen.

Alle Stellen der Organisation der gewerblichen Wirtschaft, alle Unternehmer und Unternehmerzusammenschlüsse haben die Bestrebungen zur Einsparung von Transportleistungen in jeder Weise zu fördern und zu unterstützen.

Der Anordnung des Reichswirtschaftsministers sind eingehende Untersuchungen vorausgegangen, in denen für eine größere Reihe von Wirtschaftszweigen die Zusammenhänge zwischen Transportaufwand und planvoller Produktions- und Absatzlenkung klargestellt werden. Diese Vorarbeiten haben nicht nur heute schon zu erheblichen Transporteinsparungen geführt, sondern auch weitere Möglichkeiten aufgezeigt, die nunmehr auf breiterer Grundlage ausgewertet werden sollen.

Die Verwendung von Kühl- und Schmiermitteln, Schneid-, Härte-, Vergüte- und Anlaßflüssigkeiten.

Die Reichsbeauftragten für Mineralöl, für Chemie und für industrielle Fette und Waschmittel haben unter dem 18. September 1942 (Reichsanzeiger Nr. 221 vom 21. September 1942) eine ge-

meinsame Anordnung erlassen, wonach die bisher auf diesem Gebiet geltenden Vorschriften in ihrem Wirkungsbereich ausgedehnt werden. Während die bisherigen Vorschriften nur für die Kühlmittel und Schneidflüssigkeiten galten, die bei der spanabhebenden Formung verwendet werden, gelten sie nunmehr auch für die bei der spanlosen Formung benötigten Kühl- und Schmiermittel. Die Drahtziehereien und anderen Betriebe, die Werkstoffe spanlos verformen, unterliegen also nunmehr bei der Verwendung von Kühl- und Schmiermitteln den gleichen Beschränkungen wie die Betriebe der spanabhebenden Formung. Die Anordnung tritt am 28. September 1942 in Kraft.

Vom belgischen Kohlen- und Eisenmarkt.

Die Lage auf dem belgischen Kohlenmarkt hat sich noch nicht entspannt. Eine Reihe neuer Maßnahmen wurde zur Sicherstellung des Bedarfs an Grubenholz getroffen.

Infolge der besseren Koksversorgung der Hüttenwerke konnte inzwischen eine erhebliche Erzeugungszunahme an Eisen und Stahl erreicht werden. Man hofft daher, die früheren Kontingente für das vierte Vierteljahr wieder einführen zu können. Die Konstruktionswerkstätten verfügten über zahlreiche Aufträge, hauptsächlich für Verkehrsmittel, was eine regelmäßige Belieferung mit Halbzeug erforderlich macht. Die Einfuhr französischer phosphorreicher Roheisens blieb ziemlich regelmäßig. Den dringendsten Bedarf an Hämatit vermochte eine belgische Hütte zu decken. Im Verlauf des Monats bewahrte der Markt seine gute Haltung bei zunehmender Erzeugung. Koks und Eisenerz kamen nach wie vor in beträchtlichen Mengen

herein. Nachstehend folgen einige behördlich festgesetzte Landschaftspreise in Fr je t:

Roheisen:	Fertigerzeugnisse:
Gießereirohisen III 1000,—	Feinbleche 1,50 bis 2 mm . . . 1954,50
Hämatit für Gießerei 1450,—	Feinbleche 1,40 bis 1,50 mm . . 1976,—
Hämatit für die Stahlbereitung 1350,—	Feinbleche 1,25 bis 1,40 mm . . 1992,50
Thomas-Rohisen 900,—	Feinbleche 1 mm bis 1,25 mm 2073,50
Halbzeug:	Stifte und Drahterzeugnisse:
Vorgewalzte Blöcke 1200,—	Pariser Stifte 2350,—
Platinen 1275,—	Blanker Draht 2000,—
Knüppel 1230,—	Feiner angelassener Draht . . 2400,—
Fertigerzeugnisse:	Verzinkter Draht 2500,—
Handelsstabstahl 1375,—	Stacheldraht 2600,—
Formstahl 1375,—	Verzinnter Draht 3700,—
Grob- und Mittelbleche sowie	Schweißstahl:
Universalstahl 1610,—	Schweißstahl Nr. III. 1375,—
Feinbleche (ofengeglüht) 2 mm	Schweißstahl Nr. IV 1500,—
bis 2,99 mm 1900,—	Schweißstahl Nr. V 2750,—

Der Aufschlag für Siemens-Martin-Güte wurde einheitlich auf 300 Fr je t festgesetzt, und zwar für Handelsstabstahl, Formstahl und Bleche, ausgenommen Feinbleche. Verzinkte Bleche mit starkem Zinküberzug kosten 4200 Fr für Abmessungen von 0,5 mm und 3030 Fr für die Abmessungen von 0,8 bis 1 mm. Die Verkaufshöchstpreise für Röhren und Zubehörteile sowie für einige andere Erzeugnisse wurden wie folgt festgesetzt. a) Wenn diese Gegenstände aus halbpoliertem Stahlblech hergestellt sind: Aufschlag von 0,50 Fr je kg auf den am 10. Mai 1940 in Kraft befindlichen Preis; b) wenn diese Gegenstände aus verzinktem Stahlblech hergestellt sind: Zuschlag von 0,15 Fr je kg auf den am 10. Mai 1940 in Kraft befindlichen Preis.

Vereinsnachrichten.

Groß-Berliner Vortragsveranstaltung.

Im Rahmen seiner örtlichen Vortragstagungen hält der Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT. am Freitag, dem 16. Oktober 1942, 15.15 Uhr (pünktlich), im Studentenhaus Charlottenburg, Berlin-Charlottenburg, Hardenbergstr. 34, eine Vortragsveranstaltung für den Groß-Berliner Bezirk ab mit folgender

Tagesordnung:

1. Begrüßung.
2. Rohstoffprobleme bei der Ausweitung der Stahlherzeugung. Berichterstatter: Dr.-Ing. H. Bansen, Rheinhäusen.
3. Beziehungen zwischen Herstellungsbedingungen und Gebrauchseigenschaften von Stählen. Berichterstatter: Dr.-Ing. K. Daeves, Düsseldorf.
4. Aufgaben der wehrgeistigen Kriegsführung. Berichterstatter: Major Dr. H. Ellenbeck, Oberkommando der Wehrmacht, Berlin.

Anschließend etwa 18.30 Uhr findet ein Kameradschaftsabend mit Gelegenheit zu einem einfachen Abendessen in der Mensa statt (Eintopf, 10 g Fettmarken).

Anmeldungen sind spätestens bis zum 7. Oktober an die Geschäftsstelle Düsseldorf, Postschließfach 658, zu richten.

Fachausschüsse.

Dienstag, den 6. Oktober 1942, 14.30 Uhr, findet im Eisenhüttenhaus, Düsseldorf, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

46. Vollsitzung des Werkstoffausschusses

statt mit folgender

Tagesordnung:

1. Bericht über Kriegsaufgaben und Organisationsfragen.
2. Großzahl-Untersuchungen über Ursachen von Schienen- und Radreifenbrüchen. Berichterstatter: Dr.-Ing. A. Pusch, Berlin.
3. Bewährung sparstoffarmer Stähle im Lastkraftwagenbau. Berichterstatter: Dr.-Ing. H. Balster, Witten.
4. Stähle zur Verwendung bei tiefen Temperaturen. Berichterstatter: Dr.-Ing. H.-J. Wiester, Essen.
5. Verschiedenes.

Änderungen in der Mitgliederliste.

Brill-Neuhaus, Heinz, Dr.-Ing., Handlungsbevollmächtigter, Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Mülheim (Ruhr), Leonhard-Stinnes-Str. 53. 36 052

Hüsing, Werner, Dipl.-Ing., Gesellschaft für Elektrometallurgie Dr. Heinz Gehm, Düsseldorf 1, Grafenberger Allee 66. 21 052

Küntscher, Wolfgang, Dr.-Ing., Oberingenieur, Leiter der Qualitätsstelle, Versuchsanstalt, u. des chem. Laboratoriums des Edelstahlwerkes Baildonhütte, Kattowitz (Oberschles.); Wohnung: Kattowitz-Brynów, Antonienstr. 31. 40 292

Mikulla, Hans-Joachim, Dr.-Ing., Direktor u. Vorstandsmitglied der Ostdeutsche Metallwerke A.-G., Dzieditz (Oberschles.); Wohnung: Grubenstr. 13. 36 289

Mohr, Ferdinand, Dipl.-Ing., München 13, Elisabethstr. 30. 39 041

Schumacher, Waldemar, Dr.-Ing., Hauptauschuß Schienenfahrzeuge beim Reichsminister für Bewaffnung und Munition, Berlin-Charlottenburg 2, Bismarckstr. 112; Wohnung: Berlin-Lichterfelde, Zerbster Str. 42. 32 073

Stieber, Wladimir, Dipl.-Ing., Generalrat der Skodawerke A.-G., Prag XIX, Yorkstr. 5. 07 123

Stolle, Rudolf, Dipl.-Ing., Betriebsleiter des Stahlwerkes II der Eisenwerke Oberdonau G. m. b. H., Linz (Donau); Wohnung: Am Bindermichl Baublock 3, Haus 102. 40 308

Stützel, Helmut, Dr. phil., Mineraloge, Abteilungsleiter, Fried. Krupp A.-G., Versuchsanstalt, Essen; Wohnung: Lanterstr. 29. 38 246

Weber, Lorenz, Dr. jur., Dr. rer. techn., Dipl.-Ing., Leiter der Patentabt. der Verein. Stahlwerke A.-G., Düsseldorf 1, Ludwig-Knickmann-Str. 28; Wohnung: Freytagstr. 8. 36 457

Winter, Harry, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Fa. Hugo Ibing, Recklinghausen; Wohnung: Hotel Handelshof. 39 378

Gestorben:

Hildner, Walter, Dipl.-Ing., Essen. * 2. 3. 1909, † 16. 9. 1942. 35 220

Zoeller, Heinrich, Ingenieur, Direktor i. R., Prag. * 25. 9. 1875, † 16. 9. 1942. 03 042

Neue Mitglieder.

Achenbach, Paul, Dipl.-Ing., Kattowitz (Oberschles.), Woyschstraße 10. 42 238

Behrenbeck, Ernst, Oberingenieur, Leiter der Gießereien der F. Schichau A.-G., Elbing; Wohnung: Sonnenstr. 7. 42 239

Berchem, Hans, Dr.-Ing., Geschäftsführer, Ernst Brederhoff G. m. b. H., Gelsenkirchen; Wohnung: Essen, Moltkestr. 55. 42 240

Eckenberg, Wilhelm, Dr.-Ing., Direktor, Siemens & Halske A.-G., Techn. Büro, Essen, Kruppstr. 16; Wohnung: Semperstr. 26. 42 241

Hanefurth, Theo, Betriebsingenieur, Klöckner-Werke A.-G., Werk Haspe, Hagen-Haspe; Wohnung: Sachsenstr. 36. 42 242

Jager, Peter, Betriebsingenieur, Verein. Hüttenwerke Burbach-Eich-Düdelingen A.-G., Abt. Burbacher Hütte, Saarbrücken; Wohnung: Hochwaldstr. 2. 42 243

Kunze, Fritz, Material-Prüfingenieur, Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation A.-G., Bochum; Wohnung: Hermannstr. 35. 42 244