



Falsch gewählte Trockentemperatur  
führte zum Brand

# Feuer im Trockenofen

Einen in einem Trockenofen ausgebrochenen Brand musste die Feuerwehr löschen. Aufwendige Untersuchungsverfahren trugen dazu bei, die Ursache des Geschehens herauszufinden und Handlungsempfehlungen für eine Änderung der Produktionsabläufe abzuleiten.

Am frühen Abend sah ein Angestellter schwarzen Rauch aus dem Schornstein eines Trockenofens austreten. Der Trockenofen war in einer Produktionshalle aufgestellt. Gearbeitet wurde hier zu diesem Zeitpunkt nicht mehr. Der Ofen war zur Trocknung verschiedener, an der Betriebsstätte gefertigter Produkte noch in Betrieb. Bei der sofortigen Überprüfung der Ursache des Rauchaustritts stellten die Verantwortlichen einen Brand in dem Trockenofen fest. Der Ofen wurde unmittelbar abgeschaltet. Den Brand konnten die Einsatzkräfte der Feuerwehr löschen. Dennoch war der Schaden beträchtlich. Das Innere des Ofens war ausgebrannt (**Bild 1**). Auch auf die oberhalb befindliche Dachfläche hatte sich das Feuer erheblich ausgewirkt.

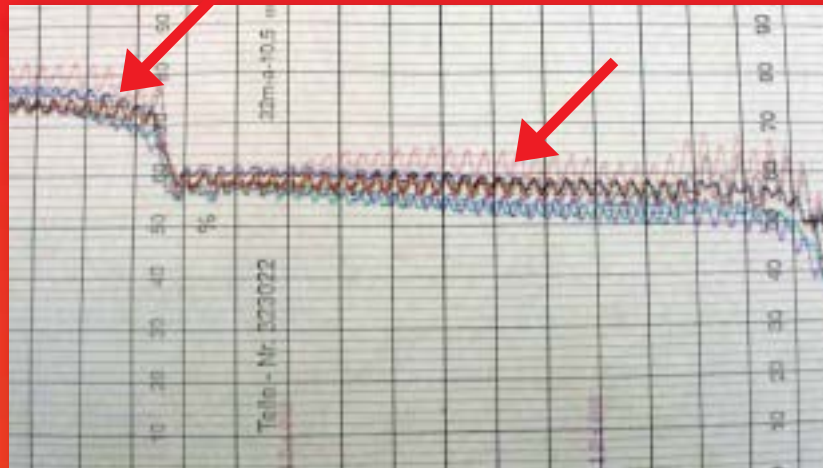


**Bild 1:** Der Trockenofen war ausgebrannt. Die intensivsten Schäden zeigten sich im vorderen Bereich.

## Arbeitsabläufe

In dem Ofen haben sich zum Brandzeitpunkt sowohl sogenannte exotherme Platten als auch Platten ohne exotherme Eigenschaften zum Trocknen befunden. Diese Produkte werden in der Stahlindustrie für die Auskleidung von Behältern für die Stahlschmelze eingesetzt. Die Platten sollen sich an der Schmelze entzünden und ein zu schnelles Abkühlen verhindern. Nach Herstellerangaben erfolgt eine Zündung erst ab Temperaturen von ca. 500 °C. In dem Sicherheitsdatenblatt ist aus Sicherheitsgründen die Zündtemperatur mit 380 °C aufgeführt.

Den Ofen beheizten vier Gasbrenner. Das von diesen erzeugte Heißgas wurde in den Trockenraum des Ofens überführt. Innerhalb des Trockenraums waren die Produkte auf sogenannten Herdwagen gestapelt. Die Trocknung erfolgte durch das zwangsumgewälzte Heißgas. Sie verlief nach einem von der Restfeuchte und der Kerntemperatur der Produkte abhängigen Temperaturprogramm. Dieses war von dem Hersteller der Produkte vorgegeben. Nach einer Trockenzeit bei 140 °C wurde die Temperatur auf 180 °C erhöht. Die in dem Trockenraum herrschenden Temperaturen nahmen sechs Temperaturfühler im Heißgasweg auf. Ein Schreiber



**Bild 2:** Die Temperaturverläufe in dem Ofen wurden über einen Schreiber ausdruck dokumentiert. Die Abbildung zeigt die Signale der sechs Temperaturfühler. Die beiden Temperaturniveaus der Trockenphase bei 140 °C und der Aushärtephase bei 180 °C sind mit Pfeilmarkierungen gekennzeichnet.

dokumentierte die Temperaturwerte (**Bild 2**). Mit einem Einsteckfühler ging die Kontrolle der sogenannten Kerntemperatur im Inneren eines der Produkte vor sich. Bei einer Temperatur von 165 °C wurde die Trocknung beendet. Im Heißgasweg verfügte der Ofen über einen Sicherheitstemperaturbegrenzer. Dieser sollte bei 230 °C eine weitere Beheizung unterbinden.

## Ermittlung der Brandursache

Der Trockenofen war erst seit etwa zwei Monaten in Betrieb. Daher lag zunächst der Verdacht nahe, dass ein Defekt oder eine Fehlkonstruktion des Ofens zu dem Schadenfeuer geführt hatte. Bei der Untersuchung der Schadenstelle zeigte sich dann, dass der Brand im vorderen Teil des Trockenraums entstanden war (**Bild 3**). Hier fand das Trocknen der exothermen Platten statt.

Die Aggregate des Ofens für die Heißgaserzeugung und Zwangsumwälzung wurden untersucht. Eine Zündung des Brandes durch einen Defekt dieser Aggregate ließ sich ausschließen.

Daraufhin waren die Regelung (**Bild 4**), der Sicherheitstemperaturbegrenzer sowie die noch vorhandenen Fühler des Trockenofens zu überprüfen. Dabei konnte festgestellt werden, dass die Sicherheitstemperaturbegrenzung des Trockenofens auch nach dem Schadenereignis noch funktionstüchtig war.

Vier der sechs Temperaturfühler des Trockenraums waren noch intakt. Diese wurden ebenfalls einer Prüfung unterzogen. Vergleichende Temperaturmessungen mit diesen Fühlern an einer externen Wärmequelle ergaben keine Fehlfunktionen. Die Temperatureaufzeichnungen der Fühler für den letzten Trockenvorgang zeigten Folgendes:

Bis zur manuellen Abschaltung bei der Brandentdeckung hatten im Trockenraum des Ofens keine Temperaturen  $\geq 230$  °C geherrscht (**Bild 2**).

Die Temperaturregelgeräte des Ofens waren infolge des Löschwassereinsatzes defekt. Aus den vergleichenden Temperaturmessungen und den Schreiber ausdrucken der Temperaturverläufe in dem Ofen vor dem Brand war jedoch ein eindeutiges Regelverhalten abzuleiten. Hinweise auf eine fehlerbehaftete Temperaturregelung waren nicht augenfällig. Ein Defekt oder eine Fehlkonstruktion des Ofens bzw. von dessen Regelung als Ursache des Brandes schied aus. ▶



**Bild 3:** Ein Herdwagen, auf dem exotherme Platten gelagert waren. Das Metall war während des Brandes so weit erhitzt worden, dass es seine Formstabilität verlor. Auf den Herdwagen rechts und links waren zum Brandzeitpunkt Platten ohne exotherme Eigenschaften gelagert.

Entsprechend bot es sich an, nachfolgend einen Zusammenhang zwischen den zu trocknenden Produkten und dem Schadenfeuer zu überprüfen. Für Laboruntersuchungen wurden Proben der Rohmasse und des fertigen Produktes der exothermen Platten entnommen. In mehreren Versuchen erfolgte unter definierten Bedingungen eine Erhitzung der Proben in einem Laborofen. Die jeweiligen Temperaturen des Ofens und der Probe wurden aufgezeichnet.

Die Versuche stellten die am Schadentag abgelaufenen Trocknungsvorgänge bei den vorgegebenen Temperaturen nach. Bei einer thermischen Belastung der Probe ab ca. 180 °C war eine exotherme Reaktion des Materials zu erkennen.

In **Bild 5** ist dies deutlich zu sehen: In dem Versuch wurde der Ofen kontinuierlich auf eine Endtemperatur von 250 °C aufgeheizt. Die Probentemperatur folgte zunächst der Ofentemperatur. Ab ca. 190 °C wich der Verlauf der Probentemperatur erkennbar von der Ofentemperatur ab. Während der Ofen dann bei 250 °C verharrte, stieg die Temperatur in der Probe auf ein Maximum von 359 °C. In der Probe fand eine deutliche exotherme Reaktion, eine Selbsterhitzung, statt.





**Bild 4:** Die Regelung des Ofens. Die Verdrahtungen der einzelnen Bauteile und die Funktion der Regelinstrumente wurden überprüft.

## Handlungsempfehlung

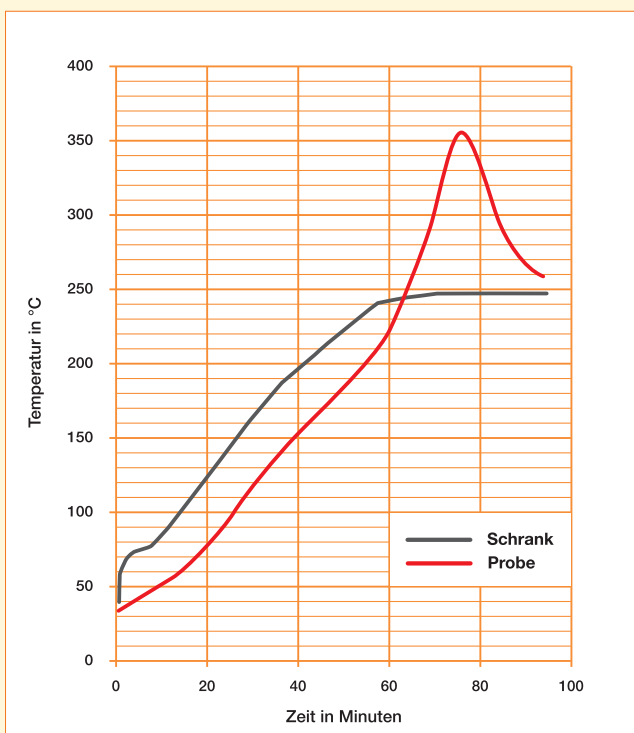
Für den Schadenfall hieß dies:

Der Brand war während der Trocknung der exothermen Platten in dem Ofen durch eine Selbsterhitzung der Platten bis zu deren Entzündung entstanden. Die vom Hersteller der Produkte vorgewählten Temperaturverhältnisse für den Trocknungsprozess waren nicht geeignet, die Rohmasse der exothermen Platten sicher zu trocknen.

An den Hersteller der Platten richtete sich die Empfehlung, die Rohmasse hinsichtlich sicherer Trocknungstemperaturen und -dauer zu kontrollieren. Entweder sollten die vorgewählten Temperaturen verringert oder die Rezepturen geändert werden.

Außerdem wurde vorgeschlagen, nicht nur im Heißgasweg, sondern auch im eigentlichen Trockenraum eine separate Sicherheitstemperaturbegrenzung (STB) vorzusehen. ■

Oliver Malta,  
IFS Außenstelle Düsseldorf,  
Düsseldorf



**Bild 5:** Temperatur/Zeit-Diagramm der exothermen Reaktion in dem Probenmaterial

