

# Experimenteller Beweis der Möglichkeit der Selbstentzündung des Heues (Grummets)\*);

von *H. Ranke.*

In einem auf Anfragen eines kgl. bayr. Bezirksgerichtes 1872 vom kgl. Medicinalcomité der Universität München durch Professor L. A. Buchner als Referenten erstatteten Bericht über die Selbstentzündlichkeit des Heues wird gesagt, daß eine solche Selbstentzündung, wenn auch bis jetzt nicht ganz unzweifelhaft festgestellt, doch vom wissenschaftlichen Standpunkt aus keineswegs unmöglich erscheine. Es wird hervorgehoben, daß das Heu, wenn es in feuchtem Zustand eingebracht und in große Haufen aufgeschichtet wird, in eine Art Gährung übergeht, welche von beträchtlicher Wärmeentwicklung begleitet ist; dann heißt es weiter :

„Wenn nun eine freiwillige Zersetzung feuchten Heues und als Folge derselben eine bedeutende Wärmeentwicklung als wohl constatirt angenommen werden muß, so läßt sich auch denken, daß, wenn der größte Theil des im Futter enthaltenen Wassers verdampft ist, durch fortgesetzte Sauerstoffanziehung und Verwesung unter besonders günstigen Bedingungen die Hitze bis zur Entflammung gesteigert werden könne. Es läßt sich nämlich denken, daß bei erwähnter fortschreitender Zersetzung das Heu eine Art Verkohlung erleide und daß die auf solche Weise gebildete kohlige Masse, ähnlich mancher andern Kohle, z. B. mancher Torfkohle oder mit Kohle gemengter Torfasche, oder auch ähnlich mancher mit feinzertheiltem Schwefelkies gemengter Steinkohle oder Braunkohle vermöge großer Porosität und eingemengter, zur raschen

---

\*) Aus der Zeitschrift des landwirthschaftlichen Vereins in Bayern Märzheft 1873 vom Verfasser mitgetheilt.

Sauerstoffanziehung und Oxydation geneigter Stoffe die Eigenschaft eines Pyrophors erhielt, bei gehörigem Zutritt von Luft diese rasch auf ihrer Oberfläche in so hohem Grade zu verdichten, daß dadurch die Masse ins Glühen kommt und verbrennt.“

Wie es nun der Zufall wollte, bot sich mir noch im Verlaufe desselben Jahres Gelegenheit, die in vorstehendem Gutachten aufgestellte Ansicht Buchner's, welche das Medicinal-Comité zu der seinigen gemacht hatte, an einem praktischen Falle zu erproben und ihre Richtigkeit auch experimentell zu erweisen.

Auf meinem 4 Poststunden südlich von München am Grünwalder Forste gelegenen Gute Laufzorn bemerkte man am 19. October 1872 Morgens in der westlichen Ecke der großen, massiv gebauten Scheune brenzlichen Geruch.

In dieser Scheunenabtheilung lagerte ein Theil des auf dem Gute eingeheimsten Grummets, und zwar in zwei dicht aneinander gelagerten Haufen, wovon der eine ca. 450 Ctr., der andere ca. 300 Ctr. enthielt.

Dieses Grummet war sämmtlich in den Tagen vom 5. bis 10. August bei vortrefflichem Wetter und in anscheinend gut getrocknetem Zustande eingeerntet worden. Den ganzen September hindurch hatte sich daran der gewöhnliche stark aromatische Heugeruch bemerkbar gemacht, der an Intensität zunahm, am 17. und 18. October aber einem deutlich brenzlichen Geruche Platz machte.

Dieser brenzliche, brandige Geruch war am Sonnabend den 19. October Morgens so stark geworden, daß mein Verwalter die Ueberzeugung gewann, es habe sich der Stock im Inneren entzündet.

Er beschloß sofort, den Stock vorsichtigst abräumen zu lassen und, wenn man auf Feuer kommen sollte, mit großen Massen Wasser zu übergießen.

Es wurden also alle verfügbaren Kübel, Fässer und sonstigen Wasserbehälter auf das Gebälke der Scheune über dem Grummet gebracht und Morgens 10 $\frac{1}{2}$  Uhr mit vorsichtigem Abräumen begonnen.

Offenbar ging der Brandgeruch nur von dem größeren der beiden oben bezeichneten Haufen aus. Dieser Haufen (Stock) war nach Westen und Süden hin von solidem, 2' dickem Mauerwerk bis zu einer Höhe von 17' umgeben, während die nach Osten gerichtete Seite nach der Tenne hin frei lag und die nach Norden gelegene unmittelbar in den kleinen Haufen überging.

Die Dimensionen des größeren Haufens waren folgende : Höhe 23', Länge 23', Tiefe 16'.

An den oberen Partieen schwitzte das Grummet stark, so zwar, daß förmliche Tropfen an den Grashalmen hingen. Die Farbe des ganzen Stockes, soweit man denselben von Aufsen sehen konnte, war schön grün und man konnte von Aufsen *keine Temperaturerhöhung an demselben wahrnehmen.*

Das Abräumen wurde nun so vorgenommen, daß hauptsächlich nach der Seite der Tenne hin das Grummet vorsichtig weggenommen und aus der Scheune gefahren wurde. Von oben wurden nur die schwitzenden Partieen bis in eine Tiefe von ca. 3' abgeräumt; als man in dieser Tiefe auf trockenes und sehr heißes Grummet kam, wurde zunächst von der Höhe nichts mehr entfernt. Bei dem Abräumen von der Seite nach der Tenne hin machte sich in einer Tiefe von ungefähr 1 $\frac{1}{2}$ ', nach dem Centrum des Stockes hin, zunehmende Wärme bemerkbar. Der Geruch, welcher bei dieser Arbeit dem Stocke entströmte, war stark brenzlich.

Als nun auch von oben kecker abgeräumt wurde, kamen plötzlich in einer ungefähren Tiefe von 5' von oben einzelne Funken zum Vorschein. Gleichzeitig bemerkte man auf einem Wagen, auf welchem die letztabgeräumten Partieen Grummet

aus der Scheune gefahren werden sollten, plötzlich an mehreren Stellen Rauch und Funkensprühen. Dieß war ungefähr 1½ Uhr Nachmittags.

Es wurde nun der ganze Stock und eben so der beladene Wagen mit Wasser übergossen und das aus der Scheune gefahrene, tief dunkelbraun gefärbte Grummet auf dem Grasboden in der Nähe des hinter der Scheune gelegenen Weihers ausgebreitet.

Das Abräumen konnte von jetzt an, da bei dem Herausnehmen fast jeder Gabel voll Grummet Gluth zum Vorschein kam, nur unter beständigem Aufgießen von Wasser fortgesetzt werden. Auch war es sehr häufig nöthig, das schon auf Wagen geladene nochmals mit Wasser zu übergießen, da wiederholt selbst Bretter des Wagens in Brand geriethen. Ja selbst das schon auf dem Grasboden am Weiher Ausgebreitete entzündete sich oftmals von Neuem, so daß hier zum dritten Male gelöscht werden mußte. Hier im Freien kam es auch wiederholt zu *offener Flamme*, deren Entwicklung innerhalb der Scheune wohl durch energisches Uebergießen hintangehalten wurde.

Es mag sogleich an dieser Stelle erwähnt werden, daß am folgenden Tage die Grasnarbe überall, wo solches Grummet ausgebreitet worden war, sich vollkommen verbrannt zeigte.

An der Seite des in Brand gerathenen Stockes befand sich der bereits oben erwähnte, aus ca. 300 Ctr. bestehende Haufen. Dieser war vollkommen gut erhalten. Um letzteren von ersterem zu trennen, war es nöthig zwischen beiden einen Ausschnitt zu machen. Dieser Ausschnitt wurde in einer Breite von ca. 3½' angelegt.

Bei dieser Arbeit fand eine so gewaltige Gasausströmung, wahrscheinlich von Kohlenoxydgas, statt, daß es kein Arbeiter länger als 1 bis 2 Minuten dabei aushielt. Die Arbeiter kamen stets blafs und livid, mit dem Gefühle des Erstickens und nach Luft schnappend heraus.

Endlich, nach schon eingebrochener Dunkelheit, war man mit dem Ausräumen der glühenden Massen aus der Scheune fertig geworden.

Die in Gluth gerathene Masse des Stockes hatte gewissermaßen den Kern desselben gebildet, und mochte oben ca. 11' im Durchmesser betragen haben, und hatte nach unten bis etwa 1½' vom Boden gereicht, hier aber hatte sich die Gluth bis auf einen Durchmesser von ca. 4 bis 5' verjüngt. Nach rückwärts, gegen die Rückmauer der Scheune hin, reichte die Gluth bis ca. 1½' vom Mauerwerk.

*Der Zustand der glühenden Massen war der einer wirklichen Kohle mit Erhaltung der Structur. Man konnte noch jedes Grasblättchen, jede Blüthe in ihrer Form deutlich erkennen. Zerrieb man diese Graskohle auf weißem Papier, so wurde letzteres geschwärzt.*

Wenn wir nun diese Erfahrungen im Lichte obigen Gutachtens betrachten, so ergibt sich offenbar eine wesentliche Uebereinstimmung des Beobachteten mit den dort niedergelegten Anschauungen.

„Es läßt sich denken“, hieß es im Gutachten, „dafs bei erwähnter fortschreitender Zersetzung das Heu eine Art Verkohlung erleide, und dafs die auf solche Weise gebildete kohlige Masse ähnlich mancher anderen Kohle . . . . , vermöge grofser Porosität und eingemengter, zur raschen Sauerstoffanziehung und Oxydation geneigter Stoffe die Eigenschaft eines Pyrophors erhalte, bei gehörigem Zutritt von Luft diese rasch auf ihrer Oberfläche in so hohem Grade zu verdichten, dafs die Masse ins Glühen kommt und verbrennt.“

Wir haben aber eben gesehen, dafs in dem Laufzorners Falle sich eine wirkliche, Papier schwärzende Kohle aus einem Theile des Grummets gebildet hatte. Auch deutete das so häufige Wiederausbrechen des Feuers, wie dieses in obiger Schilderung so oft erwähnt ist, mit grofser Wahrscheinlichkeit darauf hin, dafs bei freiem Luftzutritt in der That eine Selbstentzündung dieser Grummetkohle durch mächtige Sauerstoffanziehung stattgehabt habe.

Ich suchte nun dieser letzteren Erscheinung auch experimentell näher zu treten. Mein Gedankengang war hierbei folgender :

Die Grummetkohle im erkalteten Zustande hat offenbar keine pyrophoren Eigenschaften \*), es ist aber möglich, dafs man derselben ihre pyrophoren Eigenschaften wiedergeben kann, wenn man sie auf eine bestimmte hohe Temperatur bringt und dann dem freien Luftzutritt aussetzt.

Die ersten einschlägigen Versuche machte ich im Laboratorium des Herrn Prof. L. A. Buchner, spätere im Laboratorium des Herrn Geheimrath Freiherrn von Liebig und ist es mir eine angenehme Pflicht, beiden genannten Herren für deren überaus freundliche Unterstützung meinen aufrichtigen Dank zu sagen.

---

\*) Ich hatte gröfsere Mengen derselben aufbewahrt und auch Herrn Geheimerath Freiherrn von Liebig, Herrn Prof. L. A. Buchner und Herrn Prof. Julius Lehmann Proben davon für die Sammlungen ihrer resp. Laboratorien übergeben. Alle diese Proben verhielten sich wie ganz gewöhnliche „tode“ Kohle.

Sogleich bei dem ersten Versuche zeigte es sich, daß die Grummetkohle noch große Mengen empyreumatischer Stoffe und auch noch etwas Wasser enthalte, da sich bei ihrer Erhitzung im Kölbchen dichte Nebel von dem stechenden Geruch des Empyreuma's in großer Menge und auch etwas Wasserdampf entwickelte.

Die ersten Proben wurden so lange erhitzt, bis sich keine Dämpfe mehr bildeten und dann die Kohle dem freien Luftzutritt ausgesetzt.

*Dieselbe erkaltete rasch und ließ keine pyrophoren Eigenschaften erkennen.*

Es hatte sich aber in Laufzorn die Kohle in der Zusammensetzung, wie sie vorlag, also *mit ihrem Gehalte an empyreumatischen Stoffen*, entzündet; das Austreiben des Empyreuma's war also der Laufzorn's Beobachtung nicht entsprechend und mußte daher die Selbstentzündung der Kohle, wenn sie überhaupt sich experimentell herstellen ließe, noch mit ihrem Gehalte an empyreumatischen Stoffen gelingen.

Bei den nächsten Versuchen wurde also die Erhitzung nicht so weit getrieben. Die Grummetkohle wurde in einem Kölbchen über glühenden Kohlen so lange erhitzt, bis das Kölbchen an seinem Boden eben Rothglühhitze zeigte, und darauf die Kohle, auf ein *Häufchen* geschüttet, dem Luftzutritt preisgegeben.

Die Kohle kühlte sich rasch so weit ab, daß man sie in den Fingern halten konnte. *Nach wenigen Minuten machte sich aber darin wieder zunehmende Wärme bemerkbar und plötzlich hatten sich in dem Kohlenhäufchen rothglühende Stellen gebildet*; das Glühen der Kohle dauerte nun fort, bis das Häufchen größtentheils eingeäschert war.

Dieser Versuch wurde oftmals wiederholt, stets mit dem gleichen Erfolge.

Da aber dieser Versuch der Erhitzung über glühenden Kohlen manche Einwürfe zu gestatten schien, erhitzte ich die Grummetkohle *über dem Oelbade* bis zu einer Temperatur von 250 bis 300°, ohne daß also Feuer auf irgend eine Weise direct mit derselben in Berührung kam.

Auch die so behandelte Kohle entzündete sich, auf den Tisch geschüttet und dem freien Luftzutritt preisgegeben, in der gleichen Weise.

Es war also wirklich gelungen, zu beweisen, daß der Grummetkohle bei hoher Temperatur pyrophore Eigenschaften zukommen, daß solche Kohle in der That die Eigenschaft hat, sich an der Luft selbst zu entzünden.

Daß die Selbstentzündung nicht gelang, wenn man die empyreumatischen Stoffe ganz aus derselben entfernte, deutet

darauf hin, daß *diese Stoffe bei der Selbstentzündung höchst wahrscheinlich eine Rolle spielen*, und man wird unwillkürlich an die schon öfter beschriebenen Fälle von Selbstentzündung auf einander gehäufter wollener Oellappen erinnert.

Von besonderem Interesse schien nun die Bestimmung der Temperatur, bei welcher normales Grummet in einen ähnlichen Zustand von Verkohlung übergeführt wird, wie derselbe sich bei der Beobachtung in Laufzorn ergeben hatte.

Es wurde daher *über dem Oelbade* eine kleine Menge Grummet im Reagenzgläschen erhitzt. Dabei zeigte sich bald, daß die fragliche Temperatur so hoch liegt, daß sie nicht mehr mit Sicherheit mit dem Quecksilberthermometer gemessen werden kann.

Es wurden daher die Schmelzpunkte von Zinn und Blei zur näheren Temperaturbestimmung benutzt und gefunden, daß sich im Oelbade aus grünem Grummet Kohle bildet bei einer Temperatur, welche *über dem Schmelzpunkte des Zinns und unter dem Schmelzpunkte des Blei's* liegt. Da der Schmelzpunkt des Zinn's  $280^{\circ}$  ist und der des Blei's  $320^{\circ}$ , liegt also die Temperatur, bei welcher das Grummet in Kohle umgewandelt wird, zwischen  $280$  und  $320^{\circ}$ .

Schließlich versuchte ich noch, ob auch auf diesem künstlichen Wege hergestellte Grummetkohle pyrophore Eigenschaften besitze.

Eine kleine Partie grünes Grummet wurde in einem Bechergläschen im Oelbade so lange erhitzt, bis es in Kohle umgewandelt war und darauf in Form eines Häufchens auf den Tisch geschüttet. *Nach wenigen Minuten hatte es sich von selbst entzündet* \*).

Durch obige Versuche ist der wissenschaftliche Beweis geliefert, daß der Grummetkohle pyrophore Eigenschaften zukommen, mittels deren eine Selbstentzündung derselben unter geeigneten Verhältnissen naturnothwendig eintritt.

Freilich ist hiermit nur die Thatsache erklärt, daß Grummetkohle sich entzünden kann, und die Untersuchung der näheren Vorgänge der Umsetzung, mittels deren die Temperatur in einem Grummethaufen so gesteigert werden kann, daß es zur Bildung von Kohle kommt, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Von größter Wichtigkeit ist offenbar das Moment, daß im Innern eines großen Haufens Grummet von der durch chemische Umsetzung seiner Bestandtheile frei werdenden

\*) Dieses Experiment dürfte sich zu einem Vorlesungsversuche trefflich eignen.

Wärme *fast nichts verloren geht*. Das Grummet ist ein so schlechter Wärmeleiter, daß der in seinem Kern verkohlte Stock in Laufzorn außen die normale grüne Farbe des Grummets und keine wahrnehmbare Temperaturerhöhung gezeigt hatte.

Da wir aus dem Experiment gelernt haben, daß zur Bildung von Grummetkohle eine Temperatur von ca. 300 Grad nöthig ist, so wissen wir auch, daß die Temperatur im Innern des Grummethaufens, in welchem factisch solche Kohle entstand, nicht weniger als ungefähr 300° betragen haben kann.

Diese hohe Temperatur im Innern des Haufens, deren Entstehungsbeginn offenbar in Gährungsvorgängen und deren weitere Steigerung in fortschreitender chemischer Umsetzung der Bestandtheile des Grummets begründet ist, wird nur verständlich, wenn man im Auge behält, ein wie unendlich schlechter Wärmeleiter dichtgesetztes Grummet ist, und bedenkt, daß in Folge dessen im Innern eines solchen Haufens fast sämtliche durch die Zersetzung frei werdende Wärme sich anhäuft, immer nur Wärme zugeführt, kaum irgend welche abgeleitet wird.

Ich kann mir an dieser Stelle nicht versagen, darauf hinzuweisen, daß derselbe Proceß, welcher im Grummethaufen vor unsern Augen zur Bildung wirklicher Kohle führt, wohl auch bei der Entstehung der Steinkohlen-Flöze in der Urerschichte unseres Planeten mitwirkend gewesen sein mag.



Ausgegeben am 14. Juni 1873.

---

Druck von Wilhelm Keller in Gießen.