



# Die Chemie des häuslichen Lebens.



## I.

### Vom Feuer und dem Werdegang der Stoffe.

**W**enn wir ein Stück Papier auf die Platte des erhitzten Ofens legen, wird es sich bald bräunen und plötzlich in Flammen aufgehen. Um einen Körper in Brand zu setzen, zu „entzünden“, ist also nicht das Heranbringen einer Flamme wesentliches Erfordernis, sondern daß er durch Zuführung von Wärme auf eine bestimmte Temperatur, die „Entzündungs-Temperatur“ gebracht wird. Ein Stück Schwefel würde schon früher sich entzünden als ein Stück Papier, also Pflanzen-Faser hat demnach eine niedere Entzündungs-Temperatur. Eisen gilt im gewöhnlichen Leben als unverbrennlich, aber bei sehr hoher Hitze verbrennt auch ein dünnes Stück Eisen unter Funkenprühen.

Und schon bei niederer Temperatur kann das Eisen verbrennen, nur ohne Flamme und nicht zugleich durch die ganze Masse, sondern allmählich von der Oberfläche her, es „verrostet“ wie die große Mehrzahl der Metalle. Auch diese langsame Verbrennung wird durch Wärme gefördert. Der Ofen „brennt durch“ zuerst an der heißesten Stelle. Je weniger leicht ein Metall verrostet, desto edler nennen wir es. In diesem Sinne, nicht wegen ihres Wertes, der nur teilweise von dem genannten Umstande abhängt, sind Gold und Platin die edelsten Metalle.

Unverbrennlich sind die Stoffe, die schon verbrannt sind, die „Aschen“. Im chemischen Sinne gehört hierher auch das Wasser, denn es entsteht durch Verbrennung des Wasserstoffs, eines Bestandteils des Leuchtgases, des Petroleums, des Spiritus, des Stearins. Das Entstehen von Wasser bei der Verbrennung dieser Stoffe ist leicht zu beobachten, wenn wir einen kalten Glaszylinder auf eine solche Flamme setzen: er „beschlägt“ alsbald, bis er selber so warm geworden ist, daß der Wasserdampf nicht mehr zu Tropfen verdichtet werden kann. Im Leuchtgase ist der Wasserstoff als freies Gas nur beigemischt. Verbunden mit anderen Stoffen kann er flüssige Form wie im Wasser oder feste wie im Holz annehmen. Bei einem Gemenge von Stoffen bleiben die Eigenschaften der Bestandteile unverändert, und wir können sie oft mit unsern Sinnen nebeneinander erkennen, wie den Zucker,

das Aroma, den Gerbstoff durch den Geschmack in dem Tee. Dadurch, daß sich Stoffe verbinden, entstehen neue Stoffe mit neuen Eigenschaften, die völlig verschieden sein können von denen der Bestandteile. Selbst das verhältnismäßige („spezifische“) Gewicht kann, auch ohne daß der Aggregatzustand (fest, flüssig, gasförmig) sich ändert, ein völlig anderes werden als das der Bestandteile; die Verbindung kann also „dichter“ oder weniger dicht werden. In vielen Fällen werden allerdings schwerere Bestandteile auch die Verbindungen schwerer machen, wie z. B. das schwere Blei auch ein schwereres Verbrennungsprodukt (Bleiglätte) hat. Das bezieht sich also auf das *v e r h ä l t n i s m ä ß i g e* Gewicht, das unbedingte (absolute) Gewicht wird bei der Verbrennung, wie bei jeder Verbindung eines Stoffes mit anderen immer schwerer und zwar genau um die Gewichtsmenge des aufgenommenen Stoffes. Die Asche des Bleis wiegt also mehr wie das Blei, durch dessen Verbrennung sie entstanden ist. Demgemäß muß auch eine verbrennende Kerze an Gewicht zunehmen. Daß sie scheinbar verschwindet, beruht lediglich auf der gasförmigen Natur der Verbrennungsprodukte, von denen das Wasser schon erwähnt ist.

Wenn wir einen kalten Porzellanscherben in eine Flamme der vorhin genannten Leuchtstoffe halten, beschlägt er mit Ruß. Der Vorgang ist uns aus dem Vorangegangenen verständlich, wenn wir erwägen, daß durch den kalten Scherben Bestandteile der brennenden Stoffe unter ihre Entzündungstemperatur abgekühlt werden. Wir erkennen damit die *K o h l e* als einen weiteren Bestandteil jener Leuchtstoffe. Im Leuchtgas kann die Kohle nicht als solche enthalten sein, sondern nur in Verbindung, da das Leuchtgas durchweg luftförmig ist und die Kohle fest. Dasselbe gilt für die flüssigen Brennstoffe; aber auch das Stearin kann keine Kohle unverbunden enthalten, sonst müßte die schwarze Farbe der Kohle sich geltend machen.

Da nun Kohle, z. B. Holzkohle, beim Verbrennen bis auf einen kleinen, nicht mehr schwarzen, sondern weißlich oder gelblich gefärbten Rest völlig verschwindet, so muß auch hier ein gasförmiges Verbrennungsprodukt vorliegen, wir nennen es *K o h l e n s ä u r e*. Was wir im gewöhnlichen Leben Kohlenasche nennen, ist nicht das Verbrennungsprodukt der Kohle, sondern fertige Asche, die schon vor dem Verbrennen in der Holzkohle enthalten war, ja in dem Holze, aus dem Kohle beim Meilervorgang durch Austreiben der flüchtigen Bestandteile entstanden ist. Da nun das Holz, wie leicht nachzuweisen, beim Verbrennen auch Wasser liefert, so ergeben sich Kohlenstoff und Wasserstoff als wesentliche und beides brennbare Bestandteile des Holzes; dieselben Bestandteile in anderer Verbindung oder Mischung finden sich in den übrigen genannten als Leuchtstoff verwendeten Materialien.

Daß die Verbrennung eines Körpers nicht vor sich gehen kann ohne Zutritt der Luft, ist eine alltägliche Erfahrung. Abschluß der Luft ist daher das beste Löschmittel, wo es anwendbar ist, vom Aufsetzen des Deckels auf die Spiritusflamme bis zum Ersticken eines Stubenbrandes durch aufgeworfene Decken. Das Löschen mit Wasser wirkt zunächst auf dieselbe Weise; es kommt aber hinzu, daß Wasser zum Verdampfen eine bedeutende Menge Wärme verbraucht, die als „latente“ Wärme für die Temperatur verloren geht; also eine Abkühlung bewirkt, die den Körper unter die Entzündungstemperatur bringt. Der leicht anzustellende Versuch, brennende Kerzen von ungleicher Größe mit Wasserabschluß unter gleich große Glasglocken zu stellen und gleiche Kerzen unter ungleiche Glocken zeigt dann weiter, daß die Größe und die Dauer der Flamme in deutlicher Beziehung steht zur angewandten Luftmenge und daß das abschließende Wasser nach dem Erlöschen der Kerze und Erkalten der abgeschlossenen Luft in der Glocke steigt und sie zu etwa ein Fünftel ausfüllt. Dieser Versuch

beweist einmal, daß nur ein Teil der Luft, den wir Sauerstoff nennen, die Verbrennung unterhält, indem er sich mit dem brennbaren Körper zu sogenannten „Oxyden“ verbindet, während der andere Bestandteil (Stickstoff) nicht weiter zur Verbrennung dienen kann, auch nicht zu der eines anderen Körpers. Der Versuch zeigt aber auch weiter, daß der brennende Körper eine bestimmte Menge zum Verbrennen nötig hat, wie überhaupt jede Verbindung zweier Stoffe nach einem oder doch nur nach wenigen bestimmten Mengenverhältnissen vor sich geht. Der Überschuß des einen oder anderen Bestandteiles bleibt also unverbunden.

Dieser übrig bleibende Bestandteil nimmt aber die bei der Verbrennung erzeugte Wärme mit in sich auf; es erhellt danach, da ein bestimmter brennender Körper beim vollständigen Verbrennen stets dieselbe Wärmemenge hervorbringt, daß wir für diesen brennenden Körper die höchst mögliche „Verbrennungstemperatur“ erreichen werden, wenn wir ihn in genau dem richtigen Verhältnis mit reinem Sauerstoff mischen. Für Haushaltungszwecke steht dieser nun nicht zur Verfügung, sondern nur in seiner Mischung mit Stickstoff in der Luft. Bei Verwendung von Luft wird die Verbrennungstemperatur erheblich niedriger ausfallen, weil die erzeugte Wärme sich auf den unnütz beigemischten Stickstoff mit verteilt. Um so mehr hat man Ursache, die Luftzufuhr bei Verbrennungen so zu regeln, daß sie nur gerade die erforderliche Menge Sauerstoff liefert.

Bei dem jetzt so verbreiteten Gasglühlicht ist die Luftzufuhr abhängig von der Größe der Öffnungen und der Zugkraft des als Schornstein wirkenden Zylinders. Wenn diese auch je nach der erzielten Temperatur etwas verschieden ist, so können wir doch bei diesen Lampen im wesentlichen die Luftzufuhr als gegebenen Faktor betrachten, während die Menge des zugeführten Brenngases je nach der Öffnung des Hahnes sehr verschieden ist. Zünden wir nun diese Lampe bei schwach geöffnetem Hahn an und drehen langsam weiter auf, so beobachten wir zunächst ein Hellerwerden des glühenden Strumpfes bis zum Erreichen einer größten Helligkeit. Dann bewirkt weiteres Aufdrehen des Hahnes keine weitere Steigerung, sondern sogar eine deutliche Abnahme der Helligkeit. Man kann also bei richtiger Behandlung der Glühlampen viel Gas sparen, das beim vollständigen Aufdrehen des Hahnes, wie es für Dienstboten fast selbstverständlich ist, oft zur doppelten Menge verschwendet wird. Eine sorgfältig eingerichtete Lampe soll eine so enge Gasöffnung haben, daß der voll geöffnete Hahn nur gerade die erforderliche Gasmenge liefert. Diese Erscheinungen sind aus den vorangegangenen Betrachtungen verständlich, wenn wir noch hinzufügen, daß die Helligkeit eines Körpers ein direkter Ausfluß seiner Temperatur ist. Jeder erhitzte Körper, welcher Art er auch sei, kommt bei ungefähr derselben Temperatur ins Glühen und zwar bei etwa  $500^{\circ}$  in Rotglut, die beim weiteren Erhitzen durch Hinzutreten der andern Strahlen des Spektrums zunächst der gelben, dann der grünen und blauen Strahlen in Gelbglut und schließlich bei etwa  $1500^{\circ}$  in Weißglut übergeht.

Daß eine Gasflamme auch ohne Anwendung eines Glühkörpers als Leuchtflamme benutzt werden kann, beruht darauf, daß bei einer gewöhnlichen Gasflamme die zum Verbrennen nötige Luft nicht gleich dem Gase beigemischt wird, sondern von außen zur Flamme tritt. Die erzielte Temperatur ist demgemäß wesentlich geringer, sodaß nahe der Oberfläche der Flamme von den Bestandteilen des Gases zunächst nur der Wasserstoff mit seiner niederen Entzündungstemperatur verbrennt, während der Kohlenstoff sich zunächst ausscheidet, den wir ja auf dem in die Flamme gehaltenen kalten Porzellanischerben sichtbar gemacht haben. In der Flamme kommt er durch

die Hitze des brennenden Wasserstoffs zunächst ins Glühen und verbrennt dann am Rande der Flamme in unmittelbarer Berührung mit der Luft. Zur Erzeugung einer gleichen Helligkeit ist hier eine weit größere Gasmenge erforderlich als bei einer Glühlampe, und wir erreichen nur die Stufe der Gelbglut, nicht der Weißglut. Die weiße Farbe des Glühlichtes ist allerdings etwas geändert durch die Farben, die bei der großen Hitze durch die in die Flamme übergehende Bestandteile der zum Glühstrumpf verwandten Salze dem weißen Licht beigemischt werden. Das Glühlicht erscheint meist deutlich grün, was auf das Auge weniger angenehm wirkt, als die „warme“ rötlich-gelbe Farbe des Petroleum- oder gewöhnlichen Gaslichtes, von denen das letztere allerdings durch sein flackern noch unangenehmer wird. Auch ist die Farbe des Gasglühlichtes immer noch angenehmer als das elektrische Bogenlicht, das durch die noch „kältere“ violette Farbe des glühenden Stickstoffs empfindlichen Augen schließlich unerträglich wird, während im elektrischen Glühlicht der glühende Kohlenfaden ein ähnliches Licht ausstrahlt, wie das Petroleum-Licht.

Für den Gasofen gelten dieselben Bestimmungen, wie für das Gasglühlicht, also auch entsprechende Grundsätze der Einrichtung. Bei der Verwendung ist zu beachten, daß die Luftzufuhr stark genug sein muß, daß nicht Kohlenstoff ausgeschieden wird, was durch das Leuchten der Flamme sich äußert, sondern nur die schwach bläuliche Flamme des brennenden Wasserstoffs zur Geltung kommt. Allerdings können auch Verunreinigungen des Brenners der Flamme andere Färbungen mitteilen. Zu starke Luftzufuhr läßt die Flamme leicht einschlagen, was zur Schädigung des Brenners führt. Die größte Wirkung bei gegebener Gasmenge wird erzielt durch Vorwärmung der zugeführten Luft.

Beim Verbrennen einer Kerze, wie des Petroleums und des Spiritus in der Lampe, wird die Bedeutung des Dochtes verständlich durch die Erwägung, daß dessen Verbrennung die Wärme liefern muß, die den eigentlichen Brennstoff vergast und auf seine höhere Entzündungs-Temperatur bringt. Sobald dieses erreicht ist, dient der Docht nur als Zufuhrweg des eigentlichen Brennstoffs zur Flamme, soweit er nicht in die heißen Teile der Flamme hineinragt und verkohlt, oder, wenn er mit der Luft in Berührung kommt, verbrennt. — Die Petroleum- oder Spiritus-Gaspocher unterscheiden sich von den gewöhnlichen Brennern dadurch, daß sie, mit oder ohne Zuhilfenahme eines Dochtes, das Brennmaterial schon vergasen und mit Luft mischen, ehe es die eigentliche Brennflamme erreicht.

Bei allen diesen Brennstoffen entstehen als Verbrennungsprodukte Kohlen Säure und Wasser. Wenn sie aber ausgelöscht werden, tritt bei der nachwirkenden Hitze, die der Brenner erreicht hat, eine Zersetzung ein, die übelriechende „brenzlige“ Stoffe entstehen läßt. Dasselbe ist der Fall bei schlecht konstruierten Brennern, die keine vollständige Verbrennung der verwandten Stoffe zustande kommen lassen, oder, wenn wir solche Brennstoffe oder Fette und andere organische Stoffe auf die heiße Herdplatte kommen lassen.

Beim Verbrennen fester Feuerungstoffe im Ofen ist es trotz der heutigen verbesserten Öfen mit ihren guten Verschlüssen fast unausrottbare Überlieferung, daß der Ofen umso besser wirkt, je mehr „Zug“ er hätte. Eine bestimmte Menge Feuerung verbraucht zum vollständigen Verbrennen eine bestimmte Menge Luft; jeder Überfluß wird für den Schornstein erwärmt, statt selber zur Wärmeerzeugung beizutragen. Der Ofen ist der beste, der mit dieser Luftmenge auskommt, ohne mit dem weiteren Ansaugen von Luft nachzulassen, also „auszugehen“, was namentlich durch gutes Zusammenhalten der Hitze erzielt wird, und der ferner die Verbrennungsgase,

was bei raschem Durchzug nicht zu erreichen ist, mit möglichst niedriger Temperatur in den Schornstein eintreten läßt, denn wir wollen das Zimmer heizen und nicht den Schornstein. Beides läßt sich sehr gut mit Kachelöfen erreichen; aber sie haben einen Nachteil: Der Ofen ist der beste Ventilator; er wirkt aber nur, solange er brennt. Der Kachelofen ventiliert also vor der Benutzung des Zimmers und nicht mehr, wenn wir nach Durchhitzung der Kacheln ihn haben ausgehen lassen und nun mit vielen Personen in dem gemütlich durchwärmten Zimmer sitzen.

Den Abschnitt vom Feuer wollen wir nicht verlassen, ohne auf das „Feuer-machen“ unser Augenmerk zu richten. Die Verwendung des Feuers ist wohl der größte Kulturfortschritt, den die Menschheit im Laufe ihrer Entwicklung gemacht hat. Es ist daher verständlich, daß das Feuer, auch noch auf höherer Entwicklungsstufe mit einem Nimbus der Heiligkeit umgeben war, der z. B. in dem Vesta-Kultus der Alten zum Ausdruck kommt. Zum Feuermachen ist von den ersten Anfängen an die durch Reibung entstehende Wärme der Ausgangspunkt gewesen. Noch jetzt erzeugen niedrig stehende Völkerschaften, die noch nicht von der Kultur der Weißen berührt sind, das Feuer durch Aneinanderreiben verschiedener harter Hölzer.

Auf die Benutzung des vom schlagenden Stahl am Feuerstein abspringenden Funkens, das heißt glühenden Stahlstückchens, waren noch unsere Urgroßeltern angewiesen. Der Funke setzte den Sunderschwamm in schwelenden Brand, der durch Blasen angefacht wurde, bis er imstande war, andere Körper zu entzünden. Derselbe Grundsatz der Übertragung der Flamme von leichtentzündlichen Körpern auf den minder entzündlichen findet auch noch bei unseren heutigen Sündhölzern Anwendung. Bei den älteren, jetzt mehr außer Gebrauch kommenden „Streichhölzern“, enthält der Kopf eine geringe Menge leicht entzündlichen Phosphor, der durch eine zarte Kruste von Gummi oder Leim vor der Berührung mit der Luft beschützt ist. Beim Anreiben wird diese Kruste gesprengt und zugleich die geringe Wärme entwickelt, die den Phosphor zum Entflammen bringt. Diese nur einen Augenblick wirksame Flamme genügt, um den hinter dem Kopf am Holz haftenden Schwefel zu entzünden, der seinerseits endlich das Holz zum Brennen bringt.

Die Giftigkeit des gewöhnlichen Phosphors hat mehr und mehr die „Sicherheits-Sündhölzer“ in Aufnahme kommen lassen, bei denen eine nicht giftige, aber auch weniger leicht entzündliche Abart, der „Rote-Phosphor“ zur Verwendung kommt. Er findet sich aber nicht im Kopf der Hölzer, sondern in der Reibfläche und verbrennt nur, soweit er mit dem Kopf des Sündholzes gerieben wird, der ein leicht zersetzliches Salz (Chlorsaures Kalium) enthält. Als brennbare Bestandteile enthält der Kopf namentlich Schwefel-Antimon oder Schwefel-Blei, also wenigstens freien Schwefel wie die älteren Reibhölzer. Nur in diesem Sinne konnten diese zuerst in Schweden verfertigten Sündhölzer „Atan Svafvel och Fosfor“ bezeichnet werden. Die Übertragung des Brandes auf das Holz besorgt dann das Paraffin, mit dem es getränkt wird. — Der Name „Schwefelhölzer“, der für die älteren Reibhölzer noch oft gebraucht wird, kommt eigentlich nicht diesen zu, sondern den in der vorangehenden Zeit benutzten Sündhölzern, bei denen auch Schwefel die Entzündung des Holzes vermittelte, aber selbst durch das im Kopf befindliche chlorsaure Kalium entzündet wurde, dessen Zersetzung durch Einwirkung von Schwefelsäure eingeleitet war. Diese Schwefelsäure befand sich in einem besonderen Gefäß, in dem sie von Asbest aufgesogen war, um die Gefahren möglichst zu vermeiden, die in der leichten Zugänglichkeit der konzentrierten Schwefelsäure liegen.

