Recyclingmaterial aus Kunststoff

Alfons Moors

(aus www.schadenprisma.de Ausgabe 2/2006)

Gefahr durch Selbstentzündung

Abfalltrennung ist für viele Verbraucher zur Selbstverständlichkeit geworden. In den "Gelben Sack" und die "Gelbe Tonne" wandern diverse Verpackungen des täglichen Bedarfs. Diese Verpackungen bestehen neben Metallen und verschiedenen Verbundmaterialien zumeist aus Kunststoffen unterschiedlichster Art.

Risiko oft nicht bekannt

Je nach Reinheit erfolgt bei dem Kunststoffanteil eine stoffliche Verwertung zu neuen Kunststoffprodukten oder eine energetische Verwertung. In der energieintensiven Zement- und Metallindustrie ist das Recyclingmaterial aus Kunststoff ein begehrter Ersatzbrennstoff. Andere fossile Brennstoffe können so eingespart werden.

Weitgehend unbekannt ist, dass von dem Recyclingmaterial eine Gefahr ausgehen kann. Unter gewissen Bedingungen neigt das Material zur Selbstentzündung und kann Brände verursachen.

Großbrand in einem Recyclingbetrieb

In der Halle eines Entsorgungsbetriebes lagerten mehrere hundert Tonnen eines Recyclingmaterials aus stark verunreinigtem Kunststoff. Das Material war bereits vorgeschreddert. Es sollte weiter zerkleinert werden, um es dann als Brennstoff in einen Zementofen einzublasen. Doch dazu kam es nicht mehr. In den frühen Morgenstunden ging die etwa 30 x 40 m große Halle in Flammen auf. Wegen der hohen Brandlasten war die Feuerwehr über mehrere Stunden damit beschäftigt, das Schadenfeuereinzudämmen. Auf Grund der Einsturzgefahr wurden im Zuge der Löscharbeiten Stahlträger der Gebäudekonstruktion durchtrennt. Die Halle wurde somit kontrolliert eingerissen. Immer wieder loderten in dem Recyclingmaterial Brandnester auf. Mit einem Radlader wurde das Material schließlich umgeschichtet. Nur so konnten die Brandnester bekämpft und das Schadenfeuer dann abgelöscht werden.

Ursachenermittlung vor Ort

Nachdem die Feuerwehr abgezogen war, wurde das Ausmaß der Zerstörungen deutlich. Die Lagerhalle hatte nur noch Schrottwert. Der Gesamtschaden belief sich auf ca. 950.000 Euro (**Bilder 1 und 2**).

Bild 1:
Die Betriebshalle des Recyclingbetriebes wurde durch den Brand vollständig zerstört.

Bild 2:
Zum Bekämpfen von Brandnestern wurde das verbliebene Recycling-material teilweise umge-schichtet.

Mit der Ermittlung der Schadenursache beauftragte der zuständige Versicherer das Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung (IFS). Auf Grund des hohen Zerstörungsgrades gestaltete sich die Ursachenermittlung jedoch zunächst schwierig. Das lag insbesondere an der Tatsache, dass das Brandspurenbild im Zuge der Löscharbeiten stark verändert worden war. Ein markanter Bereich war jedoch von diesen Veränderungen unberührt geblieben:

Hier war in dem Recyclingmaterial eine Brandhöhle zu verzeichnen, die bis in die Tiefe des Haufens reichte. Von dieser stark veraschten Brandhöhle führten vertikale und horizontale Brandkanäle zur Oberfläche der Schüttung (**Bild 3**).

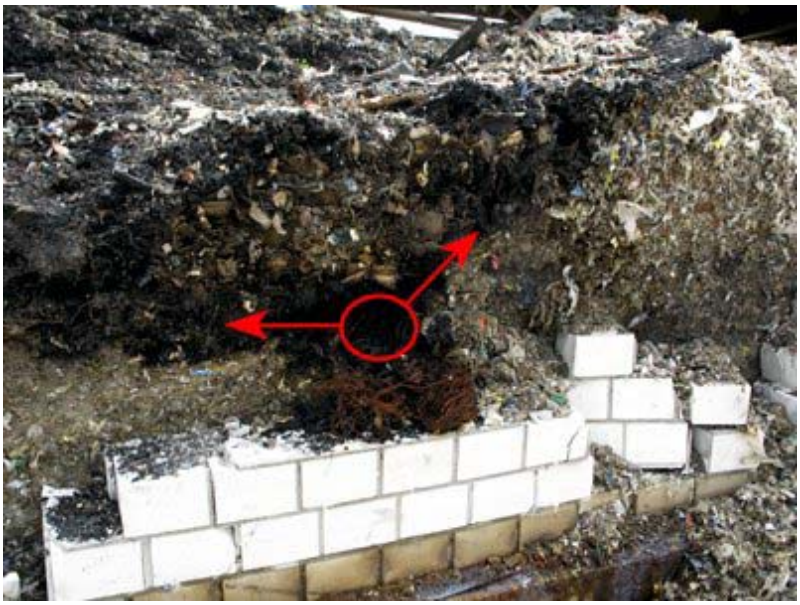

Bild 3:
Die weit ins Innere der Schüttung reichende Brandhöhle mit starker Veraschung (Kreismarkierung). Von hier führen in horizontaler und vertikaler Richtung Brandkanäle fort (Pfeile).

Auszuschließen war, dass an dieser Stelle ein Brandsatz oder dergleichen eingebracht worden war. Zum einen war dieser Bereich innerhalb der Schüttung vor Schadeneintritt nicht zugänglich. Zum anderen wurden an dieser Stelle keinerlei Überreste eines Brandsatzes aufgefunden. Das Brandspurenbild deutete als Schadenursache vielmehr auf eine Selbstentzündung des Recyclingmaterials hin.

Prüfung des Selbstentzündungsverhaltens im Laborversuch

Gewissheit zur Schadenursache brachte dann ein Laborversuch im IFS. Hierzu wurde eine Probe des vor Ort asservierten Materials in eine spezielle Apparatur eingebracht (**Bilder 4 und 5**). Die Apparatur besteht im Wesentlichen aus einem elektrisch beheizbaren Ofen.

Bild 4:
Ofen im IFS-Labor zum Prüfen des Selbstentzündungsverhaltens von Stoffen.

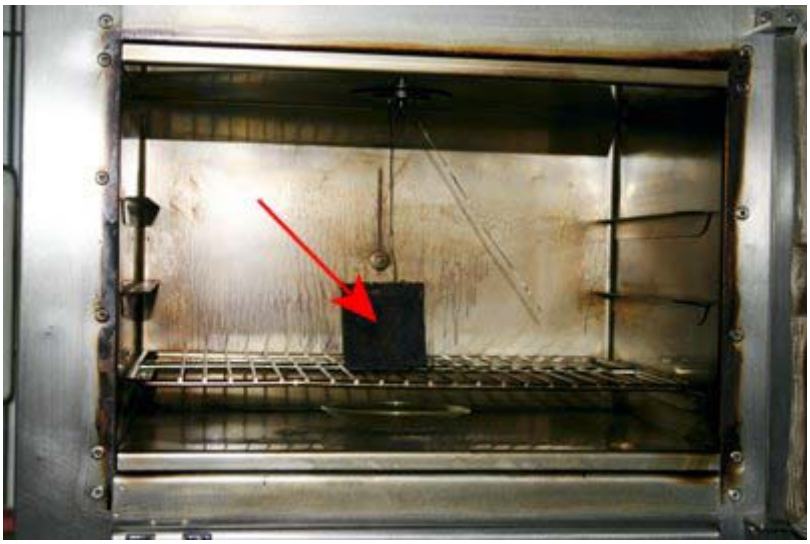

Bild 5:
In dem Drahtkorb (Pfeil) befindet sich die Probe.

Innerhalb des Ofenraumes befindet sich die Probe in einem Drahtkorb und wird unter definierten Bedingungen von außen langsam aufgeheizt. Fortlaufend werden die Temperaturen in der Probe sowie im Ofenraum gemessen und aufgezeichnet.

Bild 6 zeigt das betreffende Temperatur-Zeit-Diagramm. Es ist zu erkennen, dass die Probentemperatur (dunkelgrüne Linie) in der Frühphase zunächst hinter der Ofentemperatur (hellgrüne Linie) zurückblieb. Dies dürfte auf das Verdampfen flüchtiger Verbindungen zurückzuführen sein. Nach ca. 320 min. stieg die Probentemperatur jedoch massiv an. Sie erreichte Werte von über 600°C, obgleich die Ofentemperatur bei 144°C konstant gehalten wurde. Der im Versuch resultierende Temperaturverlauf ist typisch für eine Selbsterwärmung, die zu einer Selbstentzündung führt. Das Probematerial war eindeutig selbstentzündlich.

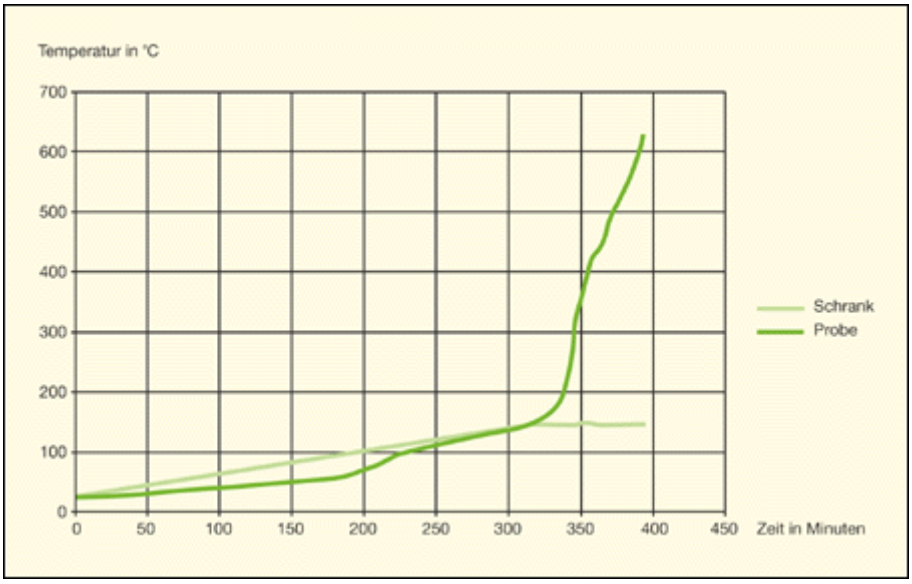

Bild 6:
Selbsterwärmung des vor Ort asservierten Recyclingmaterials aus Kunststoff im Laborversuch.

Selbstentzündung – ein natürliches Phänomen

Was auf den ersten Blick wie Zauberei aussieht, ist ein naturwissenschaftlich erklärbares Phänomen. Eine Selbstentzündung zeichnet sich dadurch aus, dass die Zündenergie nicht von außen zugeführt wird, sondern aus dem System heraus entsteht. Stets müssen zwei Bedingungen erfüllt sein, damit es ausgehend von einer Selbsterwärmung zur Selbstentzündung kommt:

1. Auf Grund mikrobiologischer, chemischer oder physikalischer Vorgänge wird Wärme im System erzeugt.

2. Diese Wärme wird infolge einer guten Isolation nicht abgeführt – es kommt zum Wärmestau. Die Temperatur im System steigt an. Die folgenden Vorgänge verstärken sich. Die Temperatur steigt so stark an, dass sich brennbares Material entzünden kann.

Bei dem geschredderten Recyclingmaterial aus Kunststoff dürften als wärmeerzeugender Prozess zunächst mikrobiologische Gärvorgänge eine Rolle spielen. Das Recyclingmaterial besteht keineswegs aus reinen Kunststoffen. Es enthält Anhaftungen, die z.B. aus nicht völlig restentleerten Lebensmittelverpackungen eingetragen wurden.

Besonders in heißen Sommermonaten bilden diese ein ideales Nährmedium für Mikroorganismen. Sogenannte thermophile (= wärmeliebende) Mikroorganismen lassen die Temperatur durch ihre Aktivität stark ansteigen. Im vorliegenden Fall wurde selbst Tage nach dem Brand innerhalb der durch Löschwasser angefeuchteten Schüttung des Materials eine Temperatur von 73°C gemessen. Das Material war so heiß, dass man es mit bloßen Händen nicht anfassen konnte (**Bilder 7 und 8**).

Bild 7:
Die Temperatur in der Schüttung des Recyclingmaterials beträgt noch Tage nach dem Brandschaden 73°C.

Bild 8:
Zerkleinertes Recyclingmaterial aus Kunststoff.

Oberhalb einer Temperatur von ca. 80°C ist jedoch keine nennenswerte mikrobiologische Aktivität mehr zu verzeichnen. Dann sind selbst für thermophile Mikroorganismen die Lebensbedingungen zu feindlich. Die vorhandene Wärme induziert aber bereits andere Prozesse, die bei diesem Temperaturniveau weitere Wärme produzieren. Ein solcher exothermer (= wärmeerzeugender) Vorgang ist z.B. die Oxidation von mehrfachungesättigten Fettsäuren. Solche Fettsäuren können ebenso als Restverschmutzungen aus Lebensmittelverpackungen an dem Recyclingmaterial anhaften.
Diese chemischen Vorgänge laufen bei zunehmender Temperatur verstärkt ab. Steigt die Temperatur an, so wird infolge der sich verstärkenden Prozesse weitere Wärme freigesetzt. Das Recyclingmaterial heizt sich auf.

Weil Kunststoffe gute Wärmeisolatoren sind und das Material in der Schüttung dicht gepackt ist, kommt es zum Wärmestau. Kann die Wärme nicht abgeleitet werden, so

wird schließlich die Glimmtemperatur brennbarer Stoffe erreicht. Durch die Brandkanäle breitet sich das Glimmnest innerhalb der Schüttung horizontal und vertikal aus. Wird schließlich am Ende eines Brandkanales die Oberfläche der Schüttung erreicht, steht ausreichend Sauerstoff zur Verfügung. Dann kann es zum offenen Flammenbrand kommen.

Anzumerken ist, dass Selbstentzündungen von Recyclingmaterial bisher nur in Schüttungen des zerkleinerten Materials beobachtet wurden. Bei der Lagerung der unzerkleinerten Abfälle in der "Gelben Tonne" bzw. dem "Gelben Sack" sind bisher keine Selbstentzündungen bekannt. Einerseits ist erst durch das Schreddern eine Oberflächenvergrößerung gegeben, welche die Reaktivität erhöht. Andererseits ist das Material unzerkleinert nicht so dicht gepackt, als dass es bereits hier zum Wärmestau kommt.

Vorbeugende Temperaturmessungen

Der hier beschriebene Schaden ist kein Einzelfall. Dem IFS sind bereits zahlreiche Schadenfälle bekannt, in denen es durch die Selbstentzündung von Recycling-Material aus Kunststoff zum Schadenfeuer gekommen ist.

Die Gefahr der Selbstentzündung des Recyclingmaterials ist dabei in den Sommermonaten besonders groß. Hohe Außentemperaturen fördern dann verstärkt das Wachstum von thermophilen Mikroorganismen. Außerdem wird bei hohen Außentemperaturen ein Wärmestau innerhalb einer Schüttung begünstigt, da die Wärme schlechter abgeführt werden kann.

Insbesondere in den Sommermonaten sollte daher die Temperatur innerhalb einer Schüttung des Recyclingmaterials an verschiedenen Stellen regelmäßig erfasst werden. Dies kann z.B. mit einer Heusonde geschehen, wie sie auch Landwirte zur Temperaturmessung bei eingebrachtem Heu einsetzen. Steigt die Temperatur innerhalb der Schüttung auf über 50°C an, so ist besondere Aufmerksamkeit geboten. Die Messintervalle sind dann zu verkürzen. Ist jetzt ein weiterer Temperaturanstieg zu verzeichnen, so ist das Material umzuschichten und großflächig auszubreiten. Nur so kann der Wärmestau verhindert werden. Notfalls ist bei akuter Brandgefahr die Feuerwehr zu verständigen.

Regelwerke zur Lagerung von Sekundärrohstoffen aus Kunststoff

Auch der vorliegende Brandfall zeigt: Ist der Brand in einem Lager für Sekundärrohstoffe ausgebrochen, so lässt er sich wegen der immensen Brandlasten nur schwer unter Kontrolle bringen. Aus dieser Erfahrung heraus sind bereits verschiedene Regelwerke entstanden:

1. Kunststofflager-Richtlinie

Die "Muster-Richtlinie über den Brandschutz bei der Lagerung von Sekundärstoffen aus Kunststoff" [1] ist in den Bundesländern als technische Baubestimmung umgesetzt worden. Ziel der Richtlinie ist es, beim Brand eines Lagers für Sekundärstoffe aus Kunststoff der Ausbreitung von Feuer vorzubeugen und

wirksame Löscharbeiten zu ermöglichen. Dazu sind in der Richtlinie u.a. abgestufte Anforderungen an

- die Größe der Flächen von Brand- und Lagerabschnitten,
- die Lagerguthöhe,
- die Begrenzung der Brand- und Lagerabschnitte durch Wände oder durch Freiflächen

enthalten. Wenn ein Brandabschnitt eine gewisse Größe überschreitet, sind auch Löschanlagen bzw. Feuermelde- und Rauch-Wärme-Abzugsanlagen vorgeschrieben. Eine Temperaturmessung in dem Lagergut ist nicht geregelt.

2. VdS-Richtlinie 2513

Die VdS-Richtlinie 2513 [2] ist eine Empfehlung der Sachversicherer. Sie enthält u.a. Maßnahmen, die auf den vorbeugenden Brandschutz abzielen. So ist hier z.B. ein Rauchverbot in den Lagerstätten und der Umgang mit Feuer- und Heißarbeiten geregelt. Aber auch hier finden sich keine Regelungen, die einer Selbstentzündung des Recyclingmaterials vorbeugen. Wünschenswert wäre, dass die vorgeschlagenen Temperaturmessungen in den Maßnahmenkatalog der VdS-Richtlinie 2513 – aufgenommen werden.

Fazit

Dass sich Schüttungen von zerkleinertem Recyclingmaterial aus Kunststoff selbst entzünden können, ist noch weitgehend unbekannt. Ähnlich wie bei Heuselbstentzündungen kann die Brandgefahr durch einfache Temperaturmessungen jedoch frühzeitig erkannt und dann abgestellt werden.

Literaturhinweise

- [1] "Muster-Richtlinie über den Brandschutz bei der Lagerung von Sekundärstoffen aus Kunststoff" (Muster-KunststofflagerRichtlinie –

MKLR), Bauaufsichtliche Mustervorschriften der ARGEBAU (Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der 16 Länder der Bundesrepublik Deutschland), Herausgeber Justus Achelis, Beuth Verlag Berlin, 1997;

- [2] "Brandschutztechnische Richtlinien für die Lagerung von Sekundärrohstoffen aus Kunststoff", VdS 2513, VdS Schadenverhütung Verlag Köln, 10/98 (02).

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