11. *Über das Haften von heißem Holzkohlepulver an kalten Körpern; von G. Tammann.*

Taucht man in heißes, ausgeglühtes Holzkohlepulver, welches wenig okkludierte Gase enthält, einen Glasstab von Zimmertemperatur, so bedeckt sich derselbe, soweit er in das Pulver eingetaucht wurde, mit einer Schicht Pulver, deren Dicke mit der Temperaturdifferenz zwischen Stab und Holzkohlepulver wächst. Läßt man den Stab die Temperatur des Pulvers annehmen, indem man das Pulver einige Zeit mit dem Stabe umrührt, so bleibt fast nichts am Stabe haften. Zieht man den Stab gleich nach dem Eintauchen aus dem heißen Pulver heraus, so haftet das Holzkohlepulver am Stabe nur so lange, als zwischen dem Pulver und dem Stabe eine genügende Temperaturdifferenz existiert. Wenn diese sich nach kurzem Verweilen des mit Holzkohlepulver bedeckten Stabes an der Luft verkleinert hat, so fällt das Kohlepulver plötzlich vom Stabe ab.

Die Erscheinung ist von der Natur des kalten Körpers unabhängig. An Stäben und Drähten aus Platin, Kupfer, Eisen, Messing, Glas und Kohle haften bei gleicher Temperaturdifferenz zwischen dem kalten Körper und dem warmen Holzkohlepulver und bei gleichen Dimensionen der kalten Körper ungefähr gleiche Mengen des Holzkohlepulvers. Dagegen ist die Erscheinung nur auf einen pulverförmigen Körper, nämlich Holzkohle, beschränkt. Allerdings bleibt, wenn man in gefälltes, geglühtes und pulverisiertes Kieselsäureanhydrid einen kalten Stab taucht, beim Herausziehen desselben etwas Pulver an einzelnen Stellen des Stabes haften, aber bei der Abkühlung lösen sich diese Klümpchen nicht wie die Kohleteilchen vom Stabe. Während das Holzkohlepulver den kalten Körper gleichmäßig überzieht und an demselben nur so lange haftet, als eine hinreichende Temperaturdifferenz zwischen Stab und Pulver besteht, haftet das Kieselsäurepulver nur lokal und die Ursache seines Haftens scheint von der Temperaturdifferenz

zwischen kaltem Körper und Pulver unabhängig zu sein. Die bei der Kieselsäure beobachtete Erscheinung trat auch bei Eisenoxyd- und Chromoxydpulver, allerdings in erheblich abgeschwächtem Maße, auf. Keinerlei Wechselwirkung zwischen dem kalten Körper und dem heißen Pulver wurde bei Kupferoxyd, Kaliumkarbonat und Graphitpulver bemerkt. Von allen geprüften Kohlenstoffarten, verschiedenen Präparaten, Retorten-Bogenlichtkohle, Graphit und Holzkohle, trat die Erscheinung des Haftens nur bei der Holzkohle auf. Ein Unterschied zwischen Fichten- und Lindenholzkohle war nicht zu bemerken.

Die Intensität der Anziehung zwischen heißem Holzkohlepulver und einem Glasstab von Zimmertemperatur in Abhängigkeit von ihrer Temperaturdifferenz erlauben folgende Versuche zu beurteilen. An einem Glasstabe von 5 mm Durchmesser blieben beim Eintauchen in Lindenholzkohlepulver bei den unten angegebenen Temperaturen folgende Gewichtsmengen Kohlepulver an je 1 qcm Oberfläche hängen und fielen während der Abkühlung des Pulvers vom Stabe ab.

Temperatur des Holzkohlepulvers	Menge des Pulvers pro 1 qcm Oberfläche
200°	sehr wenig
300	0,010 g
450	0,035
600	0,032

Beim letzten Versuche ist, trotz höherer Temperatur des Kohlepulvers, eine etwas geringere Menge haften geblieben. Doch lehrt der Augenschein, daß mit weiter steigender Temperatur des Pulvers die haftende Menge wächst. So kann man mit einem Platindraht oder Glasstabe durch mehrmaliges Eintauchen in Holzkohlepulver, das im Porzellanrohr auf 1400° erhitzt ist, fast die ganze Menge des Pulvers aus dem Porzellanrohr herausziehen.

Die Menge, welche an einem Stabe aus Dochkohle bei einer Pulvertemperatur von 950° hängen blieb, betrug ebenfalls 0,035 g pro 1 qcm. Es scheint also die Menge des haftenbleibenden Pulvers von der Natur des kalten Körpers wenig beeinflußt zu werden. Dagegen scheinen die Dimensionen des kalten Körpers in ziemlich verwickelter Weise die Menge des

haftenden Pulvers zu beeinflussen. Drei Glasstäbe von 0,7, 0,45 und 0,3 cm Durchmesser wurden je 3,0 cm tief in schwachglühendes Holzkohlepulver getaucht, es blieben an den drei Stäben 0,296, 0,241 und 0,125 g Pulver hängen. Man kann weder sagen, daß die Menge des Pulvers proportional der Masse noch der Oberfläche des kalten Körpers zunimmt. Die pro 1 qcm haften gebliebenen Mengen betragen 0,042, 0,057 und 0,044 g. Mit abnehmender Dicke des Stabes wächst also zuerst die Menge und nimmt dann ab.

Auf eine elektrische Anziehung kann die Anziehung zwischen heißem Pulver und kaltem Körper nicht zurückgeführt werden, denn am Haften des Holzkohlepulvers wird nichts geändert, ob der Stab aus einem Isolator (Glas) oder einem mit der Erde verbundenen Leiter (einem Kupferdraht) besteht.

Taucht man einen heißen Körper in kaltes Holzkohlepulver, welches sich mit Gasen beladen hat, so wird das Pulver durch die sich entwickelnden okkludierten Gase aufgewirbelt. Ist das Holzkohlepulver frei von Gasen, so ist auch ein heißerer Körper, der in dasselbe eingeführt wird, ohne Wirkung auf das Pulver. Da die Entwicklung von Gasen aus dem Pulver durch Einführung eines heißen Körpers eine Abstoßung zwischen kaltem Pulver und heißem Körper hervorzubringen scheint, so lag die Vermutung, daß im umgekehrten Falle die Anziehung zwischen dem kalten Körper und dem heißen Pulver ebenfalls auf einen Gasstrom zurückzuführen ist, nahe. Durch die Okklusion von Gasen im erkaltenden Pulver würde sich ein Gasstrom ausbilden, welcher das Pulver an den kalten Körper drückt. Für diese Auffassung spricht vor allem der Umstand, daß die Erscheinung nur bei demjenigen Pulver, welches die größten Gasmengen absorbiert, auftritt. Andererseits könnte die Tatsache, daß glühendes Kohlepulver, welches keine Gase okkludiert, ebenfalls stark angezogen wird, gegen jene Auffassung vorgebracht werden. Da dieser Einwand nicht gut ganz zurückzuweisen ist, so wurde ein Versuch angestellt, der zur Entscheidung unserer Frage führen mußte.

Man darf wohl erwarten, daß, wenn die fragliche Anziehung durch einen Gasstrom verursacht wird, dieselbe mit dem Druck der umgebenden Luft stark abnehmen wird, da

erstens die Menge der Luft, welche vom Holzkohlepulver okkludiert wird, mit abnehmendem Druck abnimmt und da zweitens die lebendige Kraft des Gasstromes ebenfalls abnimmt.

Führt man in ein Glasrohr von etwa 20 mm Durchmesser, auf dessen Boden Holzkohlepulver liegt, durch ein engeres zentral angeschmolzenes Rohr einen Glas- oder Metallstab, der mit diesem Rohr durch ein Stückchen Kautschukschlauch verbunden ist, so kann man durch Verschiebung des Stabes im Schlauch das Ende des Stabes in das erhitzte Pulver tauchen und aus demselben wieder in die oberen kalten Teile des Glasrohres ziehen, wobei der Druck der Luft im evakuierten Rohre sich nicht merklich ändert. Es ergab sich bei dieser Versuchsanordnung, daß bis zu einem Druck von 0,5 mm der Luft im Rohr die Erscheinung des Haftens des Holzkohlepulvers am kalten Körper, dem Augenschein nach zu urteilen, sich nicht änderte.

Hieraus muß man wohl schließen, daß die Anziehung zwischen einem kalten Körper und heißem Kohlepulver nicht durch einen Gasstrom verursacht wird. Es würde dann, so weit ich hier sehen kann, wohl nur die Annahme eines Kraftfeldes besonderer Art, welches mit der Temperaturdifferenz zwischen dem Holzkohlepulver und dem kälteren Körper verschwindet, übrig bleiben.

Göttingen, Institut für anorganische Chemie.

(Eingegangen 12. November 1905.)