*IV. Neue Versuche und Bemerkungen
über das Verbrennen von gasförmigen Mischungen,*

von

Sir HUMPHRY DAVY,

(vorgelesen in d. Kön. Ges. d. Wiss. zu Lond. d. 23. Jan. 1817.)

Frei bearbeitet von Gilbert.

In der Abhandlung, welche ich in den letzten Sitzungen der Königl. Gesellschaft vorgelesen habe, sind die Erscheinungen von mir beschrieben worden, unter denen sowohl das Wasserstoffgas, als das öhlbildende Gas, langsam und ohne Flamme verbrennen. Ich habe ferner in dieser Abhandlung dargethan, daß die Temperaturen der Flammen unendlich viel höher sind, als die Temperaturen, welche zum Entzünden der festen Körper erfordert werden. Und ich schloß daraus, es sey wahrscheinlich, daß, wenn in gewissen Verbindungen von Gasen, wie den eben erwähnten, die sich entbindende Hitze nicht hinreiche, die Gase selbst leuchtend zu machen, sie doch wohl noch die Temperatur fester Körper bis zur Hitze des Rothglühens erhöhen könne.

Ich hatte mehrere Versuche über diesen Gegenstand erdacht. Ich wollte in Mischungen von Sauer-

stoffgas und öhlbildendem Gas, so wie von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas, während beide Gase sich unter abgeänderten Umständen langsam vereinigen, sehr feine Drähte bringen, kam aber, noch ehe dieses geschah, durch Zufall zur Kenntniß einer *Thatfache*, und zugleich zu der Entdeckung einer Reihe von Erscheinungen, welche eben so neu als merkwürdig sind.

Ich war mit Versuchen beschäftigt, die mich belehren sollten, wie mit Zunahme der Temperatur die Gränzen der Verbrennlichkeit der Mengen von atmosphärischer Luft mit Kohlen-Wasserstoffgas weiter hinaus gerückt werden. Ich hatte zu dem Ende einen feinen Platindraht über der Flamme einer kleinen Sicherungs-Lampe mit Draht-Gewebe besetzt, und brachte die Lampe brennend in eine verbrennliche Mischung, worin das aus Steinkohlen erhaltene Gas im *Maximo* vorhanden war *). Nachdem sich das Gas im Innern der Laterne entzündet hatte, trieb ich aufs neue brennbares Gas hinein, in der Hoffnung, daß die Hitze, welche dieses Gas beim Hindurchgehen durch das Drahtgewebe annehmen müsse, das überflüssige Gas verhindern werde, die Flamme zum Erlöschen zu bringen. In der That dauerte die Flamme noch 2 bis 3 Secunden lang nach dem Hineintreten des Gases fort, und nachdem sie erloscht war, blieb der Theil

*) Das heist unstreitig in derjenigen größten Menge, bei der die Mischung noch verbrennlich ist.

des Platindrahts, welcher am stärksten erhitzt worden war, noch mehrere Minuten lang rothglühend. Dafs wirklich keine Flamme in der Laterne war, davon überzeugte ich mich zum Ueberflusse noch an einem ganz dunkeln Orte, wohin ich die Laterne trug.

Es fiel mir sogleich ein, dafs dieses gerade der Erfolg sey, den ich durch andere Mittel zu erhalten gehofft hatte, und dafs hier das Sauerstoffgas und das brennbare Gas sich in der Berührung mit dem heißen Drahte ohne Flamme vereinigen, und dabei so viel Wärme entbinden, dafs sie den Draht glühend erhalten und zugleich ihr eigenes Verbrennen unterhalten. Die Richtigkeit dieses Schlusses bewies ich dadurch, dafs ich ein ähnliches Gasgemenge machte, und einen feinen Platindraht, den ich zuvor erhitzt hatte, hinein brachte. Der Draht zeigte sich im Augenblicke des Hineinbringens glühend, dem Weissglühen nahe, als wenn er selbst der verbrennende Körper sey, und lange Zeit über glühete er roth; und als er aufhörte zu glühen, fand sich, dafs die Gasmengung nicht mehr entzündlich war.

Es reichte, um diese merkwürdige Erscheinung hervor zu bringen, eine Temperatur hin, welche weit niedriger als die des Glühens war. Ich zog den Draht mehrmals heraus und liess ihn an der Luft erkalten, bis er nicht mehr roth glühte; so oft ich ihn dann aber in die Gasmengung wieder hineintauchte, ward er aufs neue glühend.

Dieselben Erscheinungen lassen sich erhalten mit Mengungen von öhlbildendem Gas und atmosphärischer Luft, und mit Mengungen dieser Luft mit gasförmigem Kohlenstoffoxyd, mit Blausstoffgas und mit Wasserstoffgas; in diesem letztern Gemenge fand dabei ein schnelles Erzeugen von Wasser statt.

Die Grade der in diesen langsamen Verbrennungen entstehenden Hitze fand ich durch Versuche mit Drähten von verschiedenen Dicken. Drähte von einerlei Dicke glühten in Mengungen atmosphärischer Luft mit Wasserstoffgas stärker, als in den Mengungen mit öhlbildendem Gas, und in diesen stärker als in den Mengungen mit gasförmigem Kohlenstoffoxyde. War der Draht sehr fein, zum Beispiel nur $\frac{3}{8}$ Zoll dick, so wurde er in sehr verbrennlichen Mengungen so heiss, daß er sie zum Detoniren brachte. In den minder verbrennlichen Mengungen wurde derselbe Draht nur hell- oder dunkel-rothglühend, der Natur der Mischung gemäß.

Die Gasmengungen, welche die Flamme innerhalb gewisser Gränzen nicht detoniren macht, zeigten diese merkwürdigen Erscheinungen, es möchte die atmosphärische Luft oder das brennbare Gas überflüssig vorhanden seyn.

Dieselben Erscheinungen finden sich bei mehreren *verbrennlichen Dämpfen* wieder. Ich habe Versuche mit Aetherdampf, mit Alkoholdampf, mit Terpenthinöldampf, und mit Naphthadampf

gemacht. Die Thatfache läßt sich in wenig Minuten in voller Klarheit vor Augen bringen mit Dampf von Aether oder von Alkohol. Man bringe einen Tropfen Aether in ein kaltes, oder einen Tropfen Alkohol in ein warmes Glas, erhitze einen spiralförmig gewundenen Platindraht von $\frac{3}{8}$ oder $\frac{7}{8}$ Zoll Dicke auf einem Stück Eisen oder an der Flamme eines Lichts, und tauche diesen Draht in das Glas, so wird er glänzend glühend, in einigen Stellen des Glases fast weißglühend, und bleibt es so lange, als noch hinlänglich viel Dampf und Luft in dem Glase vorhanden sind. Stellt man diesen Versuch mit dem langsam verbrennenden Aetherdampfe im Dunkeln an, so zeigt sich über dem Drahte ein blaßes phosphorescirendes Licht, welches besonders sehr deutlich zu sehen ist, wenn der Draht aufhört zu glühen. Und diese Erscheinung ist von der Bildung einer besondern, flüchtigen und stechenden Substanz begleitet, welche saure Eigenschaften besitzt *).

) Herr Faraday, chemischer Gehülfe an der *Royal Institution*, dessen Beistand bei diesen Untersuchungen von Herrn Davy in der vorbergehenden Abhandlung gerühmt worden ist, hat diese neue saure Substanz auf Herrn Davy's Veranlassung näher untersucht, und einige Versuche und Bemerkungen über sie in dem *journal of the roy. instit.* Vol. 3. bekannt gemacht, welche ich, als an ihrer schicklichsten Stelle, hieher setze. „Hält man, sagt er, einen heiß gemachten Platindraht über die Oberfläche von Aether, der sich in einem offenen Glase befindet, so sieht man rings um den Draht

Es ist der Mühe werth, die Veränderungen zu untersuchen, welche im Allgemeinen durch ein langsames Verbrennen hervorgebracht werden. Wenn man einen Platindraht unter den gewöhnlichen Umständen in eine Mischung von Blausäuregas mit Sauerstoffgas, worin dieses im Ueberschusse vor-

eine blasse lechzende Flamme spielen, es entsteht ein besonderer stechender Dunst, und der Draht wird immer heißer, bis er zuletzt roth, ja selbst weiß glüht, und dann nicht selten den Aether entzündet. Mit einem erwärmten Glaße oder Porcellainstab erhält man zwar auch die blasse Flamme und den Dunst, beide verschwinden aber bald, wegen des erkältenden Einflusses solcher Stäbe. Der Dunst entsteht in allen Temperaturen, welche etwas über dem Siedepunkte des Quecksilbers bis zur Entzündungshitze des Aethers hinauf liegen. Er ist sehr herb (*acid*) und stechend, hat einen ähnlichen Geruch als die Chlorine, greift die Augen wie Chlorine - Stickstoff an, und röthet nasses Lackmuspapier. Bringt man in ihn einen in flüssiges Ammoniak getauchten Stab, so verbindet er sich mit dem Ammoniakdampf in Gestalt eines weißen Rauchs.“

„Schwefel - Aether giebt den meisten solchen Dampf; dieser läßt sich aber auch von andern Aethern erhalten. Dem viel leichter entzündlichen Salpeter - Aether und dem Salz - Aether muß man zuvor etwas Kali - Auflösung zusetzen; der Dunst vom erstern ist dann rein, ohne beigemengter salpetriger Säure, und so reichlich als von Schwefel - Aether; Salz - Aether aber giebt weniger. Essig - Aether muß man zuvor erwärmen, wenn er den Draht im Rothglühen erhalten soll, und nie gab er den sauren Dunst.“

handen ist, bringt, so erhitzt er sich bis zum Weißglühen, und es zeigen sich in der Gasmengung gelbe Dämpfe salpetriger Säure. Es bildet sich sehr viel gasförmiges Kohlenstoffoxyd vermennt mit öhlbildendem Gas, und die Gasmengung ist wegen zu großer Menge an brennbarem Gas nicht explosiv.

„Um die neue Säure rein zu erhalten, brachte ich etwas Aether in eine Blase voll Luft, und trieb dann diese durch eine erhitzte Glasröhre, in welcher Platindraht und Platinfolie lagen; die Glasröhre endigte sich in einer mit einer Frostmischung umgebenen Flasche. Nachdem ich so mehrere Blasen voll Luft mit Aetherdampf geschwängert langsam durch die Röhre hatte hindurchsteigen lassen, faul sich auf den Platinstücken in der Röhre etwas Kohle, und in der Flasche eine wässrige Auflösung der besondern Säure; es hatte sich überdem viel kohlenfaures Gas gebildet und zerstrent. Aber auch, wenn man diesen Proceß mehrere Stunden lang fortsetzt, bleibt die Menge der wässrigen Säure nur sehr gering. Die Auflösung war hell, farbenlos, von schwachfäuerlichem Geschmack und von heftig reizendem Geruch. Sie röthete Lackmuspapier, welches auch die Dämpfe derselben thaten; beim Erhitzen verslog die Säure ganz, und wenn sie bis zur Trockniß abgedampft wurde, blieb in der Schale eine schwache Spur von Kohle zurück. Ich versuchte, sie über geschmolzenen salzsauren Kalk abzuscheiden, um sie in ihrer reinen Gestalt zu erhalten, bekam aber wegen der zu geringen Menge kein entscheidendes Resultat. Es entband sich kein Gas, und ging auch nichts tropfbar-flüssiges über, bis die Säure durch die Hitze zerlegt wurde.“

Herr Faraday hat diese Bildung der neuen Säure auch

Ich habe versucht, diese Erscheinungen durch langsame Verbrennen mit verschiedenen Metallen hervorzubringen, es ist mir aber nur mit Platin und Palladium geglückt; Kupfer, Silber, Eisen, Gold und Zink bewirken sie nicht. Platin und Palladium sind im Vergleich mit den andern Metallen

dahin abgeändert, daß er die Blase mit Sauerstoffgas und kohlensaurem Gas, statt mit atmosphärischer Luft füllte, das Gas über Quecksilber aufging, und dann mit Kalkwasser schüttelte, in Hoffnung, die Säure auf diese Weise rein zu erhalten. Dieses Verfahren blieb aber bei der zu geringen Menge der gebildeten Säure fruchtlos.

Mit Ammoniak, mit Kali und mit Natron vereinigt sich die neue Säure zu neutralen Salzen, welche Herr Faraday in fester Gestalt erhalten hat, und aus denen die gewöhnlichen Säuren die neue Säure austreiben, die dabei wenigstens zum Theil zersetzt zu werden scheint. Das Ammoniaksalz war sehr flüchtig, schon in Temperaturen unter der des kochenden Wassers, und hatte dann einen stinkenden Geruch, so widrig als den der Säure, doch einen andern; das Kalisalz krySTALLISIRTE und war zerfließend; wurde die Auflösung desselben bis zur Trockniß abgedampft, so zersetzte es sich und die Säure wurde zerstört. Die neutralen Auflösungen der alkalischen Salze der Säure fällten Silber- und Quecksilber-Auflösungen, aber keine andere Metall-Auflösungen, und die Niederschläge waren in vielem Wasser auflöslich.

Die Säure zersetzte die Verbindungen der Kohlen Säure mit Kali, Natron und Ammoniak, unter Austreiben der Kohlen Säure; auf kohlen sauren Kalk wirkte sie nicht, und auch

schlechte Wärmeleiter und haben verhältnißmäßig nur eine geringe Capacität für Wärme; und hierin liegt, wie es mir scheint, der Hauptgrund, warum sie diese langsamen Verbrennungen unterhalten, hervorbringen und sichtbar machen.

Ferner habe ich den Versuch mit einigen erdigen Körpern gemacht, welche schlechte Wärmeleiter sind; ihre Capacität für den Wärmestoff und

in andern Fällen schien sie Herrn Faraday eine schwächere Verwandtschaft als die Kohlensäure zu haben.

Als Herr Faraday eine neutrale Verbindung der Säure mit Kali bis zur Trockniß abdampfte und dann trocken destillirte, gingen im Quecksilber - Apparate 2,17 Kubikzoll Gas über, und blieb viel Kohle mit dem Kali in der Retorte zurück. Das Gas trübte Kalkwasser, und wurde beim Schütteln mit Kali - Auflösung bis auf 1,6 Kubikzoll vermindert. Dieser Gasrückstand war entzündlich und brannte mit einer leichten Flamme. Es ließen 4 Maafs mit 6 Maafs Sauerstoffgas detonirt, 2 Maafs Rückstand, welche mit 4 Maafs Salpetergas zu 2 Maafs wurden, so daß dieser Gasrückstand ein Gemenge aus Kohlenstoffoxyd und aus Kohlen - Wasserstoffgas zu seyn schien. Hiernach sind Sauerstoff, Wasserstoff und Kohlenstoff die Bestandtheile dieser Säure, und zwar ist letzterer in sehr großer Menge vorhanden, nach dem Rückstande in der Retorte zu urtheilen.

Der unterscheidende Charakter dieser Säure ist ihre reizende Einwirkung auf Augen und Nase; sie gleicht darin etwas der Sauerklefsäure, ist aber noch stechender. Auch ihre Salze haben zum Theil diesen Charakter; wenigstens kommt er dem Ammoniaksalze zu, wenn es versüßigt wird. *Gilb.*

ihr Strahlungs-Vermögen wirken aber hierbei zu stark mit. Eine dünne Lage eines kohlenstoffartigen Körpers, verhindert schon Platin, das mit ihr überzogen ist, völlig glühend zu werden, und eben so das Palladium ein dünner Ueberzug mit Schwefel-Palladium; welches daher kömmt, daß diese Ueberzüge das Strahlungs-Vermögen der beiden Metalle vermehren.

Mit dünnen Streifen von Platin und Palladium gelingt der Versuch eben so gut als mit feinen Drähten, wenn ihre Gestalt nur freien Zug der Luft zuläßt, und man kann so eine große Fläche Platin in Aetherdampfe oder in einer verbrennlichen Mischung von Luft und dem brennbaren Gas aus Steinkohlen zum Glühen bringen.

Ich verweile mich jetzt nicht dabei, nachzuweisen, in welchem Zusammenhange diese das langsame Verbrennen betreffenden Thatfachen mit den übrigen Thatfachen stehen, die ich in der chemischen Geschichte der Flamme beschrieben habe. Er kann uns zu neuen theoretischen Ansichten und zu neuen Untersuchungen führen, welche ich in einer andern Abhandlung weiter zu verfolgen hoffe. Die jetzige beschliesse ich mit einer für die Praxis nutzbaren Anwendung.

Wenn man in meiner Sicherungs-Lampe einige Windungen feinen Platindrahts oder ein dünnes Blatt Platin oder Palladium so befestigt, daß sie über dem Dochte schweben, so wird diese Vorrichtung, allem Anscheine nach, dem Bergmann

selbst in solchen Mischungen brennbarer Luft, welche nicht mehr explosiv sind, hinreichend viel Licht geben, indem, wenn auch wegen der zu großen Menge des brennbaren Gases die Flamme verlöscht, doch der Schein des Metalls fortfahren wird, dem Bergmanne zu leuchten. Und wenn er hier die Lampe an verschiedene Stellen der Strecke bringt, so wird er aus dem Glanze des Metalls auf den Zustand der Atmosphäre schließen können. Was das Athmen betrifft, so ist in dieser Hinsicht keine Gefahr zu befürchten, so lange der Draht fortfährt zu glühen; denn diese Erscheinung hört schon auf, wenn das brennbare Gas bis auf $\frac{2}{3}$ des Raums der Atmosphäre angewachsen ist.

Ich habe in das Innere einer Sicherungs-Lampe mit Drahtgewebe, mittelst eines dicken Platindrahts einen kleinen Käfig aus feinem Platindraht von $\frac{1}{8}$ Zoll Durchmesser, in einer Höhe von ungefähr 2 Zoll über den Docht, der angezündet war, gehängt, und sie so unter einen großen Recipienten gesetzt, dessen Luft ich mittelst eines Gazometers, durch Beifügen von brennbarem Gas aus Steinkohlen nach Willkür verändern konnte. So bald der Luft etwas von diesem Gas beigemischt war, fing das Glühen des Platins an, und wurde immer stärker bis zu dem Zeitpunkte, daß die Flamme des Dochtes verlöschte und das ganze Innere des Cylinders mit Flamme erfüllt wurde. Nun nahm das Glühen des Platins ab. Als aber die Menge des brennbaren Gases so groß wurde, daß sie die Flamme auslöschte,

wurde der kleine Platin-Käfig weifsglühend, und verbrennerte rings umher ein sehr glänzendes Licht. Als des brennbaren Gases noch mehr wurde, schien das Glühen des Platins wieder abzunehmen. Als es so schwach geworden war, daß das Licht kaum noch bemerkt werden konnte, liefs ich kleine Mengen atmosphärischer Luft hinein, und sehr schnell vermehrte sich die Hitze des Platins. Und wenn ich Luft und Steinkohlengas in gehörigen Verhältnissen zusetzte, so kam das Metall wieder zum Weifsglühen; bald darauf erschien im Innern des Sicherungs-Cylinders wieder die Flamme; und wurde diese mit einer neuen Menge atmosphärischer Luft gespeist, so entzündete sie nun wie gewöhnlich den Docht.

Ich habe diesen Versuch häufig angestellt, und immer war der Erfolg der nämliche. Wenn der Draht, an welchem der kleine Platin-Käfig hing, sehr dick war, so behielt er, (er mochte aus Platin, oder aus Silber, oder aus Kupfer bestehen,) noch Hitze genug, nachdem der Platin-Käfig in der fast nur aus Steinkohlengas bestehenden Atmosphäre alles sein Licht verloren hatte, Hitze genug, um noch nach $\frac{1}{2}$ Minute, wenn nun eine schickliche Mischung von atmosphärischer Luft und Steinkohlengas in den Recipienten gebracht wurde, den Platin-Käfig in den Stand zu setzen, aufs neue glühend zu werden. Mit noch dickerem Drahte liefs sich dieses Wieder-Hervorrufen des Glühens noch nach einem längern Zeitraume bewirken.

Die Erscheinung des Glühens des Platins findet in einem schwachen Grade statt, in einer Gasmengung, welche dem Raume nach aus 2 Theilen atmosphärischer Luft und 1 Theil Steinkohlengas besteht; in ihrem ganzen Glanze stellt aber nur eine Mengung von 3 Theilen Luft mit 1 Theile dieses Gas sie dar. Je größer die Menge des Wärmestoffs ist, die entbunden wird, desto größer kann auch die Menge des Steinkohlengases seyn; so daß ein breites Platingewebe noch in einem Gemenge mit verhältnismäßig mehr brennbarem Gas als einzelne Drahtfäden glühen wird, und ein bis zum Weißglühen erhitzter Draht vor einem nur bis zum Rothglühen erwärmten denselben Vorzug haben wird. Ein Gemenge aus 3 Theilen atmosphärischer Luft und 1 Theile brennbarem Gas aus Steinkohlen brennt aus einer Flasche, wenn es an deren Mündung, wo es mit der Atmosphäre in Berührung ist, angesteckt wird, gerade so, wie reines brennbares Gas, ohne daß eine Explosion entsteht. Führt man durch die Flamme einen feinen aufwärts gekrümmten und an seinem Ende gerollten Platindraht, langsam durch die Flamme herab, so fährt er fort zu glühen mitten in der Gasmengung, und auf diese Art zeigt sich derselbe gasartige Körper brennbar, und zugleich fähig, als Unterhalter des Verbrennens zu wirken.

Nach aller Wahrscheinlichkeit werden sich in den schlagenden Wettern der Steinkohlengruben an dem kleinen Platin-Käfig dieselben Erscheinun-

gen wiederfinden, welche er mir in den Mengungen aus atmosphärischer Luft und Steinkohlengas gezeigt hat. Bei den Versuchen in den schlagenden Wettern muß man sich indess sorgfältig versehen, daß weder Platinfäden noch Platindraht aus der Lampe heraus reichen; denn sie würden das äußere explosive Gasgemenge entzünden. Ein Platindraht kann ein explosives Gasgemenge in der Sicherungs-Lampe anstecken, er sey noch so klein, und der Erfolg ist derselbe, als mit einer bedeutenden Masse von Platin; die Kraft der Explosion wirkt nach allen Theilen des Drahtgewebes, und die Flamme wird von diesem zurückgehalten.

In einer sehr kleinen Sicherungs-Lampe, in welcher man einen hinlänglich großen Platin-Käfig angebracht hat, lassen sich Mengungen aus Luft und Steinkohlengas, selbst solche, welche explosiv sind, ohne Flamme verbrennen. Bringt man am Boden der Lampe um den Docht einen Platin-Käfig an, so wird der Draht gegen Rauch geschützt. Ich habe Sicherungs-Lampen, die mit einem solchen Apparate versehen sind, nach *Newcastle* und nach *Whitehaven* geschickt, damit man sie versuche, und mit wahrer Ungeduld erwarte ich Nachricht von der Wirkung derselben in Atmosphären, in welchen sich durch Verbrennen kein anderes fortdauerndes Licht hervorbringen läßt.