

Ueber den Phosphor.

Von

PROFESSOR DR. ERNST LUDWIG.

Vortrag, gehalten den 13. Jänner 1886.

In früheren Zeiten nannte man jeden Körper, welcher die Eigenschaft besitzt, ohne angezündet zu sein, im Dunkeln zu leuchten, Phosphor. Dieses Wort stammt von dem griechischen φωσφόρος, welches Lichtträger bedeutet. Schon zu Beginn des 17. Jahrhunderts kannte man einen solchen Lichtträger, den bononischen Leuchtstein; derselbe wurde 1640 von dem Italiener Fortunius Licetus unter dem Namen *Litheosphorus*, auch *Lithcophosphorus* beschrieben. Im Jahre 1674 beobachtete zuerst der Deutsche Balduin, dass der wasserfreie salpetersaure Kalk ein solcher Lichtträger sei, er nannte ihn *phosphorus hermeticus*. Seit dieser Zeit ist die Bezeichnung Phosphor bei den Chemikern gebräuchlicher geworden; bald wurde dieselbe ausschliesslich auf den Körper angewendet, den wir auch heute noch Phosphor nennen und der die Eigenschaft, im Dunkeln zu leuchten, in eminentem Grade besitzt.

Dieser Phosphor ist ein chemisch einfacher Körper, ein sogenanntes chemisches Element; er findet sich in der Natur wegen seines grossen Bestrebens, sich mit andern Elementen zu vereinigen, nirgends im freien Zustande, sondern nur in Verbindungen; diese aber

sind in allen drei Naturreichen weit verbreitet. Im Mineralreiche existiren Phosphor- respective Phosphorsäureverbindungen in ganz beträchtlicher Zahl, so: der Apatit (phosphorsaurer Kalk mit Chlorcalcium oder Fluorcalcium), Phosphorit (phosphorsaurer Kalk) der Wawellit (phosphorsaures Aluminium), der Vivianit (phosphorsaures Eisen), das Grünbleierz (phosphorsaures Blei mit Chlorblei oder Fluorblei). In den Zersetzungsproducten der Mineralien, wie sie als Ackererde auftreten, kommt ausnahmslos eine kleinere oder grössere Menge von phosphorsauren Salzen vor; diese werden von den Pflanzen aufgenommen und dienen ihnen als wichtige Bestandtheile; namentlich in den Samen lagern sich grössere Mengen von phosphorsauren Salzen ab, wovon wir uns durch die Untersuchung der Getreidekörner jederzeit leicht überzeugen können. Mit den Pflanzen, welche den Thieren zur Nahrung dienen, gelangen die phosphorsauren Salze in den thierischen Organismus, wo sie zum Theile verbleiben, indem sie, wie in den Knochen sich massenhaft ablagern, zum Theile aber, und zwar besonders im Urin wieder ausgeschieden werden. Die vom thierischen Organismus ausgeschiedenen phosphorsauren Verbindungen gelangen als Dünger wieder in den Boden und werden daselbst den Pflanzen zur Aufnahme dargeboten. Im Pflanzen- und Thierreiche kommen noch ausser den phosphorsauren Salzen andere phosphorhaltige Substanzen vor, nämlich das Lecithin und die Nucleine. Das Lecithin hat man in fast allen

thierischen und pflanzlichen Zellenflüssigkeiten, welche darauf untersucht wurden, nachgewiesen, besonders reichlich kommt es vor im Gehirn, den Nerven, im Eidotter, Eiter, Blut und Caviar. Die Nucleine sind in thierischen und pflanzlichen Organen, Samen und entwicklungsfähigen Zellen, besonders in den Kernen der letzteren so verbreitet, wie wenige andere Stoffe; reichlich finden sie sich in den Kernen der Eiterzellen, in der Milch, im Eierdotter, in den kernhaltigen Blutkörperchen, sowie in den Hefezellen.

Die phosphorsauren Salze, sowie die andern genannten Phosphorverbindungen, haben sowohl für das Leben der Pflanzen, als auch für das der Thiere eine grosse Bedeutung, sie sind unerlässlich, wenn normale Entwicklung der lebenden Wesen stattfinden soll, wo sie fehlen, erfolgt bald Verkümmern und Tod.

Im freien Zustande ist der Phosphor seit 1669 bekannt, in welchem Jahre ihn ein Hamburger Kaufmann Namens Brand zufällig entdeckte. Derselbe beschäftigte sich mit Alchemie und experimentirte unter anderem auch mit menschlichem Urin, aus dem er einen Liquor gewinnen wollte, der Silber in Gold umzuwandeln vermöchte. Brand dampfte, um sein Ziel zu erreichen, grosse Quantitäten von menschlichem Urin in gläsernen Retorten ein; wenn eine Portion abgedampft war, wurde eine neue zugegossen und das Abdampfen fortgesetzt. Bei einem solchen Experimente wurde der trocken gewordene Abdampfrückstand stark erhitzt, und indem der Kohlenstoff der organischen

Substanzen, sowie das Glas der Retorte zusammen auf die phosphorsauren Salze des Urins einwirkten, entstand freier Phosphor, dessen leuchtende Dämpfe dem aufs höchste erstaunten Alchymisten das Gelingen einer bedeutsamen Entdeckung verkündeten.

Brand hielt die Darstellung des Phosphors einige Zeit geheim, verkaufte das Geheimniss aber sodann an einen Alchymisten Krafft in Dresden für 200 Thaler, welcher es seinem Freunde Kunkel in Wittenberg mittheilte. Kunkel behauptet allerdings in einer 1678 erschienenen Schrift, er habe die Entdeckung, den Phosphor aus Urin darzustellen, selbstständig gemacht, er habe von Krafft nur erfahren, dass Brand den Phosphor aus Urin bereite, über die Art der Bereitung habe ihm jedoch weder Brand noch Krafft etwas mitgetheilt.

Die wenigen Chemiker, richtiger Alchymisten, welche damals die Darstellung des Phosphors kannten, theilten dieselbe nur für theures Geld Anderen mit; der Phosphor galt eben zu jener Zeit als eine der merkwürdigsten und kostbarsten Substanzen und erregte vor allem durch sein Vermögen, im Dunkeln so andauernd zu leuchten, das Interesse sehr vieler unter anderen auch hoch gestellten Personen. Krafft zeigte 1676 dem Kurfürsten von Brandenburg zu Berlin, und ein Jahr später Karl II. von England in London die interessanten Eigenschaften des Phosphors. Bei dieser Gelegenheit wurde der berühmte englische Chemiker Boyle mit dem Phosphor bekannt, er erfuhr jedoch,

wie er behauptet, über die Bereitung desselben von Krafft nur so viel, dass dazu etwas aus dem menschlichen Körper verwendet werde. Durch selbstständige Untersuchungen gelang es ihm, aus Harn Phosphor darzustellen. Krafft und Kunkel verkauften schliesslich an Viele ihr Verfahren der Phosphordarstellung und so kam es, dass dasselbe häufig versucht wurde, wiewohl es nur selten gelang, jedenfalls glückte es nur wenigen Chemikern eine erhebliche Ausbeute an Phosphor zu erzielen. Gottfried Hanckwitz, ein Deutscher, betrieb die Fabrikation des Phosphors in London mit Vortheil, er hatte dieselbe von Boyle gelernt und versorgte die Chemiker mit dieser kostbaren Substanz. Im Jahre 1730 wurde die Unze Phosphor in England mit $10\frac{1}{2}$, in Amsterdam mit 16 Ducaten bezahlt, heute kostet 1 Kilogramm Phosphor ungefähr 4 Gulden.

Bis dahin hatte man den Phosphor ausschliesslich so bereitet, dass man den Abdampfückstand von Harn mit Quarzsand mischte und die Mischung bei starker Hitze destillirte; die Ausbeute war dabei stets eine geringe. Allmähig lernte man kennen, dass die Substanz des Urins, welche den Phosphor enthält, respective denselben liefert, auch anderwärts vorhanden ist, so stellte Marggraf den Phosphor aus Senf, Gartenkressensamen und Weizen dar. Der bedeutendste Fortschritt in der Phosphorerzeugung wurde durch die Entdeckung begründet, dass die Knochen eine grosse Quantität von phosphorsaurem Kalk enthalten; diese Entdeckung scheinen die schwedischen Chemiker Gahn

und Scheele fast gleichzeitig und unabhängig von einander gemacht zu haben. Auch heute wird der Phosphor noch aus Knochen dargestellt und zwar auf folgende Weise :

Die Knochen werden, nachdem sie durch überhitzten Wasserdampf zum grössten Theile von der leimgebenden Substanz befreit sind, bei Luftzutritt geglüht, wobei alles organische verbrennt, während die Knochenasche zurückbleibt, die hauptsächlich phosphorsauren Kalk enthält. Diese Knochenasche behandelt man mit verdünnter Schwefelsäure, welche daraus einerseits unlöslichen Gyps, anderseits im Wasser löslichen sauren phosphorsauren Kalk erzeugt; die Lösung des letzteren wird mit Kohle vermischt, zur Trockene verdampft, die trockene Masse mit Quarzsand gemengt und hierauf in Thonretorten geglüht.

Der Phosphor, welcher bei dieser Procedur frei wird, verdampft, der Dampf gelangt in eine mit dem Retortenhalse verbundene Vorlage, die zum Theile mit Wasser gefüllt ist; in dieser Vorlage sammelt sich der Phosphor am Boden unter Wasser an, und zwar immer mit Kohlenpartikelchen verunreinigt, weshalb man ihn unter warmem Wasser schmilzt und mit Hilfe einer kräftig wirkenden Presse durch Leder oder durch eine Platte aus porösem Stein durchpresst, um ihn zu reinigen.

Der so gereinigte Phosphor wird in Stangen geformt und so in den Handel gebracht; in der einfachsten Weise erhält man die Stangen durch Aufsaugen

des unter heissem Wasser geschmolzenen Phosphors in eine Glasröhre, welche, wenn sie gefüllt ist, unten mit dem Finger zugehalten und in kaltes Wasser getaucht wird, worin der Phosphor erstarrt. Man erhält bei gut geleiteter Arbeit aus 100 Kilogramm Knochenasche 8 bis 10 Kilogramm Phosphor, aus 100 Kilogramm frischer Knochen etwas über 5 Kilogramm Phosphor.

Während in früherer Zeit in allen Ländern Phosphorfabriken existirten, wird jetzt der Gesamtbedarf an diesem Körper von einigen grossen Fabriken in Frankreich, England und Schweden gedeckt, die kleinen Fabriken wurden durchwegs aufgelassen; die Fabrikation des Phosphors ist gefährlich, mühsam, erfordert gut geschulte Arbeiter und kann daher in grösseren Fabriken mit ungleich mehr Vortheil betrieben werden, als in kleineren.

Der nachdem beschriebenen Verfahren gewonnene, gereinigte Phosphor ist farblos oder schwach gelblich, durchscheinend, er lässt sich bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur wie Wachs mit dem Messer schneiden, und zeigt auf der Schnittfläche Wachsglanz, bei niederen Temperaturen, also z. B. bei 0° ist er hart und spröde, bei 44° C. schmilzt er und bei 290° C. beginnt er zu kochen (in einer sauerstofffreien Atmosphäre, z. B. in Stickstoff oder Kohlensäure).

Im Wasser ist der Phosphor unlöslich, man bewahrt ihn wegen seiner leichten Entzündlichkeit stets unter Wasser auf. Aether, Benzin, Terpentinöl, fette Oele lösen kleine Mengen von Phosphor auf, das

beste Lösungsmittel für denselben ist der Schwefelkohlenstoff.

Nimmt man ein Stück Phosphor aus dem Wasser, in dem es aufbewahrt ist, und legt es in eine trockene Schale, so dass die atmosphärische Luft Zutritt hat, so beobachtet man alsbald um das Phosphorstück herum einen weissen Dampf und gleichzeitig tritt ein eigenthümlicher, intensiver Geruch auf; wenn man die Erscheinung im Finstern betrachtet, so sieht man den Phosphor deutlich leuchten. Diese Erscheinung des Leuchtens lässt sich sehr schön beobachten, wenn man in einem dunklen Zimmer mit einer Stange Phosphor auf eine schwarze, glatte Holztafel schreibt; alsbald leuchten die Schriftzüge deutlich und das Leuchten wird intensiv, wenn man die Stellen, an denen sich die Schriftzüge befinden, mit einem Tuche heftig reibt. Die Rauchentwicklung und die Leuchterscheinung, welche uns der Phosphor an der Luft zeigt, sind dadurch bedingt, dass er sich oxydirt, d. h. mit dem Sauerstoff der Luft verbindet, wobei phosphorige Säure entsteht. Bei diesem Vorgange wird Wärme frei und die Erwärmung kann, wenn mehrere Stücke Phosphor nebeneinander gelegt werden, so gross werden, dass der Phosphor zunächst schmilzt und dann in helle Flammen ausbricht. Diesen Uebergang der langsamen Oxydation in eine lebhaftere Verbrennung kann man am besten verfolgen, wenn man ein Stück Fliesspapier mit einer Lösung von Phosphor in Schwefelkohlenstoff tränkt und dann in der Luft aufhängt. Der Schwefel-

kohlenstoff verdampft bald, da er sehr leicht flüchtig ist und der Phosphor bleibt am Papiere sehr fein vertheilt zurück; sobald der Schwefelkohlenstoff verdampft ist, entwickeln sich von der ganzen Papierfläche aus Dämpfe und dieselbe leuchtet im Dunkeln, die Oxydation erzeugt aber bald so viel Wärme, dass der Phosphor und das Papier mit lebhafter Flamme brennen. Die Lösung des Phosphors in Schwefelkohlenstoff gehört demnach zu den feuergefährlichsten Flüssigkeiten, die wir kennen. Die Entzündung des Phosphors an der Luft erfolgt schon bei 60° C., also nur 16° C. über seinem Schmelzpunkte; es ist daher leicht begreiflich, dass man mit dem Phosphor an freier Luft nicht viel manipuliren darf, es ist z. B. nicht statthaft, ihn an der Luft mit dem Messer zu schneiden, das muss immer unter Wasser geschehen, denn die beim Schneiden erzeugte Wärme würde in vielen Fällen hinreichen, den Phosphor bei Luftzutritt zum Brennen zu bringen. Von der leichten Entzündlichkeit des Phosphors kann man sich auch durch folgendes interessante Experiment überzeugen: In einem dünnwandigen Glase wird Wasser zum Kochen gebracht und hierauf ein Stückchen Phosphor in dasselbe gegeben, der Phosphor schmilzt und sammelt sich, da er specifisch schwerer als Wasser ist, am Boden des Glases an; leitet man nun mittelst einer Glasröhre Sauerstoff auf den unter dem heissen Wasser befindlichen flüssigen Phosphor, so fängt derselbe sofort unter dem Wasser an zu brennen und brennt in dem Masse, als man Sauerstoff zuleitet;

thatsächlich verbrennt in diesem Falle selbstverständlich der Phosphor in dem zugeleiteten Sauerstoff, die Temperatur des siedenden Wassers ist ausreichend, um die Verbrennung einzuleiten.

In der Luft, besonders aber im Sauerstoff, verbrennt der Phosphor, wenn er angezündet ist, unter Entwicklung eines sehr intensiven Lichtes und eines dichten weissen Rauches, aus dem sich schneeartige Flocken absetzen, welche das Verbrennungsproduct sind, das Phosphorpentoxyd genannt wird.

Der Phosphor gehört zu den heftigsten Giften, wird eine Menge von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Gramm einem Erwachsenen einverleibt, so erfolgt, wenn nicht rechtzeitig wirksame Gegengifte angewendet werden, meist nach wenigen Tagen der Tod. Dauernde Einwirkung kleiner Phosphormengen, wie sie bei Personen stattfindet, welche fortwährend mit Phosphor zu thun haben, wie z. B. die Arbeiter in den Zündhölzchenfabriken, erzeugt eine chronische Phosphorvergiftung, die mit dem Anschwellen des Zahnfleisches beginnt und mit der Zerstörung der Kieferknochen (Phosphornekrose) endet.

Die giftige Wirkung des Phosphors ist zur Vertilgung lästiger Thiere, wie Ratten, Mäuse u. s. w. nutzbar gemacht worden; man verwendet zu diesem Zwecke den Phosphor in Form eines Teiges (Phosphorteig, Phosphorpaste) der erzeugt wird, indem man Phosphor unter heissem Wasser schmilzt und dann unter fortwährendem Umrühren Roggen- oder Weizenmehl zusetzt, bis ein weicher Teig entstanden ist.

Sehr bemerkenswerth ist das Verhalten des Phosphors gegen Licht und Wärme. Es ist eine seit langer Zeit bekannte Thatsache, dass der gewöhnliche Phosphor, wenn er der Einwirkung des Lichtes ausgesetzt wird, an der Oberfläche roth und undurchsichtig wird; über die chemische Natur dieser rothen Substanz waren unter den Chemikern verschiedene Meinungen verbreitet, bis Schrötter ¹⁾ im Jahre 1847 auf Grund einer sehr eingehend und sorgfältig geführten wissenschaftlichen Untersuchung den Beweis erbrachte, dass diese rothe Substanz eine sogenannte allotrope Modification des Phosphors ist, welche seither als rother oder amorpher Phosphor bezeichnet wird. Schrötter machte auch damals die Entdeckung, dass dieser rothe Phosphor sehr leicht durch Erhitzen in einem sauerstofffreien Gase dargestellt werden kann. Wenn man gewöhnlichen Phosphor in einer Retorte, aus der man die Luft durch Stickstoff verdrängt hat, erhitzt, so beobachtet man bei 215⁰ C. den Beginn der Umwandlung in rothen Phosphor, die aber bei dieser Temperatur nur sehr langsam fortschreitet, wird aber die Hitze auf 240⁰ bis 250⁰ C. gesteigert, so erfolgt die Umwandlung rascher. Auch durch Erhitzen des gewöhnlichen Phosphors, unter Zusatz einer kleinen Menge von Jod, auf 200⁰ C. erfolgt, wie zuerst der

¹⁾ Anton Schrötter, Ritter von Kristelli war bis zum Jahre 1868 Professor der Chemie am Wiener Polytechnicum, von 1868 bis 1874 Hauptmünzdirector in Wien; er starb am 15. April 1875.

Engländer Brodie angegeben hat, unter heftiger Reaction die Umwandlung in rothen Phosphor.

Der rothe Phosphor wird jetzt im grossen Maassstabe fabriksmässig dargestellt; man erhitzt den gewöhnlichen Phosphor in verschlossenen Gefässen so lange auf 240° C., bis er erfahrungsgemäss umgewandelt ist. Das so erhaltene Rohproduct, welches in der Regel noch etwas unveränderten gewöhnlichen Phosphor enthält, wird, um es von dem letzteren zu befreien, zerrieben und mit Natronlauge gekocht oder mit Schwefelkohlenstoff geschüttelt, worin sich der gelbe Phosphor löst.

Der rothe Phosphor ist, wie schon sein Name aussagt, in feiner Vertheilung, als Pulver, scharlachroth bis carminroth, in dichten Massen sieht er braunroth und auf der Bruchfläche eisenschwarz aus; er ist spröde, von muschligem Bruche und zeigt schwach Metallglanz. Ist dieser rothe Phosphor schon in seinem Aussehen wesentlich von dem gewöhnlichen gelben Phosphor verschieden, so zeigen sich in dem Verhalten gegen Lösungsmittel und im chemischen Verhalten erst recht auffallende Unterschiede. Wasser, Aether, Oele, ja selbst Schwefelkohlenstoff lösen den rothen Phosphor nicht auf und man hat daher, wie schon oben erwähnt wurde, im Schwefelkohlenstoff ein bequemes Mittel in der Hand, um ihn von dem gelben Phosphor zu trennen.

An der Luft bleibt der rothe Phosphor bei gewöhnlicher Temperatur unverändert, er leuchtet nicht

im Dunkeln und zeigt gegen den Sauerstoff eine viel geringere chemische Anziehung, als der gelbe Phosphor; während, wie früher schon angegeben wurde, der gelbe Phosphor sich schon bei 60° C. an der Luft entzündet, fängt der rothe Phosphor erst bei 261° C. an zu brennen; bei dieser Temperatur verwandelt er sich aber, wie man durch Versuche zeigen kann, in gewöhnlichen Phosphor und es ist also dieser, welcher sich entzündet.

Gegenüber dem thierischen Organismus verhält sich der rothe Phosphor ganz indifferent, er wirkt nicht giftig.

Die Leichtentzündlichkeit des gewöhnlichen Phosphors ist in vortrefflicher Weise in den Reibzündhölzchen nutzbar gemacht worden, für deren Erzeugung der weitaus grösste Theil des in den Phosphorfabriken dargestellten Phosphors verbraucht wird. Die allgemeine Verwendung der Zündhölzchen hat veranlasst, dass die Fabrikation derselben in riesigen Dimensionen betrieben wird; der Verbrauch dieser kleinen Feuerzeuge hat sich so überall eingebürgert, dass dieselben geradezu unentbehrlich geworden sind und es würde grosse Umwälzungen in den gegenwärtigen Verhältnissen hervorbringen, wenn den Menschen die Zündhölzchen genommen und dafür wieder Feuerstein, Schwamm und Schwefelfaden zum Feuermachen gegeben würden.

Schon im Anfange unseres Jahrhunderts hat man in England mit Hilfe des Phosphors Feuerzeuge hergestellt, aber nur in kleinem Maassstabe, erst im

Jahre 1833 wurden an verschiedenen Orten Zündhölzchen erzeugt, welche näherungsweise mit unseren Zündhölzchen übereinstimmen, in Wien erzeugte Preschel 1833 schon Zündhölzchen, Zündschwamm und Cigarrenzünder mit Phosphor.

Die Fabrikation der Zündhölzchen mit gewöhnlichem Phosphor erfolgt im Wesentlichen auf folgende Weise: Mittelst eigener Hobelvorrichtungen werden aus weichem Holze, meistens aus Fichten- oder Tannenholz längere, runde oder vierkantige Hölzchen (sogenannte Holzdrähte) hergestellt, diese werden sodann getrocknet und in kleinere Hölzchen von der für Zündhölzchen erforderlichen Länge zerschnitten, auf deren eines Ende die Zündmasse aufzutragen ist, welche den Phosphor enthält; damit die Uebertragung des Feuers von der Zündmasse, welche das Köpfchen des Zündhölzchens repräsentirt, auf das Holz leichter übertragen wird, ist neben dieser Zündmasse noch ein leicht brennbarer Körper, wie Schwefel, Paraffin, Wachs, Stearinsäure angebracht; die Hölzchen werden zunächst entweder in geschmolzenen Schwefel, oder in geschmolzenes Paraffin, Wachs oder geschmolzene Stearinsäure eingetaucht, so dass diese Körper auf eine Länge von ungefähr einen Centimeter das Holz überziehen oder durchtränken und dadurch leicht brennbar machen, dann erfolgt das Eintauchen in die flüssige Zündmasse, welche durch Verrühren von Phosphor in warmem Gummischleim oder in warmer Leimlösung unter Zusatz von Bleisuperoxyd und salpetersaurem

Blei angefertigt ist. Nachdem die Zündmasse auf den Hölzchen eingetrocknet ist, sind dieselben fertig und werden verpackt. Statt des Bleisuperoxydes und des salpetersauren Bleis hat man auch andere Oxydationsmittel der Zündmasse zugesetzt, die alle den Zweck haben, mit dem Phosphor gemengt, schon bei gelinder Reibung dessen Entzündung zu bewerkstelligen. Bisweilen setzt man der Zündmasse verschiedene Farben zu, wenn die Köpfehen der Zündhölzer gefärbt sein sollen.

Im Gefolge der grossen Vortheile, welche die Phosphorzündhölzchen der Menschheit gebracht haben, schreiten aber ganz unverkennbar einige sehr gewichtige Nachtheile einher, die im wesentlichen auf der Giftigkeit des Phosphors beruhen und die man bald nach der Erfindung der Zündhölzchen erkannte. In früherer Zeit erkrankten die Arbeiter in den Zündhölzchenfabriken häufig an der sogenannten Phosphornekrose und verloren oft, nachdem sie die furchtbarsten Schmerzen erlitten hatten, ihre Kieferknochen. Das kommt zwar jetzt nur selten mehr vor, seitdem für gute Ventilation in den Fabriken, sowie für sorgfältige Reinhaltung der Arbeiter gesorgt ist, aber da man mit den Zündhölzchen eines der heftigsten Gifte jedermann frei zugänglich macht, so kommen zufällige oder absichtliche Vergiftungen mit Phosphor respective mit der Zündmasse der Zündhölzchen gar nicht selten vor; ziemlich häufig ereignet es sich, dass kleine Kinder Zündhölzchen in die Hände bekommen, dass sie die

Köpfchen abnagen, verschlucken und, wenn nicht rechtzeitig ärztliche Hilfe zur Hand ist, elend zu Grunde gehen.

Zu der Zeit, als Schrötter die Entdeckung machte, dass der amorphe Phosphor durch Erhitzen in einem sauerstofffreien Gase dargestellt werden könne, waren die Fälle von Phosphornekrose unter den Arbeitern in den Zündhölzchenfabriken häufig, das Elend unter diesen Menschen war gross; man kann sich daher denken, mit welchem Enthusiasmus Schrötter's Entdeckung begrüsst wurde, als man erkannt hatte, dass der rothe Phosphor nicht giftig sei und mit gewissen Oxydationsmitteln, wie z. B. chlorsaurem Kalium gemengt, doch eine leicht entzündliche Masse liefere. Die französische Akademie der Wissenschaften zeichnete Schrötter durch Verleihung des Montyon-Preises aus, welcher solchen Erfindungen zu Theil wird, die wesentliche sanitäre Verbesserungen herbeiführen.

Die grossen Hoffnungen, welche Schrötter auf seine Entdeckung setzte und mit ihm Alle, denen die mögliche Tragweite derselben erfassbar war, haben sich leider nur sehr allmähig und selbst bis auf den heutigen Tag noch nicht vollständig erfüllt; denn eigentlich sollten jetzt Zündhölzchen mit gewöhnlichem Phosphor gar nicht mehr im Gebrauche sein, da dieselben, wie schon erörtert, ein eminentes Gift enthalten, und da man mittelst des rothen Phosphors sehr brauchbare Zündhölzchen herstellen kann, die im

fertigen Zustande nicht giftig sind und auch bei ihrer Fabrikation zu keinen schädlichen Wirkungen auf die Arbeiter Veranlassung geben, allein jedermann weiss, dass in vielen Ländern die Zündhölzchen mit gewöhnlichem Phosphor noch immer die allgemein gebrauchten sind, während jene mit amorphem Phosphor, die sogenannten schwedischen Zündhölzchen (deren Fabrikation namentlich in Schweden in colossalem Masstabe betrieben wird) sich nur langsam einbürgern.

Anfangs stellten sich der Darstellung einer brauchbaren, ruhig abbrennenden Zündmasse mit rothem Phosphor grosse Schwierigkeiten entgegen, dieselben wurden aber allmählig überwunden und die jetzt in den Handel gebrachten „schwedischen Zündhölzchen“ stellen ein so tadelloses Feuerzeug dar, dass sie die Zündhölzchen mit gewöhnlichem Phosphor vollständig zu ersetzen vermögen. Diese schwedischen Zündhölzchen haben braune Köpfchen, welche aus einer Masse bestehen, die keinen Phosphor enthält; die Reibfläche der Schächtelchen, in denen diese Zündhölzchen verpackt sind, enthält amorphen Phosphor; streicht man mit einem solchen Hölzchen über diese Reibfläche, so wird etwas rother Phosphor abgerieben, welcher mit der Masse der Köpfchen, die aus Oxydationsmitteln (chlorsaures Kalium, chromsaures Kalium, Mennige) und Schwefelantimon besteht, eine leicht entzündliche Mischung gibt, so dass die bei der Reibung auf der Reibfläche stattfindende Erwärmung schon zur Entzündung genügt.

Die schwedischen Zündhölzchen mit amorphem Phosphor haben gegenüber den gewöhnlichen Zündhölzchen noch das voraus, dass sie nicht so feuergefährlich sind, ein Umstand, der bei der allgemeinen Verwendung der Zündhölzer sehr in Betracht kommt; wie oft ist schon durch unvorsichtigen Gebrauch der Zündhölzchen eine Feuersbrunst entstanden, die unter sonst gleichen Umständen durch schwedische Zündhölzchen nicht entstanden wäre.

Alles in allem sind die schwedischen Zündhölzchen in dem Zustande, in welchem sie uns heute von der Industrie geboten werden, ein vortreffliches Feuerzeug, sie sind wohlfeil, leicht genug entzündlich und sind ganz dazu angethan, die Zündhölzchen mit gewöhnlichem Phosphor zu verdrängen; dass dies recht bald im Interesse der Sicherheit und Gesundheit Vieler geschehen möge, ist gewiss der Wunsch aller Einsichtigen.
