

Selbstentzündung von Heu ist vermeidbar

Herbert Blauß

Die Selbsterhitzung von frisch eingelagertem Heu und Öhmd (südwestdeutsch für das Futter vom 2. Schnitt) ist ein natürlicher, biochemischer Vorgang, der bekannt ist, seit Menschen Haustiere halten und für die Wintermonate Futtermittel einlagern. Bereits alte römische Schriften und Brandverhütungsrichtlinien, die im Mittelalter veröffentlicht wurden, berichten, daß eingelagertes Heu und Öhmd sich selbst erhitzt und häufig zu Selbstentzündung neigt.

Die Ursachen hierfür und die Vorgänge, die zu einer Selbstentzündung führen, wurden jedoch erst seit den 50er Jahren von mehreren Naturwissenschaftlern (Glathe, Niese, Jach, Breindl, Knösel, Reinheimer und Hussain) erforscht. Sie haben durch ihre Arbeiten dazu beigetragen, daß alle für die Verhütung einer Selbstentzündung maßgebenden Faktoren soweit geklärt werden konnten, daß bei genügender Sorgfalt der Brand eines Futterstockes verhütet werden kann.

Nach den heutigen Erkenntnissen läuft die Selbsterhitzung dieser Futtermittel in folgenden Phasen ab:

Zellatmung

Nach dem Trocknungsvorgang verbleibt immer noch ein Rest von Pflanzenzellen, die nicht völlig abgestorben sind. Diese Zellen atmen weiter.

Selbsterwärmung

Durch den Stoffwechsel der mesophilen „wärmeempfindlichen“ Heuflora wird Wärme erzeugt.

Selbsterhitzung

Vorhandene Pilze und Bakterien vermehren sich sehr stark in der durch die Zellatmung und den Stoffwechsel entwickelten Wärme. Mit der Zeit vermehren sich bestimmte Arten von Bakterien (thermophile) besonders schnell. Dies begünstigt eine rasche Temperatursteigerung im Futterstock.

Brandgefährliche Reaktionen

Zwischen den Zellen und unter den in den Zellen vorhandenen Wirkstoffen (Pektine) kommt es zu chemischen Abbaureaktionen. Hierbei wird sehr viel Wärme frei.

Selbstentzündung

Infolge der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Heues kommt es an einzelnen Stellen zu einem Wärmestau. Dabei können so hohe Temperaturen entstehen, daß sich das Erntegut selbst entzündet.

Aufgrund der von Jach und Glathe durchgeführten Forschungen kann mit Hilfe mikrobiologischer Untersuchungen von Heuproben — aus Resten eines abgebrannten Heustockes — nachgewiesen werden, ob eine Heu- oder Futterstockselbstentzündung den Brand verursacht hat oder nicht.

Durch richtige Vorbeugemaßnahmen kann sich jeder Landwirt davor schützen, daß die natürlichen und nicht vermeidbaren Erwärmungsvorgänge zu einer Erhitzung und in der Folge davon zu einer Selbstentzündung führen.

Die Gründe, die die Gefahr einer Selbstentzündung von Heu und Öhmd begünstigen, sind:

Bodenart

Futter, das auf sandigen Lehmböden mit alkalischer Reaktion (pH -Wert

größer als 7) gewachsen ist, neigt leichter zur Selbstentzündung als Futter, das auf sauren — moorigen — Böden gewachsen ist.

Düngung

Böden mit einer hohen Konzentration von gewissen Spurenelementen und stickstoffreiche Düngung bewirken ein besonders nährstoffreiches Futter, das einen hohen Gehalt an Rohprotein und verdaulichem Eiweiß hat. Dieses nährstoffreiche Futter, das vom Landwirt angestrebt wird, begünstigt die Einleitung der Selbsterhitzungsvorgänge. Insbesondere die Stickstoffdüngung, die seit den 50er Jahren verstärkt durchgeführt wird, hat die Zahl der Brandfälle als Folge einer Selbstentzündung sprunghaft ansteigen lassen.

Nun produziert aber die Landwirtschaft nährstoffreiches Futter, um international konkurrenzfähig zu sein. Die Alternative, nährstoffarmes Futter zu erzeugen, um die Gefahr einer Selbstentzündung zu verringern, ist daher illusorisch.

Um so mehr muß sich aber ein Landwirt bewußt sein, daß sich sein Futterstock selbst entzünden kann und die notwendigen Vorsichtsmaßnahmen treffen.

Trocknungsart

Bei bodengetrocknetem Heu ist die Gefahr einer Selbstentzündung etwa 10mal so groß wie bei Heu, das auf Gerüsten (Heinzen), Böcken und Drähnen getrocknet wurde.

Bearbeitungsart

Durch die moderne, maschinelle Bearbeitungsart während des Trocknungsvorganges und durch das maschinelle Aufnehmen und Aufladen des Heues auf entsprechende Erntewagen werden oft Reste von nicht genügend ge-

trocknetem Heu, oft auch frisch abgerissene Grashalme oder feuchte Erdklumpen unter das getrocknete Heu gemengt. Dadurch nimmt dieses wieder Feuchtigkeit auf, wodurch die Zellatmung und die Stoffwechselläufe in der wärmeempfindlichen Heuflora beschleunigt werden.

Lagerung

Je nach Einlagerungsart können folgende Gefahrenquellen entstehen:

Bei Langheu, das mit Heugreifern und Heuaufzügen entladen wird, entstehen unter den Abwurfstellen Zonen mit erhöhter Lagerdichte des Trockengutes. Die Verdichtungen sind um so stärker, je größer die Fallhöhe des Heues ist und je weniger oft die Abwurfstelle gewechselt wird.

Je höher ein Futterstock aufgeführt wird, um so größer wird die Lagerdichte und damit der Lagerdruck in den unteren Lagen. Die bei der Selbst-erwärmung erzeugte Wärmemenge staut sich in diesen Bereichen besonders stark und beschleunigt den Temperaturanstieg.

Bei Häckselheu, das mit Heufördergebläsen in die Futterstöcke geblasen wird, kann es an der Ausblasöffnung zu einer teilweisen Entmischung des Häckselfutters kommen. Dabei bilden die feuchten (schweren) Halme unter den Ausblasstellen kegelförmige Zonen mit besonders hoher Restfeuchtigkeit. Diese Konzentration, verbunden mit einer größeren Lagerdichte, begünstigt ebenfalls die Selbstentzündung.

Bei Mitteldruck- und Hochdruckpreßheu führt eine zu frühe Einpressung mit nicht genügender Vortrocknung rasch zur Erwärmung. Ungenügende Zwischenräume zwischen den gelagerten Heuballen verhindern den Temperaturabfluß.

Vorbeugungsmaßnahmen zur Vermeidung einer Selbstentzündung

Bei Heu, das am Boden getrocknet wird, ist die Arbeitshöhe der Geräte so einzustellen, daß keine frischen Grashalme oder Erdklumpen herausgerissen werden und in das Heu gelangen. Das einzufahrende Heu muß gleichmäßig trocken sein. Bei der Bodentrocknung sind hierfür mindestens vier regenfreie Tage notwendig.

Konzentrierte Abwurfstellen unter Heuaufzügen oder Gebläsen müssen vermieden werden, da in der Abwurfzone eine größere Lagerdichte entsteht. Die Abwurfstellen müssen daher häufig gewechselt und die Abwurfhöhe möglichst niedrig gehalten werden.

Die Größe der Futterstöcke ist zu beschränken. Die Tiefe der Futterstöcke sollte 8 m und die Höhe 4 m

nicht übersteigen. Wenn die Futterstöcke nicht allseitig zugänglich sind, sollte die Tiefe höchstens 5 m betragen. Häckselfutter liegt dichter als Langheu. Die Futterstöcke sind daher entsprechend kleiner zu halten.

Bei Preßheu ist zwischen den Ballen stets ein Abstand einzuhalten, damit die erzeugte Wärme entweichen kann.

Bei Heubelüftungsanlagen muß die Leistung der Gebläselüfter der Kapazität der Lagermenge angepaßt sein. Derartige Anlagen sollten daher nur von anerkannten Fachfirmen installiert werden. Insbesondere ist vor einem Eigenbau im „Do-it-yourself“-Verfahren zu warnen.

Heutürme müssen sachgerecht gefüllt werden, das heißt, der Heuturm darf innerhalb kurzer Zeit nicht zu voll gefüllt werden, weil dadurch ein erhöhter Lagerdruck entsteht, der eine ordnungsgemäße Belüftung der unteren Lagerschicht nicht mehr zuläßt. Eine ausreichende Nachtrocknung kann dann nicht mehr erzielt werden.

Bei eingelagertem Futtergut muß vermieden werden, daß nachträglich Feuchtigkeit eindringt, sei es von Dächern, Wänden oder Bodenfeuchtigkeit. Es ist daher besonders darauf zu achten, daß Dächer und Wände dicht sind.

Erkennung der Selbstentzündungsgefahr

Jeder Landwirt kann die Sicherheit seines Futterstockes überwachen. Dazu ist die Temperatur im Futterstock regelmäßig zu messen. Alle anderen Methoden wie

Befühlen des Heustockes mit der Hand, in der Annahme, daß man so eine Erwärmung feststellen kann,

ein Absuchen der Futterstockoberfläche auf Einsenkungen

oder gar ein Abwarten, bis ein brenzlicher Geruch festgestellt wird, sind hierfür nicht geeignet.

Bei brenzligem Geruch besteht bereits eine akute Brandgefahr; außerdem hat

das Heu seinen Nährwert völlig verloren. Der ganze Heustock muß abgetragen werden, was in der Regel dem Verlust des Futtermittels gleichkommt.

Um die Selbstentzündungsgefahr eines Futterstockes festzustellen, ist die Messung der Temperatur im Innern des Heustockes mit einer Heumeßsonde erforderlich.

Vom Funktionsprinzip her gibt es zwei verschiedene Arten von Heumeßsonden:

a) Die thermomechanische Heumeßsonde. Diese wurde früher ausschließlich eingesetzt und besteht aus folgenden Teilen:

Vierkantspitze, 6 cm lang, mit Schraubgewinde.

Stahlrohr, 1 m lang, mit einem Durchmesser von 16 mm. An einem Ende des Stahlrohrs ist ein Thermometer eingebaut. Das Stahlrohr ist auf dieser Seite mit einem Innengewinde versehen, in das die Vierkantspitze eingeschraubt werden kann.

Drei Stahlrohre, je 1 m lang, als Verlängerungsstücke.

Stoßgriff.

Die einzelnen Teile werden durch Schraubverbindungen miteinander verbunden.

1970 wurde auf Veranlassung der Ostfriesischen Brandkasse in Aurich unter Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe der öffentlich-rechtlichen Versicherer in Deutschland und einer holländischen Versicherung die sogenannte Heumeßsonde „Aurich“ entwickelt. Diese mißt die Temperatur auf elektronischem Wege.

Zwischenzeitlich werden elektronische Heumeßsonden auch von anderen Firmen angeboten, unter anderem von

Fa. Greisinger, 8413 Regenstauf,

Fa. Schwarting, 7991 Eriskirch,

Fa. Heim, 7277 Wildberg 3.

Die elektronischen Sonden haben den Vorteil, daß der eigentliche Meßvorgang wesentlich weniger Zeit in Anspruch nimmt, als dies bei den thermomechanischen Sonden der Fall ist.



Bild 1. Thermomechanische Sonde. Stoßspitze, Stahlrohr mit Thermometer und Stoßgriff

b) Die älteste elektronische Sonde, die Aurichsonde, besteht aus folgenden Teilen:

Zweischneidige Messerspitze mit eingebauter temperaturempfindlicher Diode.

Meßlanze, 4 m lang und 8 mm stark, aus glasfaserverstärktem Kunststoff mit eingelagertem elektrischen Leiter für die Temperaturmessung.

Elektronisches Meßgerät mit Flachbatterie zur Stromversorgung.

Dieses Gerät, das sich in den vergangenen Jahren bestens bewährt hat, verlangt aber eine sachgerechte Anwendung und eine pflegliche Behandlung. Zur Aufbewahrung außerhalb der Meßzeit sollte die Meßlanze geradliegen; für den Transport kann sie zu einem Ring zusammengerollt werden, wobei der Durchmesser nicht unter 80 cm liegen sollte. Durch eine Plastikhülle wird der Ring zusammengehalten und kann dann leicht in jedem Pkw transportiert werden. Am Einsatzort wird die Schneidespitze mit der temperaturempfindlichen Diode auf die Meßlanze aufgeschraubt und das andere Ende der Meßlanze mit einem 5 m langen Kabel mit dem Meßgerät verbunden.

Für die Temperaturmessung wird die Sonde mit der Schneidespitze dicht vor den Stapel gehalten und in kurzen, ruckweisen Schüben in das Heu hineingestoßen. Wichtig ist, daß die Lanze unmittelbar vor der Eindringstelle in das Heu mit einer Hand gehalten wird, weil sonst die Gefahr besteht, daß sich die Meßlanze verbiegt und bricht.

Wenn die Sonde die erforderliche Tiefe in dem Futterstock erreicht hat, ist sie etwa eine Minute in der Meßstellung zu belassen. Danach kann die Temperatur am Meßgerät abgelesen werden. Es ist ohne weiteres möglich, an der gleichen Einstichstelle die Temperatur in verschiedenen Stocktiefen zu messen, z. B. in einer Tiefe von ca. 2 bis 2,5 m und in einer Tiefe von 4 m. Dadurch kann der Temperaturverlauf im Heustock in Abhängigkeit von der Tiefe festgestellt werden.

Nach Feststellung der Stocktemperatur sollte die Meßlanze sofort wieder aus dem Stock gezogen werden, weil die aggressiven Dämpfe im Heu an den Metallteilen Rostansatz hervorrufen.

Bevor die Sonde in eine weitere Untersuchungsstelle eingeführt wird, muß die Meßspitze abkühlen, damit an der zweiten Meßstelle die dort tatsächlich vorhandene Temperatur – ohne Beeinflussung durch die Temperatur der vorigen Meßstelle – abgelesen werden kann. Es empfiehlt sich, die Meßstelle zu kennzeichnen und die ge-

Beispiel einer Tabelle für die Überwachung der Futterstocktemperaturen

Meßstelle	Datum 2. 6.		Datum 7. 6.		Datum 30. 6.		Datum 16. 7.	
	Meßtiefen m	Temp. °C	Meßtiefen m	Temp. °C	Meßtiefen m	Temp. °C	Meßtiefen m	Temp. °C
1	2,0	29 °	2,0	34 °	2,0	44 °	2,0	47 °
1 a	4,0	30 °	4,0	36 °	4,0	45 °	4,0	48 °
2	2,5	30 °	2,4	39 °	2,5	47 °	2,5	50 °
2 a	4,0	30 °	4,0	38 °	4,0	46 °	4,0	46 °
3	2,5	28 °	2,5	36 °	2,5	45 °	2,5	48 °
3 a	4,0	29 °	4,0	38 °	4,0	48 °	4,0	49 °
4	3,0	30 °	3,0	38 °	3,0	48 °	3,0	50 °
4 a	4,0	32 °	4,0	40 °	4,0	49 °	4,0	50 °
5	2,0	29 °	2,0	38 °	2,0	47 °	2,0	49 °
5 a	4,0	30 °	4,0	40 °	4,0	48 °	4,0	49 °

messenen Temperaturen schriftlich festzuhalten – siehe Tabelle –, um bei einer späteren Messung die Temperaturveränderung in Abhängigkeit von der Zeit festzustellen. Nur so kann beurteilt werden, wann die Wärmeerzeugung ihren Abschluß findet und die Selbstentzündungsgefahr vorüber ist.

Sollte es aus irgendeinem unglücklichen Umstand doch einmal zu einer Selbstentzündung kommen, kann der Landwirt anhand einer solchen Tabelle nachweisen, daß er seiner Prüfungs- und Sorgfaltspflicht nachgekommen ist.

Wie oft soll – muß – man messen?

Um die Gefahr einer Überhitzung in einem Futterstock üblicher Größe zu prüfen, genügt es in der Regel, wenn die Temperatur an fünf verschiedenen Stellen jeweils in zwei Tiefenstufen gemessen wird – sofern die Temperatur an keiner Stelle mehr als 55 °C beträgt. Wird die Temperatur von 55 °C an einer Stelle überschritten, muß die Zahl der Meßstellen in diesem Bereich verdichtet werden, denn es könnte sein, daß sich in der Umgebung dieser Meßstelle bereits ein Wärmenest oder gar ein Glutkessel gebildet hat. Darüber hinaus werden bei längerem Einwirken dieser Tempe-

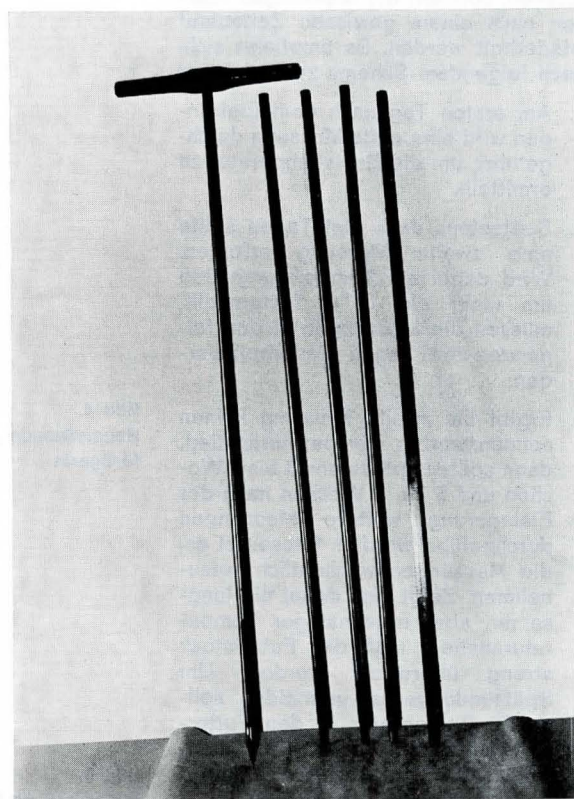


Bild 2.
Thermomechanische Sonde mit Verlängerungsstücken – je 1 m lang

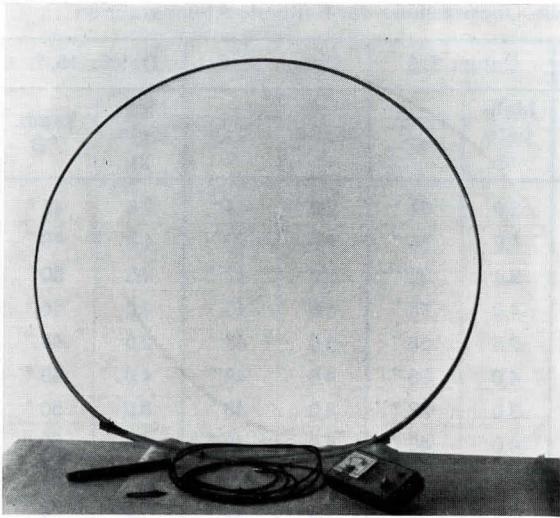


Bild 3.
Heumesssonde „Aurich“ mit
Meßspitze, Meßblanze,
Verbindungskabel und
Meßgerät

ratur auf das Heu die Nährstoffe und die Vitamine rasch abgebaut, so daß das Heu erheblich an Nährwert verliert.

Wird an einer Stelle eine Temperatur von mehr als 60 °C ermittelt, empfiehlt es sich, die Feuerwehr zu verständigen, die dann mit einem Heuwehrgerät oder auf andere Art und Weise die Gefahr beseitigt. Beträgt die Temperatur an einer Stelle mehr als 65 °C, muß auf alle Fälle sofort die Feuerwehr gerufen werden, denn es besteht akute Brandgefahr, die unter Schutz der Feuerwehr beseitigt werden muß.

Der Temperaturanstieg erfolgt über eine längere Zeit. Es genügt daher nicht, den Futterstock nur einmal zu messen, sondern die Messungen müssen nach einem gewissen Zeitablauf wiederholt werden. Es empfiehlt sich, nach folgendem Schema zu verfahren:

1. Am ersten Tag nach dem Einbringen wird eine erste Messung durchgeführt, um die Basistemperatur zu ermitteln.
2. Spätestens nach fünf Tagen sollte eine zweite Messung erfolgen. Wird dabei ein Temperaturanstieg um mehr als 10 °C festgestellt, müssen die Messungen in den folgenden zwei Tagen wiederholt werden.
3. Ergibt die zweite Messung keinen nennenswerten Temperaturanstieg, dann sollten spätestens 3 bis 4 Wochen und 5 bis 6 Wochen nach der Einlagerung weitere Messungen durchgeführt werden. Besser ist es, die Messungen wöchentlich vorzunehmen. Zeigt sich dabei ein langsamer, aber regelmäßiger Temperaturanstieg, muß der Futterstock streng überwacht werden. Um Spätzündungen zu vermeiden, sollte die Temperatur in den Futterstöcken zwölf Wochen lang kontrolliert werden. Auch weiterhin ist der Heustock zu überwachen.

Wie kommt der Landwirt zu einer Heumesssonde?

Heumesssonden können entweder bei den Herstellerfirmen direkt oder über die landwirtschaftlichen Zentralgenossenschaften beschafft werden. In der Regel geben die Gebäudeversicherer einen Zuschuß zur Beschaffung einer Heumesssonde.

Wenn ein Landwirt eine Heubelüftungsanlage einrichtet, wird von der Lieferfirma eine Heumesssonde mitgeliefert.

In der Regel kann bei der örtlichen Feuerwehr oder bei anderen kommunalen Einrichtungen eine Heumesssonde kostenlos ausgeliehen werden.

Wesentlich ist, daß die Landwirte von diesem Angebot Gebrauch machen, um ihre Futterstöcke regelmäßig zu messen und sich dadurch vor dem Verlust ihres Hofes schützen.

Wenn ein Gebäude als Folge einer Selbstentzündung abbrennt, muß sich der Eigentümer oder der verantwortliche Betriebsleiter vor Gericht verantworten. Wenn er dann nachweisen kann, daß er die Temperaturen in dem Futterstock sachgerecht überprüft hat, muß er nicht mit einem Strafverfahren rechnen. Sollten aber die Temperaturen in dem Futterstock nicht mit einer Heumesssonde überwacht worden sein, wird dies als grobfahrlässig angesehen und die Brandschädigung von den zuständigen Gebäudeversicherern gegebenenfalls gekürzt.

Was tut die Feuerwehr, wenn die Temperatur in einem Futterstock mehr als 60 °C beträgt?

In diesem Falle wird die Feuerwehr zunächst versuchen, die Gefahrenstellen durch mehrfache Temperaturmessungen mit der Heumesssonde genau zu ermitteln.

Wenn die Gefahrenstellen genau ortet und die Temperaturen bestimmt sind, gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Teilweises oder ganzes Abtragen des Futterstockes unter Löschwasserereinsatz. Wenn dies notwendig wird, muß in der Regel mit dem ganzen, zumindest teilweisen Verlust des Futtermaterials gerechnet werden.

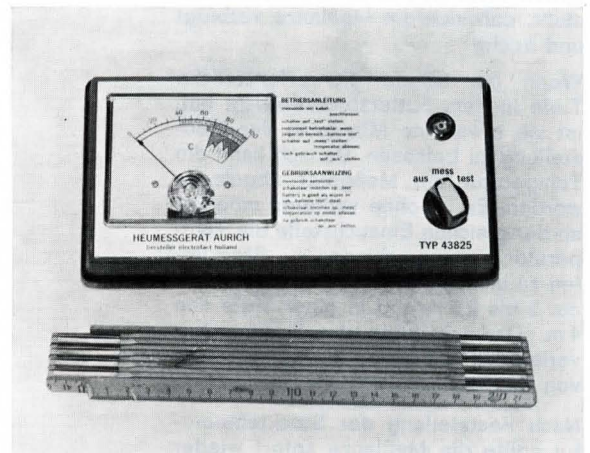


Bild 4.
Heumesssonde „Aurich“ –
Meßgerät

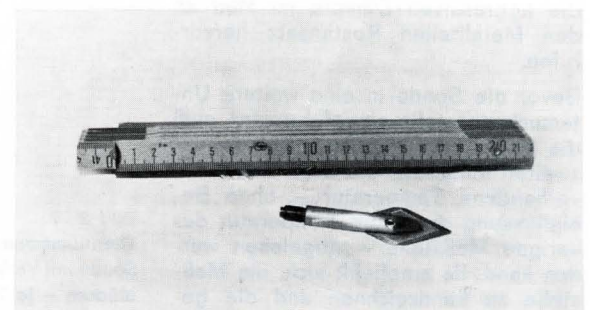


Bild 5.
Meßspitze mit Diode

2. Seit Anfang der 70er Jahre wurde von Bocksberger und Schreyer ein sog. Heuwehrgerät entwickelt. Dieses besteht aus einem leistungsstarken Gebläse, das sowohl auf Absaugen von Heißluft als auch auf Zuführen von Kaltluft umgestellt werden kann. An das Gebläse werden sechs mit zahlreichen Bohrungen versehene Rohrsonden angeschlossen, um das Erhitzungszentrum herum in den Futterstock eingeführt und die brandgefährlichen Gase aus dem Futterstock abgesaugt.

Einsatz des Heuwehrgerätes

Zunächst ist die Gefahrenstelle im Futterstock durch mehrfache Temperaturmessung abzugrenzen.

Werden Temperaturen von mehr als 70 °C festgestellt, wird durch die Rohrsonden etwas Wasser in den Bereich des Erhitzungsherd gepumpt, um die Entzündungsgefahr der Gase im Heustock zu vermindern.

Ist dies geschehen, oder werden bei der Messung zur Abgrenzung der Gefahrenstelle nur Temperaturen unter 70 °C gemessen, wird die heiße Luft abgesaugt. Im Absaugungsbereich ist die Temperaturveränderung ständig zu kontrollieren.

Sinkt die Temperatur unter 45 °C, wird das Gerät umgeschaltet und Kaltluft in den Futterstock geblasen, um

eine weitere wirksame Abkühlung zu erreichen.

Ist die Temperatur im Bereich der Erhitzungsstelle unter 30 °C abgesunken, kann der Vorgang abgebrochen werden. Die Temperaturen sollten jedoch am folgenden Tag weiterhin kontrolliert werden, um sich zu vergewissern, daß eine endgültige Abkühlung eingetreten ist.

Gegenüber dem Verfahren der Abtragung des Futterstockes hat das Heuwehrgerät den Vorteil, daß für die Bedienung nur zwei Personen notwendig sind und daß das Futter weiterverwendet werden kann.

Das Heuwehrgerät hat sich in den vergangenen Jahren gut bewährt.

Zusammenfassung

Die Selbsterwärmung von Heu und Öhmd beruht auf einem natürlichen biochemischen Vorgang, der in jedem Futterstock stattfindet. Durch Vorsorgemaßnahmen, z. B.

bei der Heu- bzw. Öhmd-Ernte,

bei der Einlagerung der Futtervorräte,

durch regelmäßiges Messen der Futterstocktemperaturen,

kann ein Landwirt verhindern, daß die Selbsterwärmung zu einer Selbstentzündung führt.

Für die Beschaffung der hierzu notwendigen Heumeßsonden geben die Gebäudeversicherer Zuschüsse. Wer keine eigene Sonde hat, kann eine solche bei der Feuerwehr oder einer anderen kommunalen Einrichtung kostenlos ausleihen.

Eine rechtzeitig erkannte Selbstentzündungsgefahr kann von der Feuerwehr beseitigt werden.

Es liegt nun an jedem Landwirt selbst, durch verantwortungsbewußtes Handeln einen Schaden als Folge einer Futterstockselbstentzündung zu verhindern.

Literaturhinweise:

1. Dr. Jach: Heuselbstentzündung, ihre Entstehung, Nachweis und Verhütung — „schadenprisma“ Heft 2/1976
2. Enno Peters: Entwicklung und Einsatz des Heumeßgerätes „Aurich“ — „schadenprisma“ Heft 2/1973
3. Dr. Jach: Über praktische Einsatz Erfahrungen mit dem Heuwehrgerät — „schadenprisma“ Heft 2/1973
4. Merkblatt der Württ. Gebäudebrandversicherungsanstalt Stuttgart „Heu bedeutet Gefahr, wenn es nicht überwacht wird“ / 1978

Schutzmaßnahmen gegen Überspannungen

Walter Wessel

Einleitung

Den Statistiken der Sachversicherer ist zu entnehmen, daß die Zahl der Überspannungsschäden durch indirekte Blitzeinwirkung die Schäden durch direkten Blitzschlag um ein Vielfaches überschritten hat. Auch sind die Kosten der angerichteten Schäden durch indirekte Blitzeinwirkung in den letzten Jahren besorgniserregend hoch geworden. Eine weitere Steigerung ist unverkennbar. Der Grund hierfür dürfte die schon seit Jahren festzustellende Tendenz der Wirtschaft sein, eine Konzentration ihrer Produktions-

stätten vorzunehmen. Dieser Trend ist zwischenzeitlich auch in anderen Bereichen zu beobachten, z. B. große Verwaltungszentren, Schulen und Krankenhäuser von beträchtlichem Ausmaß mit hoher Wertkonzentration und subtilen Anlagen.

Der Einzug der elektrischen Energie in alle Lebensbereiche führte ebenfalls zwangsläufig zu einem Anstieg der Schäden durch Überspannungen, insbesondere dann, wenn elektronische Bauteile eingesetzt werden; denn den vielen Vorzügen der Elektronik steht eigentlich nur der Nachteil der Empfindlichkeit der Halbleiter gegen Überspannungen gegenüber. Führten bei den früheren elektronischen Bauteilen kurzzeitige Spannungsspitzen noch nicht zur Zerstörung, so sind die kom-

plexen Bauelemente, die sich heute auf dem Markt befinden, schon bei relativ geringen Überspannungen gefährdet. Die Funktionssicherheit der Geräte ist in diesem Fall nicht mehr gegeben. Im allgemeinen muß man mit einem Totalausfall der Anlage rechnen.

Es werden jedoch nicht nur elektronische Geräte beschädigt, auch Betriebsmittel, die eine unmittelbare Erdung besitzen, wie z. B. Pumpen, Heißwassergeräte und Heizungen, werden — wie die Erfahrung zeigt — in Mitleidenschaft gezogen.

Um elektrische Geräte wirksam gegen Überspannungen schützen zu können, sollte man wissen, daß die Geräte u. a. nach genormten Nenn- und Reihenspannungen ausgewählt werden.