Zeitschrift: Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft

Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft

Band: 31 (1889-1890)

Artikel: Ueber das Feuer : oeffentlicher Vortrag mit Experimenten

Autor: Ambühl, G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-834560

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 21.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

IX.

Ueber das Feuer.

Oeffentlicher Vortrag mit Experimenten

gehalten am 26. Februar 1891

zu Gunsten der Freibetten im Kantonsspital

von

Dr. **G. Ambühl**, Kantonschemiker.

Wann und wie ist das Menschengeschlecht zur Kenntniss des Feuers, dieses Segen-, Licht- und Wärmespenders gelangt, dessen Besitz ein Grundstein unserer Cultur, unseres Haushaltes und unserer Technik bildet? Wir wissen es nicht und werden es kaum je erfahren; denn schon in den ältesten Perioden der Menschengeschichte, aus denen Ueberlieferungen auf unsere Zeit gekommen, und bei allen Naturvölkern, welche später in den Gesichtskreis der Culturnationen getreten sind, war die Kunst des Feueranmachens bekannt. Aus der Sagenwelt der alten Griechen erfahren wir, dass das Feuer göttlichen Ursprungs ist: Prometheus hat es für die Menschen aus dem Olymp geholt, der Esse des göttlichen Schmiedes Hephästos entnommen und, in einem Schilfrohr versteckt, glücklich zur Erde gebracht, ihm selbst zum Verderben, aber dem Menschengeschlecht zum dauernden Segen. Was würde für uns die Erde ohne das Feuer sein, dessen wir uns Tag um Tag in hundert Formen der Erscheinung bedienen! Nicht nur unsere Cultur, unser Sein und Leben ist mit der Kunst,

willkürlich und leicht über Feuer zu verfügen, auf's Engste verknüpft.

Was ist denn „Feuer“? Ein Grundstoff, ein Element, das innig gesellt mit Erde, Luft und Wasser unsere sinnliche Welt aufbaut, so sagt ein bekanntes Dichterwort. Das war die Anschauung des griechischen Weltweisen Aristoteles, welcher mit seinen vier Elementen aber nicht sowohl einfache, unzerlegbare Materien, sondern vielmehr gewisse allgemeine Zustände des Stoffes bezeichnen wollte; bei Aristoteles verkörperte das Feuer die Eigenschaft der Wärme oder Hitze, die Erde der Trockenheit, das Wasser der Feuchtigkeit, die Luft der Kälte.

Bis in's 16. Jahrhundert unserer Zeitrechnung blieb diese Anschauung über das Wesen des Feuers die herrschende unter den Naturforschern. Galenus, der berühmte Arzt und Chemiker, und nach ihm die ganze alchemistische Schule glaubte, dass das Feuer ein mit Eigenschwere begabter, wägbarer Stoff sei.

Van Helmont, geboren 1577, ein brabantischer Arzt und Chemiker, der vorzüglichste Vertreter des folgenden medicinischen Zeitalters der Chemie, verwarf als Erster die Elemente des Aristoteles und sprach die Ansicht aus, dass das Feuer keine Substanz, sondern eine Erscheinung, ein Zustand sei. Er machte zuerst die Beobachtung, dass die Luft an Volumen abnimmt, wenn ein Körper darin verbrannt wird.

In einer folgenden Periode der Naturerkenntniss, im 17. und 18. Jahrhundert, fassten die Chemiker das Feuer oder die Verbrennung als eine Zerstörung oder Zerlegung auf, als das Austreten eines Stoffes, den sie Phlogiston nannten, aus der verbrennenden Substanz. Nach dieser Theorie enthalten alle brennbaren Körper Phlogiston; die Entweichung dieses Stoffes ist der Act der Verbrennung, ist die Erschei-

nung des Feuers. Darnach wäre das Verbrennungsproduct der Quantität nach geringer, als der verbrennliche Körper. So sehr waren die Chemiker jenes Zeitalters von der Wahrheit ihrer Anschauung überzeugt, dass sie die quantitativen Erscheinungen, welche ihren Irrthum sofort hätten wahrnehmen lassen, als ganz nebensächlich betrachteten.

Der Uebergang zu einer andern, zu der heute herrschenden Anschauung über das Wesen des Feuers vermittelte der englische Chemiker Priestley durch seine 1774 erfolgte Entdeckung des Sauerstoffgases als eines Bestandtheils der atmosphärischen Luft. Er erkannte in diesem Gase eine Luftart, welche das Verbrennen lebhafter unterhält, als die gewöhnliche Luft; aber zum nahe liegenden Schluss, dass die Verbrennung selbst der Act der Vereinigung dieses Gases mit dem brennbaren Körper sei, kam Priestley nicht.

Der Schwede Scheele entdeckte ebenfalls zu Ausgang des letzten Jahrhunderts selbständig die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft; er nannte den einen Bestandtheil, welcher das Brennen unterhält, „Feuerluft", den andern, den wir heute als Stickstoff bezeichnen, „verdorbene Luft".

Lavoisier, der berühmte französische Chemiker, dessen Verdienste seine Landsleute so hoch stellen, dass sich ein Akademiker kurz nach dem grossen Kriege zu dem Ausspruch versteigen durfte: *La chimie est une science française;* Lavoisier, der trotz dieser seiner eminenten Verdienste in der Revolutionszeit unter der Guillotine verbluten musste, bewies zuerst, dass sich bei der Verbrennung ein gewisser Körper, ein Bestandtheil der Atmosphäre, mit der verbrennlichen Substanz verbindet, in der Art, dass das Product der Verbrennung genau so viel wiegt, wie die verbrannte Substanz und der aufgenommene luftförmige Körper zusammen. Diese Auffassung Lavoisier's über die Verbrennung und den ihr ähn-

lichen Vorgang der Verkalkung, also der Oxydation überhaupt, ist die heute herrschende; sie bildet die Grundlage der modernen Chemie.

So sei uns denn klar, dass das Feuer kein Stoff, keine Materie, also auch kein Grundstoff, kein Element, sondern ein Vorgang, eine Erscheinung, ein Act ist.

Unter *Feuer-Erscheinung* verstehen wir das gleichzeitige Auftreten von Licht und Wärme. Für die auf unserer Erde sich abspielenden Feuererscheinungen kennen wir im Wesentlichen drei Ursachen: Elektrizität, Reibung und chemische Vorgänge.

Der elektrische Strom, welcher einen schlechten Leiter passirt, erhitzt den seine Bewegung hindernden Stoff zu heller Glut. Wir sehen dies en miniature beim Glühlicht-Lämpchen, dessen Kohlenfaden oder Platindraht im luftleeren Raum Licht und Wärme spendet, glüht, aber nicht verbrennt; wir sehen es in majestätischer Grösse, weit über den Umfang des menschlichen Experimentes hinaus beim Blitzstrahl, dessen Licht das Dunkel der Nacht unheimlich schön erhellt, dessen Glut aber Eisenstangen und Glockenmetall schmelzt und die harte Felsenkante im Hochgebirge zu Glas verwandelt.

„Reibung erzeugt Wärme“, das ist eine physikalische Thatsache, die von den Schuljahren her am längsten sich in unsern Köpfen erhält. Die durch Reibung erzeugte Wärme kann sich bis zu gleichzeitiger Lichtwirkung steigern; dann sehen wir durch Reibung erzeugtes Feuer. Wir müssen mit einer gewissen Ehrfurcht dieser einfachen Thatsache gedenken; denn auf ihr beruhte zuerst die Kunst des Feueranmachens und beruht sie heute noch zum Theil. Durch andauernde Reibung von harten an weichen Holzstücken verstand es der Urmensch, wahrscheinlich auch unser pfahlbauende Vorfahr, den Wärmegrad des Feuerfangens zu erreichen; wie mag

er die einmal entfachte Flamme ängstlich behütet haben! In allen Robinsonaden spielt die Erlangung des ersten glimmenden Funkens dieselbe wichtige Rolle.

Aber auch unser Grossvater hat noch ein Reibfeuerzeug benützt, den harten Feuerstein, der aus dem Stahle den Funken schlug, welcher seinerseits den leicht brennbaren Zunder zum Erglühen brachte. Und heute ist es wiederum die Reibung, welche beim Anstreichen des Zündhölzchens das bischen nöthige Wärme zur Entzündung des Phosphors liefern muss.

Die Reibung erzeugt aber bei all' den unzähligen raschen Bewegungen in Gewerken und im Verkehr auch gefährliche und verderbliche Wärme. Das rollende Rad reibt sich heiss an seiner Axe und auf der Bahn und kann seine Holztheile entzünden; dies ist schon manchem Mühlwerk und manchem Eisenbahnwagen, im Toggenburg drin vor Zeiten sogar einer Feuerspritze passirt.

Wenn wir von der Reibungswärme im Kleinen Gebrauch machen, so beruhen dagegen die durch das kleine Kunstfeuerchen eingeleiteten grossen Verbrennungs- und Feuererscheinungen immer auf chemischen Vorgängen oder chemischen Processen. Wir verstehen darunter jene Naturerscheinungen, wobei durch die Vereinigung von zwei oder mehreren Stoffen ein neuer Stoff mit ganz neuen Eigenschaften entsteht. Es ist ein Naturgesetz, dass bei jedem chemischen Process der Vereinigung Wärme entsteht. Spielt sich der Act solcher Vereinigung durch eine grosse Stoffmenge in kurzer Zeit ab, so kann die dabei ausgelöste Wärmemenge so bedeutend werden, dass sie gleichzeitig zur Lichterscheinung führt, d. h. den einen oder andern Componenten, oder den neuen Stoff zur Aussendung eigener Lichtstrahlen be-

fähigt, dann tritt die Erscheinung des Feuers, des Glühens oder der Flamme ein.

Anderseits kann der chemische Process der Vereinigung langsam vor sich gehen; die in einem Moment entwickelte Wärmemenge vertheilt sich auf eine grosse Substanzmenge und bedingt desshalb nur eine geringe Temperatur-Erhöhung.

In der Natur, in unserer Behausung, in unsern Gewerben spielen sich überall und tagtäglich chemische Vorgänge mit mehr oder weniger wahrnehmbarer Wärme-Entwicklung ab. Das Rosten des Eisens an feuchter Luft, die Bildung des Grünspans an Messing- und Kupfergeräthen, der Essigsäure im Wein erzeugt keine zu unserer sinnlichen Wahrnehmung gelangende Wärme, weil sich diese Umwandlung der Stoffe durch eine lange Zeit hindurchzieht. Allgemein bekannt ist aber, wie sich der gebrannte Kalk beim Löschen mit Wasser stark erwärmt, fast bis zur Siedhitze des Wassers; es bildet sich hiebei eine neue Substanz, die wasserhaltende Kalkerde oder das Kalkhydrat. Die Wärme des gährenden Pferdedüngers lässt die köstlichen Champignons sich entwickeln und vermehren. Die Gährung im festgelagerten Heu- und Emdstock erzeugt oft so bedeutende Wärme, dass sie bis zur Selbstentzündung des Futtervorrathes führen kann. Beim Vermischen von Wasser mit concentrirter Schwefelsäure steigt die Temperatur des Gemisches beträchtlich, für uns wiederum ein Beweis, dass dabei ein neuer Stoff, eine Verbindung, und nicht bloss eine mechanische Mischung entsteht.

1. Experiment: Schwefelsäure und Wasser.

Wenn wir auch in kleinen Versuchen innerhalb unserer chemischen Arbeitsräume die verschiedensten Stoffe unter Licht- und Wärme-Entwicklung sich vereinigen, oder wie man sich ausdrückt, den Einen im Andern verbrennen sehen, so

sind doch die für unser Leben wichtigsten Verbrennungsvorgänge in der Natur, im Haushalt und in den Gewerben von einerlei Art: es ist die Verbrennung von Stoffen in der atmosphärischen Luft, oder der Vorgang der Verbindung von Bestandtheilen der Erdrinde mit *einem* Bestandtheil der Lufthülle, welche den Erdball umgibt, dem *Sauerstoff*. Die wichtige Rolle des Sauerstoffes bei allen Verbrennungsvorgängen hat einen Naturdichter zu folgenden parodistischen Versen begeistert:

Heil dir, o Sauerstoff,
Köstlicher Dauerstoff,
  Erdkreises Zier!
Keine Verbrennung ist
Möglich, wo du nicht bist;
  Ehre sei dir!

Sauerstoff ist in der Erdatmosphäre zu $^1/_5$ ihres Gewichtes enthalten, verdünnt mit $^4/_5$ einer indifferenten Luftart, dem Stickstoff, des Sauerstoffs cholerisches, aufbrausendes Temperament also gemässigt und gemildert mit einem Ueberschuss einer ruhigen, phlegmatischen Natur. Zu Berg und Thal, über Stadt und Land, in Nord und Süd ist die Zusammensetzung der Atmosphäre ungefähr die nämliche. Der Verbrennung fähige Stoffe sind ebenso über die ganze feste Erdoberfläche verbreitet, organisches Gewebe des Pflanzen- und Thierkörpers, sodann dessen Ueberreste aus längst entschwundenen Epochen, als Torf, Steinkohle, Erdöl, Asphalt, da und dort auch elementarer Schwefel. Aber die Luft streicht fort und fort über das offene Torfmoos und entzündet es nicht; Kohlenhaufen wie Berge liegen an den Bahnlinien in Sonnenglut und fangen doch nicht Feuer. Wie kommt das? Für jeden Vorgang chemischer Vereinigung, also auch der Verbrennung, ist ein bestimmter Widerstand zu überwinden, dessen Grösse abhängig ist von dem

Grad der Verwandtschaft, der Affinität der elementaren Stoffe zu einander. Je grösser diese Affinität, desto kleiner der zu überwindende Widerstand.

Ein Mittel, den Vereinigungswiderstand zu brechen, ist *das Licht.* Im Dunkeln bereitete Mischung von Wasserstoffgas und Chlorgas vereinigt sich mit grosser Gewalt sofort zu Salzsäuregas, sobald sie vom Sonnenlicht oder von einem künstlichen weissen Lichtstrahl getroffen wird. Wohlbekannt ist den Hausfrauen, und war es früher den Stadt St. Gallischen Rasenbleichern, wie energisch das Bleichen der Leinengewebe im grellen Sonnenlicht vor sich geht.

Eine räthselhafte Kraft, solchen Widerstand zu überwinden, besitzt das edle Metall, welches wir *Platin* nennen. Ohne dass es sich selbst verändert, vermag das Platin bloss durch seine Gegenwart chemische Processe einzuleiten, welche wir *dunkle Verbrennung* nennen. Weingeist, Schwefeläther oder Leuchtgas verbrennen ohne Flammen bei Gegenwart von Platinmetall.

2. Experiment: Glühen der Platinspirale im Leuchtgasstrom.

Ist das Platin fein zertheilt, im Zustand des sogenannten Platinschwammes, so vermag es auch ohne vorausgegangene Erwärmung lebhafte Verbrennungserscheinungen einzuleiten. Auf dieser Thatsache beruht die Döbereiner'sche Zündmaschine, in welcher ein aus Schwefelsäure und Zink erzeugter Strom von Wasserstoffgas auf ein Stücklein Platinschwamm trifft; in dessen Poren wird ein vielfaches Volumen Wasserstoff verdichtet und absorbirt; dadurch geräth das Platin in's Glühen, entzündet den Wasserstoff, an dessen heisser Flamme nun Holzspäne mit Leichtigkeit zum Brennen gelangen.

3. Experiment: Döbereiner'sche Zündmaschine.

Wärme ist das Hauptagens, ist die Feder in der grossen Weltenuhr, welche die meisten Verbrennungsprocesse antreibt oder auslöst. Damit ein Körper verbrenne, d. h. mit dem Sauerstoff der Luft sich verbinden kann, muss er zuvor einen bestimmten Wärmegrad erlangen, den wir die *Entzündungstemperatur* nennen. Hier treffen wir nun auf enorm grosse Unterschiede zwischen den einzelnen brennbaren Substanzen. Während Elemente mit starker Affinität zum Sauerstoff einer sehr geringen Erwärmung bedürfen, sind andere, darunter namentlich die edlen Metalle, trotzdem sie die Fähigkeit besitzen, mit Sauerstoff sich zu verbinden, auf directem Wege zu dieser Allianz nicht zu bewegen.

Die Chemie hat uns weiter Körper kennen gelehrt, nicht elementare, sondern zusammengesetzte, deren Atome im einzelnen Molekül so schwach zusammenhalten, dass sie auf den leisesten Anstoss zerfallen und, wenn Sauerstoff zugegen ist, sich mit ihm unter Feuererscheinung vereinigen. Solch' eine merkwürdige Substanz ist das *Zinkäthyl,* aufgebaut aus Zinkmetall und einer Atomgruppe des gewöhnlichen Weingeistes. Wenn die kleine Kugel, in welcher das flüssige Zinkäthyl enthalten ist, zerbricht, so fängt es Feuer und brennt mit hellleuchtender, durch das Zink blauweiss gefärbter Flamme. Eine solche Substanz repräsentirt die Feuersgefahr in Person, und weder Post noch Eisenbahn nimmt sie zur Beförderung an, wenn sie richtig declarirt wird.

4. Experiment: Zinkäthyl an der Luft.

Die gleiche Eigenschaft besitzt das *Phosphorwasserstoffgas,* das kaum aus der Retorte geboren, in Blasen über den Wasserspiegel steigend, irrlichtartig sich an der Luft entzündet und das eine Product der Verbrennung, die Phosphorsäure, in weissen zierlichen Rauchringen in die Höhe

sendet. Irrlichtartig, sagen wir; denn zur Erklärung dieser geisterhaften Erscheinung, welche übrigens von einem wissenschaftlichen Beobachter noch nie und nirgends gesehen worden ist, hat man auch schon die Selbstentzündlichkeit des Phosphorwasserstoffgases herbeigezogen.

5. Experiment: Phosphorwasserstoffgas.

In hohem Grade interessant und für das praktische Leben bedeutungsvoll ist die Thatsache, dass feine Zertheilung eines brennbaren Körpers die ihm sonst zugehörige Entzündungstemperatur bedeutend herabzusetzen im Stande ist. Der Grund hiefür liegt in der ungemein vergrösserten Oberfläche und damit auch Angriffsfläche, welche eine staubförmig zertheilte Substanz dem Sauerstoff darbietet, so dass die dunkle, bei jeder Temperatur in geringem Masse vor sich gehende Verbrennung beschleunigt wird und genügend Wärme liefert, um die eigentliche Entzündungstemperatur herbeizuführen. Der gewöhnliche gelbe, giftige Phosphor oxydirt sich an der Luft ohne messbare Wärme, aber mit deutlicher Lichterscheinung; es beruht auf dieser langsamen Verbrennung das Leuchten des Phosphors und die Nothwendigkeit, denselben stets unter Wasser aufzubewahren. Wird eine Auflösung des Phosphors in Schwefelkohlenstoff auf ein Papier ausgegossen, so verdunstet das leichtflüssige Lösungsmittel, der Phosphor bleibt fein zertheilt, in Gestalt unmessbar kleiner Kügelchen in den Poren des Papiers zurück und oxydirt sich so rasch, dass die Entzündungstemperatur von 35 ^{0} erreicht wird; der Phosphor verbrennt jetzt mit Flamme und verkohlt das Papier.

6. Experiment: Phosphorlösung in Schwefelkohlenstoff.

Ueberall, wo fein zertheilte, brennbare Stoffe in grossen Massen beisammen liegen, besteht die Gefahr der Selbst-

entzündung, so bei Kohlenpulver, Steinkohlenklein, Eisen- und Zinkstaub, ferner bei aufgehäuften Maschinen-Putzlumpen, welche mit Schmieröl getränkt sind, namentlich, wenn sie locker und weich aus losen Garnknäueln bestehen. Der Selbstentzündung unter gefährlicher Explosion unterliegt ferner der aufgewirbelte feine Mehlstaub in den Getreidemühlen. Diese Thatsache, im Verein mit der früher erwähnten Erscheinung der Gährungswärme, lehrt uns, dass Feuersgefahr in unsern Wohn- und Arbeitsräumen auch ohne jedes Verschulden entstehen kann.

Der gewöhnliche gelbe Phosphor bedarf, wie allgemein bekannt ist, einer geringen Temperaturerhöhung, um zu brennen; es genügt die Wärme-Entwicklung einer sanften Reibung. Eine andere Erscheinungsform desselben Stoffes, der *rothe Phosphor,* welcher auch die wichtige Eigenschaft besitzt, nicht giftig zu sein, bedarf zu seiner Entzündung einer viel höhern Temperatur, und ist somit im Haushalt und in der Rocktasche des Rauchers weit weniger feuergefährlich, als sein gelber giftiger Bruder. Von derselben Flamme muss also, wie das Experiment zeigen soll, der rothe Phosphor bedeutend länger erwärmt werden, als der gelbe, bis er sich entzündet.

7. Experiment: Gelber und rother Phosphor.

Mehr Wärme als der Phosphor bedarf zu seiner Entzündung der Schwefel, noch mehr das Holz. Diese Stufenfolge hält der Zündholzfabricant ein: Das Köpfchen des gewöhnlichen Zündhölzchens besteht aus gelbem giftigem Phosphor, der durch eine dünne Gummischicht vor der oxydirenden Wirkung der atmosphärischen Luft geschützt ist; durch Reibung entzündet es sich; seine Verbrennungswärme entflammt den Schwefel und dieser wiederum das weiche Holz; durch

die folgenden Uebergänge, Hobelspäne und zerschnittene Tannenscheitchen, „Speckli“, wie die St. Galler sagen, gelangt erst das knorrige harte Buchenholzscheit zur Verbrennung. So viel Wissenschaft liegt in dem einfachen Vorgang des häuslichen Feueranzündens!

Für die Behauptung, dass die Luft, im Besondern deren eine Bestandtheil, *der Sauerstoff,* bei den alltäglichen Feuererscheinungen eine Hauptrolle spiele, sind wir bis jetzt den Beweis schuldig geblieben. Die Erfahrung liefert ihn, aber auch das Experiment. Wir wissen, dass irgend ein Feuer, eine brennende Kerze, eine Petroleumflamme, eine Kohlenglut erlischt, wenn man die Luftzufuhr abschneidet; es ist das ja eines der Mittel, wie man Schadenfeuer in geschlossenen Räumen löscht.

Umgekehrt wird die Verbrennung lebhafter, wenn wir durch mechanische Bewegung dem Brennmaterial stetsfort frische Luft zuführen. Diesem Zwecke dienen der Blasebalg am Küchenheerd und beim Schmiedefeuer, die Züge, Rohre und Schieber des Wohnzimmer-Ofens, die hohen Kamine der Dampfkesselfeuerung, die gewaltigen Luftcompressoren am Eisenhochofen.

Bei mangelnder Lufterneuerung tritt das Auslöschen der Flamme sogar viel früher ein, als bis sämmtlicher Sauerstoff verzehrt ist. Ist es doch vor Jahren in diesem Saale vorgekommen, zu einer Zeit, als die Ventilationsschächte über den Gaskronen noch nicht existirten, dass die dunkel und trübe brennenden, dem Auslöschen nahen Leuchtgasflammen eine bedenkliche Abnahme des Sauerstoffes constatirten, der neben Feuer- zugleich auch Lebensluft ist, bevor die menschlichen Lungen auf die Verschlechterung ihrer Athemluft reagirten.

8. *Experiment: Kerze im abgeschlossenen Luftvolum.*

Dass die Verbrennung eine Vereinigung, und nicht vielmehr eine Zerstörung sein soll, steht scheinbar im Widerspruch mit unserer Erfahrung; denn das Brennmaterial verschwindet während des Brennens vor unsern Augen. Die Kerze wird kürzer, das Niveau des Petroleums sinkt im Glasgefäss, die Gasuhr dreht sich vorwärts und zeigt am Ende des Monats die durchgegangenen Kubikmeter an; die Holzbeigen schrumpfen unerwartet schnell zusammen, und die Asche ist ein klägliches Ueberbleibsel davon! Und doch hat Lavoisier bis heute Recht behalten! Die Producte der Verbrennung all' dieser Stoffe sind Gase, Luftarten, in Wesenheit Kohlensäure und Wasserdampf; sie entziehen sich unserer directen sinnlichen Wahrnehmung und verlieren sich in der weiten Lufthülle des Erdballs. Wenn wir aber die *Waage* befragen, die hier allein massgebend ist, seitdem das Axiom von der Unzerstörbarkeit des Stoffs die Grundlage der chemischen Wissenschaft geworden ist, wenn wir die Waage befragen, so lehrt sie uns klar und deutlich, dass wirklich die brennende Kerze durch den Act des Brennens schwerer wird, d. h. dass sie hiebei aus ihrer Umgebung, und diese Umgebung ist eben die Luft, eine wägbare Menge eines Stoffes aufnimmt. Die brennende Kerze sammt ihren Verbrennungsproducten, welche wir in geeigneter Weise auf der Waage absorbiren lassen, ist schwerer als die ursprüngliche Kerze allein; somit muss nothwendig etwas dazu und nichts davon weggekommen sein; dieses Etwas ist aber der die Verbrennung unterhaltende Sauerstoff der Atmosphäre.

9. Experiment: Brennende Kerze auf der Waage.

Wenn schon in einer Luft mit nur $^1/_5$ Sauerstoff die Verbrennung recht lebhaft vor sich geht, trotzdem die $^4/_5$ Stickstoff abkühlend und besänftigend wirken, so muss der-

selbe Act in reinem Sauerstoffgas mit vermehrter Intensität sich abspielen. Dem ist auch wirklich so. Alle Verbrennungserscheinungen vollziehen sich im Sauerstoffgas, das heutzutage, Dank den Fortschritten der Technik, unter hohem Druck eingepresst in Stahlcylinder, käuflich erhältlich, leicht transportabel und zu vielen Zwecken vortheilhaft verwendbar ist, mit wunderbarem Lichtglanz und bedeutender Wärme-Entwicklung. Es ist dieselbe Luftart in diesem Cylinder, wie in der Atmosphäre; sie ist auch thatsächlich durch die Vermittlungsagentur, genannt Bariumsuperoxyd, der Atmosphäre entnommen; es ist aber Berliner- und nicht St. Galler-Lebensluft.

10. Experiment: Verbrennungen im Sauerstoffstrom: Kohle, Schwefelkohlenstoff, Schwefel, Phosphor, Eisen, Magnesium.

Wir haben unter den glänzenden Verbrennungserscheinungen im Sauerstoffstrom, wie bei den gewöhnlichen in der atmosphärischen Luft, im Wesentlichen zwei Arten zu unterscheiden: solche ohne und solche mit Flamme.

Wenn die verbrennende Substanz fest, nicht flüchtig ist, und auch bei der Erhitzung durch die Verbrennungswärme nicht gasförmig wird, dann tritt bei der Verbrennung die Erscheinung des *Glühens* ohne Flamme ein; dies ist der Fall bei reiner Kohle, wenn sie bei genügend starkem Luftzutritt verbrennt, ferner beim metallischen Eisen, Kupfer und Blei. Eisen verbrennt hiebei wirklich, aber ohne Flamme; das Product ist eine Eisensauerstoffverbindung, welche die Schmiede Hammerschlag nennen. Die edlen Metalle Silber, Gold und Platin glühen dagegen, ohne sich mit Sauerstoff zu verbinden; nach dem Erkalten ist Platin so metallblank wie zuvor; das ist die wahrhaft edle Natur dieses werthvollen Elementes.

Ist dagegen das brennbare Material eine Luftart oder verwandelt sich eine feste Substanz dem Brennact vorgängig in Dampf- oder Gasform, dann haben wir die Erscheinung der *Flamme* oder des *Feuers* im eigentlichen landläufigen Sinne. Glühende Gase bilden stets die flackernde Flamme.

Dass Wasserstoff-, Leucht- und Sumpfgas mit Flamme verbrennen, ist an sich verständlich; sie besitzen selbst Gasform. Aether, Spiritus, Ligroin, Benzin, Terpentinöl sind sehr leichtflüchtige Stoffe, denen das „Luftwerden" keine Mühe macht; aber auch Petroleum, Pflanzenöle, Butter, Thierkörperfett, Holz, Papier, Tuch, Leder, Torf, Steinkohle, überhaupt alles Organische, was wir in doppelter Richtung, als Heiz- und als Leuchtmaterial verwenden, oder einfach behufs Vernichtung dem Feuer übergeben, brennt mit Flamme, weil durch die vorangehende Erwärmung gewöhnliches Leuchtgas und ähnliche Gasarten daraus entwickelt werden. Wo wir also eine Leucht- oder Heizflamme entzünden, ein ärmliches Talglicht oder einen Scheiterhaufen, immer ist es eine kleine Gasfabrik, die wir in's Leben rufen, deren Product wir aber sofort an Ort und Stelle verbrennen. Es ist daher im Zeitalter der Association und Corporation keineswegs befremdlich, dass die Technik auch dieses Zweigs der Centralisation zustrebt, und dass unser städtisches Gaswerk rosigen Tagen entgegengeht, an deren Blüthe sich heute nicht mehr der Actionär, sondern die ganze Bürgerschaft erfreuen mag.

Die Qualification einer brennenden Stearin-Kerze als kleine Gasfabrik mögen die verehrlichen Zuhörer an diesem einfachen Apparat ersehen, in welchem schon seit geraumer Zeit durch den Brennact einer Kerze brennbares Gas erzeugt, in einer Glasröhre fortgeleitet und entfernt von der Productionsstelle als Leuchtgas verbrannt wird. So weit geht die Aehnlichkeit des Processes, dass auch der *Theer* nicht fehlt.

11. Experiment: Kerze als Gasfabrik.

Flammen sind glühende Gase. Aber alle aus brennenden festen Stoffen, Holzstücken, Dochten von Kerzen und Lampen, Gasröhren und Brennern aufsteigenden Flammen sind nicht massiv und nicht durch und durch glühend; denn die Verbrennung findet nur an der Aussenfläche des aufsteigenden Gasstromes statt; vielmehr bildet jede Flamme einen glühenden Gasmantel, dessen Inneres relativ kalt ist, fortwährend durch das nachströmende brennbare Gas wieder abgekühlt wird. So kühl und indifferent ist das Innere einer Gasflamme, dass wir, wer wollte es glauben, *Schiesspulver* darin aufbewahren können.

12. Experiment: Schiesspulver in der Gasflamme.

Wie das Experiment beweist, findet die Verbrennung nur an der Berührungsfläche des brennbaren Gases und der Luft statt. Weil nun die sauerstoffhaltige Luft bei allen Verbrennungserscheinungen des täglichen Lebens die Atmosphäre bildet, in welche das brennbare Gas einströmt, so sind wir gewohnt, zu sagen, die Luft unterhalte die Verbrennung, und Leuchtgas, Wasserstoff und Sumpfgas seien brennbar. Die Beziehung ist aber durchaus wechselseitig, und durch das Experiment können wir dieselbe umkehren, d. h. wir können Luft oder deren Sauerstoff allein in einer Leuchtgasatmosphäre verbrennen. Würde die Erdatmosphäre aus Leuchtgas bestehen, so müssten wir Sauerstoff und sauerstoffhaltige Substanzen, wie Salpeter und chlorsaures Kali, als brennbar erklären und ihnen die Rolle unseres Leucht- und Heizmaterials zutheilen. Die Umkehrung der Flamme ist wohl geeignet, uns einen richtigen Begriff von der Natur der Verbrennung als eines Zusammenwirkens zweier gleichberechtigter Substanzen zu geben.

13. Experiment: Umkehrung der Luftflamme.

14. Experiment: Umkehrung der Sauerstoffflamme.

Wir wissen aus alltäglicher Erfahrung, dass die Flammen der einzelnen Brennstoffe in Haushalt und Gewerben sehr verschiedenen Anblick gewähren. Ueber einer Kohlenglut mit schwachem Luftzug, also im Kohlenglätteisen, im Spenglerofen, sehen wir eine blassblaue, schwachleuchtende Flamme; es ist das giftige Kohlenoxyd oder der Kohlendunst, was hier noch vollständig zu Kohlensäure verbrannt wird. Der Brennspiritus der „vormonopoligen Zeit“ brannte mit gelbrother, wenig leuchtender Flamme, mit grosser Hitze, ohne Russ; der Brennsprit von heute leuchtet stärker, russt und riecht hustenreizend, in Folge des zugesetzten Denaturirungsmittels. Petroleum und Leuchtgas brennen aus gutem Brenner mit kräftig leuchtender, heisser Flamme, bei richtiger Regulirung ohne Russ, aber erst dann, wenn durch den passenden Glascylinder, den Schornstein, ein lebhafter Austausch der verdorbenen Brennluft durch frische Luft erzielt ist. Die trübe Glut von brennendem Pech und dessen erstickender, Wäsche ruinirender Qualm bleibt allen Studenten, die einmal einen Fackelzug activ mitgemacht, in bleibender Erinnerung.

Woher rühren diese Unterschiede der Flammen? Reine glühende Gase strahlen sehr wenig Licht aus; die Wasserstoffflamme, wenn sie aus einer Platinröhre brennt, und die Kohlenoxydflamme sind Beispiele hiefür.

15. Experiment: Wasserstoffflamme.

Sobald aber in der glühenden Gasmasse kleine Partikel von festen Stoffen mit in's Glühen gerathen, dann tritt sowohl eine Färbung, als auch erhöhtes Leuchten der Flamme ein. Wir brauchen nahe bei der schwachleuchtenden Flamme eines Kochbrenners bloss ein Buch lebhaft auf- und zuzuschlagen, das wir staubbedeckt vom Bücherbrett herunternehmen, so lassen die Staubpartikel, besonders Kochsalz-

kryställchen, welche in die Flamme fliegen, dieselbe momentan aufleuchten.

Heisse Flammen, die aus Glasröhren brennen, nehmen von der Glassubstanz soviel mit, dass sie sich gelb oder rothviolett färben.

16. Experiment: Staubbedecktes Buch.

17. Experiment: Wasserstoffflamme ohne Platinröhre.

Die verschiedene Flammenerscheinung bei unsern Leuchtmaterialien ist in ihrer Zusammensetzung und der Art ihrer Verwendung begründet. Alles, was wir zu Leuchtzwecken verbrennen, ist organischen Ursprunges und enthält zwei brennbare Elemente, Wasserstoff und Kohlenstoff. Wasserstoff allein erzeugt eine nichtleuchtende, Kohlenstoff allein gibt keine Flamme, sondern verbrennt glühend im festen Zustand. Von dem gegenseitigen Procentverhältniss und der Luftzufuhr hängt es ab, in welcher Art kohlen- und wasserstoffhaltige Substanzen verbrennen. An Kohlenstoff arm ist der Weingeist; er brennt mit wenig leuchtender Flamme; je reicher das Material an Kohlenstoff ist, desto leuchtender wird dessen Flamme, weil abgeschiedene Partikel der Kohle sich in der heissen Wasserstoffflamme zum Glühen erhitzen und jetzt erst selbst verbrennen. Durch Beimischung von Benzin zu Alkohol, von Naphtalin oder Albocarbon zu Leuchtgas können wir aber diesen Flammen eine erhöhte Leuchtkraft geben.

Jede leuchtende Flamme ist zugleich russend; an kalten Gegenständen setzt sie Russ, das ist feinzertheilter Kohlenstoff, ab. Brennbare Stoffe mit sehr hohem Gehalt an Kohlenstoff, wie Terpentinöl und Pech, brennen mit trüber, braunrother, qualmender Flamme; ein Theil des Kohlenstoffes entweicht unverbrannt in der Form eines dichten,

schwarzbraunen Rauches. Dass aber selbst mit solchem Brennstoff bei reichlichem Zutritt von Sauerstoff eine hellleuchtende Flamme zu erzielen ist, zeigt das Experiment.

18. Experiment: Terpentinöl im Sauerstoffstrom.

Die Technik der Heizung und Beleuchtung sucht die Natur der Flamme für ihre verschiedenartigen Ziele in mannigfacher Weise auszunützen, indem sie einerseits durch sinnreich ausgedachte Brenner- und Schornstein-Constructionen die Leuchtkraft der Flammen erhöht, anderseits durch Mischung von Brenngasen mit Luft eine erhöhte Temperatur bei verminderter Leuchtkraft erzielt, wie dies beim Bunsen'schen Kochbrenner in einfachster Weise erreicht ist.

19. Experiment: Bunsen-Brenner.

Neben den gewöhnlichen Flammen, die wir als hohle, im Innern kühle, an der Aussenfläche glühend-heisse Gasmäntel kennen gelernt haben, existirt noch eine besondere Art, welche durch und durch aus glühenden Luftmassen gebildet ist: die Flammen explodirender Gase und Dämpfe. Diese Feuererscheinungen nehmen in unserm Culturleben, zumeist in der Unglückschronik der Menschheit, eine wichtige Stelle ein.

Wenn brennbares Gas oder Dampf einer brennbaren Flüssigkeit sich in bestimmtem Verhältniss mit Luft mischt, d. h. genau mit soviel Luft, als zur Verbrennung nothwendig ist, und es wird durch irgend eine Ursache an irgend einem Punkte dieser Gasmischung deren Entzündungstemperatur erreicht, so pflanzt sich die Verbrennung von diesem einen Punkt aus mit grosser Geschwindigkeit durch die ganze Masse fort, es tritt Entzündung und in deren Folge eine ungeheure Erwärmung und Ausdehnung der Gasmasse, eine

Explosion ein, deren Gewalt die solidesten Werke von Menschenhand zertrümmert, Eigenthum und Leben gefährdet.

Die Gefahr der Explosion ist an zahlreiche Materialien geknüpft, deren wir uns zu Heiz-, Leucht- und andern technischen Zwecken bedienen: Vorerst das Leuchtgas, das mehr und mehr in die moderne behagliche Wohnung einzieht, das Wassergas, dessen Sieg über seinen Concurrenten aus Steinkohle eine noch grössere Gefährde in das Wohnhaus bringen würde. Explodirbar sind ferner die Dämpfe von Spiritus, Schwefeläther, Ligroin, Benzin, Petroleumäther, Schwefelkohlenstoff und von schlecht gereinigtem, naphtahaltigem Petroleum.

Trotz der grossen Verbreitung und des täglichen, massenhaften Gebrauchs solcher feuergefährlicher Stoffe, besonders des Petroleums, sind Unglücksfälle dieser Herkunft eigentlich selten. Die Ursache hiezu liegt nicht etwa in der zweckbewussten, sorgfältigen Handhabung der gefahrdrohenden Stoffe, gegentheils kommen ja immer noch die krassesten Missbräuche, namentlich bezüglich des Petroleums zum Feueranmachen vor, sondern in dem glücklichen Umstande, dass nur bei ganz bestimmtem Mengenverhältniss zwischen brennbarem Gas und Luft die Explosion eintritt; ist das Erstere vorherrschend, so brennt die Mischung geräuschlos ab; ist zu viel Luft vorhanden, so tritt überhaupt eine Entzündung nicht ein. Dass und wie Explosionen dieser Art, von Leuchtgas und von Benzin entstehen können, mögen zwei in dieser Ausdehnung vollständig harmlose, ungefährliche Versuche klarlegen.

20. Experiment: Leuchtgas-Explosion.

21. Experiment: Benzin-Explosion.

In Kohlenbergwerken bildet sich durch die allmälige Zersetzung der Steinkohle eine explosive Luftart, das *Sumpf-*

gas oder *Grubengas,* dessen mögliche Entzündung eine ständige Lebensgefahr für die Grubenarbeiter bildet. Den „schlagenden Wettern", wie diese Explosionen in der Bergmannssprache heissen, fallen jährlich Hunderte von Menschenleben zum Opfer. Humphrey Davy, der grosse englische Chemiker, hat sich ein unsterbliches Verdienst dadurch erworben, dass er ein Mittel entdeckte, die Entzündungsgefahr der schlagenden Wetter abzuschwächen, indem die von ihm construirte und nach ihm benannte *Sicherheitslampe* das Begehen der Kohlenschächte mit brennendem Oellicht gestattet, ohne dass eine Entzündung des angesammelten Grubengases eintreten kann. Davy's Sicherheitslampe beruht auf der Erfahrung, dass feines Metalldrahtgewebe ein glühendes Gasgemisch, also eine Flamme, stark abkühlt, bis unter die Entzündungstemperatur des brennbaren Gases, und dadurch die Fortpflanzung der Entzündung durch das Gewebe hindurch verhindert. Diese für das Auge befremdliche, in ihrer Anwendung segensreiche Thatsache lässt sich mit einem feinen Drahtnetz an jeder Gaslampe zeigen.

22. Experiment: Gespanntes Drahtnetz über der Leuchtgasflamme.

Die Sicherheits-Grubenlampe ist ein Oellicht, zu welchem die zu seinem Brennen nöthige Luft nur durch ein Drahtgewebe gelangen kann. Kommt nun der mit solchem Grubenlicht ausgerüstete Bergmann in eine Region mit schlagenden Wettern, so wird die explosive Gasmischung durch die Drahtmaschen hindurch auch zur Oelflamme dringen und sich dort entzünden; aber nur die kleine Menge Gas, welche sich innert des Drahtnetzes befindet, explodirt und löscht dabei gewöhnlich die Lampe aus; durch das Drahtnetz hindurch pflanzt sich die Zündung nicht fort. Wir können

die sichernde Wirkung der Davy'schen Lampe an jedem Leuchtgasstrom beobachten, der anderseits durch eine offene Flamme sofort entzündet wird.

23. Experiment: Davy'sche Lampe im Leuchtgasstrom und Glascylinder mit Aetherdampf.

Um der gefahrdrohenden Ausströmung brenn- und explodirbarer Gase zu begegnen, liefern Erfahrung und Technik noch mancherlei Mittel. Beim Leuchtgas ist das feinste Reagens der Geruchssinn, welcher ausströmendes Gas in einer Verdünnung erkennen lässt, wo chemische Mittel noch nicht zureichen. Wenn das Leuchtgas aber zuvor eine Erdschicht passirt, ehe es aus der in der Strasse liegenden geborstenen Leitung in ein Wohnhaus gelangt, so hat es seine Riechstoffe verloren; der Geruch zeigt dann die drohende Gefahr nicht an. Dann kommt das chemische, dem Gastechniker wohl bekannte Reagens Chlorpalladium an die Reihe, um die Stelle des Röhrenbruches ausfindig zu machen.

Auch der elektrische Strom muss seine Dienste leisten, und vermag auf grosse Distanzen eine gefährliche Gasausströmung laut klingelnd anzuzeigen. Der Ansell'sche Gasindicator, welcher in vielen Kohlenbergwerken eingeführt ist, beruht auf der physikalischen Erscheinung, dass eine leichte Luftart, wie Gruben- und Leuchtgas, durch eine poröse Scheidewand schneller in ein abgesperrtes Luftvolumen eindringt, als die schwerere Luft hinaus diffundirt, dadurch einen Ueberdruck erzeugt, der in geeigneter Weise zur Schliessung eines galvanischen Stromes Verwendung finden kann.

24. Experiment: Gas-Indicator.

Bei allen Feuererscheinungen, welche wir bis jetzt in unsere Betrachtung gezogen haben, trat der eine Component

der Verbrennung, der Sauerstoff, als Gas- oder Luftart in Action. Wir kennen und verwenden aber in der Technik eine Reihe von Verbrennungsacten, bei denen der Sauerstoff an andere Elemente gebunden dennoch seine Wahlverwandtschaft geltend macht und zu den heftigsten, plötzlich und unvermittelt eintretenden Licht- und Wärmeentwicklungen Anlass gibt.

Auf chemischen Umwegen mit den Elementen Stickstoff und Chlor verbunden, zu welchen der Sauerstoff eine geringe Affinität besitzt, resultiren Stoffe, deren Atome im einzelnen Molekül nur schwach zusammenhalten und auf leichten Anstoss von aussen auseinander fallen. Ist in solchem Moment ein brennbares, d. h. mit grösserer Affinität zum Sauerstoff begabtes Atom in der Nähe, so findet die Vereinigung der näher verwandten und besser harmonirenden Elemente, eine wirkliche Verbrennung statt, diesmal aber ohne jede Mithülfe des atmosphärischen Sauerstoffes.

Sauerstofflieferanten dieser Art sind die Salpetersäure und die Chlorsäure, in der Technik besonders die Salze dieser Säuren, Salpeter und chlorsaures Kali.

Mit Hülfe des letztgenannten Stoffes, der heutzutage als Hausmittel gegen Angina männiglich bekannt ist, wollen wir, um die Mithülfe der Luft bei dieser Art von Feuer recht deutlich auszuschliessen, eine kleine Verbrennung unter Wasser vornehmen.

25. Experiment: Verbrennung von Phosphor (mittelst Schwefelsäure und chlorsaurem Kali) unter Wasser.

Seit den Zeiten des Berthold Schwarz, der das Pulver erfunden hat, steht diese bestbekannte Form von sauerstoffhaltigem Brennmaterial zumeist im Dienst des Kriegsgottes; im Frieden dient es der Göttin Diana, zu harmlosen „Feuer-

teufeln“ und allerlei prasselndem Feuerwerk der lieben Jugend und als Sprengpulver vielen grossen Werken der modernen Zeit. Das schwarze Schiesspulver wird bald *passé* sein, wie der Modeausdruck lautet; darum wollen wir nochmals festhalten, dass es Salpeter als Sauerstoffträger, Schwefel und Kohle als Brennmaterialien enthält und durch den Funken oder die Flamme entzündet wird.

Harmlose Formen derselben Gattung sind die *bengalischen Feuer*. Der Feuerwerker mischt sie aus Schwefel, Schellack und andern Harzen als Brennstoff, Salpeter oder chlorsaurem Kali, welche Sauerstoff liefern, und schliesslich Salzen von Natrium, Barium, Strontium, Kupfer, Thallium, um der Flamme eine bestimmte, intensive Färbung zu verleihen.

Um Feuer auf leichtem, sicherem und gefahrlosem Weg anzufachen, ist heute das *schwedische Zündholz* ein beliebtes Mittel. Es reiht sich in seinem Aufbau unmittelbar dem bengalischen Feuer an; die Zündmasse seines Köpfchens enthält neben dem rothen, ungiftigen Phosphor als Brennstoff chlorsaures Kali; die Entzündung geschieht an einer mit Schwefelantimon präparirten rauhen Fläche explosivartig und überträgt sich mittelst Paraffin oder Schwefel auf das weiche Holz. Ihm gebührt die Zukunft, und wir wollen uns freuen, wenn einst giftfreies, eidgenössisches Monopolzündholz erhältlich und das giftige, seinen Erzeuger in Mark und Knochen verderbende Streichholz endgültig aus Abschied und Tractanden gefallen sein wird.

Wir dürfen schliesslich eine andere Klasse von Explosionskörpern ihrer grossen technischen Bedeutung wegen zu erwähnen nicht unterlassen, welche nicht Mischungen verschiedener Substanzen, sondern einheitliche chemische Verbindungen darstellen, deren Atome sich aber in so labilem,

leicht veränderlichem Gleichgewicht befinden, dass ein geringer Anstoss, ein Schlag, ein elektrischer Funke genügt, um eine vollständige, momentane Umsetzung der Atome, als Folge Vergasung und Ausdehnung mit ungeheurer Gewalt herbeizuführen. Immer ist es einerseits das Element Stickstoff, anderseits Sauerstoff, welche in diesen Explosionskörpern auf- und gegeneinander eintreten, und die Explosion selbst ist eine eigentliche Verbrennung. Dieser Art sind die modernen Sprengstoffe, ebenso wohlthätig bei Friedenswerken, in Steinbrüchen, Bergdurchbohrungen, Felssprengungen, wie fürchterlich zerstörend wirkend in der Hand der Kriegsfurie: Nitroglycerin, der wirksame Bestandtheil des bekannten Dynamits, die Nitro-Cellulose oder Schiessbaumwolle, die gewöhnliche Sprengladung der schiffetödtenden Torpedos; der Melinit und der Roburit, französisches und deutsches Festungssprengpulver, das Knallquecksilber, dessen Entzündung durch den Schlag des Gewehrhahnens auf das schwarze Pulver sich fortpflanzt, und endlich das jüngste, ach! so theure Kind der Neuzeit: das rauchlose Pulver, in Wesenheit aus picrinsaurem Kali bestehend.

* * *

Nachdem wir uns so lange über das Wesen des Feuers, seine Ursachen, Bedingungen und Erscheinungsformen verbreitet haben, wollen wir ein kurzes Wort noch dem *Löschen des Feuers* widmen.

Einen vor unsern Augen sich abspielenden Verbrennungsact können wir unterbrechen, wenn wir ihm irgend eine seiner Existenzbedingungen entziehen. Deren gibt es aber drei: Anwesenheit von Luft, resp. deren Sauerstoff, unmittelbare Berührung derselben mit dem erwärmten Brennmaterial und einen bestimmten Wärmegrad. Das zweckbewusste

Löschen eines Feuers kann den einen oder andern, oder zugleich mehrere der genannten drei Factoren in's Auge fassen.

Luftentzug wenden wir am besten und sichersten an, wenn ein Schadenfeuer in einem Local mit feuerfesten Wänden ausgebrochen ist, wenn beispielsweise in einem gewölbten Keller durch Unfall oder Unvorsichtigkeit Benzin oder Petroleum sich entzündet hat. Dann schliesst die thätige Feuerwehr alle Oeffnungen des in Flammen stehenden Locals mit Steinen, Eisenblechen, Sandsäcken, und was gerade zur Hand ist, und erreicht ihren Zweck vollständig, sofern das Gewölbe den Druck der erhitzten Luft aushält. Das brennende Feuer verzehrt den brauchbaren Theil der Kellerluft und muss darnach an Lufthunger zu Grunde gehen.

Auch in anderer Art können wir einem brennenden Objecte die Luft entziehen: wir sorgen für deren Ersatz durch eine andere, die Verbrennung nicht unterhaltende Luftart. Bei Kaminbränden war es früher üblich, auf dem Küchenheerd einen Haufen Schwefelstangen anzuzünden; deren Verbrennungsproduct, gasförmige schweflige Säure, stieg im Kamin empor und vertrieb die Luft, welche den Kaminruss im Brande gehalten hatte.

Auf dem gleichen Princip, Entwicklung von schwefliger Säure, beruhen Löschdosen und Löschgranaten, welche in ein Schadenfeuer zu werfen sind.

Ein anderes Gas, die Kohlensäure, ist ein vorzügliches Feuerlöschmittel. Ihre Anwendung könnte in hochgradig feuergefährlichen Localen vielleicht in folgender Weise geschehen, wie sie Prof. V. Meyer kürzlich angegeben hat: Denken wir uns ein oberirdisches Petroleummagazin zur Fasslagerung, wie solche jetzt an Bahnstationen häufig gebaut werden, mit vorgeschriebener harter Bedachung. In der Mitte

der Bodenfläche ist eine grosse Grube gegraben, zu welcher von aussen cementirte Rinnen oder Canäle führen. Die Grube ist mit werthlosen Marmorabfällen aus einer Bildhauerwerkstätte gefüllt. Ausserhalb der Umfassungsmauern stehen unter Schutzdächern Korbflaschen mit roher Salzsäure bereit. Bricht nun in diesem Magazin ein Petroleumbrand aus, so haben die Arbeiter bloss die Salzsäureflaschen umzukippen, damit im Innern durch die Einwirkung der Salzsäure auf die Marmorstücke eine ungeheure Kohlensäure-Entwicklung beginnt, welche die Brennluft aus dem Raume verdrängt und derart das Feuer löscht.

Im Kleinen werden die Eisenflaschen mit comprimirter Kohlensäure, deren sich heute viele Bierwirthe zur Reglirung des Bierdruckes bedienen, die besten Dienste leisten. Ein Hahnumdrehen, die Kohlensäure strömt durch ihren eigenen Druck hinaus und ist im Stande, in einem kleinen Local durch Verdrängung der atmosphärischen Luft ein Schadenfeuer mit Leichtigkeit zu löschen. Nur darf man das Hahnumdrehen nicht vergessen; denn eine Druckflasche der hier gezeigten Art ungeöffnet in einem feuererhitzten Luftraum stehen zu lassen, müsste eine Explosion der fürchterlichsten Art wie der riesigsten Belagerungsgranate zur Folge haben.

Neuere Löschmittel bezwecken die Trennung der brennenden Oberfläche von der Luft dadurch, dass sie die Fläche mit einer unverbrennlichen, mineralischen Kruste überziehen, von Kochsalz, Soda, Thonerde oder Wasserglas. Derselbe Zweck wird verfolgt durch Ueberdecken einer brennenden Petroleumlache mit Sand, im Kleinen durch lebhaftes Draufschlagen mit einem nassen Tuch, oder einem Sack, wodurch die heisse Flamme momentan von der brennenden Oberfläche getrennt und eine kältere Luftschicht dafür eingeschoben wird. Das gleiche Verfahren befolgen wir allabendlich,

wenn wir mit mühelosem Mundhauch dem traulichen Kerzenlicht den Abschied geben.

Nach allen Richtungen löschend wirkt aber das *Wasser*. Es kühlt die Flammen und die brennenden Objecte ab, trennt sie von der Luft und erzeugt, wenn in ausreichendem Masse verwendet, nichtbrennbaren Wasserdampf, der die Luft verdrängt.

Nicht umsonst rufen unsere wackern Feuerwehrmänner nach Wasser bei einem Brandfall; mit ihren kühn aufsteigenden Hydrantenstrahlen, welche allseitig auf ein brennendes Object einfallen, erdrücken sie das Schadenfeuer an seinem Ursprungsort und erwecken in uns Mal für Mal, da sie zu ihrer segensvollen Thätigkeit berufen sind, das Gefühl der Sicherheit für Leben und Eigenthum.

* * *

Und nun zum Schluss! Wie lange wird das Brennmaterial noch ausreichen, das Mutter Erde durch Aeonen für das Menschengeschlecht aufgespeichert hat? Ist nicht in absehbarer Zeit das Versiegen aller Steinkohlen- und Petroleumlager, und der Untergang aller Wälder zu erwarten, die heute noch die Culturmenschheit mit Brennstoff versorgen? In absehbarer, für uns Menschen von heute bedeutungsvoller Zeit jedenfalls nicht. Noch ruhen in jungfräulichen Landstrichen, in Amerika, Asien und Afrika ausgedehnte Lager brennbarer Stoffe, welche in späteren Zeitaltern zur Ausbeutung gelangen werden, wenn einst der Boden von Deutschland, Oesterreich, Frankreich, Belgien und England erschöpft sein wird. Und sollten schliesslich auch nach Jahrtausenden und Tausenden alle aufgespeicherten Brennvorräthe der Erde zu Ende gehen: die Menschheit wird dann nicht mehr an sie gebunden sein. So lange Helios am Himmel strahlt,

und den Erdbewohnern Licht und Wärme spendet, wird der Mensch nicht Mangel leiden; der Sonne verdanken wir ja jetzt schon, was ihr Kind Erde für uns gespart hat, und wenn deren Ersparnisse sich zu Ende neigen, wird der Mensch gelernt haben, Sonnenlicht und Sonnenwärme direct allen seinen Culturbedürfnissen dienstbar zu machen.

Darum wird das schliessliche Zuendegehen unserer Kohlenlager und Holzwälder weder Unheil noch Untergang für das Menschengeschlecht bedeuten; denn dessen dürfen wir uns getrösten: „Abzuwenden das Unheil, gibt uns das Wissen die Macht!“