

**Badische Landesbibliothek Karlsruhe**

**Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe**

**Untersuchungen über die Explosionsgrenzen brennbarer  
Gase und Dämpfe**

**Eitner, Paul**

**München, 1902**

c) Wärmetransport

[urn:nbn:de:bsz:31-270244](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:31-270244)

Es ist hiernach klar, daß sich diese Untersuchung nur auf wirkliche Flammen, und in vorliegendem Falle auf diejenigen Explosionsflammen beziehen kann, die in den eben noch entzündlichen Gemischen kurz vor Erreichung der Explosionsgrenze eintraten. Hier aber war die niedrigste beobachtete Fortpflanzungsgeschwindigkeit etwa 10 cm pro Sekunde. Demnach durchläuft 1 qcm der Flammenfläche sekundlich 10 ccm der Gasmischung, die nach dem oben über die Verbrennungswärme der Explosionsgemische Mitgeteilten etwa 5 Grammkalorien<sup>1)</sup> bei der Verbrennung liefern. Von diesem Wärmebetrag würden also unter den gemachten Annahmen 0,187 Grammkalorien an das kalte Gas abgegeben werden, das sind 3,74% der Verbrennungswärme.

Von diesem Wärmebetrag wird, wie schon oben bemerkt, ein großer Teil von der fortschreitenden Flamme zurückgewonnen und nur ein kleiner Bruchteil davon geht durch Übertragung auf die Gefäßwände und durch Strahlung verloren. Die wirklichen durch die Ableitung bewirkten Verluste sind daher erheblich geringer. Indessen geht aus dem Gesagten ohne weiteres hervor, daß diese Verluste mit der Abnahme der Fortpflanzungsgeschwindigkeit beträchtlich wachsen müssen. Bei den Explosionsflammen aber, welche in den eben noch entzündlichen Gemischen auftraten und mit einer Geschwindigkeit von 10 cm fortschritten, werden sie 1% der Verbrennungswärme kaum übersteigen.

### c) Wärmetransport

Ein heißer Körper erzeugt in einer kalten Gasmasse heftige Strömungen und Wirbelbewegungen, die dadurch entstehen, daß die dem heißen Körper benachbarten Gasschichten erhitzt werden, sich ausdehnen, ihr spezifisches Gewicht verringern und infolgedessen in die Höhe steigen, während kaltes Gas an die Stelle des fortströmenden erhitzten tritt. So wird von dem heißen Körper Wärme fortgeführt.

<sup>1)</sup> Die noch brennbaren Mischungen enthalten 0,05% bis 0,1% mehr brennbares Gas als die Grenzgemische und geben daher eine etwas höhere Verbrennungswärme als diese.

Diese Strömungen und Wirbelbewegungen sind es hauptsächlich, welche den raschen Temperatenausgleich in Gasmassen bedingen.

Es liegt in der Natur der Sache, daß diese Bewegungen und die damit verbundenen Wärmeübertragungen sich jeglicher Berechnung entziehen. Trotzdem müssen auch diese Vorgänge bei der Beurteilung der Flammentemperatur berücksichtigt werden.

Betrachtet man die langsam fortschreitende Explosionsflamme, so macht dieselbe den Eindruck der äußersten Ruhe. Irgendwelche heftigen Strömungen von größerer Ausdehnung können in ihr oder in ihrer nächsten Nähe wohl kaum vorhanden sein, sonst müßte sich das sicher an der so außerordentlich beweglichen Flamme erkennenbar machen. Es ist das auch leicht verständlich, wenn man bedenkt, daß die Flamme ja nur eine Reaktion ist, die nacheinander die einzelnen Schichten der ruhenden Gasmasse durchläuft, und die längst in neue ruhende Schichten übergetreten ist, bevor die mit der Erhitzung verbundene Änderung des spezifischen Gewichtes die Trägheit der eben verbrannten Gasmasse überwunden und strömende Bewegung erzeugt hat. Erst hinter der Flamme werden die Strömungen in ausgiebigstem Maße zu stande kommen.

Außer den grobsichtigen Strömungen werden aber noch Wirbelbewegungen von kleiner und kleinster Ausdehnung zu berücksichtigen sein, und solche können und werden allerdings in der Flamme vorhanden sein, ohne daß dadurch die Ruhe der ganzen Erscheinung gestört wird. Solche Wirbelungen können aber irgendwie nennenswerte Wärmeverluste nicht veranlassen, denn greifen dieselben von der Flamme in die benachbarte eben verbrannte heiße Gasschicht ein, so bewirken sie nur eine Mischung von Gasteilchen gleicher Temperatur, liegen sie aber auf der Grenze zwischen der Flamme und dem noch unverbrannten Gas, so bewirken sie nur eine Zuführung des letzteren zur Flamme, also eine minimale Verbreiterung der Verbrennungszone, ohne daß dabei nennenswerte Wärmeverluste veranlaßt werden könnten.

Aus dem Gesagten geht hervor, dafs die fortschreitende Explosionsflamme erhebliche Wärmeverluste durch Strömungen oder Wirbelbewegungen nicht erleiden kann. Solche werden erst bei abnehmender Fortpflanzungsgeschwindigkeit in steigendem Mafse auftreten, wenn sich die Flamme mehr und mehr den Bedingungen nähert, die bei einem ruhenden heißen Körper in einer kälteren Gasmasse obwalten.

d) Dissociation der Kohlensäure.

Henri Sainte Claire Deville<sup>1)</sup> hat gezeigt, dafs die Kohlensäure bei höheren Temperaturen teilweise in Kohlenoxyd und Sauerstoff zerfällt. Die gleiche Beobachtung haben später Mallard und Le Chatelier<sup>2)</sup> bei ihren schon vielfach citierten Untersuchungen der explosiven Gasmischungen gemacht, wobei sie erkannten, dafs der Grad des Zerfalls mit steigender Temperatur und mit abnehmendem Drucke wächst. Beim Wasserdampf dagegen konnten diese beiden Forscher keine Spaltung in die Komponenten beobachten, selbst nicht bei Temperaturen bis 3000°.

Auf Grund der vervollkommeneten Erkenntnis der Abhängigkeit chemischer Gleichgewichte von Partialdruck und Temperatur berechnete später Le Chatelier<sup>3)</sup> für eine Anzahl von Temperaturen und Drucken den Zersetzungsgrad der Kohlensäure, und gibt die in Tabelle XI zusammengestellten höchst bemerkenswerten Resultate.

Aus diesen Angaben läfst sich durch Interpolation mit Hilfe der in Tabelle IV<sup>4)</sup> angegebenen Kohlensäuremengen, die gleichzeitig mit genügender Genauigkeit die Partialdrucke darstellen, und der in Tabelle VI<sup>5)</sup> enthaltenen Explosions-temperaturen für jedes Gemisch die Kohlensäuremenge be-

<sup>1)</sup> Compt. rend. 56, S. 195 u. 729.

<sup>2)</sup> Ann. des Mines, 8. série, T. IV (1883), S. 455.

<sup>3)</sup> Ostwald u. van 't Hoff, Zeitschr. für phys. Chemie 2, S. 782 (1888), vergl. Dammer, Handbuch der anorg. Chemie (1892), I. Bd., S. 204.

<sup>4)</sup> Journ. f. Gasbel. 1902, Nr. 21, S. 362.

<sup>5)</sup> Journ. f. Gasbel. 1902, Nr. 21, S. 363.