

Selbstentzündung fettverschmutzter Textilien

Brandschäden in Wäscherei

Bereits zum zweiten Mal innerhalb eines Zeitraums von nur eineinhalb Jahren hatte sich in einer Wäscherei ein Brandschaden ereignet. In beiden Fällen war das Schadenfeuer etwa vier Stunden nach Betriebsschluss von der automatischen Brandmeldeanlage detektiert worden. Wie beim ersten Mal befand sich der Brandherd auch in diesem Fall im Bereich von abgestellter Wäsche (**Bild 1**). Die Feuerwehr konnte den Brand zwar frühzeitig eindämmen und ablöschen, jedoch betrug der durch die Beaufschlagung mit Ruß

und Rauchgasen eingetretene Schaden bereits etwa 50.000 Euro. Darüber hinaus konnte die Kundschaft über mehrere Wochen hinweg nicht beliefert werden. Zu dem wirtschaftlichen Verlust kam die Ungewissheit, ob sich ein vergleichbares Schadenereignis wiederholen könnte.

Ursachenermittlung vor Ort

War man nach dem ersten Brandschaden noch ohne weitere Untersuchungen von einem technischen Defekt einer Heißmangel als Brandursache ausgegangen, so mochte nach dem zweiten Schaden niemand mehr so recht daran glauben. Das Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung (IFS) wurde mit der Ursachenforschung betraut.

Im Ergebnis der Untersuchungen vor Ort verblieb nach dem Eliminationsverfahren als Schadenursache lediglich eine Selbstentzündung von Textilien. Diese waren gewaschen, getrocknet und zur Auslieferung für den nächsten Tag bereitgestellt worden. Anhand der Eingangs- und Ausgangslisten ließ sich nachvollziehen, dass in beiden Schadensfällen unter anderem Putzlappen einer ortsansässigen Gaststätte verbrannt waren. In der Literatur [1] ist die Selbstentzündung von stark fettverschmutzter Wäsche aus gastronomischen Betrieben beschrieben. Und in der Tat hatten sich die verbrannten Putzlappen nach Angaben der Wäscherei stets dadurch ausgezeichnet, dass sie in hohem Maße mit fettigem Schmutz belastet waren.

Praxisnaher Modellversuch

Zur weiteren Klärung wurde nach der Wiederinbetriebnahme der Wäscherei ein Arbeitsgang beim Waschen und Trocknen der



Bild 1: Brandherd in der Wäscherei im Bereich von getrockneter und zur Auslieferung bereitgestellter Wäsche

Putzlappen durch das IFS begleitet: Die erneut angelieferten, fettverschmutzten Lappen der Gaststätte wurden vor Ort in einer dort vorhandenen Waschmaschine gewaschen. Anschließend wurden sie in einem Trockner bei 90 °C getrocknet (**Bild 2**). In noch warmem Zustand wurden die Lappen in eine Wanne überführt. Mittels eines digitalen Thermometers wurde die Temperatur an einem Messpunkt im Inneren des Wäschestapels in Abhängigkeit von der Zeit gemessen (**Bild 3; Diagramm**).

Unmittelbar nach der Entnahme aus dem Wäschetrockner betrug die Temperatur an

dem Messpunkt 75 °C. Sie stieg dann binnen 80 min auf 147 °C an. Innerhalb des Wäschestapels hatte eine exotherme (= Wärme erzeugende) chemische Reaktion stattgefunden. Diese wurde während des Trocknungsvorgangs im Wäschetrockner initiiert und lief dann ohne Hinzufügen weiterer Aktivierungsenergie selbsttätig fort. Ab etwa 130 °C waren ein brenzlicher Geruch sowie aufsteigender weißer Rauch wahrzunehmen. Der Versuch wurde nach 80 min abgebrochen, um das Innere des Wäschestapels näher zu untersuchen: An einzelnen Lappen zeigten sich bereits deutliche Brandnester (**Bild 4**).



Bild 2:
Die Wäsche wurde mit Heißluft bei 90 °C getrocknet



Bild 3: Im Modellversuch wurde die Wäsche unmittelbar nach dem Trocknen in die Wanne gegeben. Die Temperatur im Inneren des Wäschestapels wurde fortlaufend gemessen.

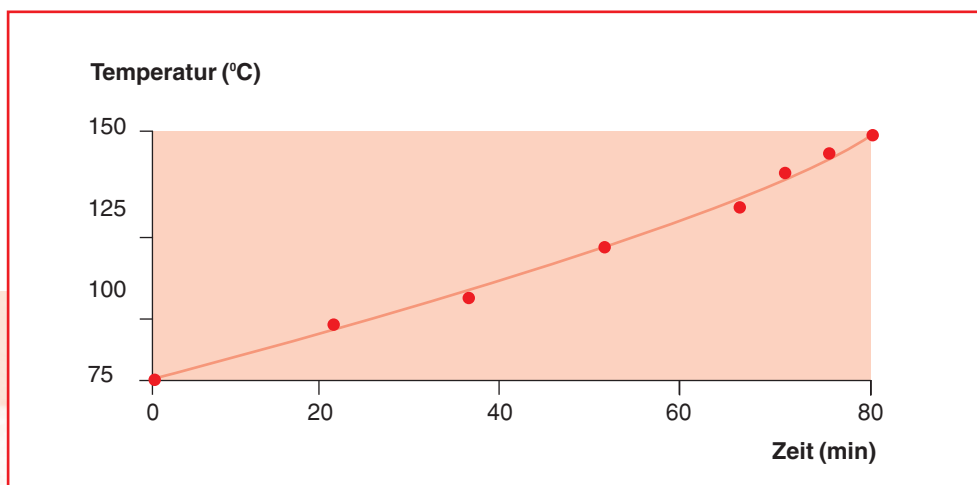


Diagramm: Temperatur-Zeit-Diagramm der Wärmeentwicklung im Wäschestapel



Bild 4:
Lappen, der nach dem Abbruch des Versuchs deutliche Brandnester aufweist

| Konzentration (%-Masse)* | |
|--------------------------|------------------|
| vor dem Waschen | nach dem Waschen |
| 27,3 | 19,9 |

Tabelle 1: Fettgehalt der untersuchten Lappen

* Gravimetrische Bestimmung nach Extraktion mit Petroläther.

Chemische Untersuchungen

Begleitend wurden die mit Speisefetten und -ölen verunreinigten Lappen untersucht (**Tab. 1**): Betrag der Fettgehalt der Lappen vor dem Waschen 27,3 %, so waren selbst nach dem Waschen noch 19,9% Fett enthalten. Die Fasern fühlten sich noch merklich fettig an.

Hauptbestandteil von Speisefetten und -ölen sind so genannte Triglyceride. Triglyceride sind Verbindungen, bei denen ein Glycerinmolekül mit drei Fettsäuren verbunden ist. Die Fettsäuren können sich in der Länge der Kohlenstoffkette und in der Anzahl der Kohlenstoffdoppelbindungen unterscheiden. Die unterschiedlichen Eigenschaften der Speisefette und -öle rühren wesentlich von der unterschiedlichen Fettsäurezusammensetzung her. Einige in Lebensmitteln häufig vorkommende Fettsäuren sind in der **Tabelle 2** aufgelistet.

In der Praxis wird der Name der Fettsäuren oft durch eine Kurzbezeichnung ersetzt, zum Beispiel 4:0 für Buttersäure. Dabei gibt die Ziffer vor dem Doppelpunkt die Anzahl der Kohlenstoffatome im Fettsäuremolekül und die Ziffer hinter dem Doppelpunkt die Anzahl der Kohlenstoffdoppelbindungen an.

Anhand der Kurzbezeichnung kann man zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren unterscheiden:

- ▶ 0 hinter dem Doppelpunkt = gesättigte Fettsäure;
- ▶ 1 hinter dem Doppelpunkt = einfach ungesättigte Fettsäure;
- ▶ ≥ 2 hinter dem Doppelpunkt = mehrfach ungesättigte Fettsäure.

Nur ungesättigte Fettsäuren tragen zu einer Selbsterwärmung bei. Je mehr Doppelbindungen vorliegen, desto größer ist die Neigung zur Selbstentzündung.

So ist zum Beispiel die Selbstentzündung von mit Leinöl getränkten Tüchern wohl bekannt [2]. Leinöl besitzt aus chemischer Sicht einen hohen Anteil an Linolensäure (18:3), einer Fettsäure mit drei Kohlenstoffdoppelbindungen. Erst kürzlich wurde in der Literatur ein Schadensfall beschrieben, bei dem es in einem Wäschetrockner zu einer Selbstentzündung von mit Sesamöl belasteten Handtüchern gekommen war [3]. Sesamöl zeichnet sich durch einen hohen Gehalt an Linolsäure (18:2) aus, einer Fettsäure mit zwei Kohlenstoffdoppelbindungen im Molekül. Folgender Unterschied ist hervorzuheben: Leinöl reagiert ohne zusätzliche Aktivierungsenergie bereits bei Raumtemperatur. Im Gegensatz dazu muss beim Sesamöl wegen des geringeren Anteils an Kohlenstoffdoppelbindungen durch den Trocknungsvorgang zunächst Energie zugeführt werden, ehe die exotherme Reaktion dann eigenständig weiterläuft. Darüber hinaus kommt es nicht nur auf die Fettsäurezusammensetzung an.

Es müssen weitere Randbedingungen erfüllt sein, damit eine Selbsterwärmung eintritt [4]:

- ▶ Die Fette und Öle müssen auf einer großen Oberfläche wie z. B. auf Putztüchern aufgebracht werden.
- ▶ Das System muss so gut isoliert sein, dass die frei werdende Wärme nicht an die Umgebung abgeführt werden kann.

| Name | Kurzbezeichnung* | Konzentration (%-Masse)** | |
|------------------|------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | vor der Selbsterwärmung | nach der Selbsterwärmung |
| Buttersäure | 4:0 | < 0,1 | < 0,1 |
| Capronsäure | 6:0 | < 0,1 | < 0,1 |
| Caprylsäure | 8:0 | < 0,1 | < 0,1 |
| Caprinsäure | 10:0 | < 0,1 | < 0,1 |
| Laurinsäure | 12:0 | < 0,1 | < 0,1 |
| Myristinsäure | 14:0 | < 0,1 | < 0,1 |
| Myristoleinsäure | 14:1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Pentadecansäure | 15:0 | < 0,1 | < 0,1 |
| Palmitinsäure | 16:0 | 14,3 | 21,4 |
| Palmitoleinsäure | 16:1 | 0,9 | < 0,1 |
| Heptadecansäure | 17:0 | < 0,1 | < 0,1 |
| Stearinsäure | 18:0 | 6,4 | 8,0 |
| Ölsäure | 18:1 | 68,7 | 68,6 |
| Linolsäure | 18:2 | 7,7 | 2,0 |
| Linolensäure | 18:3 | 2,0 | < 0,1 |
| Parinarsäure | 18:4 | < 0,1 | < 0,1 |
| Arachinsäure | 20:0 | < 0,1 | < 0,1 |
| Eicosensäure | 20:1 | < 0,1 | < 0,1 |
| Eicosadiensäure | 20:2 | < 0,1 | < 0,1 |
| Arachidonsäure | 20:4 | < 0,1 | < 0,1 |
| Behensäure | 22:0 | < 0,1 | < 0,1 |
| | | Summe 100,0 | Summe 100,0 |

* Die Ziffer vor dem Doppelpunkt gibt die Anzahl der Kohlenstoffatome im Fettsäuremolekül an, die Ziffer hinter dem Doppelpunkt die Anzahl der Kohlenstoffdoppelbindungen.

** Gaschromatographische Bestimmung nach Derivatisierung zum Fettsäuremethylester.

Tabelle 2: Fettsäuremuster der untersuchten Lappen

Gekennzeichnet ist die ablaufende exotherme Reaktion durch den Abbau der ungesättigten Fettsäuren. Im vorliegenden Schadensfall wurde daher das Fettsäuremuster der Putzlappen vor und nach der Selbsterwärmung bestimmt. Die **Tabelle 2** lässt erkennen, dass im Reaktionsverlauf einige ungesättigte Verbindungen ganz abgebaut werden (Fettsäuren 16:1 und 18:3) oder in ihrer relativen Konzentration stark abnehmen (Fettsäure 18:2). Diese Fettsäuren sind in der Tabelle farblich hervorgehoben. Anzumerken ist, dass beim Fettsäuremuster die Summe aller Fettsäuren definitionsbedingt normiert ist. Das heißt, in der Summe aller Fettsäuren ergibt sich immer 100 %. Daher steigt bei der Abnahme der ungesättigten Fettsäuren zwangsläufig der relative Anteil der gesättigten Fettsäuren. So ist die scheinbare Konzentrationszunahme bei den Fettsäuren 16:0 und 18:0 zu erklären.

Schlussfolgerungen zur Schadenverhütung

In Gaststätten oder Kantinen werden Textilien – wie zum Beispiel Putzlappen und Küchenschürzen – oft in großer Menge mit Fetten und Ölen verschmutzt. Diese Fette und Öle enthalten häufig ungesättigte Fettsäuren. Mehrfach ungesättigte Fettsäuren sind dabei zwar ernährungsphysiologisch wertvoll, können aber gemäß den Untersuchungen des IFS unter ungünstigen Bedingungen einen Brand herbeiführen.

Da die Wäschereien in der Regel über die Art der Verschmutzung keine Kenntnis haben, kann nur angeraten werden, stark mit Fetten und Ölen verschmutzte Wäschestücke visuell auf den Verschmutzungsgrad zu prüfen. Gegebenenfalls sind nach der Wäsche noch stark verschmutzte Textilien ein zweites Mal zu waschen. Wichtig beim Waschen ist eine ausreichende Dosierung des Waschmittels. Denn erst die Tenside des Waschmittels wirken als Lösungsvermittler zwischen den aufgrund ihrer chemischen Struktur nicht (wasch-)wasserlöslichen fetthaltigen Verschmutzungen und dem Waschwasser. Auch darf die Waschtrommel nicht überladen werden. Sonst ist eine optimale mechanische Behandlung der Wäsche nicht gegeben. Die wirksamste Maßnahme zur Reduzierung der Selbstent-

zündungsgefahr besteht darin, die Wäsche nach der Wärmezufuhr im Wäschetrockner möglichst vollständig abkühlen zu lassen. Keinesfalls sollten die getrockneten Textilien in noch warmem oder gar heißem Zustand in dichten Packungen gelagert werden.

Im vorliegenden Schadensfall hatte die Wäscherei beschlossen, sich von dem betreffenden Kunden zu trennen. Damit ist jedoch zu befürchten, dass der Kunde seine Wäsche nun in einem anderen Wäschereibetrieb waschen lässt. Dort, wie auch in anderen Fällen, kann die Brandgefahr bei Unkenntnis des beschriebenen Phänomens fortbestehen.

Literaturhinweise

- ▶ [1] U. Puchner: „Selbstentzündung von Wäschestapeln“, Schadenprisma 2/88
- ▶ [2] G. Meyer: „Brandherd im Eimer – Wie durch Leinöl heimlich, still und leise Feuer entstehen kann“, Brandwache 5/99
- ▶ [3] O. Malta: „Selbstentzündung in einem Wäschetrockner“, Tagungsband zum 6. internationalen Workshop „Aktuelle Entwicklungen bei Elementarschäden und Brandursachenermittlungen“, IFS 2002
- ▶ [4] P. Schildhauer: „Selbstentzündung ungesättigter Pflanzenöle auf saugfähigen Trägerstoffen“, Wuppertaler Berichte zum Brand- und Explosionsschutz, Band 1, VdS Schadenverhütung Verlag, Köln 2001

Alfons Moors,
Institut für Schadenverhütung und
Schadenforschung der öffentlichen
Versicherer, Außenstelle Düsseldorf