

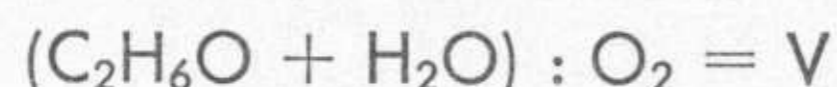
Vorgänge sich nun in völliger Exaktheit abspielen, ist eine kaum jemals zu beantwortende Frage, da hier zu viele, zum Teil auch gar nicht rechnerisch erfaßbare Einflüsse mitsprechen. Dagegen soll eine analytische Behandlung der beiden oben angeführten Fragengruppen, die von besonderer Wichtigkeit sind, in den folgenden Abschnitten durchgeführt werden.

Bei der Betrachtung der chemischen Gleichgewichtsverhältnisse im Verlauf der Verbrennung sind vornehmlich drei Möglichkeiten der Verbrennungsführung zu unterscheiden.

1. Das Arbeiten im Sauerstoffüberschußgebiet, wo mehr O_2 zur Verfügung steht, als zur restlosen Bindung des H_2 - und C-Gehaltes des Brennstoffes erforderlich ist. Das Verbrennungsprodukt setzt sich dann zusammen aus



und zwar mit großer Genauigkeit in dem Verhältnis, das sich unmittelbar aus der Reaktionsgleichung ergibt. Außer den später behandelten Dissoziationserscheinungen sind besondere Gasgleichgewichte in diesem Falle, der übrigens wegen seiner schlechten Leistungsergebnisse ohnehin uninteressant ist, nicht zu beachten. Bezeichnet man mit



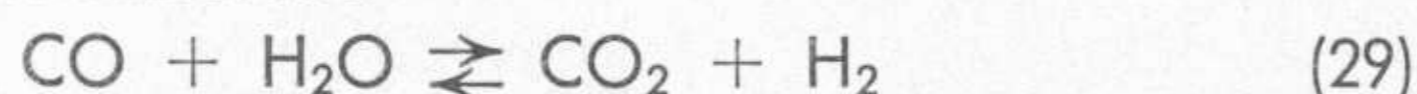
das Gewichtsverhältnis von 75% Spiritus zu Sauerstoff, so umfaßt die Verbrennung in diesem Sauerstoffüberschußgebiet den gesamten Bereich

$$V < 0,64$$

2. Das Arbeiten in einem Brennstoffüberschußgebiet, in dem nur soviel O_2 vorhanden ist, daß der H_2 -Gehalt des Brennstoffes zwar restlos zu H_2O oxydiert, der gesamte C-Gehalt dagegen nur zum Teil zu CO_2 , zum mindesten aber zu CO verbrannt werden kann. Die Verbrennungsprodukte enthalten dann zunächst



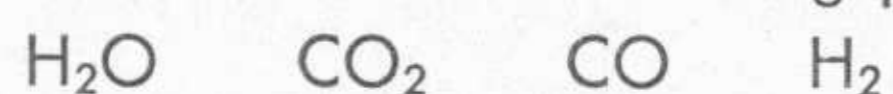
Diese treten aber untereinander in Reaktion und gelangen in einen Gleichgewichtszustand



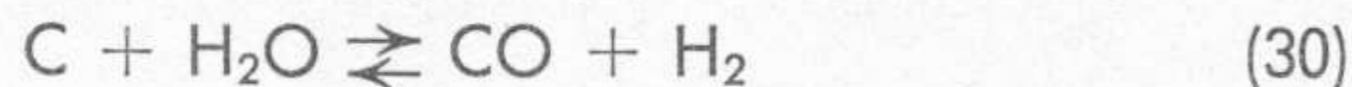
der in einer noch näher zu untersuchenden Weise von den äußeren Umständen abhängt. Für 75% Spiritus umfaßt dieser besonders wichtige Fall den Bereich

$$0,64 < V < 0,96$$

Gemäß Gl. (29) entstehen die Verbrennungsprodukte



3. Das Arbeiten in einem Brennstoffüberschußbereich, in dem das O_2 nicht einmal mehr ausreicht, um den gesamten C-Anteil des Brennstoffes zu CO zu oxydieren. Es bleibt hier also noch unverbranntes C übrig, das mit dem bei der Verbrennung entstandenen H_2O in einen Gleichgewichtszustand



eintritt.

Das Verbrennungsprodukt bestünde dann aus

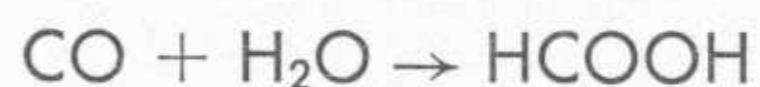


enthielte also noch Anteile an unverbranntem Kohlenstoff (Russ).

Die Reaktionen (29) und (30) verlaufen übrigens nicht unmittelbar in der dargelegten Weise, sondern führen über verschiedene Zwischenprodukte.

Nach der allgemeinen Erkenntnis läuft die Reaktion (29) wie folgt:

In der Richtung von links nach rechts entsteht zunächst Ameisensäure



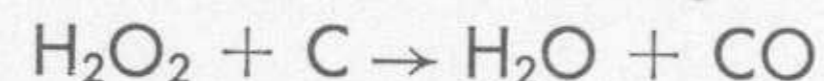
Die zerfällt sodann zu



Von rechts nach links verbrennt der Wasserstoff zunächst (nach dem Stufengesetz von Ostwald) zu Wasserstoffsuperoxyd



welches daraufhin ein Atom Sauerstoff gemäß

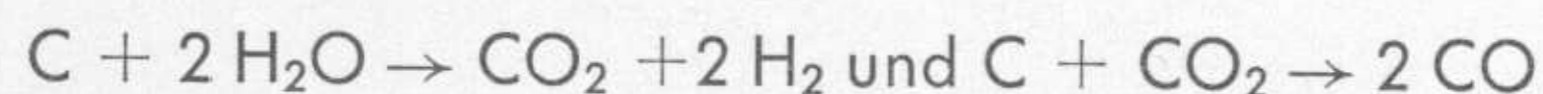


an Kohlenstoff abgibt.

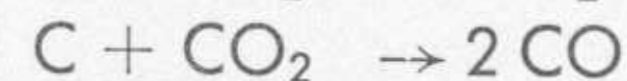
Über den wahren Verlauf der Reaktion (30) besteht hingegen unter den verschiedenen Autoren keine völlige Übereinstimmung. Nach Fischer (Kraftgas, S. 61) ist die Reaktion



nicht möglich, da C nicht imstande sei, unmittelbar zu CO zu oxydieren. Die Oxydation von C verlaufe vielmehr stets über CO_2 , welches daraufhin zum Teil mit C wieder zu CO reduziert würde. Die Reaktion (30) wäre also zu ersetzen durch die beiden Reaktionen



Demgegenüber gibt G w o s d z an, daß oberhalb $800^\circ C$ von den drei in Betracht kommenden Reaktionen



nur die erstere möglich ist. Denn CO_2 könne in diesem hoch erhitzten Zustand auch vorübergehend nicht entstehen.

Auch nach dem Stufengesetz von Ostwald müßte sich primär CO bilden, als die in Anwesenheit von O_2 unbeständigere Verbindung. Wenn dennoch allgemein die Ansicht zu finden ist, daß primär CO_2 entsteht, so mag dieses Gültigkeit haben für die Verbrennung auf dem Feuerungsrost, wo der Sauerstoff in die glühende Kohle hineindiffundiert und als CO_2 in den Gasraum hinaustritt, wo es zu CO reduziert wird. Bei der Verbrennung von feinerstäubten Kohlenwasserstoffen sind die Verhältnisse aber völlig anders, so daß hier die Möglichkeit einer unmittelbaren Verbrennung zu CO durchaus besteht.

Die Vorgänge bei der Verbrennungsführung gemäß Fall 3 scheinen nun insofern stark von den dargelegten Verhältnissen abzuweichen, als sich dabei im Versuchsbetriebe ein starker Spiritusgeruch der Flamme bemerkbar macht, der darauf schließen läßt, daß ein großer Teil der C_2H_6O -Moleküle wegen Sauerstoffmangel überhaupt nicht in Reaktion, sondern einfach aus der Düse herausgerissen wird. Wie groß dieser Verlustanteil nun ist, läßt sich natürlich schlechthin gar nicht beantworten, da dieses weitgehend von der Zerstäubung und sonstigen konstruktiven Umständen abhängt. Eine Untersuchung der Gleichgewichtsverhältnisse gemäß Reaktion (30) erscheint unter diesen Umständen also wenig wertvoll.

Man kann aber zur Erlangung eines Einblickes in die wahren Verhältnisse einen Näherungsweg beschreiben. Man ermittelt R , T_{ih} und somit $\sqrt{R T_{ih}}$ nach der im Abschnitt 2 angegebenen Methode unter den folgenden Annahmen:

1. Der gesamte Spiritusüberschuß über das Gewichtsverhältnis $V = 0,96$ werde in dampfförmigem Zustand unverbrannt aus dem Ofen herausgeschleudert und binde dabei nur diejenige Wärmemenge, die zu seiner Erhitzung bis zur Temperatur T_{ih} benötigt wird. Das restliche Gas verbrenne zu H_2O , CO_2 , CO , H_2 gemäß Reaktion (29).

2. Der Sauerstoff binde zunächst allen im Spiritusüberschuß enthaltenen Wasserstoff zu H_2O ; der nicht zu CO oxydierbare Kohlenstoff verlasse als Ruß den Ofen und binde dabei nur die Wärme, die seine Erwärmung bis T_{ih} erfordert.

3. Der Sauerstoff binde zunächst nur den Kohlenstoffgehalt der überschüssigen Spiritusmenge. Soweit darüber hinaus noch Sauerstoff vorhanden ist, wird der verbleibende unverbrannte Wasserstoff zu H_2O oxydiert. Ein gewisser Anteil H_2 bleibt aber dann unverbrannt und vermag nur die Wärme zu binden, die seiner Kapazität bis zur Temperatur T_{ih} entsprechen.

Diese drei Möglichkeiten stellen die Grenzfälle dar, zwischen denen der wahre Zustand liegen muß. In Tafel 12 stellen die Kurvenäste 1, 2, 3 im Brennstoffüberschußgebiet die sich aus obigen Annahmen ergebenden Werte von R , T_{ih} und $R \cdot T_{ih}$ dar; innerhalb der von ihnen eingeschlossenen Fläche werden also die tatsächlichen Werte liegen. Durch Vergleich mit den Versuchsergebnissen läßt sich übrigens feststellen, an welchen