

(Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Halle a. d. S.
Direktor: Prof. Dr. *Schrader*.)

Erkennung von Selbstentzündung an organisiertem Material¹.

Von

Dr. phil. natur. **H. Klauer.**

Mit 4 Textabbildungen.

Es ist eine durch viele Beobachtungen bewiesene Tatsache, daß sich organisiertes Material unter besonders günstigen Umständen selbst erwärmen und daß diese Selbsterwärmung auch zur Selbstentzündung führen kann. So sind Fälle bekannt, wo sich Heu, Klee, Gras, Malz, Malzkeime, Getreidekörner, Kleie, Hopfen, Waid, Tabak, Samen aller Art, Sägespäne, Kraftfuttermehl und deren Mischungen, Waldstreu, Fichten- und Tannennadeln, nasse Treber, Schilf, Riedgräser, Stalldünger und andere Stoffe selbst erwärmt und entzündet haben.

Am bekanntesten ist die Selbstentzündung von Heu und hier liegen auch die eingehendsten Beobachtungen vor. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die Ursache der Selbstentzündung zu ergründen und sich ein klares Bild von den Vorgängen zu machen. Es ist aber bis jetzt noch nicht gelungen, eine in allen Teilen befriedigende Theorie aufzustellen. Die ersten Ansätze hierzu reichen bis 1873 zurück, wo *Ranke* über Versuche mit Heukohle berichtet.

Man hat sich den Vorgang der Selbstentzündung als Ergebnis einer Reihe neben und hintereinander verlaufender exothermer Prozesse vorzustellen. Bei Heu und ähnlichen Produkten ist die weiter andauernde Atmung der Zellen als erste Wärmequelle anzusehen. Man nimmt an, daß hier nicht der atmosphärische Sauerstoff sondern der durch enzymatische Spaltung freigewordene Sauerstoff mitwirkt und bezeichnet diesen Vorgang daher als intramolekulare Atmung. Daneben verlaufen Gärprozesse, bei denen sich esterartige Stoffe bilden und Wasser zum Teil aus den Stengeln und anderen stärkeren Teilen entweicht oder sich bei den teilweise oxydativ verlaufenden Prozessen bildet. Dadurch entsteht ein günstiger Nährboden für Mikroorganismen, durch deren Lebenstätigkeit weitere Wärme gebildet wird. Durch Wärmestauung erleiden die Lebens- und Zersetzungsprodukte eine weitere Zersetzung, bei denen sich autoxydable Stoffe bilden, wodurch die Temperatur weiter gesteigert wird, so daß die Mikroorganismen absterben und auch die Fermente zerstört werden. Allgemein sinkt dann die Temperatur allmählich. Unter besonderen Umständen steigt

¹ Nach einem Vortrag gehalten auf der 29. Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin und Kriminalistik in Innsbruck 1940.

sie jedoch weiter. Die Feuchtigkeit entweicht, Eiweiß und Stärke werden zersetzt, es bilden sich empyreumatische Stoffe und solche, die sich leicht oxydieren lassen, so daß bei Zutritt von Luftsauerstoff, der in diesem Stadium durch das locker gewordene Gefüge möglich ist, eine weitere Temperatursteigerung einsetzt. Das Material sackt zusammen und erleidet eine weitergehende Zersetzung, bei der anscheinend vorher gebildete Essigsäure und Ameisensäure mitbeteiligt sind, und es kommt dann zu starker Verkohlung und Selbstentzündung. Zweifellos spielen hier auch katalytische Vorgänge eine Rolle, denn man hat beim Abbau von Heuhaufen, bei denen sonst keine Anzeichen sehr starker Erhitzung beobachtet worden waren, im Innern einzelne kleine Stellen gefunden, die völlig weiß verascht waren, wo also örtlich begrenztes Glühen stattgefunden hatte. Vielleicht spielen Eisenverbindungen eine Rolle, wie es bei der Selbsterwärmung der Kohle experimentell nachgewiesen werden konnte (*Brückner*).

In ähnlicher Weise wie beim Heu hat man sich den Vorgang auch bei anderem organisiertem Material vorzustellen, nur daß in diesen Fällen die erste Erwärmung unter Umständen nicht durch Atmen des Materials, sondern durch die Lebenstätigkeit von Mikroorganismen, keimende Pflanzensamen, oxydativen Prozessen oder künstliche Erwärmung eingeleitet wird.

Der nachträgliche Nachweis, daß ein Brand durch Selbstentzündung entstanden ist, stößt mitunter auf erhebliche Schwierigkeiten. Relativ einfach ist es bei Heu. Hier geht der Selbstentzündung zunächst ein aromatischer Geruch voraus, der im Laufe der Zeit wieder verschwindet und an dessen Stelle ein empyreumatischer, brenzlicher tritt. Der Heuhaufen sackt meistens in der Mitte stark zusammen und es bildet sich ein Trichter, aus dem Dampf und Rauch aufsteigt. Beim Abtragen stößt man im Innern auf ausgedehnte Verkohlungen, die von mehr braunen Schichten umgeben sind. Im Überhitzungsherd, bzw. darunter, liegt das Heu fest aufeinander und fühlt sich feucht und seifig an und riecht stechend nach Essigsäure und Ameisensäure oder tabakähnlich. Ferner findet man schmutziggraue Zonen stark verfilztes und schimmeliges Heu. An allen diesen Merkmalen läßt sich eine stattgehabte Selbstentzündung von Heu nachweisen.

Im folgenden möchte ich über 2 Fälle von Selbstentzündung von anderem Material berichten, die in mehrfacher Hinsicht interessant erscheinen.

In einer Brauerei in „A“ brach eines nachts Feuer aus, dem das ganze Lagergebäude, in dem neben großen Mengen Trockentrebern, größere Mengen Malz, Gerste u. a. lagerten, zum Opfer fiel. Der Brand mußte auf Grund von Zeugenaussagen etwa in der Mitte des Gebäudes ausgebrochen sein, da, wo in zwei übereinander liegenden großen Kammern die Treber lagerten. Bei Ausbruch des Feuers wurde eine explosionsartige Verpuffung gehört und eine große Stichflamme

beobachtet. Es tauchte bald der Verdacht auf, daß der Brand durch Selbstentzündung der Treber entstanden sein könnte, doch fehlten zunächst jegliche positive Anhaltspunkte hierfür.

Treber sind bekanntlich die Rückstände, die beim Maischen und Abläutern hinterbleibenden festen Bestandteile des Malzschrotes. Sie enthalten in diesem Zustand etwa 80% Wasser und werden entweder so wie sie sind als Futtermittel abgegeben, oder erst getrocknet. Durch die sachgemäße Trocknung werden die Treber konserviert, ohne Einbuße an Nährwert zu erleiden und können so längere Zeit gelagert und auch verschickt werden, während die nassen Treber unter Einfluß der Säuerungs- und Fäulnisbakterien sehr leicht verderben und daher sofort verfüttert werden müssen.

In dem zu besprechenden Fall konnte durch Zeugenaussagen festgestellt werden, daß wegen Überbeanspruchung des Trockenapparates die Treber zeitweise ohne jeden Zweifel noch teilweise feucht in die Treberkammern gelangten. Weiter wurde in Erfahrung gebracht, daß mehreren Arbeitern, die am Tage vor dem Brand in der Nähe der Kammern mit Einsacken von Trebern beschäftigt waren, ein eigenartiger Geruch aufgefallen war. Die einen bezeichneten ihn als nach Katzendreck, die anderen als nach Aas riechend. Sie nahmen an, daß der Wurf einer Katze krepirt sei. Sie gingen dem Geruch wohl nach, da sie aber nichts fanden, ließen sie es dabei bewenden. Später stellte sich heraus, daß die Katzen alle am Leben waren.

Die Brandstelle konnte wegen drohenden Einsturzes der Mauern erst einige Tage nach Ausbruch des Brandes betreten werden. Beim Durchsuchen des Brandschutttes stellte sich nun zu unserer Überraschung heraus, daß der allergrößte Teil der Treber, schätzungsweise über 100 Zentner, unverbrannt waren. Die Temperatur, die an verschiedenen Stellen gemessen wurde, betrug 46—78° C. Als einziger bemerkenswerter Befund wurden vereinzelt Klumpen fest zusammengebackener Treber gefunden, die teilweise die Größe einer kräftigen Männerfaust hatten (Abb. 1). Sie zeichneten sich durch ihre Schwere und Festigkeit aus und hatten einen braunen, zum Teil schwarzen zylinderförmigen Kern. Die Untersuchung ergab, daß dieser Kern neben wenig verkohlten Teilchen wasserlösliche Substanzen in größerer Menge enthielt, die *Fehlingsche* Lösung direkt reduzierten (Malzzucker) und Jödlösung kräftig blau färbten (verkleisterte Stärke). Die bakteriologische Prüfung ergab, daß der Kern steril war, aber der darum befindliche hellere Teil thermophile Bakterien beherbergte, die noch bei 70° C und darüber wuchsen.

Die weitere Untersuchung der Klumpen ergab, daß sie, im Vergleich zu anderen Trebern, ungewöhnlich viel Extrakt enthielten, wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht:

	Klumpen	Probe W	Probe N
Asche . . .	3,98 % i. T.	4,88 % i. T.	4,64 % i. T.
Extrakt . .	36,91 % i. T.	8,26 % i. T.	6,03 % i. T.

Die Klumpenbildung war nun der beste Beweis dafür, daß die Trocknung nicht einwandfrei vorgenommen worden war, und daß die Treber, bevor sie in den Trockenapparat gelangten, nicht genügend ausgepreßt worden waren. Hierdurch bildeten sie einen guten Nährboden für Mikroorganismen und damit war die Voraussetzung für eine Selbsterwärmung vorhanden, zumal sie bereits von der Trocknung her warm waren.

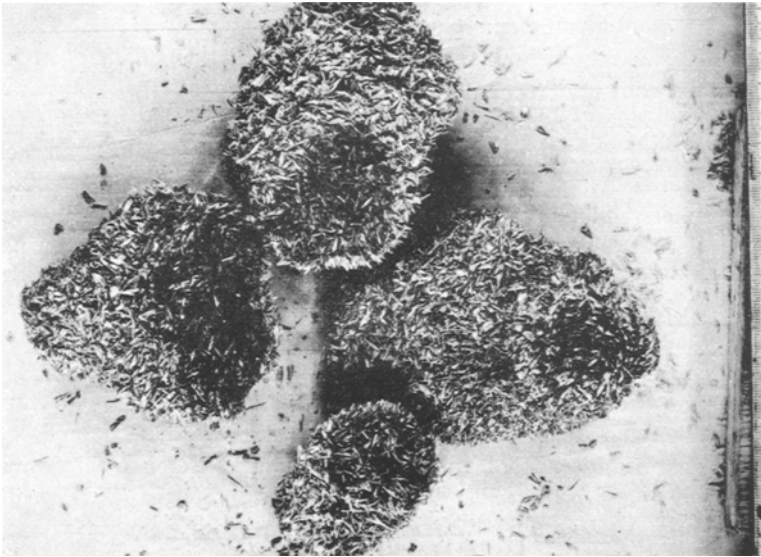


Abb. 1. Treberklumpen mit zylindrischem dunkel gefärbten Kern.

Eigenartigerweise war in zwei großen brauereiwissenschaftlichen Instituten nichts von Selbstentzündung von Trockentrebern bekannt. Man hielt es wohl für möglich, doch waren keine praktischen Fälle zu ihrer Kenntnis gelangt. Bei einer Umfrage in Brauereien in H. konnte in Erfahrung gebracht werden, daß bei einer derselben vor vielen Jahren ein Brand ausgebrochen war, der auf Selbstentzündung von Trockentrebern zurückgeführt worden war. Es wurde hier, wie auch in A., zunächst eine explosionsartige Verpuffung wahrgenommen und dann eine Stichflamme beobachtet. Bei einer anderen kleineren Brauerei in B., auf die wir durch Zufall stießen, waren schon öfters Selbsterwärmungen von schlecht getrockneten Trockentrebern beobachtet worden. In dieser Brauerei werden die Treber nach dem Trocknen

unmittelbar in Säcke gefüllt und vorübergehend beiseite gestellt. Verschiedentlich verkohlten die Treber in den Säcken innerhalb von 14 Stunden (über Nacht) völlig. Es wurde dabei ein widerwärtiger Geruch beobachtet, der an Katzendreck erinnernd oder ähnlich wie stinkender Käse bezeichnet wird. Rauch oder Qualm wurde in diesem Stadium nicht beobachtet. Nur einmal, als die Selbsterwärmung zu spät erkannt worden war und eine Entzündung stattgefunden hatte, entwickelte sich auch Rauch.

Nachdem sowohl durch Zeugenaussagen als auch durch die chemische Untersuchung festgestellt worden war, daß die Trocknung der

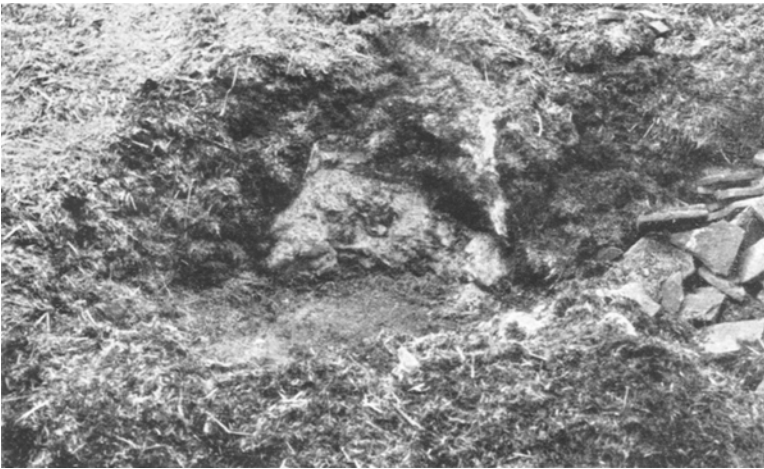


Abb. 2. Verkohltes Nest in unversehrter Spreu, dessen Inneres weiß verascht ist. Rechts daneben eine kanalartige veraschte Stelle.

Treber in A. in der fraglichen Zeit nicht einwandfrei war, vor dem Brand der eigentümliche Geruch auftrat, der bei Selbsterhitzung von Trockentrebern schon beobachtet worden war und auch sonst ähnliche Erscheinungen beobachtet wurden, wie sie bei Selbstentzündung von Trebern auftraten, konnte angenommen werden, daß der geschilderte Brand tatsächlich durch Selbstentzündung von Trockentrebern entstanden ist, und zwar offenbar in den zum Versand bereitgestellten Säcken. Die eingehenden weiteren Ermittlungen ergaben nicht die geringsten Anhaltspunkte für eine andere Ursache.

In diesem Fall gründete sich der Nachweis in erster Linie auf die Zeugenaussagen, die Untersuchungen an Ort und Stelle und im Laboratorium sowie auf analoge Verhältnisse bei gleichartigen Bränden.

In einem anderen Fall war die Frage zu beantworten, ob ein Brand durch Selbstentzündung von 5 Jahre alter Gerstenspreu entstanden

ist. Eines Mittags im Juni v. J. brach über dem Kuhstall eines großen Gehöftes Feuer aus, bei dem das ganze Dach und ein Teil des anstößenden Gebäudes verbrannten. Der Kuhstall war schon wochenlang

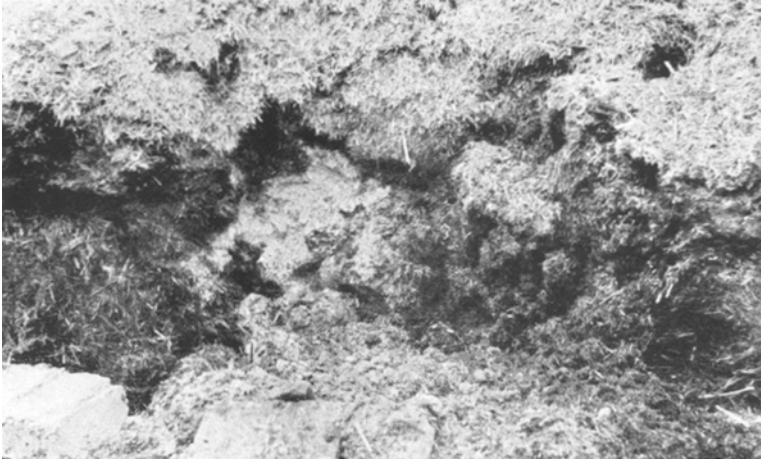


Abb. 3. Eine andere verkohlte Stelle deren Inneres ebenfalls weiß verascht ist.



Abb. 4. Die gleiche Stelle wie Abb. 3 nach weiterem Abtragen.

nicht betreten worden. Die Ermittlungen führten zunächst zu keinem Ergebnis und es tauchte schließlich der Verdacht auf, daß eine Selbstentzündung stattgefunden haben könnte. Für diese zunächst sehr vage Vermutung konnte tatsächlich der Beweis erbracht werden.

Über der Spreu war ein größerer Wasserbehälter eingebaut, aus dem der Kuhstall mit Wasser versorgt wurde. Etwa 6 Wochen vor Ausbruch des Brandes war die Abflußleitung repariert worden, weil sie verstopft war. Sie mußte vom Behälter getrennt werden und dabei flossen mehrere 100 l Wasser aus, die sich auf die Spreu ergossen, die in diesem Zustande liegen blieb. Die erste Voraussetzung für eine Selbsterwärmung, Feuchtigkeit, war somit vorhanden. Hinzu kam, daß die Tage vor dem Brand sehr heiß waren, so daß auch die Sonnenwärme einwirken konnte.

Für den Nachweis der Selbstentzündung war es von großem Vorteil, daß der größte Teil der Spreu noch unversehrt war. Beim Nachgraben konnten an mehreren Stellen mitten in unverbrannter Spreu ausgedehnte verkohlte Stellen gefunden werden, deren Kern zum Teil in erheblicher Ausdehnung völlig weiß verascht war (Abb. 2—4). Hierdurch war der Beweis erbracht, daß tatsächlich eine Selbstentzündung stattgefunden hatte.

Bemerkenswert an diesem Fall ist nicht nur die Tatsache, daß sich 5 Jahre alte Spreu selbst entzündet hatte, sondern auch, daß die Spreu nur etwa 1,50 bis 2 m hoch lagerte. Im allgemeinen wird nämlich neben den früher bezeichneten Voraussetzungen für eine Selbstentzündung auch Lagern in großer Mächtigkeit angeführt, und der dadurch bedingte statische Druck als Teilursache angesehen. Letzterer ist demnach nicht unbedingt erforderlich, sondern offenbar nur dichte Lagerung, die in vorliegendem Falle durch die lange Lagerzeit erreicht worden war. Ausgelöst wurde die Selbsterwärmung hier anscheinend dadurch, daß Unkrautsamen ausgekeimt sind.

Zusammenfassend ist also zu sagen, daß bei der Feststellung, ob ein Brand durch Selbstentzündung entstanden ist, neben der eingehenden Untersuchung des Brandortes das Augenmerk auf alle die Umstände zu richten ist, die eine Selbsterwärmung begünstigen oder überhaupt erst ermöglichen. Die angeführten Beispiele zeigen, daß in solchen Fällen intensivstes Zusammenarbeiten zwischen Ermittlungsbeamten und Sachverständigen Voraussetzung ist, um zu einem befriedigenden Ergebnis zu gelangen.

Literaturverzeichnis.

Brückner, Z. angew. Chem. **52**, 671. — *Dennstedt*, Die Chemie in der Rechtspflege. Leipzig 1910. — *Häpke*, Die Selbstentzündung. Bremen 1893. — *Kissling*, Z. angew. Chem. **1895**. — *Levecke*, in Dtsch. öff. rechtl. Versicherung **1933—1939**. — *Medem*, Über Selbstentzündung und Brandstiftung. Greifswald 1898. — *Miehe*, Über Selbstentzündung des Heues. Berlin: Parey 1930. — *Pallmann*, Schweiz. landw. Mh. **17** (1939). — *Ranke*, in Schwalbes Annalen der Chemie und Pharmazie **167** (1873). — *v. Schwartz*, Brandursachen. München: Ph. L. Jung 1937. — *Handbuch der Feuer- und Explosionsgefahr*. München: Ph. L. Jung 1922. — *Sedlmeyer*, Feuerpolizei **41**, 167 (1939).