

Badische Landesbibliothek Karlsruhe

Digitale Sammlung der Badischen Landesbibliothek Karlsruhe

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

Eitner, Paul

München, 1902

Einleitung

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

Untersuchungen

über die

Explosionsgrenzen brennbarer Gase und Dämpfe.

Die Vorgänge, welche sich in den Flammen brennender Gase abspielen, sind schon sehr häufig Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Doch obgleich sich die namhaftesten Experimentatoren mit dieser Materie befaßt haben, ist gleichwohl unsere Kenntnis derselben noch lückenhaft. Es liegt das zum Teil an der Kompliziertheit der Reaktionen, zum Teil und namentlich daran, daß die Reaktionsgeschwindigkeiten in den brennenden Gasen außerordentlich groß sind, so daß es schwer hält, einzelne Phasen der Prozesse herauszugreifen und sie dem Studium zu unterwerfen. Das gilt ebensowohl für brennende Gasstrahlen (Flammen im gewöhnlichen Sinne des Wortes), wie für explodierende Gasmischungen.

Will man mit dem Experiment an die Erforschung derartiger Probleme herantreten, so müssen die Versuchsbedingungen zunächst so einfach als möglich gewählt werden. Bevor man daher das Studium der Leuchtgasflammen und ähnlicher kompliziert zusammengesetzter brennender Gasgemische beginnen kann, müssen die Erscheinungen an einfachen reinen Gasen beobachtet und diskutiert werden.

Verhältnismäßig einfach sind die Vorgänge bei der Verbrennung von Wasserstoff und Kohlenoxydgas, da beide wesentlich nur je ein Verbrennungsprodukt liefern: Wasserdampf bzw. Kohlensäure. Erheblich verwickelter sind die Erscheinungen bei den Kohlenwasserstoffen, wie Methan,

Äthylen, Acetylen, Pentan, Benzin, Benzol und bei Stoffen wie Alkohol und Äther; denn hier entsteht im Verlauf der Verbrennung eine ganze Reihe verschiedener Produkte, die sich in den hohen Temperaturen gegenseitig beeinflussen. Jedenfalls am verwickeltsten sind die Vorgänge beim Leuchtgas und allen den Gasen, die beim Verbrennen der gewöhnlichen Heiz- und Beleuchtungsmaterialien entstehen. Denn bei diesen liegen Gemische der oben genannten Gase vor, deren Zusammensetzung sich in der Flamme mit fortschreitender Verbrennung stetig ändert. Die Beurteilung der Vorgänge in solchen Flammen setzt daher die Kenntnis der an den einfachen Gasen zu beobachtenden Erscheinungen voraus.

Läfst man einen Gasstrom aus einer Öffnung in die Luft austreten, so entsteht ein Gasstrahl¹⁾, in dessen Umgrenzungszone eine fortwährende Mischung zwischen Gas und Luft eintritt, die um so tiefergreifend ist, je weiter der Gasstrahl fortschreitet. Das gilt sowohl für das kalte wie für das brennende Gas. Es ist daher ohne weiteres einleuchtend, dafs in brennenden Gasstrahlen die chemische Zusammensetzung des Gemisches sich von Punkt zu Punkt ändert und nur an ein und derselben Stelle einigermaßen konstant sein wird.

Anders liegen die Verhältnisse, wenn man das brennbare Gas vor der Entzündung in seiner ganzen Masse mit der zur Verbrennung erforderlichen Menge Luft oder Sauerstoff mischt und einen weiteren Zutritt von Luft bzw. Sauerstoff dadurch verhütet, dafs man das Gemisch in völlig geschlossenen Räumen zur Entzündung bringt. Die Verbrennung verläuft dann rasch als Explosion durch die ganze Gasmasse, überall unter den gleichen Bedingungen, die beliebig gewählt werden können. Der Explosionsversuch greift also die an einem bestimmten Punkte eines brennenden Gasstrahls sich abspielenden Vorgänge heraus und macht dieselben dem Studium zugänglich. Aus diesem Grunde werden zweckmäfsig die Verbrennungserscheinungen der Gase, soweit möglich, an explodierenden Gasmischungen beobachtet.

¹⁾ Vgl. Bunte, Über Verbrennungsvorgänge bei Gasen. Journ. f. Gasbel. 1900, S. 529 u. ff.

Was nun diese Erscheinungen selbst im einzelnen betrifft, so lassen sich dieselben an Hand der Anschauungen definieren, die allgemein für das Zustandekommen einer Gasverbrennung gelten.¹⁾

Wird ein entzündliches Gemenge von brennbarem Gas mit Sauerstoff oder Luft an einer Stelle rasch auf immer höhere Temperaturen erhitzt, so findet hier bei einer bestimmten Temperaturgrenze, der sog. Entzündungstemperatur, eine sehr schnell verlaufende Vereinigung der brennbaren Gasteile mit Sauerstoff statt. Das in der erhitzten Gaszone enthaltene Gasgemenge entzündet sich und verbrennt. Dabei wird eine bestimmte Wärmemenge frei, die Verbrennungswärme, die zunächst den Verbrennungsprodukten eine hohe Temperatur erteilt, die Verbrennungstemperatur. Werden hierbei durch Wärmeübertragung von der brennenden Gaszone auch die benachbarten Gasteile auf die Entzündungstemperatur erhitzt, so kommen auch diese zur Verbrennung und die Entzündung pflanzt sich fort. Diese Wärmeübertragung von der brennenden Gasschicht zur benachbarten erfordert Zeit. Dementsprechend schreitet die Entzündung mit einer gewissen meßbaren Geschwindigkeit fort, die man die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Explosion nennt. Geschieht endlich die explosive Verbrennung in einem geschlossenen Gefäß, so üben die durch die Verbrennungswärme ausgedehnten Gase während der Dauer der Verbrennung einen Druck auf die Gefäßwände aus. Die Höhe des Explosionsdruckes kann als Maß für die Heftigkeit der Explosion gelten, wenn die Entzündung durch die ganze Gasmasse nahezu gleichzeitig bewirkt wird. Bunsen²⁾ nennt das hierbei auftretende Druckmaximum die »Explosivität« des Gasgemisches.

¹⁾ Vgl. Bunsen, Gasometrische Methoden. 2. Aufl. S. 306 u. ff. Ferner: Recherches expérimentales et théoriques sur la combustion des Mélanges gazeux explosifs par M. M. Mallard et Le Chatelier (Ann. des Mines 1883).

²⁾ Gasometr. Methoden. 2. Aufl. S. 331.

Aber bekanntlich lassen sich nicht alle Gemische von brennbarem Gas mit Luft oder Sauerstoff zur Entzündung bringen. Eine explosive Verbrennung ist nur möglich, wenn sich die Menge des brennbaren Gases in der Mischung innerhalb ganz bestimmter, von der Natur der Gemengteile und anderen Einflüssen abhängiger Grenzen bewegt. Diese Grenzen heißen die Explosionsgrenzen des betreffenden Gases, und zwar ist der niedrigste Prozentgehalt an brennbarem Gas, bei welchem die Mischung noch explodiert, die untere, der höchste Prozentgehalt die obere Explosionsgrenze.

Alle die oben genannten Beziehungen sind schon wiederholt experimentell geprüft worden und sollen im Verlauf dieser Arbeit an geeigneter Stelle diskutiert werden.

Die Kenntnis der Explosionsgrenzen bildet die Grundlage für alle Explosionsversuche. Es mögen diese daher an erster Stelle besprochen werden.

Explosionsgrenzen.

Bevor in die Behandlung des experimentellen Materials eingetreten wird, welches den Gegenstand dieser Arbeit bildet, möge hier zunächst noch eine exakte Definition des oben kurz angedeuteten Begriffs der Explosionsgrenzen Platz finden und eine Zusammenstellung der wichtigsten bisher auf diesem Gebiete veröffentlichten Arbeiten gegeben werden.

Unter »Explosionsgrenzen« einer Gasmischung versteht man diejenigen Prozentgehalte an brennbarem Gase in der Mischung, bei welchen gerade noch eine explosive Verbrennung stattfinden kann, und bei welchen die Explosionsfähigkeit aufhört, sobald das im Überschufs in der Mischung vorhandene Gas um ein geringes vermehrt wird. Die »untere Explosionsgrenze« bezeichnet die geringste Menge an brennbarem Gase, welche die Mischung noch explosionsfähig macht; die »obere Explosionsgrenze« bezeichnet das Maximum des brennbaren Gases, welches die Mischung enthalten kann, ohne ihre Explosionsfähigkeit einzubüßen. Das Intervall zwischen der unteren und der oberen Explosionsgrenze enthält alle die Gaszusammensetzungen, bei denen eine Explosion möglich ist, und heißt »Explosionsbereich«.