

Hierzu mag wohl beigetragen haben, daß in den früheren Veröffentlichungen über diesen Gegenstand im Gegensatz zu Lorenz bald die Mischung oder Überschiebung der zu verbrennenden Stoffe mit verschiedenen Oxydationsmitteln als durchaus notwendig hingestellt, bald das Durchleiten der Verbrennungsprodukte durch glühendes Kupferoxyd vernachlässigt wird.

Ersteres stellt nur eine unnötige und unerträgliche Erschwerung des Verfahrens vor, letzteres führt bei rascher Ausführung des Verfahrens zu ungenügender Verbrennung, infolgedessen zu unrichtigen Zahlen.

Die Schicht glühenden Kupferoxyds kann auch nicht durch irgendeine Kontaksubstanz, z. B. einen Platinstern oder Platinquarz ersetzt werden⁴⁾, da bei rascher Verbrennung beinahe der ganze zu strömende Sauerstoff verbraucht wird, und hinter dem Schiffehen fast völliger Sauerstoffmangel eintreten kann.

Schließlich mag noch darauf hingewiesen werden, daß es nicht angeht, das Verfahren durch Anwendung so kleiner Substanzmengen abzukürzen, daß man hierbei Gefahr läuft, die Analysenergebnisse durch die unvermeidlichen Fehlerquellen der gewöhnlichen analytischen Wägungen weit über die erlaubten Analysenfehlergrenzen hinaus zu beeinflussen. [A. 132.]

Das Auffangen des Flugstaubes bei metallurgischen Prozessen.

Von A. RZEHULKA, Borsigwerk, Oberschles.

(Eingeg. 31./7. 1911.)

Den Hüttenmann veranlassen zwei Beweggründe zum Auffangen des Flugstaubes; zunächst will er dadurch sein Hüttenausbringen erhöhen, dann aber auch die Umgebung der Hütte vor Belästigung und Schäden, die schließlich doch zu seinen Lasten gehen, möglichst bewahren. Im letzteren Falle gehorcht er allerdings zumeist weniger dem eigenen Triebe, als vielmehr der Not, nämlich dem Zwange der Landesgesetze.

Beim Rösten und Weiterverarbeiten fein vermahlener bzw. pulverförmiger Erze und Rohprodukte, besonders in Flammöfen, werden durch den Essenzug und auch durch lebhaft aufsteigende Gase in den verschiedenen Stadien der einzelnen Hüttenprozesse größere Mengen feinsten Teilchen des zu verarbeitenden Gutes mit den abziehenden Gasen — dem Hüttenrauche — mit fortgerissen und sind ein Bestandteil des sog. Flugstaubes. Je weitgehend die Zerkleinerung des zu verarbeitenden Erzes usw. getrieben werden muß, desto mehr wird sich naturgemäß Flugstaub bilden. Aber auch Metall- und Metalloxyddämpfe, die während der hüttenmännischen Gewinnungsprozesse entstehen, werden besonders bei sich rasch verflüchtigenden Metallen und Metallverbindungen, trotz aller Vorsichtsmaßregeln, ehe sie sich vollständig verdichten können, durch den Essenzug mit fortgerissen in kleineren oder

größeren Mengen, ebenso Metallsalze und Schwefel- und andere Verbindungen der Metalle, und bilden dann ebenfalls Bestandteile des Flugstaubes, die um so wertvoller sein werden, je wertvoller das Metall des Erzes ist. Die Flugstaubbildung wird durch Rühren und Fortschaufelung der Erze usw.²⁾ begünstigt.

Der Flugstaub, der sich bei den metallurgischen Prozessen bildet, besteht demnach in der Hauptsache aus Gemengen von freien, aber auch mehr oder weniger an Säure gebundenen Metalloxyden und anderen Metallverbindungen, wie z. B. Schwefel- und Arsenmetallen, entsprechend der Zusammensetzung der Erze, dazu Teilchen der Beschickung und des Brennstoffes. Enthält das zu röstende bzw. zu verhüttende Gut Metalle von bedeutendem Werte in verhältnismäßig größeren Mengen, z. B. Gold, Silber, so kann ein recht fühlbarer Verlust für den Hüttenmann durch die Flugstaubbildung entstehen, und zwar schon beim Rösten solcher Erze, wenn nämlich die Röstung aus besonderen Gründen lebhaft, bei starkem Luftzuge betrieben werden muß.

Die Möglichkeit einer Verdichtung des Hüttenrauches insoweit, daß man einerseits die darin enthaltenen festen Stoffe zurückgewinnt, andererseits die schädlichen Gase aus derselben absorbiert, ist vom technischen Standpunkte nicht in Abrede zu stellen, hingegen ist vom meritorischen Standpunkte, besonders was die Verdichtung der sauren Gase im Hüttenrauche anlangt, eine solche Reinigung des Hüttenrauches nicht immer angebracht, was seinen Grund teils in den örtlichen Verhältnissen, teils in dem nur geringen Werte der bei der Verdichtung fallenden Produkte hat.

Das Reinigen des Hüttenrauches von Flugstaub und Säuren und die Wiedergewinnung dieser Reinigungsprodukte ist unter allen Umständen mit Kosten verbunden. Der Hüttenmann wird deshalb stets genau zu erwägen haben, ob die hierfür aufzuwendenden, mitunter beträchtlichen Kapitalien als verbende zu betrachten sind. Er muß sich über die Zusammensetzung des Flugstaubes zunächst genaue Kenntnis verschaffen, ebenso über die Menge desselben, also den Wert, den die zu verdichtenden Massen qualitativ und quantitativ haben, möglichst genau und für die Praxis zuverlässig feststellen. Überdies muß er sich nach Möglichkeit auch darüber klar zu werden suchen, inwieweit die gereinigten Gase wertvoller sind in bezug auf eine weitere Verwendung im Vergleich zu den ungerinigten Gasen. Auf Grund hauptsächlich dieser Erwägungen darf der Hüttenmann erst der Errichtung einer für seine Zwecke rationellen Anlage für Reinigung der Gase und Gewinnung des Flugstaubes aus dem Hüttenrauche näher treten. Zur Entsäuerung der Gase zwingen Landesgesetze. Auch die Tatsache, daß der mit dem Hüttenrauche entweichende Flugstaub im Verein mit in diesem Rauche enthaltenen Säuren die Vegetation in näherer und weiterer Umgebung der Hüttenanlage schädigt, und ferner, daß der Boden nicht allein in unmittelbarer Nähe der Hütten, sondern auch auf weitere Entfernungen hin durch Flugstaubablagerungen steril wird, so daß infolgedessen an die Hütte weitgehende Entschädigungsansprüche erhoben und durch richterliche Entscheidung erzwungen werden können, ist für eine Anlage zur Flugstaubgewinnung

⁴⁾ Z. B. M. Dennstedt und Th. Klüncker, Chem.-Ztg. 34, 485 (1910).

und Entsäuerung der Rauchgase in Erwägung zu ziehen.

Bei Röstprozessen, die zur direkten Gewinnung von Metallen und Metallverbindungen dienen, ist eine möglichst vollkommene Einrichtung zur Flugstaubabscheidung und -ansammlung für den rationalen Betrieb vorneweg unerlässlich.

Die Einrichtungen für Flugstaubgewinnung sind ursprünglich auf empirische Weise zustande gekommen, Erfahrungen unter Anwendung gesunden Menschenverstandes und praktischen Verständnisses waren zunächst bei Konstruktion dieser Anlagen maßgebend, die theoretische Begründung für Wirkung dieser Betriebseinrichtungen kam erst später, und die meisten Konstruktionen neueren Datums, soweit sie in der Praxis Anwendung gefunden haben, fußen durchaus nicht auf früher unbekannten Tatsachen.

Alle bekannten, in der Praxis bewährten Flugstaubgewinnungsapparate beruhen auf der Erfahrung, daß eine Staubabscheidung am besten eintritt:

1. infolge Abkühlung der Gase,
2. durch Flächenberührung, wobei auf die Ablagerung gerade der festen und feinsten Flugstaubteilchen am günstigsten wirken
 - a) Zugverminderung des Gasstromes,
 - b) plötzliche Änderung in der Zugrichtung, womöglich entgegenwirkend der steigenden Tendenz der Gase, und
 - c) Filtration der Gase.

Vereinzelt sind zu diesem Zwecke Waschungen des Hüttenrauches mit Wasser in Anwendung; bei dieser Naßreinigung des Rauches wird noch viel experimentiert. Das Prinzip, nach welchem solche Reinigungsanlagen gebaut werden, beruht auf dem innigen Vermischen der Gase und ihrer festen Beimengungen mit fein verteiltem Wasser. Als Ergebnis dieser Reinigung erhält man eine schwer zu entfernende Schlammmasse mit etwa 80% Wasser bei nicht immer durchschlagendem Erfolge.

Das Bestreben der Erfinder von Flugstaubgewinnungsvorrichtungen sollte also darauf gerichtet sein, auf irgendeine rationale Weise wenigstens die Hauptmasse des Staubes entweder überhaupt mit keinem Wasser oder mit viel geringeren Mengen Wassers, als zurzeit gebraucht wird, zu entfernen.

Schließlich sei noch der Vorschläge Erwähnung getan, die Flugstaubabscheidungen durch elektrische Entladungen innerhalb des Gasstromes oder durch heftige Erschütterungen — Detonationen — des Gasstromes zu begünstigen.

Eine Einteilung der Methoden und Vorrichtungen nach den hier aufgeführten Prinzipien der Verdichtungsweise oder auch nur nach den verfolgten Zwecken ist in scharf getrennter Weise ohne große Wiederholungen nicht angänglich, da die Verfolgung des einen Prinzipes oder Zweckes unbedingt mit der mehr oder weniger angestrebten Anwendung eines anderen Prinzipes oder Zweckes in Verbindung steht; so sind bei allen Flugstaubgewinnungsapparaten Abkühlung, Zugänderung oder Zugverminderung und Flächenberührung in Wirkung.

Die Abkühlung des Hüttenrauches ist die Hauptbedingung für die Verdichtung der in diesem enthaltenen flüchtigen Stoffe, sobald man es mit besonders heißen Gasen, wie namentlich beim

Flammofen, zu tun hat. Wenn man auch nur in sehr seltenen Fällen von gasförmigen Metallteilen im Hüttenrauche sprechen kann, da den metallischen Teilchen nur höchst selten noch die für den gasförmigen Aggregatzustand notwendige latente Vergasungstemperatur innewohnt, so sind noch diese metallischen Teilchen in einem heißen Rauche meist in so feiner Verteilung suspendiert, daß sie in dieser Gasatmosphäre schwimmen und durch die Kraft der Zugbewegung nicht allein schwebend erhalten, sondern auch fortbewegt werden; und die Abscheidung dieser, wie wir schon hervorgehoben haben, wertvollsten Teile des Flugstaubes wird durch eine Abkühlung des Rauches am vollkommensten in die Wege geleitet.

Da nach den Gesetzen der Attraktion die Anziehungskraft der einzelnen Flugstaubteilchen unter sich mit dem Quadrate der Entfernung abnimmt, und da demnach durch die infolge der hohen Temperatur geringe Dichte des Gases die Annäherung der Teilchen, also die Verdichtung des Flugstaubes, erschwert wird, so muß man zum Zwecke der Verdichtung des Flugstaubes in erster Linie für möglichst große Abkühlung des Rauches Sorge tragen, wodurch der gasähnliche Zustand der im Rauche schwimmenden Teilchen aufgehoben und das Gas verdichtet wird, wobei die in festen Zustand übergegangenen, ebenso auch die von Hause aus schon festen Bestandteile des Rauches einander näher gerückt werden, sich lebhafter anziehen, schneller zusammenballen und sonach leicht aus dem Gasstrom fallen. Mit der Abkühlung des Rauches tritt nicht allein eine Volumverminderung ein, sondern auch eine Verminderung der Geschwindigkeit des Gasstromes, ein Umstand, der ebenfalls günstig auf die Absonderung des Flugstaubes einwirkt, da dann die durch die Abkühlung hervorgerufene Attraktionskraft der im Rauche suspendierten Teilchen auch genügend Zeit für ihre Wirkung finden wird, die sonst durch eine entsprechende, größeren Kostenaufwand verursachende Verlängerung des Rauchweges erzielt werden müßte.

Als Mittel zur Abkühlung des Rauches dienen Luft und Wasser, die indirekt durch Kühlung der Außenwände der Flugstaubgewinnungsvorrichtungen ihre Wirkung auf den Rauch ausüben, und zwar um so intensiver, je kälter diese Mittel sind, je länger, d. h. je besser die Ausnutzung ihrer Kühlwirkung sein kann, und je größer die Berührungsflächen sind, auf welche diese Abkühlungsmittel wirken.

Die Abkühlung darf allerdings nicht so weit getrieben werden, daß dadurch die Zugwirkung nachteilig beeinflußt wird, was aber bei den nur indirekt wirkenden Kühlmitteln, Luft und Wasser, für gewöhnlich kaum zu befürchten sein dürfte, höchstens ausnahmsweise bei andauerndem, starkem Froste.

Die primitivste Art der Verdichtung des Hüttenrauches durch Abkühlung ist die bei freien Rösthaufen mittels der Röstdecke. Doch hat diese Art der Kondensation nur noch einen historischen Wert, da die Haufenröstung in den Kulturländern wohl nicht mehr vorkommt. Hierher gehören ferner auch alle frei, d. h. auf Gerüsten hängende eiserne Röhren, eben solche Bleiröhren u. dgl., die als Rauchabzugs-, Verdichtungs- und Flugstaubansammlungskanäle dienen. Die Seitenwände der Bleikänale bestehen meist aus zusammengelöteten, elliptischen und auch

sonst zweckentsprechend hergestellten Bleiröhren, in welchen Wasser zirkuliert; oben auf der Decke des Kanals befindet sich ein flacher Kühlkasten; eine Sohlenkühlung ist meist nicht in Anwendung. Des weiteren gehören zu dieser Methode alle freistehende, mit entsprechend eingerichteten Kammern versehene, turmartige, für Verdichtung und Ansammlung des Flugstaubes im Hüttenrauch bestimmten Gebäude; die Abkühlung erfolgt hier durch Außenberieselung mit Wasser oder die Einwirkung der Luft. Es ist auch versucht worden, Flugstaubverdichtungs- und -ablagerungsanlagen in die Praxis einzuführen mit Abkühlvorrichtungen innerhalb der Kanäle. Die zu reinigenden Gase werden durch Kanäle geführt, in denen verschiedene, eigentümlich konstruierte Kühlvorrichtungen, wie Spiralrohre, wasserformähnliche Körper, quer durchgeführte Rohre, angebracht sind, in welchen eine abgekühlte Flüssigkeit zirkuliert. Derartige Abkühlvorrichtungen haben sich jedoch in der Praxis nicht bewährt.

Die Flächenberührung ist ein weiteres Hauptmittel für die Verdichtung und Gewinnung des Flugstaubes im Hüttenrauch. Wie bei der Abkühlung der Gase wirkt auch bei der Flächenberührung die Attraktion der Massen; sehr wesentlich ist aber hier die durch die Reibung hervorgerufene Verminderung der Zuggeschwindigkeit des Gasstromes an den Berührungsstellen mit den festliegenden Teilen der Umgebung. Je kälter die Berührungsflächen sind, desto besser wirken sie auf die Abscheidung des Flugstaubes.

Die Geschwindigkeit der Gase innerhalb eines Kanales hängt nicht nur von der Temperatur der Gase, sondern auch von der Reibung derselben an den Kanalwänden und sonstigen Flächen ab. Sie erreicht etwa ein Maximum bei 0,7 der Höhe und 0,5 der Breite des Kanalquerschnittes, verringert sich nach oben nur wenig, während sie nach unten stark abnimmt, und zwar um so mehr, je höher der Kanal für ein bestimmtes Gasquantum ist. Auf der Sohle des Kanales wird die Geschwindigkeit wesentlich vermindert durch eine mehr oder weniger vertikale Gegenströmung, die dadurch hervorgerufen wird, daß die gegen die Sohle hin kälter werdenden Gase das Bestreben haben, nach abwärts zu gehen. In freien und schräg aufsteigenden Kanälen kann diese Gegenströmung den Zug unter Umständen sehr benachteiligen.

Theoretische Erwägungen und Begründungen für die Bewegung heißer Gase in Kanälen, die sehr verschiedenartige Abkühlungen erleiden, ergeben keineswegs sichere Resultate, hier führen nur praktische Versuche zum Ziele.

So ist durch Versuche festgestellt worden, daß der Staub von einer heißen Oberfläche abgestoßen, von einer kalten hingegen angezogen wird; eine heiße feuchte Oberfläche wiederum stößt den Staub weit kräftiger ab, als eine heiße trockene.

Es sei noch auf die Tatsache hingewiesen, daß an der Oberfläche irgendeines kalten Körpers stets eine größere Dichtigkeit der Luft vorhanden ist, als sie der sonst herrschenden entspricht. Alle diese Umstände sind für die Beurteilung der Flächenkondensation sehr wesentlich.

Wie trübes Wasser durch eingelegtes Dornenstrüpp, Reisig, überhaupt durch jede große

Flächenberührung leicht geklärt werden kann, ebenso reinigt sich eine mit Staub beladene Luft leicht, wenn man ihr große Flächenberührung bietet. Diese schon lange bekannte Erfahrung wird in sehr praktischer Weise für die Kondensation des Flugstaubes im Hüttenrauche ausgenutzt. Im allgemeinen werden die auf dem Prinzip der Flächenberührung beruhenden Flugstaubkondensationsapparate auf folgende Weise konstruiert. In den Kanälen, welche den Hüttenrauch weiter abführen, sind parallel der Zugrichtung viele Platten senkrecht oder auch geneigt aufgestellt. Diese Platten sind entweder Eisenbleche oder Drahtsiebe oder, bei niedriger Temperatur der Gase, auch Pappdeckel. Daß durch derartige Vorrichtungen auch in sehr kleinen Räumen eine sehr große Berührungsfläche geboten werden kann, ist klar. Der abfallende Flugstaub sammelt sich am Boden, und quergestellte, niedrige Bleche verhindern, daß er wieder vom Essenzuge fortgeweht wird. Daß die Wirksamkeit der in den Kanälen entlang aufgestellten Platten bei niedriger Temperatur eine gute ist, ist sicher, bei heißem Gase nützt hingegen diese Vorrichtung so gut wie gar nichts. Es darf daher das Anbringen der Platte nicht in der Nähe der Öfen, sondern muß möglichst weit von diesen erfolgen; am zweckentsprechendsten ist die Einrichtung als Endapparat.

Die Flächenberührung wirkt ganz besonders günstig auf die Flugstaubabsonderung, wenn eine plötzliche Zugverminderung, also eine Verminderung der Geschwindigkeit des Gasstromes damit verbunden ist. Aber auch schon bei der Abkühlung der Gase allein übt eine solche plötzliche Verminderung der Gasgeschwindigkeit eine günstige Wirkung auf die Kondensation des Hüttenrauches und der damit verbundenen Flugstaubabscheidung aus. Durch die Verminderung der den Flugstaub mitreisenden Zugkraft des Gases, verbunden mit Abkühlung und Flächenberührung, wird in erster Reihe den mitgerissenen Erzpartikeln Gelegenheit geboten, sich am vollkommensten abzusetzen und so aus dem langsam dahin ziehenden Gasstrom vermöge ihrer Schwere herauszufallen; aber auch die fein verteilten metallischen Bestandteile des Flugstaubes setzen sich auf diese Weise gut ab. Das geschieht allerdings mit bestem Erfolge in langen Kanälen, welche zweckentsprechende Einrichtungen für Abkühlung und Berührung haben; große, freie Räume, sog. Kammern, in welchen die eintretenden Gase allerdings eine bedeutende Zugverminderung erfahren, wirken hier weniger günstig. Es fehlt in diesen freien Räumen die Reibung, die Berührung, und da eine Bewegung der Gase immerhin stattfindet, so bleiben gerade die feinsten Teilchen noch im Gasstrom schweben und werden um so weniger niedergeschlagen, je heißer die Gase sind.

Ebenso wirkt auf die Ablagerung der im Hüttenrauche enthaltenen festen Teilchen eine plötzliche Änderung der Zugrichtung, eine Zugbrechung, womöglich entgegen der steigenden Tendenz der Gase, verbunden mit Abkühlung der Gase und Flächenberührung, günstig ein; imgrunde genommen ist die Zugbrechung nichts anderes als eine plötzliche Zugverminderung, und daraus erklärt sich auch die günstige Wirkung für die Flugstaubabsonderung. Sie ist die älteste Methode, die zur Ablagerung der im Hüttenrauche enthaltenen, festen Be-

standteile in Anwendung steht. Die ältesten Kondensationen, die auf diesen Grundsätzen beruhen, sind die sog. Gestübbekammern über den Schmelzöfen, die Gifttürme und die Zickzackkanäle bei der Arsenigsäuregewinnung und der Gewinnung des Quecksilbers.

Die Zugverminderung in Kanälen erreicht man dadurch, daß man mit den Kanälen Flugstaubkammern in Verbindung bringt, die man wiederum kanalisiert oder wenigstens durch Querwände oder Platten kanalförmig ausgestaltet. Dann vereinigt man den Rauch wiederum in einem Kanal, in den wieder in einiger Entfernung eine derartige Flugstaubkammer eingeschaltet wird. Kanal und Flugstaubkammern erhalten entsprechende Gaskühlung und sind mit zweckdienlichen Einrichtungen für Flächenberührung versehen.

Am vollkommensten gelingt die Abscheidung des Flugstaubes aus den gekühlten Gasen in mit zweckentsprechenden Einrichtungen zur Flächenberührung und Zugverminderung ausgestatteten, genügend großen Kondensationsräumen unter Anwendung von Filtern oder filterähnlich wirkenden Apparaten und Vorrichtungen. Bei den eigentlichen Filtern, porösen Stoff- oder Drahtgeweben, tritt aber ein großer Übelstand in Erscheinung, nämlich der, daß diese Filter sich sehr rasch verstopfen und den Zug hemmen. Man wäre dann bei dieser Einrichtung gezwungen, die Gase maschinell durch das Filter zu treiben, was die Kondensation sehr verteuern und deshalb unter Umständen in Frage stellen würde. Man kann aber filterähnlich wirkende Vorrichtungen an Stelle der aus porösen Stoffen hergestellten Filter anwenden, die sich nicht so schnell und leicht verstopfen. Es sind dafür verschiedene Vorrichtungen vorgeschlagen worden und in Anwendung gekommen. Am einfachsten läßt sich das Niederschlagen des Flugstaubes dadurch erreichen, daß man in einer Kammer oder in der eine Zugverminderung bezweckenden Erweiterung des Abzugskanals eine Reihe von Platten mit vertikalen Schlitzsen senkrecht und parallel hintereinander schaltet, und zwar in der Weise, daß immer die Schlitzse der einen Platte auf die feste Fläche der folgenden treffen, wodurch die Flugstaubteilchen nach dem Passieren eines Schlitzes stets auf die gegenüber liegende feste Wandfläche stoßen müssen und auf diese Weise leicht zum Absetzen kommen. Die Gesamtfläche der Schlitzse in einer Platte ist annähernd dem Querschnitte des Abzugskanals gleichzumachen, damit der Zug möglichst wenig beeinträchtigt wird. Es sind nach dieser Idee mit einigen durch Praxis und Verhältnisse gebotenen Abweichungen Flugstaubkammern für größere Rauchmassen konstruiert worden, die sich auch bewährt haben.

Auch grobe Holzsiebe und eben solche Holzroste, welche mit Hobelspänen oder Reisig aufgefüllt sind und in die Kammern oder erweiterten Kanäle schubladenartig eingeschoben werden, so daß sie sich herausnehmen und bequem reinigen lassen, sind in Anwendung.

Die Reinigung der Gase durch Filtrieren ist beachtenswert und für manche Fälle recht gut anwendbar; deshalb sind auch verschiedene Rauchfilter konstruiert und der Praxis empfohlen worden, ohne jedoch immer Anklang gefunden zu haben.

Auf die mannigfachen Vorschläge und Konstruktionen für Rauchfilter hier näher einzugehen, würde zu weit führen und über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen.

Die einzelnen, eingangs erwähnten Grundsätze für die Verdichtung und Gewinnung des im Hüttenrauch suspendierten Flugstaubes sind in zahlreichen und voneinander verschiedenen Einrichtungen und Apparaten zur Geltung gekommen. In den meisten Fällen sind, wie schon erwähnt, mehrere Prinzipien zusammen in Anwendung gebracht worden.

Es kommt natürlich viel auf die Art des zu kondensierenden Hüttenrauches an, ob er in der Hauptsache eigentlichen Flugstaub, also die festen Teilchen aus der Beschickung und dem Brennstoffmaterial nebst Partikeln von Metallen und Metallverbindungen enthält, oder ob mehr schwer kondensierbare Stoffe vorhanden sind. In allen Fällen ist in erster Linie bei heißen Gasen, wie es meist der Fall sein wird, eine starke Abkühlung zur Erreichung einer guten Kondensation unerlässlich; dann ist in zweiter Reihe eine große Flächenberührung notwendig, deren Wirkung durch Zugverminderung, Zugbrechung und Filtration der Gase sehr wesentlich unterstützt wird. Die Filtration ist jedenfalls ein sehr gutes Mittel zur Verdichtung des Hüttenrauches und zur vollständigen Gewinnung des Flugstaubes, indessen ist sie bei großen Gasmassen schwierig und kostspielig. Es hängt ihre Anwendung sehr vom Zwecke der Kondensation, vom Werte des zu gewinnenden Flugstaubes und endlich auch von den jeweiligen Verhältnissen ab. Bei der Fabrikation von Antimonoxyd und Zinkweiß ist sie sehr empfehlenswert, ebenso bei der Verarbeitung zinkreicher Silbererze.

Die Wirksamkeit der Detonation bei der Flugstaubabscheidung ist leichter denkbar, als praktisch für den laufenden Betrieb ausführbar.

Über die Anwendung der Elektrizität bei der Flugstaubgewinnung liegen nur wenig praktische Ergebnisse vor. Daß diese Methode an sich anwendbar ist, dürfte nicht zu bezweifeln sein, weil sich, wie durch Versuche festgestellt ist, durch elektrische Entladungen innerhalb des Gasstromes Flugstaub tatsächlich sehr rasch zusammenballt. Indessen ist diese Methode im Großbetriebe noch nicht eingebürgert.

Die einfachste und verhältnismäßig wirksamste Form einer Flugstaubverdichtungs- und -gewinnungsanlage ist ein hoher, nicht zu breiter Kanal mit auf- und niedersteigenden Querwänden, in den die gekühlten Rauchgase möglichst nur mit einer Geschwindigkeit von einem Meter pro Sekunde sich bewegen.

Für die Beurteilung einer Flugstaubgewinnungsanlage hinsichtlich ihrer Wirksamkeit sind folgende Verhältnisse festzustellen:

1. Größe der Menge des Hüttenrauches;
2. Temperatur des Rauches beim Eintritt und beim Austritt;
3. mittlere Geschwindigkeit des Rauches durch die Anlage;
4. Größe der vom Rauch berührten Fläche.

Im allgemeinen gilt, daß, je leichtflüchtiger die Bestandteile des im Rauche enthaltenen Flugstaubes sind, desto größer die Abkühlung des Rauches sein muß, und je schwerer verdichtbar die Bestandteile

des Flugstaubes sind, desto größere Flugstaubanlagen nötig seien. Man verspreche sich nicht viel von langen, engen Kanälen, in denen der Rauch mit großer Geschwindigkeit durchziehen muß, aber ebenso nicht von großen leeren Kammern, in denen sich wohl ein sandförmiger, also körniger, schwerer Flugstaub ablager, aber nur wenig von den bei weitem wertvolleren, verflüchtigten, im Gase suspendierten Stoffen, besonders den Metallen und ihren Verbindungen. Eine Flugstaubkondensation, die Tausende von Kubikmetern Fassungsraum besitzt, kann unter Umständen viel schlechter wirken, als eine die kaum ein Viertel so groß ist. Man urteile bei einer Flugstaubgewinnungsanlage nicht nach den Kubikmetern Fassungsraum, sondern nach den gebotenen Quadratmetern Kondensationsfläche.

[A. 137.]

Kritische Bemerkungen zu dem Vorschlag von Dr. P. Kraus: Maßstäbliche Bemessung der Lichtwirkung auf Farbstoffe nach „Bleichstunden“¹⁾.

VON KURT GEBHARD.

(Eingeg. 25. 7. 1911.)

Als ich im letzten Jahre auf der Hauptversammlung des Vereins in München die Unzulänglichkeit der jetzigen Lichtechtheitsprüfung begründete²⁾ und die Konsequenzen zog, in welcher Richtung zur Erzielung einer einheitlichen und zuverlässigen Prüfungsmethode vorgegangen werden muß, erhob sich von einigen Seiten ein Sturm der Entrüstung, der aber das Gute im Gefolge hatte, daß von neuem die Frage in der Fachpresse eingehend erörtert wurde³⁾. Nun hat P. Kraus in dieser Z. den Vorschlag gemacht, die Lichtwirkung auf Farbstoffe nach „Bleichstunden“ zu bemessen. Dieser Methode haften aber außer praktischen Schwierigkeiten prinzipielle Fehler an, die im folgenden kurz skizziert werden sollen.

1. Verschiedentlich habe ich darauf aufmerksam gemacht⁴⁾, daß die Stärke des Verschleißen eines Farbstoffes bei Tageslicht nicht im Vergleich mit einem anderen beurteilt werden kann, denn zwei unter bestimmten Bedingungen gleich lichtechte Farbstoffe können je nach der Beleuchtung und der umgebenden Atmosphäre eine ganz verschiedene Echtheit zeigen, eine Tatsache, die auch darin zum Ausdruck kommt, daß mit Belichtungsversuchen beschäftigte Coloristen stets erklären, man erhielte nie zwei Belichtungen desselben Farbstoffes gleichmäßig, geschweige denn das Verhältnis verschiedener Farbstoffe untereinander.

a. *Beleuchtung*. Wie verschieden nicht nur die Zusammensetzung des diffusen Tageslichtes von derjenigen der Sonne, sondern auch die des Tageslichtes und der Sonne zu verschiedenen Zeiten ist, wurde erst in neuerer Zeit in weiteren Kreisen durch

die Farbenphotographie bekannt⁵⁾. Unser Auge empfindet wohl, daß der Ton des Lichtes häufig verschieden ist, aber es kommt uns nur ausnahmsweise zum Bewußtsein, daß jeder Farbenwert verändert ist; dagegen zeigt uns die Farbenplatte ganz scharf, welche Unterschiede in der Strahlenmischung vorhanden sind. Da nun die Farbenplatte diese die Zusammensetzung des Lichtes analysierende Fähigkeit nur der selektiven Lichtabsorption der auf der Platte befindlichen Farbstoffe verdankt, so ist es verständlich, daß die Farbstoffe auch bei ihrer eigenen photochemischen Veränderung⁶⁾ in hohem Maße von der jeweiligen Beleuchtung abhängig sind. Einerseits entsteht nämlich der Eindruck „Farbe“ bei einer Verbindung infolge von selektiver Absorption bestimmter Komplexe und Bindungsverhältnisse, andererseits werden gerade diese Gruppen infolge der durch die Lichtabsorption zugeführten Energie reaktionsfähiger, wodurch ihre Vereinigung mit Sauerstoff, welche zur Vernichtung des Farbstoffes führt⁷⁾, ermöglicht wird. Je nachdem nun die eine oder die andere Gruppe empfindlicher gegen den Angriff des Sauerstoffes ist und bei der gegebenen Beleuchtung stärker oder schwächer absorbiert, kann schon ein und derselbe Farbstoff bei wechselnder Beleuchtung eine ganz verschiedene Lichtechtheit zeigen. In noch höherem Maße macht sich dieses verschiedene Verhalten natürlich beim Vergleich verschiedener Farbstoffe geltend. Kommt nun auch jedem Farbstoff sein ihm eigentümliches von seiner Konstitution abhängiges Absorptionsspektrum zu, so lassen sich die Farbstoffe doch in ihrer Abhängigkeit von der Beleuchtung annäherungsweise in drei Klassen einteilen:

a) Farbstoffe, welche hauptsächlich im langwelligen Teil des Spektrums (rot-blaugrün) absorbieren, also gegen diese Strahlen empfindlich sind.

b) Farbstoffe, welche vornehmlich im kurzwelligen Teil des Spektrums (blau-ultraviolett) absorbieren.

c) Farbstoffe, welche ziemlich gleichmäßig im langwelligen und kurzwelligen Teil des Spektrums absorbieren.

Da nur die Strahlen chemisch wirksam sind, welche absorbiert werden, so ist es einleuchtend, daß sich zwei Farbstoffe, welche z. B. Klasse a und b angehören, besonders bei wechselnder Beleuchtung nicht vergleichen lassen. Handelt es sich z. B. bei der Beleuchtung hauptsächlich um vom blauen Himmel reflektiertes Licht, welches arm an gelben und roten Strahlen ist, so wird ein Farbstoff der Klasse b sehr lichtecht sein, während gleichzeitig ein Farbstoff der Klasse a schnell ausbleicht, während im Sonnenlicht, welches sehr reich an gelben und roten Strahlen ist, das Verhältnis umgekehrt liegen kann. Gehört im vorliegenden Falle der Vergleichstyp Klasse a und der zu prüfende Farbstoff

⁵⁾ Phot. Rundschau 25, 156 (1911).

⁶⁾ Übrigens wird von verschiedenen Seiten die Ansicht vertreten, daß die sensibilisierenden Eigenschaften eines Farbstoffes auf die photographische Platte mit seiner eigenen Lichtempfindlichkeit im Zusammenhang stehen, da die als Sensibilisatoren geeigneten Farbstoffe sehr lichtempfindlich sind.

⁷⁾ Diese Z. 23, 820 (1910); Lehn's Färber-Ztg. 21, 253 (1910).

¹⁾ Diese Z. 24, 1302 (1911).

²⁾ Vgl. auch Lehn's Färber-Ztg. 22, 6, 26, 211 (1911).

³⁾ Hauptsächlich in Lehn's Färber-Ztg. 1911; vgl. auch Chem.-Ztg. 1911, 8, 741.

⁴⁾ Phot. Rundschau 1911, 4; Lehn's Färber-Ztg. 22, 211 (1911).