Ueber die Anwendung des Brennmaterials in den Hohöfen;

von *Berthier*.

Früher, und zwar bis auf die neuere Zeit hat man die in Hohöfen zu gebrauchenden Brennmaterialien nicht in ihrem gewöhnlichen Zustande, sondern erst nach Austreibung einer sehr bedeutenden Menge flüchtiger Stoffe, nämlich als Holzkohle und Coaks angewendet. Einige Versuche, unverkohlt Holz und Steinkohlen anzuwenden, schlugen aus Mangel an Sachkenntniß von Seiten der Hüttenleute fehl, bis es später bei besser geleiteten Versuchen gelang. So benutzt man in England trockene Steinkohlen, wenn sie sonst keine ungünstigen Eigenschaften haben, wie die des allzustarken Aufblühens u. a. hierzu, so wie das Holz in verschiedenen Eisenwerken des Ural im unverkohlten Zustande. Es ist dies allerdings, wenn die Holzpreise nicht entgegen sind, von Nutzen; nur muß man Sorge tragen, daß das Material *möglichst lufttrocken* zur Speisung verwendet wird; denn es erhellt, bei einiger Vergegenwärtigung des Vorgangs im Hohofen, daß die Gegenwart jener nicht unbeträchtlichen Menge Wassergas auf die Operation des Reducirens und Schmelzens, durch Binden von Wärme und noch auf andere Weise, schädlich einwirkt. Die Luft nämlich, welche die Gebläse in den tieferen Theil des Ofens eintreiben, erzeugt unter fortwährender Erschöpfung ihres Sauerstoffs mit der Kohle, welche sie zuerst berührt, *Kohlensäure*. Weiter hinauf, wo der Sauerstoff der Luft beinahe abgegeben ist, wirkt die Kohlensäure auf neue Kohle und es resultirt *Kohlenoxydgas*. In dem eigentlichen Schachte, in dem Bauche besonders, werden die Erscheinungen ungleich verwickelter; die Verbrennung ist weiter gediehen und es haben sich an *Kohlen-* und *Wassergas* reiche

Gasarten gebildet, welche zur Reduction vorzüglich tauglich sind. In seinem mittleren Theile ist der Vorgang ähnlich, nur sind Kohle und Kohlenoxydgas mit dem Sauerstoffe des Eisenoxys zusammengetreten, es hat sich Wassergas *gebildet* und Kohlensäure *regenerirt*, bis der Strom der Gasarten im oberen Theile sich so weit abgekühlt hat, daß er nur noch aus den Schichten, welche er durchdringt, Wasser austreibt, einige, an Kohlenstoff wohl sehr arme Gasarten erzeugt und endlich als *Gichtflamme* entweicht. Kohlensäure, Wasserdampf und Stickstoff sind die Bestandtheile dieser Flamme von noch immer sehr hoher Temperatur, wozu noch einige brennbare Gase, nämlich Wasserstoff, Kohlenwasserstoff und Kohlenoxyde überhaupt, hinzukommen. Es ist klar, daß man diese Gase nicht ohne Schaden unbenutzt kann entweichen lassen, man ist daher bemüht gewesen, denselben auf verschiedenem Wege beizukommen. Das Rösten der Erze damit ist wenig practisch befunden worden; häufigere Anwendung hat das Kalkbrennen auf der Gichtflamme und das Heizen der Gebläseluft mit derselben gefunden. Diese letzte Einrichtung, die Anwendung der erhitzten Luft, statt der kalten, ist in der Darstellung des Eisens von bedeutendem Nutzen gewesen, welchen die Erfahrung vielfältig bestätigt; denn sie hat gezeigt, daß man dadurch bei der halben früheren Consumption an Brennmaterial, dennoch den doppelten früheren täglichen Ertrag erzielt hat. — Zur Erklärung dieser so frappanten Resultate hat man viele Theorien aufgestellt, bis man sich endlich damit begnügte, die Ursache der erhöhten Temperatur zuzuschreiben, welche jene Einrichtung in den Oefen bewirkt; eine Ansicht, welche bei einiger Ueberlegung ohne Haltbarkeit erscheint. Denn so gewiß diese Temperaturerhöhung wirklich stattfindet, so läßt sich doch hieraus, wenn das Erhitzen der Luft nur allein auf diese Art wirke,

eher ein größerer Aufwand an Brennmateriel folgern, als eine Ersparniß desselben erklären.

Ich habe von diesen Erscheinungen, welche die heiße Luft hervorbringt, eine andere Erklärung gegeben, welche jetzt allgemeinen Beifall zu haben scheint. Meiner Ansicht nach schreibe ich diese Phänomene der vermehrten chemischen Wirksamkeit zu, welche die Luft durch Erhitzen erfährt, so wie es auch bei andern Gasarten der Fall ist; sie gibt nämlich dann gleich zu Anfange eine größere Menge Sauerstoff ab und oxydirt folglich auch eine größere Menge (bei gleichem Gewicht) Kohle, im erhitzten Zustande, als im kalten. Da nun die Temperatur in einem mit Brennmateriel erfüllten Raume, der in der Zeiteinheit verbrannten Menge desselben proportional ist, so muß sie auch nach meiner Hypothese im ersten Fall höher seyn, als im zweiten. Wenn nun die Luft beinahe ihren gesammten Sauerstoffgehalt, wie es alle Umstände mit sich bringen, in einer nicht sehr beträchtlichen Höhe über der Düse abgegeben hat, so wird der Wirkungskreis der Verbrennung im Schmelzraume zusammengedrängt seyn, und die höherliegenden Theile werden nur durch die Wärme erhitzt werden, welche von tieferliegenden Theilen aus durch sie hindurchstreichende Gasarten an sie abgeben. *)

Zwei Dinge sind also zur vollständigen Gewinnung eines guten Eisens aus dem Erze wesentlich: erstlich muß die Temperatur im Schmelzraume sehr hoch seyn, um dem Metalle

*) Diese Theorie hatte Hr. Berthier gegen die Ansichten Anderer schon im Herbst 1834 in Stuttgart geltend gemacht und mit Gründen unterstützt, denen sich vernünftigerweise nichts entgegenzusetzen liefs. Ich führe dies nur aus dem Grunde hier an, weil die Versuche von Buff und Pfart (diese Annalen Bd. XIII. S. 129) später diese Theorie außer Zweifel gesetzt haben.

und den Schlacken einen hinreichenden Grad von Flüssigkeit zu ertheilen, ohne welchen sie nicht im Stande sind, sich gehörig zu sondern, wie es doch unumgänglich nöthig ist. Zweitens müssen die Erze eine hinreichend lange Zeit im Ofen bleiben, damit die Reduction des Eisenoxyds vollständig erfolgen kann, da bei dem Gegentheil eine gewisse Quantität Oxyd oder Oxydul als reiner Verlust den Schlacken anhängen bliebe. Eine passende Ausdehnung des Schachtes wird dieser zweiten Bedingung am besten genügen; denn eine zu hohe Temperatur in diesem Theile würde außer der Brennmaterialverschwendung, weil die Reduction schon vor der Weißglühhitze erfolgt, auch noch den Nachtheil haben, daß die Erze durch Erweichung vor der Reduction das Gestelle erreichen würden. Bei dem Arbeiten mit kalter Luft regulirt man, um den nöthigen Temperaturgrad des Schmelzraums zu erreichen, die Ladungen und das Gebläse so, daß in einer gegebenen Zeit gerade eine hinreichende Menge Kohlen niederbrennen; diese Menge ist ungefähr dieselbe wie bei dem heißen Gebläse. Auch wird bei dem mit kalter Luft, dieselbe ihres Sauerstoffs nicht gänzlich in dem Schmelzraum beraubt, sondern es findet noch eine beträchtliche Verbrennung in den höheren Theilen des Ofens statt, während dies bei Gebläsen mit heißer Luft beinahe gänzlich aufhört; ja man bemerkt in diesem Falle ein ziemlich bemerkliches Erkalten dieser höheren Theile. Hierin ist der Grund der Ersparnis an Brennmaterial bei dieser neuen Methode zu suchen. In beiden Fällen ist zur Verbrennung einer gleichen Menge Materials dieselbe Menge Luft erforderlich; auch hat man überhaupt bemerkt, daß sich die absolute Menge Brennmaterial für 24 Stunden beinahe nicht geändert hat nach der Einführung des Blasens mit erhitzter Luft; selbst die Gebläse arbeiteten mit keiner vermehrten Schnelligkeit. Für diejenigen Theile hingegen, welche der Düse näher liegen, ist weit weniger heiße Luft,

als kalte nöthig, um ein gegebenes Gewicht Kohle niederzubrennen. Noch ein anderer Vortheil, welchen die heiße Luft zur Erzeugung einer so hohen Temperatur bietet, wie man sie im Schmelzraum zu entwickeln sucht, liegt in ihrer größeren Fähigkeit, jenen indifferenten und nur Wärme absorbirenden Körper, den Stickstoff, abzugeben.

Ist diese Theorie die richtige, so folgt daraus die Möglichkeit, den für die heiße Gebläseluft passendsten Temperaturgrad auf dem Wege des Versuches zu finden, nämlich den Grad, wo die Luft bei unmittelbarer Berührung mit dem weißglühenden Brennmaterial ihren ganzen Sauerstoffgehalt an dieselbe abgibt. Natürlich erfordert die verschiedene Entzündbarkeit der Kohlenarten auch einen entsprechenden Temperaturgrad der Luft; also für die Speisung mit Holzkohle 180—200° und für die mit Steinkohle 300° und mehr.

Endlich liegt in der Art, wie die heiße Luft auf das Brennmaterial einwirkt, die Erklärung folgender einfachen und bekannten Thatsache: daß bei dem Arbeiten mit kalter Luft man beinahe die doppelte Menge Coaks, im Verhältniß zum Verbräuche an Holzkohlen, nöthig hat, um eine gleiche Quantität Gufseisen zu erzeugen, ungeachtet beide eine beinahe gleiche Heizkraft besitzen; denn in Folge ihrer schweren Entzündbarkeit entziehen die Coaks der Luft unmittelbar weniger Sauerstoff, als die Holzkohle. Man muß daher, um eine gehörige Menge Material um die Düse herum in einer gegebenen Zeit niederzubrennen, d. h. um den nöthigen Temperaturgrad zu erreichen, eine sehr beträchtliche Masse Wind zuführen. Kommt nun jene noch sehr sauerstoffreiche Luft in Schichten oberhalb der Düse, so verursacht sie daselbst eine beträchtliche Brennstoffverschwendung und eine allzu-große Erhitzung der mittleren und oberen Theile des Ofens; daher ist der Kohlengehalt eines mit Coaks dargestellten Eisens größer, als der eines mit Holzkohle dargestellten

Eisens. Wenn das Schmelzen mit heißer Gebläseluft seine höchste Vollkommenheit erreicht haben wird, so müssen sich Holzkohlen und Coaks beim Schmelzen der Erze vertreten können.

In Rußland, vorzüglich in den Hütten des Ural, wendet man den Wind unter einem mehr oder weniger starken Druck an, und erspart dadurch gleichfalls Brennmaterial, doch ist dieser Vortheil immer geringer als der, den die heiße Luft gewährt. Beides beruht indessen auf denselben Grundsätzen, denn die Luft unter einem Drucke der Art ist natürlich eher disponirt sich ihres Sauerstoffs zu entledigen, als wenn sie nur dem atmosphärischen Drucke ausgesetzt ist. Versuche müssen dies übrigens bestätigen.

Die Verbindung beider Gebläsearten, nämlich Erhitzung und gleichzeitige Compression, ist unökonomisch und nicht wohl anwendbar.

Die Apparate zum Erhitzen des Windes sind sehr verschiedener Natur, bestehen aber im Allgemeinen aus einem Systeme gußeiserner Röhren, welches entweder die Gichtflamme, oder auch ein besonderer Ofen heizt.

Sicher wird die Anwendung des Wasserdampfs unter der Gebläseluft in der Zukunft von Wichtigkeit werden und es möchte von großem Interesse seyn, den Effect zu erforschen, welchen eine Mischung dieses Dampfs und der atmosphärischen Luft bei einer Temperatur von 200 — 300° hervorbringen würde.