der Erde, wobei ihn hauptsächlich das Steingewölbe geschützt haben mag, erhalten kann, so daß er nach einem Zeitraume von 300 Jahren noch dieselben Dienste leistet.

Dritte Abtheilung.

Miscellen.

Ueber metallene Schornsteine und die Nachtheile ihrer Anwendung; von F. Kuhlmann.

(Auszug der vom Verf. mitgetheilten Abhandlung.)

Der Verf., der Mitglied einer zur Untersuchung des nachtheiligen Einflusses kupferner und eiserner Schornsteine aufgestellten Commission war, machte bei dieser Gelegenheit, zu Roubaix und anderen Städten in Frankreich, wo solche Schornsteine in nicht unbeträchtlicher Zahl sich vorfinden, folgende wichtige Beobachtungen:

Es fiel in einen Schornstein, an den unmittelbar ein anderer, der durch ein kupfernes Rohr verlängert war, angebaut war, ein Ruß herab, der beträchtliche Mengen eines löslichen Kupfersalzes enthielt. Die Ursache der Erzeugung dieses kupferhaltigen Rußes liegt in der als Brennmaterial angewendeten Steinkohle. Die Steinkohle enthält wechselnde Mengen von Schwefelkiesen, Doppelt-Schwefeleisen, welches bei hoher Temperatur sich in einfach Schwefeleisen umwandelt,

indem es die Hälfte seines Schwefels abgibt. Durch fortgesetzte und gut regulirte Speisung des Heerdes verbrennt dieser Schwefel zu schwefliger Säure, allein in dem Augenblick des Aufgebens, wenn der Heerd eine große Quantität Brennmaterial enthält, ist der durch den Rost streichende Sauerstoff nicht hinreichend oder die Temperatur ist zu sehr erniedrigt, um die Entzündung der Gasarten zu bewirken, und ein Theil des Schwefels entweicht als Schwefelwasserstoff oder Schwefelwasserstoff-Ammoniak, welcher beim Durchstreichen des kupfernen Rohrs einen Theil dieses Metalls in Sulfür verwandelt.

Die Umwandlung des Kupfersulfürs in Sulphat erklärt sich leicht durch den Einfluß der Luft, welche während der Nacht durch das Kamin streicht; diese Umwandlung ist bemerkenswerth noch deshalb, weil das erzeugte Sulphat krystallinisch ist. Dieses Kupfersalz wird zum Theil durch den Luftstrom aus dem Schornstein mit fortgerissen, und war in dem in Cisternen aufgefangenen, von dem Dache des Hauses abgelaufenen Regenwasser nachweisbar, so daß es unter ungünstigen Umständen wohl in solcher Quantität darin vorhanden seyn konnte, um einen nachtheiligen Einfluß auf die Personen auszuüben, die von diesem Wasser Gebrauch machten. Außer diesen Nachtheilen bringen aber die metallenen Schornsteine noch eine andere Gefahr mit sich, nämlich die des Brandes, durch Aussprühung einer beträchtlichen Zahl von Funken, welche selbst weit davon entlegene Wohnungen erreichen, wenn eine Entzündung in dem Schornstein ausbricht.

Nur seltene Beispiele bestätigen die Möglichkeit der Entzündung der Rußablagerungen an den Wänden von Schornsteinen von Dampfmaschinen, wenn sie aus Mauerwerk bestehen, während die Erfahrung gezeigt hat, daß diese Entzündungen sehr häufig in Schornsteinen sind, die durch ein kupfernes Rohr verlängert sind. Die Verengung, welche die

Oeffnung des Schornsteins beim Eintritt in das Kupferrohr erleidet, kann durch Verlangsamung des Zugs in dem unteren Theile, die Bildung eines reichlichen Rufsabsatzes an den gemauerten Wänden veranlassen, aber es gibt auch noch einen andern Grund, der zur Entzündung der mit kupfernen Röhren versehenen Schornsteine beitragen kann. Der Ruß, der sich leicht an die Metallwand anlegt, kann durch Condensation des Sauerstoffs der Luft die freiwillige Entzündung bedingen, selbst wenn die vom Heerde ausgehende Wärme wenig beträchtlich ist, es kann endlich die angeführte Umwandlung des Kupfersulfurs in Sulphat bisweilen die bedingende Ursache dieser Entzündungen seyn oder wenigstens mächtig dazu beitragen durch Erzeugung einer hinreichenden Temperaturerhöhung in mitten einer so entzündlichen und so wenig die Wärme leitenden Masse als der Ruß. In diesem letzteren Falle würde die Wirkung einigermaßen mit der des Gay-Lussac'schen Pyrophors analog seyn. In Roubaix, wo es zahlreiche kupferne Schornsteine gibt, sind die Entzündungen ziemlich häufig, die in der Nacht, für die Nachbarn oft ein Gegenstand der Beunruhigung sind. Der Brand brach sehr oft aus, lange nachdem das Feuer auf dem Heerde gelöscht und selbst wenn die Züge geschlossen waren.

In einem Schornsteine zu Lille, dessen Mauerwerk 26 Meter hoch und durch ein 4 Meter lauges Kupferrohr verlängert war, entzündete sich der Ruß sehr häufig; während der kupferne Schornstein Ströme von entzündetem Rufe ausspie, zeigte die äußere Temperatur des gemauerten Schornsteins, daß es darin nicht brannte. Wenige Tage nach einer reichlichen Aussprühung von Funken, fand man das Mauerwerk vollkommen rein, während sich an den erkaltenden Wänden des Kupfers schon eine 1 Centimeter dicke Lage von Ruß abgesetzt hatte. Schornsteine von Eisenblech zeigen ganz ähnliche Erscheinungen.

Die Kohle wirkt hier gewissermaßen wie Platinschwamm in einem Gemenge von Wasserstoffgas und Luft oder wie durch Wasserstoffgas reducirtes Eisenoxyd, das pyrophorisch ist wenn nicht eine sehr hohe Temperatur seine Porosität zerstört hat. Man erhält einen deutlichen Beweis von der pyrophorischen Eigenschaft des Rufses, wenn man diese Substanz in einem verschlossenen Tiegel glüht und den Deckel vor dem völligen Erkalten wegnimmt. In wenigen Augenblicken geräth die Oberfläche des Rufses ins Glühen durch freiwillige Temperaturerhöhung. Diese Erscheinungen ereignen sich oft bei der Fabrikation des Beinschwarzes; der Sauerstoff wird so leicht durch die Kohle condensirt, daß die Knochen weiß werden, wenn sie nur vor dem völligen Erkalten der Luft ausgesetzt werden. *)

In Schießpulverfabriken ereignete es sich schon, daß pulverisirte Holzkohle freiwillig Feuer fing durch Absorption von Luft bei gewöhnlicher Temperatur.

Der bei der Zersetzung der in der Steinkohle enthaltenen Schwefelkiese entstehende Schwefelwasserstoff vermehrt vielleicht die pyrophorische Eigenschaft des Rufses; jedermann weiß, mit welcher Leichtigkeit poröse Kohlen dieses Gas absorbiren. Nach Th. v. Saussure absorbirt Holzkohle ihr

*) Die grob pulverisirte thierische Kohle zeigt noch eine andere Eigenschaft, welche mit der eben angeführten einige Analogie hat; nämlich das Vermögen unter Beihülfe einer höheren Temperatur das Wasser zu zersetzen. Wenn diese frisch bereitete Kohle mit etwas Wasser befeuchtet wird, so steigt bald die Temperatur und das Beinschwarz verliert einen Theil seiner Kohle und wird grau.

Die nemliche Beobachtung ist für die körnige Kohle anwendbar, welche zur Zuckerfabrikation gedient hat, nur kann in diesem Fall die Temperaturerhöhung zum Theil der Gährung des Zuckers zugeschrieben werden, womit die Kohle imprägnirt ist. Diese Temperaturerhöhung ist so beträchtlich bei großen Massen, und die Verbrennung der Kohle macht solche Fortschritte, daß der Rückstand völlig weiß wird, und bald nur aus phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk besteht.

55faches Volum und condensirt mehr als das 9fache Volum Sauerstoff. Ebenso fand Braconnot bei der Analyse von, allem Anschein nach von Steinkohle herrührendem, Ruße 3,30 Proc. schwefelsaures Ammoniak, welches zum großen Theil nur durch Wirkung der Luft auf das durch die Kohle absorbirte Schwefelwasserstoff-Ammoniak entstanden seyn kann.

Wenn die Entzündungsfälle in gemauerten Schornsteinen seltener als in metallenen sind, so rührt dies daher, weil das gleichförmiger erhitze Mauerwerk den Absatz des Rufes nicht so erleichtert, und weil die abgesetzte Kohle sich nicht in für die Absorption des Gases so günstigen Umständen befindet. In eisernen oder kupfernen Röhren wird diese Absorption, hauptsächlich wenn der Heerd nicht gespeist wird, erleichtert durch die Berührung des beständig durch die äussere Luft erkälteten Metalls.

Es bleibt noch die Frage zu entscheiden übrig, ob nämlich das Schwefelkupfer durch seine Umwandlung in Sulphat auch eine bedingende Ursache der Entzündung in den kupfernen Röhren seyn kann. Das Eisen ist wie das Kupfer im Stande Schwefelwasserstoff zu zersetzen, selbst bei gewöhnlicher Temperatur; das Schwefeleisen kann dieselben Reactionen wie das Schwefelkupfer veranlassen; die freiwillige Entzündung der Alaunschiefer in den Alaanwerken ist ein Beweis davon. Es gibt häufige Beispiele der freiwilligen Entzündung von Schwefelkiesreichen Steinkohlen; diese Entzündungen finden manchmal selbst in den Minen statt und die Verbrennung befindet sich in diesem letzteren Falle gewiss in viel weniger günstigen Umständen als in den metallenen Röhren, wo ein sehr fein zertheiltes Sulfür in Berührung mit gleichfalls sehr fein zertheilter Kohle ist, die bis zur Sättigung den Sauerstoff der Luft condensiren und so die Umwandlung des Sulfürs in Sulphat erleichtern kann. Es bestände demnach ein gewisser Zusammenhang zwischen der absorbirenden und pyrophori-

schen Wirkung der Kohle und der Erzeugung der Sulphate in den metallenen Röhren und diese beiden Entzündungsursachen konnten sehr leicht gleichzeitig wirken. Die schnelle Verderbnis, welcher die eisernen Schornsteine unterliegen, scheint die Bildung des fraglichen Sulfurs zu bestätigen, wovon übrigens der Beweis durch die Analyse der herabgefallenen Asche erlangt wurde. Diese Asche enthält sehr viel schwefelsaures Eisenoxydul und Schuppen von Sulfür, das zum Theil in Sulphat umgewandelt ist.

Wenn die Anwendung metallener Schornsteine in einigen seltenen Fällen zulässig seyn kann, so reichen doch wenige Worte hin, um zu zeigen, wie wenig ökonomisch sie sind. Ausser dem grossen Verlust an Wärme, der durch die metallenen Röhren entsteht und der den Zug vermindert, haben diese Röhren noch den Nachtheil einer ausserordentlich schnellen Veränderung. Ein kupfernes Rohr von 67 Kilogr. ursprünglichem Gewicht verlor in dem Zeitraume von zwei Jahren 17 Kilogr. Metall und war, besonders an der Naht schon durchfressen, während an der äusseren Oberfläche keine merkliche Veränderung statt fand. Der Verlust betrug im Jahr auf den Quadrat-Meter Oberfläche 2 Kilogr. 003 Gr. Die Heftigkeit dieser Zerstörung muß immer von der Mächtigkeit des Heerdes, dem Durchmesser der Röhren, der mehr oder weniger schwefligen Beschaffenheit der Steinkohle abhängen, und sie ist wahrscheinlich nicht für jede Höhe der Röhren gleich. So verlor eine Röhre von Kupfer von 7 Met. 50 Centimeter Länge, und einem Durchmesser von 0,47, die als Schornstein in einer Zuckerraffinerie diente, in Zeit von 2 Jahren nur 23½ Kilogr. an Gewicht, was im Jahr auf den Quadrat-Meter nur 1 Kil. 0,61 Gr. beträgt.

Diese Arbeit führte zu folgenden Schlüssen, die sowohl für die Gewerbe als auch für die öffentliche Sicherheit und Gesundheit von lebhaftem Interesse sind.

1. Die Schornsteine von Kupfer erleiden bei ihrem Gebrauche, wenn die Heerde mit Steinkohlen gespeist werden, eine schnelle Zerstörung: es bildet sich an den inneren Wänden eine Kruste von Schwefelkupfer, das nach und nach in wasserfreies Sulphat übergeht, das in diesem Zustande durch den Luftzug nach oben gerissen wird und auf die umliegenden Dächer zurückfällt. Das Regenwasser löst dieses Salz auf und führt es in die als Reservoir dienenden Cisternen. Das Wasser der Cisternen kann wechselnde Quantitäten je nach der Lage der Dächer, der Richtung des Windes und besonders auch nach der Capacität der Cisternen von diesem giftigen Salze enthalten.

2. Die angeführte Zerstörung gilt auch für eiserne Röhren; es bildet sich, unter gleichen Umständen Schwefeleisen und schwefelsaures Eisenoxydul in bedeutender Menge.

3. Die Anwendung der metallenen Röhren als Schornsteine veranlasst Entzündungen, deren Häufigkeit der pyrophorischen Eigenschaft des Rufs und vielleicht auch der Umwandlung des Schwefelmetalls in Sulphat zugeschrieben werden muß.

4. Die Zerstörung dieser Schornsteine geht so rasch vor sich und die dadurch verursachte Gefahr ist so bedeutend, daß es hinreichen wird, die in dieser Notiz bezeichneten Thatsachen vorzulegen, um den Gewerbsmann von einem Gebrauche abzubringen, der außer dem pecuniären Nachtheil, seine Ruhe und die der Nachbarn untergräbt.