

## Brandrisiken in Abfallaufbereitungsanlagen minimieren – Brandfrüherkennung und automatisches Löschen

Albert Orglmeister

1.	Möglichkeiten der Brandfrüherkennung in Recyclingbetrieben .....	616
2.	Brandüberwachung mit Infrarot(IR)-Systemen .....	617
2.1.	Stand der Technik .....	619
2.2.	Brandfrüherkennung.....	620
2.3.	Automatisches Löschen.....	621
3.	Praxisbeispiele .....	622
4.	Zusammenfassung .....	624

Trotz funktionierender Brandfrüherkennung gibt es viele Großbrände. Dafür gibt es unterschiedlichste Gründe. Bisweilen fehlt eine Branddetektion gänzlich. Viele Branddetektionssysteme sind aufgrund ihrer Technik und Montagebedingung eher *Flammen-Detektoren* als *Brand-Früherkennung*. Sprinkler reagieren immer, löschen aber oft nicht ausreichend bei großen Brandlasten. Es hilft nur frühes Detektieren, um kleine Brandherde mit geringen Löschmittelmengen in der Entstehungsphase löschen zu können. Wird auf selbstständiges, automatisches Löschen verzichtet, sind Detektoren, die träge auf einen Brand reagieren, nicht die richtige Wahl. Es dauert in diesen Fällen zu lange, bis die Feuerwehr am Einsatzort ist.

Mit der Berufsfeuerwehr in Mergelstätten bei Heidenheim an der Brenz wurde ein Brandversuch mit Ersatzbrennstoffen (EBS) durchgeführt. Ein gebündelter Block mit Recyclingmaterial wurde hierzu angezündet und brennen gelassen.



Bild 1:

Brandbekämpfung in einem  
Papierlager



Bild 2: Brandversuch mit Ersatzbrennstoffen

Zum Löschen wurde erst nach vier Minuten ein Infrarot-basiertes Brandfrüherkennungssystem mit angeschlossener Werfersteuerung aktiv geschaltet, um die Löschwirkung des vollautomatischen Systems bei einem größeren Brand zu testen. Obwohl das Branddetektions- und Löschsystem erst nach vier Minuten eingeschaltet wurde, waren die Branderkennung und die Löschung mit dem Infrarot-System erfolgreich. Nach Angaben der Feuerwehr

wäre nach fünf Minuten ohne Brandunterdrückung ein brennendes EBS-Material kaum noch zu löschen.

## 1. Möglichkeiten der Brandfrüherkennung in Recyclingbetrieben

Zur Branddetektion werden zurzeit vorwiegend folgende Branddetektionssysteme eingesetzt:

Zur Überwachung von Abfallbehandlungshallen werden **Rauchmelder und Rauchsaugsysteme** vorwiegend im Deckenbereich angebracht und hängen damit sehr hoch. Häufig sind diese Hallen seitlich geöffnet, weshalb Wind den Rauch von den Detektoren verdrängt. Im Sommer drückt zusätzlich die Hitze den zur Decke aufsteigenden Rauch zunächst nach unten. Weiterhin ist eine eindeutige Unterscheidung von Brandrauch und qualmenden Abgasen schlechthin bei eingestellten Radlader- und LKW-Motoren für die Rauchmelder nicht möglich. Für die Rauchererkennung muss daher eine größere Menge Rauch bis zum Hallendach aufsteigen, um die Branderkennung auszulösen. Das kostet wertvolle Zeit bis zur Brandbekämpfung.

**Laser-Rauchdetektoren** verhalten sich aus den gleichen Gründen wie Rauchmelder und Rauchansaugsysteme zeitverzögert in ihrer Detektion. Hinzu kommt, dass sie Staub von Rauch gar nicht oder nur geringfügig voneinander unterscheiden können. Sie sind daher für die Brandüberwachung von Wertstoffen, Recyclingmaterial und Prozessen, bei denen viel Staub entsteht, kaum geeignet.

**Video-Rauchererkennungssysteme** funktionieren nur dann, wenn das System so eingestellt wird, dass Fehlalarmlösungen vermieden werden; nur bei optimalen Lichtverhältnissen und bei wenig Staub.

**Lineare Wärmemelders**, die vor allem zur Überwachung von Tunneln oder Garagen eingesetzt werden, sind Sensorkabelmelder. Sie werden oft auch als *Thermodraht* bezeichnet. Hierbei wird eine Temperaturerhöhung mittels Widerstandsänderung detektiert. Moderne, lineare Brandmelder arbeiten mit Hilfe von Glasfaserkabeln und nutzen den Raman-Effekt zur Temperaturmessung (Faseroptische Temperaturmessung). Vorteile dieser Systeme sind die große Reichweite (mehrere Kilometer mit einer Auswerteeinheit), die hohe Flexibilität, Falschalarmsicherheit und Immunität

gegenüber elektrischen Störfeldern. In größeren Hallen von Abfallbehandlungsanlagen, an denen die linearen Wärmemelder an die Decke montiert werden müssen, wäre eine Brandmeldung nur mit einer größeren Wärmeentwicklung in Deckenhöhe möglich. Dies setzt allerdings einen größeren Brand voraus. Lineare Wärmemelder sind daher für diesen Anwendungsfall eher ungeeignet.

**Sprinklerköpfe** lösen aus, sobald Wärme eine Flüssigkeit in einem Glasröhrchen ausdehnt, wodurch dieses platzt und Löschwasser freisetzt. Der Vorteil liegt in der Auslösesicherheit. Nachteilig ist jedoch, dass mindestens 70 °C notwendig sind um das Glasfässchen zum Platzen zu bringen. Da ein Sprinklerkopf normalerweise an der Decke in Abfallbehandlungshallen Bereiche von mehreren Quadratmetern schützt, kann es vorkommen, dass durch die Lage eines Brandherds oder durch Wind nur ein bereits größeres Feuer diesen Sprinkler auslöst. Abhängig von der Brandlast des gelagerten Materials kann das zu spät für eine erfolgreiche Brandlöschung sein.

All diese Detektionssysteme haben gemeinsam, dass zur Alarmauslösung stärkerer Rauch bzw. ein größeres Feuer vorhanden sein muss. Einige sind bei Staub oder Dampf anfällig für Fehlalarmen. Ein Brand in hohen Abfallbehandlungshallen oder Wertstoffbunkern wird daher mit diesen Detektoren erst sehr spät erkannt. Bild 3 stellt die vorgestellten Detektionssysteme mit ihrer zeitlich verzögerten Detektion eines Feuers vor.

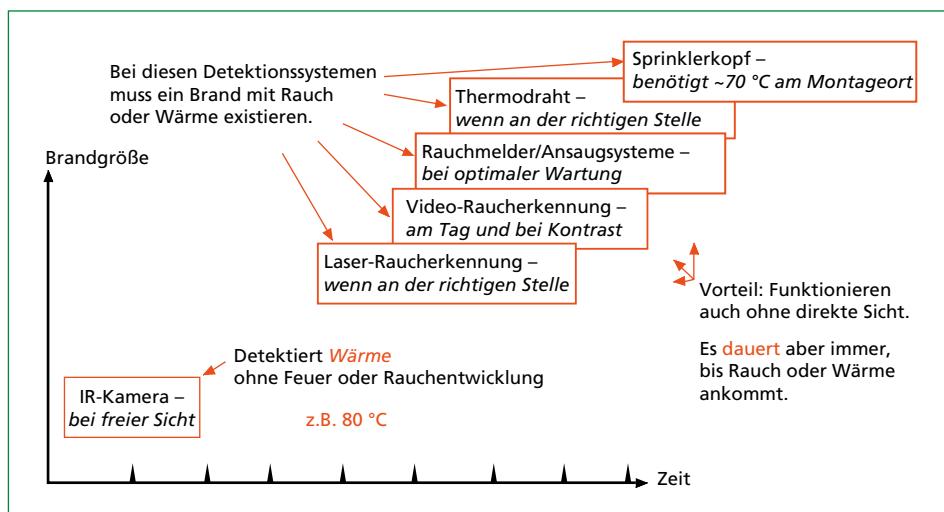


Bild 3: Branddetektionssysteme im Verhältnis zur Auslösezeit und notwendigen Brandgröße bei Verwendung in Abfallbehandlungshallen

## 2. Brandüberwachung mit Infrarot (IR)-Systemen

Im Gegensatz zu allen vorgestellten Branderkennungssystemen, die je nach Systemtyp auf Rauch oder Feuer reagieren, ist die Brandüberwachung mit IR-Systemen keine Branderkennung sondern eine Temperaturüberwachung.



Bild 4:

Prinzip eines Infrarot-Detektionssystems mit eingebauter Wärmebildkamera

Soll beispielsweise ein Wertstoffhaufen in einer Lagerhalle mit einem IR-Brandfrüherkennungssystem überwacht werden, so misst die eingebaute Wärmebildkamera berührungslos die Temperatur der Oberfläche des Wertstoffhaufens. Eine detektierte Oberflächentemperatur von 80 °C ist nicht üblich für einen Wertstoffhaufen, sondern meist die Vorstufe eines Brandes. Die Detektion der Oberfläche erfolgt innerhalb einer Zehntelsekunde. Die Brandüberwachung eines Objekts mit einem



Bild 5: Älteres IR-Brandfrüherkennungssystem (etwa 1990)

IR-Brandfrüherkennungssystem ermöglicht somit die Detektion eines Brandes in der Entstehungsphase. Außerdem kann die Detektion eines Brandnests in einem tieferen Bereich eines Wertstoffhaufens erfolgen. Ein Entstehungsbrand kann nur wachsen, wenn über Konvektion verbrannter Sauerstoff über Lücken im Abfallhaufen zur Oberfläche transportiert wird und neuer Sauerstoff nachströmen kann. Dieser Wärmetransport bringt die Wärme eines tiefer liegenden Brandes zur Oberfläche. Detektiert die IR-Detektion

nun eine schnell ansteigende Temperatur oder wird eine Temperaturschwelle (z.B. 80 °C) überschritten, die für das gelagerte Material untypisch ist, wird ein Brandalarm ausgelöst.

IR-Brandfrüherkennung gibt es schon viele Jahre, aber deren Betrieb war nicht unproblematisch. Kritische Merkmale alter Systeme sind:

- Sie waren nicht für den Dauerbetrieb geeignet.
- Es gab viele Mechanik-Ausfälle.
- Es gab nur gekühlte Kameras, deren Sterlingkühler nach 600 Betriebsstunden ausgewechselt werden musste.

- Es gab Probleme mit bewegten Leitungen.
- Die für eine Auswertung und Störgrößenbehandlung notwendige Rechnerkapazität war noch nicht vorhanden.

### 2.1. Stand der Technik

Seit 2015 gibt es die VdS-Richtlinie 3189 für IR-Kameraeinheiten zur Temperaturüberwachung im Brandschutz.

Systeme der IR-Brandfrüherkennung arbeiten heute zuverlässig und im störungsfreien im Dauerbetrieb. Aus Kostengründen und um eine hohe Ortsauflösung zu erreichen, verwendet man scannende Systeme anstelle von vielen Kamerasystemen. Mittlerweile erreicht man hiermit Überwachungsbereiche in der Geometrie eines Halbkugelraums, also eine Rundumsicht von 360° und einem Neigungswinkel von 100°. Die Betriebssicherheit ist durch gekapselte und luftgekühlte Gehäuse inzwischen über viele Jahre sichergestellt. Es gibt Systeme mit hochpräzisen Schwenk-/Neigeantrieben, die für den Dauerbetrieb (10 Jahre und mehr) ausgelegt sind. Diese Systeme ermöglichen ein lückenfreies Infrarot-Panoramabild, das eine übergreifende Auswertung eines komplexen Objekts ermöglicht. Einige Systeme werten zum IR-Bild zusätzlich Video-Panoramabilder aus. Integrierte Freiblassysteme können für eine dauerhafte Objektivreinigung in schmutziger Umgebung sorgen.

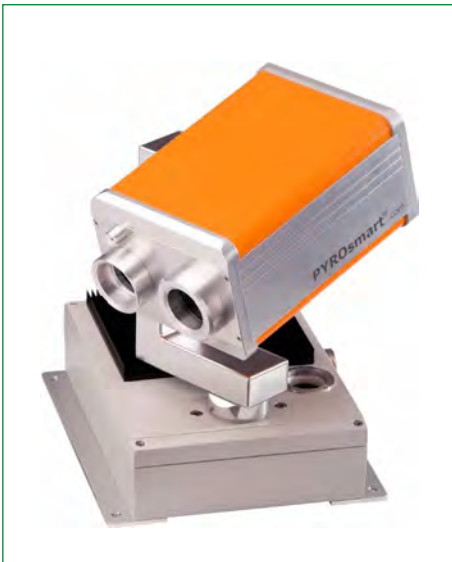


Bild 6: PYROsmart System



Bild 7: Erkennung einer Störgröße (Auspuff); die Temperaturschwelle für die Brandfrüherkennung liegt bei 85 °C; der Auspuff (hier gerade 114 °C) löst trotzdem keinen Brandalarm aus

Die Brandalarmierung aktueller Systeme in Recyclingbetrieben erfolgt bei etwa 85 °C. IR-Brandfrüherkennungssysteme *sehen* dabei durch Rauch. Störgrößen wie heiße Auspuffanlagen von Lieferfahrzeugen und Radladern, heiße Motoren, Lampen, usw. werden von intelligenten IR-Branderkennungssystemen erkannt. Fehlauflösungen werden so vermieden.

## 2.2. Brandfrüherkennung

Ein intelligentes IR-Detektions-System erzeugt hochauflösende, lückenlose Video- und IR-Panoramen, ermittelt daraus Entstehungsbrände und errechnet 3D-Zielkoordinaten zur Ansteuerung von Löschsystemen.

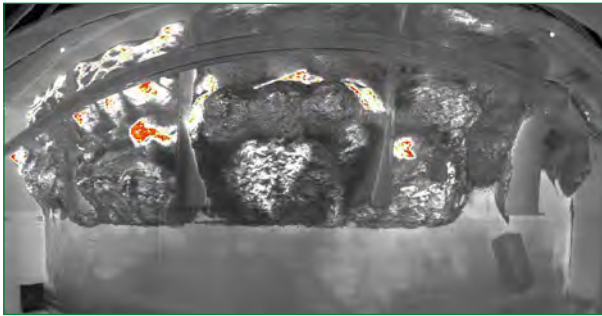


Bild 8:

Panorama-Thermografie einer Anlieferungshalle eines Recyclingbetriebs (hier 3.900 x 7.800 Wärmepixel)

Vorteile der Panorama-Thermografie sind die sehr hohe Wärmebildauflösung, die das Zoomen im Infrarotbild erlaubt, die sofortige Übersicht bei Entstehungsbränden und eine weitaus bessere Störgrößeneliminierung durch lückenlose Bildanalyse aller zusammenhängenden Bereiche.



Bild 9: Beispiel einer Benutzer-Oberfläche eines Infrarot-Branderkennungssystems

IR-Detektionssysteme besitzen in vielen Fällen eine Nutzerschnittstelle. Gewöhnlich ist das ein Terminal, das in einer Leitwarte, bei der Werksfeuerwehr oder dem Pförtner steht. Über das Terminal werden die Entstehungsbrände visualisiert. Die Benutzeroberfläche des IR-Branddetektionssystems (Bild 9) zeigt, dass ein Brand in einer tieferen Ebene in einem Wertstoffhaufen in Halle 2 erkannt wurde. Ebenso wird die Maximaltemperatur (hier 180 °C) angezeigt. Außerdem meldet ein Warnton den Alarm. Zeitgleich erfolgt die Meldung an die Brandmeldezentrale (BMZ), wodurch sofort die Feuerwehr verständigt wird. Ist die Detektion mit einem optionalen Löschesystem gekoppelt, erfolgt sofort der automatische Löschvorgang.

### 2.3. Automatisches Löschen

IR-Systeme steuern zielgenaues Löschen von Entstehungsbränden. Anhand einer frühen Detektion und unter Verwendung geringer Mengen Löschmittel können so Großbrände verhindert werden.

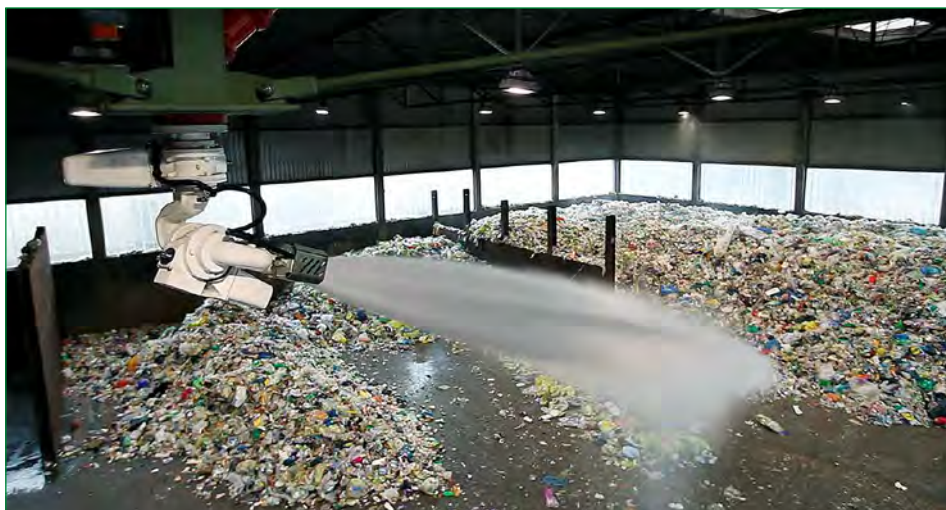


Bild 10: 800 l/min bis 6.000 l/min Löschmittel erreichen direkt den noch kleinen Brandherd

Es kann zwischen verschiedenen Löschabläufen gewählt werden. Der Einfachheit halber wird hier nur eine Löscharte beschrieben. Der detektierte Brandherd wird im ersten Zyklus eine Minute lang zielgenau gelöscht. Danach wird der Brandherd sofort wieder in seiner Temperaturentwicklung durch das IR-System überwacht. Erfolgt weiterhin eine Erwärmung, wird davon ausgegangen, dass der Brand noch nicht vollständig gelöscht ist. In diesem Fall startet automatisch der zweite Zyklus mit einem weiteren Löschvorgang. Der Prozess wiederholt sich, bis der Brand gelöscht ist.

Vorteile dieses Löschablaufs sind, dass teure Schäden durch Löschmittel werden verhindert werden können, eine geringe Belastung der Umwelt erfolgt und Betriebsausfälle durch Löschmittelschäden vermieden werden können, da nur der kleine Bereich des Entstehungsbrandes gezielt gelöscht werden muss.

### 3. Praxisbeispiele

In diesem Kapitel sind anhand von Bildern Anwendungsbeispiele für Brandfrüherkennungssysteme zusammengestellt. Diese lassen sich wie folgt kategorisieren:

1. Wertstoffbunker in Abfallverbrennungsanlagen (Bild 11 und Bild 12)
2. Lagerstätten im Freien: Reifen, Kohle, Holz, usw. (Bild 13 und Bild 14)
3. Lagerstätten von Recyclinganlagen (Bild 15 bis Bild 18)
4. Abbau einer Lagerstätte für Gewerbeabfälle (Bild 19 bis Bild 22)

#### 1. Wertstoffbunker in Abfallverbrennungsanlagen



Bild 11: Bunker der Spreerecycling in Spremberg

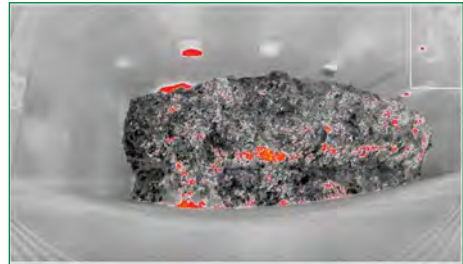


Bild 12: Bunker der AVA Velsen GmbH

#### 2. Lagerstätten im Freien: Reifen, Kohle, Holz, usw.

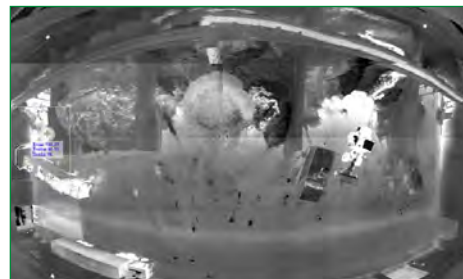
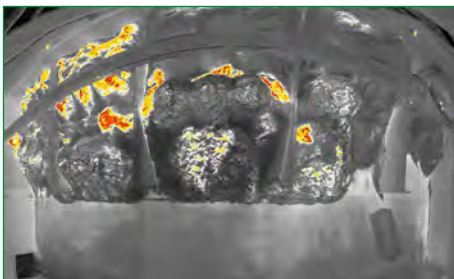


Bild 13: Videopanoramabild bei Heidelberg Cement GmbH



Bild 14: IR-Panoramabild bei Heidelberg Cement GmbH

#### 3. Lagerstätten von Recyclinganlagen



Bilder 15 und 16: Panoramadarstellung eines IR-Brandfrüherkennungssystems der Anlieferungshalle eines Wertstoffbetriebs; rechts: Wochenendbetrieb, links: Arbeitsbetrieb





Bild 17: Kombinierte IR-Detektion mit automatischem Löschen (Werfer)



Bild 18: Deckenmontage eines IR-Brandfrüherkennungssystems

#### 4. Abbau einer Lagerstätte für Gewerbeabfälle



Bild 19: Ehemalige Chemie-Deponie Bonfol, Schweiz



Bild 20: Verfahrbare Halle zum Rückbau mit IR-Überwachung



Bild 21: Füllen der Gewerbeabfall-Lagerstätte um 1950

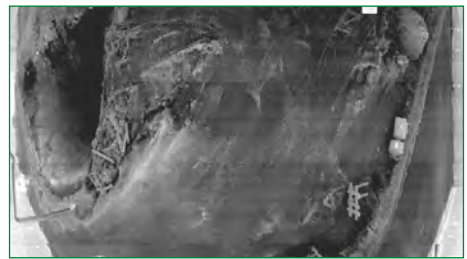


Bild 22: Panoramathermografie der Temperaturüberwachung des Innenraums (siehe Bild 20)

## 4. Zusammenfassung

Der Einsatz von IR-Brandfrüherkennungssystemen ist besonders zu empfehlen

- wenn freie Sicht auf die zu überwachenden Objekte gegeben ist,
- bei säurehaltiger Luft in chemischen Betrieben,
- bei ungünstigen Umweltbedingungen wie Staub, ölhaltige Luft, usw. und
- im Außenbereich, wo es kaum Alternativen gibt.



Bild 23: Vermeidbares Szenario

Die Vorteile sind, dass

- Brände in einem sehr frühen Stadium erkannt werden können,
- Entstehungsbrände bereits sehr früh und gezielt gelöscht werden können,
- das Thermobild der Brandsituation die Feuerwehr bei der Brandbekämpfung bzw. bei der Glutnestsuche unterstützt,

- die Systemlösung robust, langlebig und daher kosteneffizient ist und
- eine hohe Investitionssicherheit und Flexibilität gegeben ist. Im Gegensatz zu Rauchansaugsystemen ermöglicht die einfache Montage einer IR-Brandüberwachung ein unkompliziertes Umbauen auf ein neues zu überwachendes Objekt.