

# Sitzungsberichte

der

mathematisch-physikalischen Classe

der

k. b. Akademie der Wissenschaften

zu München.

---

Band III. Jahrgang 1873.

---



**München.**

Akademische Buchdruckerei von F. Straub.

1873.

~  
In Commission bei G. Franz.

Herr L. A. Buchner hält einen Vortrag:

„Ueber die Selbstentzündung des Heues.“

Es war gegen Ende des Jahres 1871, dass die Möglichkeit einer Selbstentzündung des Heues ein Gegenstand der Berathung im k. Medicinal-Comité der Universität München wurde. Die Veranlassung hiezu gab der Herr Untersuchungsrichter eines k. bayerischen Bezirksgerichtes, welcher, darauf aufmerksam gemacht, dass in Oekonomie-Gebäuden häufig Brände entstehen, deren Ursache bei dem Mangel jeden Anhaltspunktes für eine absichtliche oder fahrlässige Brandstiftung in einer Selbstentzündung des Futters, insbesondere des feucht eingebrachten Heues oder Grummets gesucht wird, an das Comité die Frage richtete, ob feucht eingebrachtes Futter sich selbst entzünden könne und wenn ja, welche äusseren, in der Witterung oder in den localen Verhältnissen liegende Ursachen hinzutreten müssen, um eine solche Selbstentzündung zu befördern?

Zum Referenten über diese Angelegenheit ernannt, zögerte ich anfangs, die vorgelegte Frage im bejahenden Sinne zu beantworten, denn ich gestehe, dass ich die Möglichkeit einer Selbstentzündung des Heues stark bezweifelte. Aber nachdem ich näher über die Sache nachgedacht und auch die Meinung mehrerer Chemiker und gebildeter Landwirthe hierüber vernommen hatte, nahm ich keinen Anstand mehr, das folgende, vom Medicinal-Comité angenommene Gutachten zu entwerfen:

„Es ist wohl erwiesen, dass Heu oder Grummet (denn nur von solchem Futter kann hier die Rede sein), wenn es,

was in nassen Jahrgängen gewöhnlich der Fall ist, nicht gehörig getrocknet, also zu feucht eingebracht und zu grösseren Haufen geschichtet aufbewahrt wird, unter dem Einflusse der Luft eine Art Gährung erleidet und hiebei braun wird; ferner ist es Thatsache, dass bei dieser Selbstzersetzung eine bedeutende Menge Wärme entwickelt wird, oft so viel, dass das Heu zu rauchen oder zu dampfen anfängt und ein in den Haufen gesteckter Arm die Hitze nicht lange zu ertragen vermag.

Wenn nun eine freiwillige Zersetzung feuchten Heues und als Folge derselben eine bedeutende Wärme-Entwicklung als wohl konstatirt 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 erwähneter fortschreitender Zersetzung das Heu eine Art Verkohlung erleide und dass die auf solche Weise gebildete kohlige Masse, ähnlich mancher anderen Kohle, z. B. mancher Torfkohle oder mit Kohle gemengter Torfasche, oder auch ähnlich mancher mit feinertheiltem Schwefelkies gemengter Steinkohle oder Braunkohle, vermöge grosser Porosität und eingemengter, zur raschen Sauerstoffanziehung und Oxydation geneigten Stoffe die Eigenschaft eines Pyrophors erhielte, 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.

Vom theoretisch-wissenschaftlichen Standpunkt aus erscheint es also nicht unmöglich, dass eine Selbstentzündung des Heues stattfinde, und es kann daher die darauf gerichtete Frage nicht absolut verneint werden. In einem in den landwirthschaftlichen Mittheilungen, Wochenschrift des landwirthschaftlichen Vereins von Oberbayern, Nr. 46, 48 und

49 des Jahrganges 1871, veröffentlichten Aufsatz: „Ueber Selbsterhitzung und Selbstentzündung des Heues“ sind drei Fälle mitgetheilt, welche zum sicheren Beweise dienen sollen, dass bei Eintritt der Luft Selbstentzündung des Heues eintreten könne. Im Falle, dass diese sehr glaubwürdig geschilderten Fälle wirklich wahr sind, wäre damit auch praktisch die Möglichkeit einer Erhitzung des Heufutters bis zur Selbstentzündung dargethan.

Gleichwohl wird von gelehrten Landwirthen, z. B. von Director Wentz in Weihenstephan, die Frage der Selbstentzündbarkeit feucht eingebrachten Heues noch immer als eine offene betrachtet und zwar wohl aus dem Grunde, weil die Fälle von Heubrand, die man einer Selbstzersetzung zuschreiben könnte, verhältnissmässig doch nur selten sind und weil, wenn nicht bei allen, doch bei den meisten die Möglichkeit, dass die Entzündung durch eine äussere Veranlassung, z. B. durch eine glimmende Cigarre hätte entstehen können, keineswegs ausgeschlossen ist.

Was die Frage betrifft, welche äusseren, in der Witterung oder in den localen Verhältnissen liegende Ursachen hinzutreten müssen, um eine Selbstentzündung feucht eingebrachten Futters zu befördern, so mangelt uns die zu deren Beantwortung nöthige Erfahrung. Wir bezweifeln, ob dieselbe von Landwirthen genügend werde beantwortet werden können, weil unter diesen hierüber von einander abweichende und sogar entgegengesetzte Ansichten herrschen. Denn, während die einen behaupten, dass, je fester das Heu eingelagert ist, desto mehr Gefahr zur Selbstentzündung vorhanden sei, nehmen die anderen das Gegentheil an und glauben, gerade darin, dass sie das feuchte Futter fest einsetzen, ein Mittel zu haben, einer Selbstentzündung vorzubeugen. Aber so viel darf als sicher angenommen werden, dass durch das Aufbewahren feucht eingebrachten Heues in grossen Haufen oder Massen, bei ungehindertem Luftzutritt,

die freiwillige Zersetzung und Wärmeentwicklung begünstigt und dadurch die Wahrscheinlichkeit der Selbstentzündung erhöht werde und folglich, dass durch die Lagerung solchen Futters im fest eingedrückten oder gepressten Zustande in nicht zu grossen Haufen bei möglichst gehindertem Luftzutritt einer Ueberhitzung und mithin der Gefahr der Selbstentzündung vorgebeugt werden könne.“

So weit mein Gutachten. Wie es nun der Zufall wollte, bot sich im vorigen Jahre Gelegenheit, die von mir in diesem Gutachten aufgestellte Theorie an einem praktischen Falle zu erproben und ihre Richtigkeit auch experimentell darzuthun.

Auf dem meinem Collegen, Herrn Prof. Heinrich Ranke, gehörigen, vier Stunden südlich von München gelegenen Gute Laufzorn bemerkte man am 19. October 1872 Morgens in der westlichen Ecke der grossen, massiv gebauten Scheune einen brenzlichen Geruch. In dieser Scheunenabtheilung lagerte, wie uns Herr Prof. Ranke berichtete, ein Theil des auf dem Gute eingeheimsten Grummets und zwar in zwei dicht aneinander gelagerten Haufen, wovon der eine ungefähr 450 und der andere circa 300 Centner 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, aber am 17. und 18. October einem deutlich brenzlichen Geruche Platz machte.

Dieser brandige Geruch war am 19. October Morgens so stark geworden, dass der Verwalter des Gutes die Ueberzeugung gewann, es habe sich der Stock im Innern entzündet. Er beschloss sofort, denselben vorsichtigst abräumen und, falls man auf Feuer kommen sollte, grosse Massen Wassers darauf giessen zu lassen. Bei der am Vormittag des

genannten Tages begonnenen Abräumung überzeugte man sich, dass der Brandgeruch nur von dem grösseren der beiden Haufen ausging. Dieser Haufen oder Stock war nach zwei Seiten, nämlich nach Westen und Süden hin von solidem 2 Fuss dickem Mauerwerk bis zu einer Höhe von 17 Fuss 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 Partien schwitzte das Grummet stark, so zwar, dass förmliche Tropfen an den Grashalmen hingen. Die Farbe des ganzen Stockes, so weit man denselben von Aussen sehen konnte, war schön grün, auch konnte man von Aussen 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 Partien bis auf eine Tiefe von 3 Fuss 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  $1\frac{1}{2}$  Fuss, nach dem Centrum des Stockes hin, zunehmende Wärme bemerkbar. Der Geruch, welcher bei dieser Arbeit dem Stocke entströmte, war ganz brenzlich.

Als nun auch von oben kecker abgeräumt wurde, kamen plötzlich in einer Tiefe von ungefähr 5 Fuss von oben einzelne Funken zum Vorschein. Gleichzeitig bemerkte man auf einem Wagen, auf welchem die zuletzt abgeräumten Partien Grummet aus der Scheune gefahren werden sollten, plötzlich an mehreren Stellen Rauch und Funkensprühen.

Es wurde nun der ganze Stock und ebenso der beladene Wagen mit Wasser übergossen und das aus der Scheune gefahrene, tief dunkelbraun gefärbte Grummet auf dem Grasboden 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 die Bretter des Wagens in Brand geriethen. Ja selbst das auf dem Grasboden 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. Ferner ist zu erwähnen, dass am folgenden Tage die Grasnarbe überall, wo solches Grummet ausgebreitet worden war, sich vollkommen verbrannt zeigte.

Der an der Seite des in Brand gerathenen Stockes befindliche kleine Haufen war vollkommen gut erhalten. Um letzteren von ersterem zu trennen, wurde zwischen beiden ein Ausschnitt von ungefähr  $3\frac{1}{2}$  Fuss Breite gemacht, bei welcher Arbeit eine so gewaltige Gasausströmung, wahrscheinlich von Kohlenoxydgas, stattfand, dass es kein Arbeiter länger als 1 bis 2 Minuten dabei aushielt. Die Arbeiter kamen stets blass und livid mit dem Gefühle des Erstickens und nach Luft schnappend heraus.

Die in Gluth gerathene Masse des Stockes hatte gewissermassen den Kern desselben gebildet, sie mochte oben circa 11 Fuss im Durchmesser betragen haben und hatte nach unten bis etwa  $1\frac{1}{2}$  Fuss vom Boden gereicht, hier aber hatte sich die Gluth bis auf einen Durchmesser von circa 4 bis 5 Fuss verjüngt. Nach rückwärts, gegen die

Rückmauer der Scheune hin, reichte die Gluth bis beiläufig  $1\frac{1}{2}$  Fuss vom Mauerwerk.

Mit dieser interessanten Schilderung einer wirklich stattgefundenen Selbstentzündung von Heu brachte mir Herr Prof. Ranke auch eine Probe der auf die beschriebene Weise gebildeten Heu- resp. Grummetkohle, womit ich gemeinschaftlich mit ihm einige Versuche anstellte.

An dieser Probe konnte ich mich überzeugen, dass der Zustand des so verkohlten Grummetts ganz der einer noch nicht vollkommen ausgeglühten vegetabilischen Kohle war. Es war braunschwarz und man konnte daran noch jedes Grasblättchen, jede Blüthe in ihrer Form deutlich erkennen. Beim Zerreiben dieser Graskohle auf weissem Papier wurde dieses geschwärzt.

Im vollkommen erkalteten Zustande zeigte diese Kohle, was kaum erwähnt zu werden braucht, keine pyrophoren Eigenschaften. Beim Erhitzen entwickelten sich daraus noch grosse Mengen empyreumatischer Dämpfe nebst Wasserdampf.

Eine Portion der Kohle wurde in einem Kölbchen zwischen glühenden Holzkohlen so lange erhitzt, bis sich keine Dämpfe mehr bildeten, worauf sie nach einigem Abkühlen noch heiss auf Papier geschüttet wurde. Hier bei vollem Luftzutritt erkaltete sie rasch vollends und liess durchaus keine pyrophoren Eigenschaften erkennen.

Es wurde nun der Versuch dahin abgeändert, dass man die Grummetkohle nur so weit erhitzte, dass das Kölbchen am Boden zwar schwach rothglühend wurde, dass aber die Entwicklung brenzlicher Dämpfe noch nicht ganz aufgehört hatte, als man das Kölbchen aus dem Feuer nahm, um nach einigen Momenten der Abkühlung dessen Inhalt zu einem Häufchen auszuschütten und dem vollen Luftzutritt preiszugeben.

An die Luft gebracht, kühlte sich die Kohle rasch noch so weit ab, dass man sie ganz gut zwischen den Fingern

halten konnte. Aber bald darauf machte sich wieder zunehmende Wärme in so hohem Grade bemerkbar, dass man die Kohle mit den Fingern nicht mehr zu fassen vermochte, und plötzlich fing das Häufchen zu glimmen an, was so lange fort dauerte, bis die Kohle grösstentheils eingeäschert war.

Dieser Versuch wurde oftmals und zwar stets mit dem gleichen Erfolge wiederholt. So oft man die gehörig erhitzte Grummetkohle in der Form von Häufchen an die Luft brachte, fand nach vorausgegangener Abkühlung wieder Erhitzung bis zum Glühen und Verglimmung zu Asche statt.

Herr Prof. Ranke hat dann versucht, die Kohle ohne directe Erhitzung im Feuer durch Erhitzen im Oelbade bis zu einer Temperatur von 250 bis 300° C. in einen Pyrophor zu verwandeln, was auch vollkommen gelang, denn auch die so behandelte Kohle entzündete sich, auf den Tisch geschüttet und dem freien Luftzutritt ausgesetzt, in der gleichen Weise wie nach dem Erhitzen in einem Kölbchen zwischen glühenden Kohlen.

Durch diese Versuche wurde also die in meinem Gutachten ausgesprochene Anschauung vollkommen bestätigt; es ist wirklich gelungen, damit zu beweisen, dass der durch Selbstzersetzung des Heues resp. Grummets gebildeten Kohle pyrophore Eigenschaften zukommen, dass solche Kohle in der That die Eigenschaft besitzt, nach dem Erhitzen bis zu einem gewissen Grade und zwar schon gegen 300° C. in Folge mächtiger Sauerstoffanziehung sich an der Luft selbst zu entzünden.

Dass dies nicht gelang, wenn man die empyreumatischen Stoffe durch zu starkes Erhitzen ganz aus der Kohle entfernte, deutet darauf hin, dass diese Stoffe bei der Selbstentzündung höchst wahrscheinlich eine Rolle spielen, und unwillkürlich wird man an die schon öfter beschriebenen

Fälle von Selbstentzündung auf einander gehäufte, mit Oel getränkter wollener Lappen erinnert.

Von besonderem Interesse ist auch die von Herrn Professor Ranke versuchte Bestimmung der Temperatur, bei welcher normales Grummet in einen ähnlichen Zustand von Verkohlung übergeführt wird, wie derselbe sich bei der Verkohlung in Laufzorn ergeben hatte. Beim Erhitzen einer kleinen Menge Grummet in einer in das Oelbad gesetzten Probirröhre zeigte sich bald, dass die fragliche Temperatur so hoch liegt, dass sie nicht mit Sicherheit mit dem Quecksilber-Thermometer 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 Zinnes und unter dem Schmelzpunkte des Bleies liegt. Da der Schmelzpunkt des Zinnes bei  $228^{\circ}$  und der des Bleies bei  $335^{\circ}$  C. ist, so liegt die Temperatur, bei welcher das Grummet in Kohle verwandelt wird, zwischen  $228$  und  $335^{\circ}$  C.

Endlich versuchte Herr Prof. Ranke noch, ob auch auf künstlichem Wege hergestellte Grummetkohle pyrophore Eigenschaften besitze. Zu diesem Zwecke erhitzte er eine kleine Partie grünen Grummets in einem Bechergläschen so lange im Oelbade, bis es in Kohle verwandelt war, worauf es in Form eines Häufchens auf den Tisch geschüttet wurde. Nach wenigen Minuten hatte es sich von selbst entzündet.

Durch die beschriebenen Versuche ist der wissenschaftliche Beweis hinlänglich geliefert, dass der Grummetkohle pyrophore Eigenschaften zukommen, mittelst deren eine Selbstentzündung derselben unter geeigneten Verhältnissen naturnothwendig eintritt. Freilich ist damit nur die Thatsache erklärt, dass Heu- oder Grummetkohle sich entzünden kann, aber die Untersuchung der näheren Vorgänge der Umsetzung, vermittelt deren die Temperatur in einem Heu-

oder Grummethaufen so gesteigert werden kann, dass es zur Bildung von Kohle kommt, muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Mit Recht hält Herr Prof. Ranke das Moment von grösster Wichtigkeit, dass im Innern eines grossen Haufen Grummets von der durch chemische Umsetzung seiner Bestandtheile frei werdenden Wärme fast nichts verloren geht. Heu oder Grummet ist ein so schlechter Wärmeleiter, dass der im Innern verkohlte Haufen in Laufzorn aussen die normale grüne Farbe des Grummets und keine wahrnehmbare Temperaturerhöhung gezeigt hatte.

Da das Experiment bewiesen hat, dass zur Bildung von Grummetkohle eine Temperatur von beiläufig 300° C. nöthig ist, so lässt sich annehmen, dass die Temperatur im Innern des Grummethaufens, in welchem factisch solche Kohle entstand, nicht weniger als ungefähr 300° C. betragen habe.

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, wie Herr Prof. Ranke richtig bemerkt, nur verständlich, wenn man im Auge behält, ein wie ungemein schlechter Wärmeleiter dicht aufgehäuftes Heu oder Grummet ist, und wenn man bedenkt, dass in Folge der ausserordentlich schlechten Wärmeleitung im Inneren eines solchen Haufens fast sämtliche durch die Zersetzung frei werdende Wärme sich anhäuft, dass immer nur Wärme zugeführt, kaum irgend welche abgeleitet wird.

Bei Betrachtung der Ursachen von Kohlebildung durch spontane Zersetzung von Heu oder Grummet wird man unwillkürlich an die Bildung der Steinkohlen erinnert. Derselbe Process, welcher in einem Heu- oder Grummethaufen vor unseren Augen zur Bildung wirklicher Kohle führt,

dürfte, um eine Aeusserung Ranke's wiederzugeben, wohl auch bei der Entstehung der Steinkohlen-Flöze in der Urgeschichte unseres Planeten mitwirkend gewesen sein.

---

### Herr Seidel

zeigt die in der optisch-astronomischen Werkstätte von C. A. Steinheil Söhnen soeben vollendeten optischen Bestandtheile (Objectiv und Vergrößerungs-Apparat) des Apparates neuer Construction von Dr. Adolph Steinheil vor, welcher von einer Reichs-Commission in zwei Exemplaren bestellt und zunächst bestimmt ist, zur photographischen Aufnahme des Vorübergangs der Venus vor der Sonne im December 1874 zu dienen, — und begleitet diese Vorzeigung mit einigen Erläuterungen.

Das Objectiv des Apparates, bestehend aus zwei von einander beträchtlich entfernten, gegen ihre Mitte vollkommen symmetrisch angeordneten, für die chemisch wirksamsten Strahlen achromatischen Paaren von zusammen gekitteten Linsen, ist verschieden von demjenigen, über welches in der Sitzung vom 2. März 1872 von mir referirt wurde. In Folge der in dem damaligen Vortrage von mir angestellten Vergleichung der theoretischen Leistung jenes Objectives mit der des auf gleiche Oeffnung reducirten Fraunhofer'schen schien es nämlich Dr. Ad. Steinheil so wie mir, dass die Vorzüge, welche die gewählte Construction vor der Fraunhofer'schen in Folge des Aufwandes von mehr Linsen hatte erreichen lassen, und welche wesentlich den von der optischen Axe entfernten Theilen des Bildes zu Gute kommen,