



Risikomanagement 4.0 in der Abfallwirtschaft

Inhalt

1.	Einführung	3
1.1	Ausgangssituation: Versicherungsschutz für die Entsorgungsbranche	3
1.2	Entsorgungsbranche und Brandrisiken Problemsituation Recycling-/ Entsorgungswirtschaft	3
1.3	Mission Statement: Arbeitspfad und abgestimmte Zielformulierung	6
2.	Präventiver Brandschutz und aktuelle übliche Umsetzung	8
2.1	Bauliche Brandschutzmaßnahmen	8
2.2	Technischer Brandschutz	10
2.3	Organisatorischer Brandschutz	14
2.4	Zwischenfazit	15
3.	Notfallmaßnahmen im Falle eines Brandereignisses	17
4.	Moderne und kostengünstige Technologien zur Brandprävention, Brandfrüherkennung und Brandbekämpfung für den Einsatz in der Abfallwirtschaft	19
4.1	Brandfrüherkennung	20
4.2	Signalverarbeitung	22
4.3	Sofortige Brandbekämpfung	22
4.4	Konklusion für Technikpakete	24
5.	Ausblick auf Feldversuche zur Schließung der Entwicklungslücke	29
6.	Liste recherchierter Hersteller	29
7.	Anhang	31

Impressum

Autoren:
RU, DM, VW
Projektmanagement:
Dr. Daniel Melcher (AGIMUS)
Dr. Alexander Skorna (Funk Stiftung)

Projektdurchführung:
AGIMUS GmbH
Umweltgutachterorganisation
& Beratungsgesellschaft
Am Alten Bahnhof 6
38122 Braunschweig
www.agimus.de

Gefördert durch:
Funk Stiftung
Valentinskamp 18
20354 Hamburg
www.funk-stiftung.org

1. Einführung

1.1 Ausgangssituation: Versicherungsschutz für die Entsorgungsbranche

Aufgrund der häufigen Schäden und Betriebsunterbrechungen gelten Anlagen der Entsorgungswirtschaft als „schwere Betriebsarten“ in der Versicherungswirtschaft.

Daher ist die Anzahl der verfügbaren Versicherer sehr begrenzt und ein günstiger Versicherungsschutz ist mittlerweile für die Abfallwirtschaft in Teilen schwer erhältlich. Insbesondere leidet die Branche unter einer schlechten Versicherbarkeit, auch große Erstversicherer zeichnen Risiken in dieser Branche ungern. In dieser Situation suchen alle Marktbeteiligten nach Lösungen, die Risikosituation zu verbessern. Die vertraglichen Obliegenheiten im Versicherungsschutz sind auch im Brandschutz von Recyclinganlagen regelmäßig zu prüfen und strikt einzuhalten.

Andererseits ist die Branche essentiell bzw. „systemrelevant“ für eine moderne, hoch arbeitsteilige und nachhaltige Gesellschaft: Ohne gut funktionierende und zeitgemäße Entsorgungswirtschaft kommt es unverzüglich zu hygienischen und ökologischen Problemen und Stoffkreisläufe können nicht im Sinne der Vorgaben der nachhaltigen Entwicklung geschlossen werden.

Die Versicherbarkeit der Entsorgungsbranche ist damit nicht nur wünschenswert aus Sicht einer einzelnen Branche, sondern wichtig für den Erhalt gesellschaftlicher Strukturen.

„Die Funk-Stiftung und die AGIMUS GmbH haben daher im Jahr 2019 ein Projekt initiiert, in dessen Rahmen gezielt moderne und digitale Technologien zur Verbesserung des baulichen, anlagentechnischen und organisatorischen Brandschutzes identifiziert und deren Funktionalität zur Überwachung bzw. Brandfrüherkennung evaluiert werden sollen, um eine Grundlage für die Verbesserung der Versicherbarkeit der Branche herzustellen.

Das Projekt wurde in drei Phasen strukturiert:

1. Der Projektbeginn erfolgte, indem ein Round-Table mit erfahrenen Experten einberufen wurde, in welchem Führungskräfte aus der Entsorgungsbranche, von Versicherern und erfahrene Brandschutzexperten eine Übersicht zur aktuellen Situation bezüglich des Brandschutzes in der Branche erarbeiteten. Im Anschluss an dieses Expertenpanel wurden Recherchen angestellt und Gespräche mit Anbietern neuer Technologien zur Brandprävention, Früherkennung von Brandereignissen und automatisierten Brandbekämpfung geführt, die Interesse daran zeigten, ihre Technologien in der Entsorgungswirtschaft zum Einsatz zu bringen.
2. Zweite Phase sind Feldversuche zur Wirksamkeitsmessung der digitalen Verknüpfung solcher Technologien - hier werden im Frühjahr 2021 auf einem Entsorgungsgelände in Niedersachsen in mehreren Versuchen Technikpakete von Anbietern kombiniert, die vorher nicht zusammengearbeitet haben. Ziel ist die Prüfung der Wirksamkeit insbesondere von Kombinationen dieser Technologien.
3. Zum Projektabschluss werden schriftliche Handlungsempfehlungen, Checklisten und Schulungsangebote für Branchenteilnehmer und Berater entwickelt und publiziert bzw. angeboten

Im Rahmen des Projektes sollten gezielt moderne und digitale Technologien zur Verbesserung des baulichen, anlagentechnischen und organisatorischen Brandschutzes identifiziert und deren Funktionalität zur Überwachung bzw. Brandfrüherkennung evaluiert werden, um eine Grundlage für die Verbesserung der Versicherbarkeit der Branche herzustellen.

Aus Sicht der am Projekt beteiligten Institutionen und insbesondere der Versicherer wurde dabei von Anfang an herausgestellt, dass im Ziel bzw. Ergebnis des Projektes eindeutig nicht die Entwicklung eines Standards oder einer Patentlösung stand, bei dessen Erfüllung Versicherungsschutz per se erreicht werden kann. Auf Grund der Heterogenität der Branche und der Individualität jedes Risikos kann es eine solche Patentlösung naturgemäß nicht geben. Vielmehr sollten im Sinne eines „Proof-of-Concept“ technische Möglichkeiten und Gesamt-

konzepte in ihrer Wirksamkeit demonstriert werden, um Perspektiven zur Verbesserung der Versicherbarkeit aufzuzeigen. In diesem Bericht wird aufgezeigt, dass neue Konzepte und Techniken grundsätzlich funktionsfähig sind und zu einem wirksamen Brandschutz in der Entsorgungswirtschaft beitragen. In Einzelfällen kann der Einsatz von Technologien bereits heute helfen, die Versicherbarkeit zu verbessern und in individuellen Verhandlungen einen Versicherungsschutz zu erwirken.

1.2 Entsorgungsbranche und Brandrisiken

Jährlich werden in Deutschland zwischen 380 und 400 Millionen t Abfälle pro Jahr entsorgt. (Diese Summe umfasst sowohl Primär-als auch Sekundärabfälle, d. h. Abfälle die bereits in anderen Abfallbehandlungsanlage vorbehandelt worden sind):

- Etwa 200 Millionen t sind Bau – und Abbruchabfälle; hierbei ist der Bodenaushub der größte Anteil.
- 29 Millionen t stammen aus der Gewinnung und Behandlung von Bodenschätzen.
- 57 Millionen t sind übrige Abfälle, insbesondere aus Industrie und Gewerbe.
- 49 Millionen t sind Siedlungsabfälle, darunter 37 Millionen t aus privaten Haushalten.
- Die restlichen Abfälle stammen aus Abfallbehandlungsanlagen (Sekundärabfälle) und Importen.

Die Sammlung der kommunalen Abfälle und die anschließende Vorbehandlung erfolgt hälftig durch kommunale und hälftig durch private Unternehmen. Die Einsammlung, Sortierung und Aufbereitung der gewerblichen und industriellen Abfälle erfolgt sehr überwiegend durch die privaten Entsorger.

Die Branche der Abfallsammlung und des Transports ist sehr heterogen strukturiert. Nach aktuellen Branchenberichten sind mehr als 2.400 Unternehmen in diesem Markt aktiv, welche mit etwa 77.000 Erwerbstätigen einen Umsatz von 14,5 Milliarden € erwirtschaften. Die Bruttowertschöpfung beträgt knapp 8 Milliarden €.

Problemsituation Recycling-/ Entsorgungswirtschaft

Bei der Abfallbehandlung gibt es eine Vielzahl von mechanischen Behandlungsschritten, die Ursache von Bränden sein können. Beispiele dafür wären die Herstellung von definierten Altholzhackschnitzeln zur stofflichen und thermischen Verwertung oder die Sortierung von Leichtverpackungen (LVP) aus dem gelben Sack. Beeinflussende Faktoren sind dabei brennbare Stoffe, Hitzeentwicklungen, Staubablagerungen auf Lager und Motoren.

Die Anzahl von Bränden in Abfallbehandlungs- und Recyclinganlagen steigt seit Jahren und Brände stellen ein nicht zu unterschätzendes Risiko dar. Der Einfluss des Abfallrechts durch Verbote oder Grenzwerte auf die Brandrisiken ist begrenzt. Dazu zählt u. a. das Gebot, auf die Ablagerung heizwertreicher Abfälle auf Deponien zu verzichten. Die Datenlage zur Beurteilung der Brandursachen ist gering, da Brände in Recyclinganlagen bisher nicht systematisch erfasst und dokumentiert werden. Nahezu die Hälfte der Brände (48 %) sind unbekannter Ursache, gefolgt von Selbstentzündung (hier wird die biologische Selbstentzündung von der physikalisch-chemischen unterschieden). Wesentliche Ursachen der biologischen Selbstentzündung sind:

- Zerkleinerte Holzhackschnitzel
- Erhöhter Feinanteil, leicht abbaubare Bestandteile, häufig Mischung Altholz mit Grünschnitt
- Große Mieten im Freien, erhöhte Feuchtigkeit des Lagerguts
- Lange Lagerzeiten in Verbindung mit wechselnden Trocken- und Feuchtphasen

Die physikalisch-chemische Selbstentzündung ist insbesondere bei Elektroartikeln zunehmend problematisch, denn z. B. mehr als 80% der europäischen Verwertungsbetriebe für Elektrorecycling haben bereits Erfahrungen mit Bränden, die durch Li-Akkus hervorgerufen wurden, gemacht.

Die nebenstehende Abbildung zeigt wesentliche Brandursachen in Recyclinganlagen auf.

Bis 2015 lag die maximale Schadenshöhe durch einen Brand in einer Recyclinganlage noch bei rund 2 Mio. €. Seit 2017 steigen die Schadenssummen merklich an, wie zum Beispiel bei dem Brand in der Anlage in Marl mit einer Schadenhöhe um ca. 10. Mio. €.

Der Klimawandel führt zu trockeneren Sommern und die anfachenden Winde und heizwertreichen Abfälle verstärken das Brandrisiko in den Sommermonaten noch zusätzlich (hier wird mitunter die versicherungstechnische Komplextrennung durch als sicher geltende Mindestabstände von Gebäuden ausgehebelt). Hinzu kommen fehlende Lagerkapazitäten, Zuspitzungen von Entsorgungseingängen (z. B. Recycling Gelber Sack) und steigende Schadensfolgen die Versicherungsprämien in die Höhe treiben. Bei den Bränden spielen verschiedene Faktoren eine Rolle, die den Verlauf und die Art des Brandes beeinflussen. Die Vorgehensweise bei der Brandbekämpfung wird ebenfalls stark von diesen Faktoren beeinflusst.

- Brennwert vom Abfall
- Zündtemperatur, Abbrandgeschwindigkeit
- Lagergut: lose Schüttung oder Ballenware
- Lagermenge und Lagerhöhe
- Kubatur der Haufwerke
- Abstände: Freistreifen, Wände
- Wert des Schutzgutes
- Auswirkungen auf die Nachbarn

Gerade im Industrie-Umfeld stellen auch Abfallcontainer ein enormes Brandschutzproblem dar, da diese Container häufig direkt an Gebäuden angelagert werden. Brennt ein Abfallcontainer besteht die Gefahr, dass auch das Gebäude brennt – ein immenses Risiko aus der Sicht des Sach-/BU-Versicherers. Einige Beispiele verdeutlichen diese Situation:

Brandursachen*	Niedersachsen	Sachsen	deutschlandweit Abfallshop
unbekannt	37%	62%	46%
Selbstentzündung**	42%	27%	30%
technische Ursachen	18%	8%	11%
Brandstiftung	2%	4%	9%
Sonstiges***	2%	%0	3%

*unspezifisch, u.a. als Schwelbrand umschrieben

**Selbstentzündungs-Phänomen der Lagerung

***Sonstiges, u.a. Geringfügigkeit, Containerbrand

- Im Juni 2015 kam es in Backnang in den Räumen eines Metallrecyclingbetriebs zu einer Selbstentzündung auf einem Sammelplatz für Metallschleifspäne (Schadenshöhe unbekannt).
- Im Juli 2016 führte die Selbstentzündung des Inhaltes eines ASP-Containers für ölhaltige Abfälle auf der Laderampe einer Gießerei im Großraum Stuttgart zur teilweisen Räumung und einem mehr als einstündigen Produktionsstillstand, Schadenssumme über 15.000 EUR.
- Die Selbstentzündung von Abfallbestandteilen war im August 2016 ursächlich für einen Großbrand in einem Entsorgungsbetrieb in Benningen bei Ludwigsburg (Sachschaden etwa eine Million Euro)
- Im März 2017 sprang in Saalfeld/Thüringen Feuer aus einem brennenden Papiercontainer auf einem Parkplatz auf zwei parkende Autos über und zerstörte diese, der Schaden betrug ca. 40.000 EUR.
- Im Juli 2017 kam es in Marl, Wetter (Ruhr), Velbert und Gelsenkirchen zu einer Serie von Brandstiftungen bei Papiercontainern im öffentlichen Raum mit erheblichen Sachschäden.
- Im August 2017 führte ein Brandereignis in einem Abfallcontainer auf dem Gelände eines Discountmarktes in Kassel – verursacht mutmaßlich durch fahrlässigen Umgang mit brennenden oder glühenden Gegenständen – zu einem Schaden in Höhe von 20.000 EUR.

Diese kurze und naturgemäß nur beispielhafte Situationsdarstellung zur gesellschaftlichen Bedeutung der Branche einerseits und Brandereignissen in der Entsorgungswirtschaft andererseits zeigt den bestehenden Handlungsbedarf auf und war Auslöser für das Projekt, in dessen Ergebnis dieser Leitfaden entstand.

1.3 Mission Statement: Arbeitspfad und abgestimmte Zielformulierung

Wesentliches Arbeitsergebnis des Projektes sollte ein in der Praxis anwendbarer, für Praktiker gut zu verstehender und nachvollziehbarer Leitfaden zur Verbesserung des vorbeugenden und schadensminimierenden Brandschutzes in der Entsorgungsbranche sein.

Bedingt durch die Heterogenität der Branche (streng genommen kann man aufgrund der Unterschiedlichkeit vieler Abfallarten eigentlich nicht von einer einheitlichen Branche, sondern nur einem Branchen Cluster sprechen) bestand im Projektteam Einigkeit, dass es keine überall wirksamen Patentlösungen gibt, sondern dass die Möglichkeiten stets auf Individualebene vor dem Hintergrund der Schutzziele jedes einzelnen Unternehmens angewendet werden müssen.

Insofern sollte Kern des Leitfadens ein Katalog oder Menü von denkbaren und einsetzbaren technischen Möglichkeiten und Vorgehensweisen differenziert nach den unterschiedlichen branchenüblichen Abfallfraktionen sein.

Zu unterstreichen war von vornherein, dass sich die Schutzziele des Baurechts (Schutz von Leib und Leben, gute Möglichkeiten der Brandbekämpfung und Schutz der Feuerwehrleute) von den Schutzziele des Privatrechts und des Versicherungsanspruchs (Schadensvermeidung beziehungsweise Minimierung des Schadens an Sachgütern) unterscheiden. Eines der übergeordneten Ziele sollte es somit sein, bei allen Beteiligten Verständnis für die jeweilige Position der anderen zu wecken – Entsorger sollten verstehen, was Behörden, Sachverständige und Versicherer erwarten und umgekehrt. Auch dies soll in dem Leitfaden klargestellt werden.

Weiterhin sollte neben neuen modernen und digitalisierten technischen Möglichkeiten in dem Leitfaden zwecks allgemeiner Verwendbarkeit auch auf herkömmliche Technologien und Anlagen hingewiesen werden – insofern sollte zumindest im einleitenden Kapitel auf Grundlagen des baulichen, technischen und organisatorischen Brandschutzes eingegan-

gen werden und/oder auf bestehende Regelwerke und Leitfäden verwiesen werden.

Die zu recherchierenden technischen Möglichkeiten sollen gruppiert werden nach

- A** Technologien der frühestmöglichen Detektion von Brandentstehung (Infrarot, Wärme bildkameras, Sensoren) und Brandgefahr (insbesondere Detektion von Lithium-Ionen-Akkus)
- B** Technologien für Meldekettens und Beschleunigung der Reaktionszeit
- C** Moderne Löschtechnologien, zum Beispiel Löschroboter
- D** Flankierende Technologien wie Selektion und Vorsortierung sowie Löschwasserrückhaltung.

Im Fokus soll auf jeden Fall die Wirksamkeit vor dem Hintergrund der jeweiligen Anforderungen und Schutzziele stehen. Flankierend sollten Kommunikationsstrategien mit untersucht werden, die es erlauben unterjährig positive Gewissheit zu erhalten, dass die vereinbarten Methoden des vorbeugenden Brandschutzes und der Brandvermeidung vom Entsorger auch angewendet werden. Neu entwickelt wurde zum Beispiel der Gedanke, dass sich die Technologiepakete beim Entsorgungsbetrieb regelmäßig digital beim Versicherer melden und Bericht erstatten, in der Dunkelverarbeitung würde dann beim Versicherer nur ein Signal an die zuständige Abteilung gehen, wenn die Meldungen nicht wie vereinbart eingehen.

Ein weiteres Ergebnis des Projektes sollte ein Schulungskonzept für Brandschutzbeauftragte, Brandschutz-Sachverständige sowie hiermit befasste Fachleute in Versicherungen und bei Maklern sein, um diese intensiv mit den Erfordernissen und wirksamen Technologien für die Entsorgungsbranche vertraut zu machen. Gerade die technischen Kenntnisse über Löschanlagen und Branddetektion sind nach einhelliger Meinung von Experten bei einigen kleineren Brandschutzbüros offenbar verbesserungsfähig.



2. Präventiver Brandschutz und aktuelle übliche Umsetzung

Die Erfüllung der rechtlichen und versicherungstechnischen Vorgaben hat zum Ziel, Menschen und Umwelt vor den Auswirkungen eines Schadens zu bewahren.

Der Fokus liegt daher nicht im Sachwert, sondern im Schutz von Leben und der Vermeidung von Emissionen, was zur Folge hat, dass ein rechtskonform erstelltes Brandschutzkonzept mit den dazugehörigen Maßnahmen zwar die rechtlichen Anforderungen erfüllt, aber nicht zwingendermaßen die geeignetsten Mittel zum

Schutz des Sachwerts berücksichtigt.

Ein Brandereignis hat finanziell gesehen stets fatale Folgen, was dazu führt, dass die Versicherbarkeit in der Abfallwirtschaft zu hohen Eigenanteilen führt oder Versicherer eine Partnerschaft ablehnen. Brandereignisse lassen sich mit einem individuell geeigneten präventiven Brandschutzkonzept vermeiden und gut überlegten Notfallmaßnahmen beherrschen. Zunächst soll ein Überblick über den aktuell üblichen Stand des präventiven Brandschutzes gegeben werden.

2.1 Bauliche Brandschutzmaßnahmen

Die Anforderungen an den baulichen Brandschutz ergeben sich aus den Vorgaben des Landesbaurechtes und aus den Vorgaben der Sachversicherer². Der bauliche Brandschutz umfasst

- den Abstand brandgefährdender Bereiche zueinander,
- die Auswahl der geeigneten Bausubstanz³ mit entsprechender Feuerwiderstandsdauer für Tragwerke, Wände, Dachkonstruktionen usw. und
- darüber hinaus die Raumeinteilung in sogenannte Brandabschnitte, deren zulässige Gesamtfläche von 1.600 m² pro Brandabschnitt über den maximalen Abstand der Brandwände zueinander von 40 m nicht überschreiten soll.⁴

Bei Industriebauten steht die Abhängigkeit der Brandabschnittsflächen im Zusammenhang mit der Sicherheitskategorie (Klassierungsstufen für die brandschutztechnische Infrastruktur)⁵. Für unvermeidbare Durchbrüche oder Öffnungen⁶ in den Brandwänden der Brandabschnitte sind weitere Maßnahmen aus dem Landesbaurecht zu berücksichtigen, die als Ziel eine Brandausbreitung zur Entfluchtung und Rettung der im Gebäude befindlichen Personen auf den Flucht- und Rettungswegen

ausreichend lange verhindern soll. Beispiele für Durchbrüche oder Öffnungen in Brandabschnittswänden mit ausgewählten Maßnahmen sind selbstschließende Feuerschutztüren, Lüftungskanäle mit automatisch schließenden Feuerschutzklappen, Brandschotts usw.

Die baulichen Brandschutzmaßnahmen sollen in Hinblick auf einen Brandereignisfall die Einhaltung folgender Teilschutzziele gewährleisten:

1. Das sichere Verlassen des Gebäudes oder des Betriebsgeländes durch Flucht- und Rettungswege,
2. Die Zugänglichkeit des Grundstücks mit geeigneten Stellflächen, Angriffspunkten und ausreichender Löschwasserversorgung für die Feuerwehr und
3. Eine ausreichend bemessene Löschwasserrückhaltung.

Wie zu sehen ist, gehört die Minimierung von Sachschäden nur indirekt über die Konsequenzen des Unterpunktes b) zu den Zielen baulicher Brandschutzmaßnahmen. Bei Planung eines Neubaus ist die Erstellung eines Brandschutzkonzepts in der Regel notwendig, um gegenüber der Behörde die einzuleitenden Schutzmaßnahmen zu verdeutlichen. Für ein bestehendes Gebäude empfiehlt sich ein Soll-

² Leitfaden für den Brandschutz im Betrieb; VDS 2000: 2010-12 (04).

³ Baustoffklassen (DIN 4102 Teil 1).

⁴ Musterbauordnung – MBO – Fassung November 2002; zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 21.09.2012.

⁵ Muster-Richtlinie über den baulichen Brandschutz im Industriebau (Muster-Industriebau-Richtlinie – MIndBauRL); Stand Juli 2014.

⁶ Lüftung, Elektroinstallationskanal und -leitung, Rohe, Förderung, Fenster, Türen und Tore etc.

Ist Abgleich, um sämtliche Schutzmaßnahmen und Forderungen zu bewerten. Dazu kann z.B. das Brandschutzkonzept aktualisiert oder eine Brandschutzbewertung durchgeführt werden. Für Abfallentsorger ergeben sich unter Berücksichtigung der oben genannten Aspekte für die Lagerung von Abfällen die folgenden branchenspezifischen Hinweise:

- Haufwerke baulich voneinander trennen. Dies geschieht häufig durch das Setzen von Betonblocksteinen zur Abgrenzung der Haufwerke. Beachten Sie hier die Haufwerkshöhe. Ist diese höher oder nur geringfügig niedriger als die Betonwand, greift das Feuer ungehindert über.
- Brandschutzabstände einhalten. Je nach Baustoff sind Abstände von 4 m bis zu 20 m zu empfehlen. Kann der Abstand nicht eingehalten werden, z.B. bei der Lagerung von verschiedenen Abfallfraktionen nebeneinander, empfiehlt sich ein Blick auf die Brandeigenschaft der Abfälle. Sind brennbare Abfälle vorhanden, können und sollten wofern möglich daneben nicht brennbare oder schwer entflammbare Abfälle gelagert werden, was die Brandausbreitung enorm verlangsamt.
- Zusätzliche Löschwasserversorgungspunkte und Stellflächen für die Feuerwehr an Bereichen erhöhter Brandgefährdung vorhalten. Am besten in Absprache mit der Feuerwehr.
- Löschwasserrückhaltung berücksichtigen, z.B. ein ausreichend bemessenes Rückhaltebecken und/oder Ausstattung der betrieblichen Regenwasserkanalisation mit schnell und zuverlässig verschließbaren Schiebern, so dass die Kanalisation selber ein ausreichend bemessenes Rückhaltevolumen bietet.
- Flucht- und Rettungswegkonzept auch für den Aufenthalt auf dem Betriebsgelände berücksichtigen.
- Erfahrungsgemäß lassen sich Stoffströme in der Abfallwirtschaft zeitlich weniger gut

steuern als in anderen Branchen. Ein zusätzlicher Auftrag, eine Preisänderung an den Rohstoffmärkten und schon verändert sich Input- oder Output-Menge in kurzer Zeit, was die Erfordernis höherer Lagermengen nach sich zieht. In der Praxis sind die Lagerkapazitäten, die gemäß abfallrechtlicher oder immissionsschutzrechtlicher Genehmigung bestehen, mit dem vorbeugenden Brandschutz nicht immer perfekt harmonisiert. So können durchaus Situationen entstehen, in welchen die am Standort gelagerte Menge bestimmter Abfälle höher wird, was von der Genehmigung noch abgedeckt ist, aber die Brandlasten und das Brandrisiko ebenso wie die potentielle Schadenhöhe deutlich erhöht.

- Auch die Fachliteratur sieht die Erfahrungen diesbezüglich kritisch: Grundsätzliche Gedanken hierzu ergeben sich aus der „Muster-Richtlinie über den Brandschutz bei der Lagerung von Sekundärstoffen aus Kunststoff“ 2. 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.

Eine Umsetzung der Vorgaben in der Praxis erfolgt allerdings trotz behördlicher Auflagen nicht immer.“

2.2 Technischer Brandschutz

Während die im vorangehenden Abschnitt beschriebenen baulichen Brandschutzmaßnahmen einem passiven Element des vorbeugenden Brandschutzes entsprechen, stellt der technische Brandschutz eine aktive Komponente zur Erreichung der definierten Schutzziele dar. Der Bereich des technischen Brandschutzes umfasst die auf dem Markt erhältlichen Technologien zur Erkennung, Meldung, Signalweiterleitung und Aufschaltung wie auch der Verhinderung der Ausbreitung von Feuer und Rauch bei Entstehungsbränden. Die Technologien können aufeinander aufbauen oder Alternativen zueinander darstellen. Zueinander alternative Technologien bieten je nach den vorliegenden Einsatzbedingungen bestimmte Vor- und Nachteile. Im optimalen Fall ergänzen sich diese.

Im Folgenden wird auf die klassischen Technologien des technischen Brandschutzes eingegangen. Neuere Entwicklungen und Perspektiven werden in Kapitel 4 vorgestellt, wobei einige der hier nur kurz beschriebenen klassischen Technologien ebenfalls in Kapitel 4 ausführlicher erläutert werden, sofern sie mit neuen Technologien konzeptionell zu leistungsfähigeren Paketen verknüpfbar sind.

Entscheidend für die Vorbeugung und somit für das Ausmaß eines möglichen Brandschadens ist die rechtzeitige Erkennung und Meldung von Entstehungsbränden. Hierfür werden klassischerweise manuelle und automatische Brandmelder eingesetzt.

Manuelle Brandmelder (Handfeuermelder) dienen ausschließlich der Meldung von Bränden und müssen zuvor durch eine Person ausgelöst werden. Die Erkennung des Brandes durch anwesende Personen – gewöhnlich die Beschäftigten im Betrieb – wird in dem Fall vorausgesetzt. Dementgegen sind automatische Brandmelder für die Erkennung und die elektronische, optische bzw. akustische Meldung von Bränden ausgelegt. Je nach automatischem Brandmeldertyp werden unterschiedliche Begleiterscheinungen von Bränden

registriert. Hier wird zwischen Rauchmeldern, Wärmemeldern, Flammenmeldern, Brandgasmeldern und Mehrfachsensor-Brandmeldern unterschieden:

Rauchmelder arbeiten nach unterschiedlichen physikalischen Prinzipien. Optische Rauchmelder sind der am weitesten eingesetzte Typ. Bei dieser Art von Meldern wird ein optisches Signal (Lichtstrahl im sichtbaren oder anderen Spektralbereich) periodisch durch die Messkammer geschickt. Befinden sich Rauchpartikel in der Messkammer, wird der Lichtstrahl durch diese auf ein Sensorelement gestreut und der Melder löst aus. Rauchmelder weisen in der Regel eine verhältnismäßig kurze Ansprechzeit auf, sind allerdings gegenüber betriebsbedingter Staub- und Raumentwicklung empfindlich. Eine Variante von Rauchmeldern sind linienförmige Rauchmelder bestehend aus einer optischen Sende- und Detektionseinheit. Die Detektionseinheit misst hierbei die Raumentwicklung entlang einer definierten Wegstrecke über die Abnahme der Intensität des von der Sendeeinheit ausgestrahlten Signals.

Aus Sicht von Versicherern liefern Rauchwarnmelder – anders als in Wohnräumen – in Industrie- und insbesondere Abfallbetrieben keine zuverlässige frühe Branddetektion.

Wärmemelders registrieren Temperaturanstiege über einen temperaturabhängigen elektrischen Widerstand und lösen entweder ab einem vordefinierten Temperaturgrenzwert oder einem zeitlichen Temperaturanstieg aus. Ihr Vorteil gegenüber Rauchmeldern liegt darin, dass sie unempfindlich gegenüber betriebsbedingter Luftverschmutzung durch Staub oder Rauch sind. Allerdings ist die Zeitspanne von der Entstehung des Brandes bis zu dessen Erkennung bei Wärmemeldern für gewöhnlich länger als bei den anderen genannten Brandmeldertypen.

Flammenmelder detektieren die Emission ihrer Umgebung im infraroten und/oder ultravioletten Spektralbereich und reagieren auf Flackern bei bestimmten Wellenlängen. Die

für solche Bereiche geeignet, in denen im Brandfall mit offenen Flammen zu rechnen ist. Bewegte reflektierende Oberflächen können sich dagegen störend auf ihren Betrieb auswirken und führen oft zu Fehlauflösungen. Dies kann umgangen werden, wenn mehrere Sensoren zur Überwachung eines Objektes verwendet werden und die Brandmeldung erst bei der Auslösung aller relevanten Flammenmelder erfolgt.

IR-Kameras sind skalierbare Brandfrüherkennungssysteme für verschiedenste Anwendungsszenarien. Durch eine kontinuierliche, automatische Temperaturmessung können Schwelbrände, Glut usw. erkannt werden. Im Alarmfall verfärben sich die Bereiche, in denen die zuvor definierte Temperatur überschritten wird auf Bildschirmen des Systems rot. Zu überwachende Bereiche können durchgehend automatisiert überwacht und Alarmereignisse sofort der Feuerwehr gemeldet werden.

Brandgasmelder sind gegenüber erhöhten Konzentrationen von charakteristischen Brandgasen, wie z.B. Kohlenstoffmonoxid, sensitiv und lösen ab einem Konzentrationsgrenzwert aus. Brandgasmelder eignen sich insbesondere für solche Bereiche, in denen mit unvollständiger Verbrennung durch Schwelbrände zu rechnen ist. Gegenüber prozessbedingter Staub- und Rauchentwicklung sind sie unempfindlich. Ihr Einsatz in Umgebungen mit erhöhter Belastung durch Motorabgase kann allerdings zu erhöhter Anfälligkeit für Fehlauflösungen führen. Neben den klassischen punktuellen Brandgasmeldern sind laserbasierte lineare Modelle auf dem Markt verfügbar, welche längenaufgelöste Konzentrationsmessungen der Brandgase über weite Wegstrecken ermöglichen.

Mehrfachsensor-Brandmelder vereinen unterschiedliche Sensoren in einem Gerät. Diese können sich je nach den betrieblichen Einsatzbedingungen ergänzen: Liegen im überwachten Bereich z.B. feste brennbare Materialien vor, so erhöht der Einsatz eines Brandgasmelders in Kombination mit einem Rauchmelder die Wahrscheinlichkeit der rechtzeitigen Erkennung.

Liegen zudem raue Betriebsbedingungen in Form einer Staubbelastung vor, so kann ein Fehlalarm durch Abgleich des Auslösestatus beider Sensortypen seitens der integrierten Elektronik vermieden werden.

Eine weitere Technologie, welche Brandmeldern zugeordnet werden kann, sind **Rauchansaugsysteme**. Diese bestehen aus einem Rohrsystem, welches mehrere unterschiedliche Bereiche über Ansaugöffnungen erfassen kann, und einer Detektionseinheit in Form eines sehr empfindlichen Rauchmelders. Das System saugt Luft aus den überwachten Bereichen an und überprüft diese auf Rauchpartikel.

Die Signalweiterleitung der Brandmelder an den betrieblichen Leitstand, die Steuerung von weiteren technischen Brandschutzeinrichtungen des vorbeugenden Brandschutzes (s.u.) und die Aufschaltung auf die Leitstelle der Feuerwehr, erfolgt in der Regel durch eine Brandmeldeanlage. Brandmeldeanlagen stellen daher die Schnittstelle zwischen der Brandfrüherkennung, den betrieblichen Eindämmungsmaßnahmen und der eventuell anschließenden Brandbekämpfung durch die Feuerwehr dar. Im Falle einer Auslösung von Brandmeldern kann die Brandmeldeanlage zunächst deren Signale auf eine Fehlauflösung überprüfen, indem der Status aller dem betroffenen Objekt zugeordneten Melder abgeglichen wird und eine Logik auf Basis der erhaltenen Rückmeldungen über die Einstufung der Brandmeldung entscheidet. Schließt die Logik einen Fehlalarm aus, so wird die Meldung entsprechend weitergeleitet. Daraufhin kann die Brandmeldeanlage technische Brandschutzeinrichtungen wie Rauch- und Wärmeabzugsanlagen, Feuerlöschanlagen und Feststellanlagen im betroffenen Bereich ansteuern. Für eine individuelle Ausführung von Brandmeldeanlagen und somit eine optimale Anpassung auf die jeweils definierten Schutzziele stehen heutzutage zahlreiche Optionen (Technologien, Schnittstellen, Kommunikationsprotokolle, usw.) zur Verfügung.

Sensoren bringen den Vorteil einer sehr kurzen Ansprechzeit. Sie sind insbesondere Resümierend kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass sich Kombinationen Technologien weitgehend unabhängig vom Hersteller innerhalb einer Brandmeldeanlage realisieren und aufeinander abstimmen lassen. Weitere Details zu Brandmeldeanlagen können der weiterführenden Literatur [Brandmeldeanlagen, Gero Gerber; Brandmeldeanlagen, Hans Kemper] entnommen werden.

Wichtig – insbesondere aus Sicht der Versicherer – sind die mit den Meldern gekoppelten Löschanlagen und Löschmonitore, die zur Vermeidung von Dopplungen in Abschnitt 4 beschrieben sind.

Die bereits genannten Feststellanlagen, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen und Feuerlöschanlagen wie auch Feuerlöscher und Wandhydranten sind Technologien zur Verhinderung der Ausbreitung von Feuer und Rauch. Feststellanlagen werden installiert, wenn betriebliche Abläufe eine permanente Öffnung von Feuerschutzabschlüssen (Brandschutztüren, -toren usw.) zwischen zwei Brandabschnitten erfordern. Im Falle eines Brandes erfolgt ein automatisches Schließen des Feuerschutzabschlusses durch die Feststellanlage und somit die Eingrenzung der Ausbreitung auf den betroffenen Brandabschnitt.

Rauch- und Wärmeabzugsanlagen stellen die Begehbarkeit von Flucht- und Rettungswegen sicher, erleichtern die Brandbekämpfung und verringern die Wärmebelastung der Bausubstanz. Zu den Anlagenkomponenten gehören in der Regel hochgelegene Entlüftungsöffnungen in der Dach- oder Wandkonstruktion sowie niedriggelegene Belüftungsöffnungen in Wänden, um im Brandfall die sich entwickelnde Thermik optimal zur Entlüftung auszunutzen. Ergeben die Berechnungen in der Planungsphase, dass die Thermik alleine zur Entlüftung nicht ausreicht, so wird die Ent- und Belüftung maschinell durch Ventilatoren unterstützt. Feuerlöschanlagen werden, je nach anzuwendendem Löschmittel, unterschiedlich ausgeführt. Da es sich bei Abfallwirtschafts-

betrieben vorrangig um Feststoffbrände handelt, sind an dieser Stelle insbesondere Wasser- und Pulverlöschanlagen zu erwähnen. Bei Wasserlöschanlagen erfolgt die Beregnung direkt über Sprinkler (Sprinkleranlagen), Sprühdüsen (Sprühwasserlöschanlage), spezielle Nebeldüsen (Feinsprüh-Löschanlagen) oder nach Zumischung eines Schaummittels über Schaumdüsen (Schaumwasserlöschanlage). Bei Pulverlöschanlagen wird das Pulver mithilfe eines Treibmittels über dafür ausgelegte Düsen versprüht.

Für die Ausführung der oben genannten Technologien geben zahlreiche Normen Empfehlungen. Der Anhang 1 enthält eine Aufstellung relevanter Normen, auf deren gesamtheitliche Zitierung an dieser Stelle verzichtet wird.

Gesetzliche Vorschriften an den technischen Brandschutz, die Abfallwirtschaftsbetriebe betreffen, stellen die jeweiligen Landesbauordnungen und die jeweiligen Kunststofflagerrichtlinien der Länder: Die Muster-Industrie-Baurichtlinie [MIndBauRL] fordert für Produktions-, Lagerräume und Ebenen mit einer Fläche von über 200 m² eine Rauchableitung. Darin sind geeignete Feuerlöscher und in Räumen mit einer Grundfläche von mehr als 1600 m² Wandhydranten vom Typ F vorgeschrieben. Ferner werden ihrerseits Regelungen zur Berücksichtigung von Brandmeldeanlagen und Feuerlöschanlagen im Rahmen des betrieblichen Brandschutzes getroffen. Die Muster-Kunststofflager-Richtlinie [MKLR] („Muster-Richtlinie über den Brandschutz bei der Lagerung von Sekundärstoffen aus Kunststoff“) verlangt aus technischer Sicht ausschließlich eine ausreichende Anzahl von tragbaren Feuerlöschern sowie einen Fernmeldehauptanschluss auf dem Betriebsgrundstück.

Eine ausreichende Anzahl von geeigneten Feuerlöschern empfiehlt auch die Arbeitsstättenrichtlinie (ASR) 2.2. Die maximale Entfernung zum nächsten Feuerlöscher soll hierbei maximal 20 m betragen. Bei erhöhter Brandgefährdung in der Regel nicht größer als 5 m, maximal jedoch 10 m.

Der Leitgedanke der gesetzlichen Vorschriften ist die Berücksichtigung der individuellen Schutzziele durch einen auf den Betrieb abgestimmten technischen Brandschutz. Die Auswahl geeigneter Technologien erfolgt daher in der Regel im Rahmen von behördlichen Auflagen in Genehmigungsprozessen und Auflagen seitens der Feuerversicherer, z.B. in Form eines von einem Fachplaner erstellten Brandschutzkonzeptes. Wie auch beim baulichen Brandschutz orientieren sich die Auflagen der Feuerversicherer oft an VdS-Richtlinien.

Spezielle Anforderungen an den technischen Brandschutz im Bereich der Abfallentsorgungs- und Recycling-Industrie stellen die beiden Richtlinien VdS 2513 „Brandschutztechnische Richtlinien für die Lagerung von Sekundärrohstoffen aus Kunststoff“ und VdS 2515 „Abfallverbrennungsanlagen – Richtlinien für den Brandschutz“ sowie die VdS-Hinweise VdS 2517 „Sortierung, Aufbereitung und Lagerung von Siedlungsabfällen und brennbaren Sekundärrohstoffen – Hinweise für den Brandschutz“.

Bei der Auswahl geeigneter Technologien für Abfallwirtschaftsbetriebe empfiehlt es sich die individuellen betriebsspezifischen Gegebenheiten wie

- die Dimensionen von Gebäuden/ Hallen / Lagerflächen
- Größe von Brandabschnitten/ Lagerabschnitten,
- die Abfallfraktionen und
- die eingesetzten Verfahren sowie
- die vorhandenen Funken- und Wärmequellen,
- die klimatischen Bedingungen und die Staub- und Rußbelastung

zu berücksichtigen. Ein weiterer zu berücksichtigender Faktor für die Auswahl von Brandschutztechnik für Abfallwirtschaftsunternehmen ist die Tatsache, dass die Betriebe in der Regel eine hohe Brandlast führen, welche sich wie oben angemerkt im betrieblichen Ablauf kurzfristig und vor allem schwer planbar erheblich ändern kann.

Unter Berücksichtigung der genannten Punkte lassen sich folgende Empfehlungen für den

technischen Brandschutz in Abfallwirtschaftsbetrieben aussprechen:

Sortier- und Aufbereitungsanlagen:

- Feststellanlagen bei betrieblich bedingter Öffnung von Feuerschutzabschlüssen zwischen benachbarten Brandabschnitten
- Automatische Brandmeldeanlage mit Aufschaltung auf einen betrieblichen Leitstand oder die zuständige Leitstelle der Feuerwehr
- Mehrfachsensoren-Brandmelder: Kombination von Rauchmelder und Brandgasmelder; bei erhöhtem Staubaufkommen Kombination von Flammenmelder mit Brandgasmelder; Steuerung durch Brandmeldeanlage
- Feuerlöschanlage mit individueller Auslegung des Löschmittels an die Abfallfraktion
- Auf das Gebäude individuell angepasste Rauch- und Wärmeabzugsanlage
- Handfeuermelder

Abfall-Verbrennungsanlagen

- Automatische Brandmeldeanlage mit Aufschaltung auf einen betrieblichen Leitstand oder die zuständige Leitstelle der Feuerwehr
- Feuerlöschanlage mit individueller Auslegung des Löschmittels an die Abfallfraktion

Deponien, Lager und Umschlagplätze:

- Lineare Brandgasmelder entlang des zu überwachenden Haufwerks zur Detektion von Schwelbränden; Steuerung durch automatische Brandmeldeanlage
- Flammenmelder mit Infrarot- und Ultraviolett-Sensor oder Ausrichtung mehrerer Flammenmelder auf das zu überwachende Haufwerk zur Detektion von Flammenbränden; Steuerung durch automatische Brandmeldeanlage
- Überdachte Lagerplätze: Feuerlöschanlage mit individueller Auslegung des Löschmittels an die Abfallfraktion, z.B. Schaumlöschanlage bei der Lagerung von Kunststoffabfällen; Steuerung durch Brandmeldeanlage
- Handfeuermelder

2.3 Organisatorischer Brandschutz

Eine ausreichende Anzahl an Selbsthilfeanlagen, d.h. auf die Abfallfraktion abgestimmte Feuerlöscher sowie Wandhydranten, ist zum Teil gesetzlich vorgeschrieben und wird hier als vorausgesetzt angesehen.

Um die wichtigen betrieblichen Abläufe für den Brandschutz zu gewährleisten, empfiehlt sich die Etablierung eines Brandschutzmanagements. Hier sollten zunächst die Forderungen aus diversen Quellen (Gesetze, Verordnungen, Anforderungen der Versicherer, Baugenehmigung etc.) gesichtet und in Verbindung mit den betrieblichen Zuständen verglichen werden. Die Beseitigung von Mängeln bedarf Ressourcen, die freigegeben werden müssen. Dies beginnt mit einer klar kommunizierten Aufteilung der Aufgaben und Zeitkontingente auf verantwortliche Führungskräfte, Brandschutzbeauftragte, Brandschutzhelfer und Beschäftigte.

Des Weiteren sollten Prozesse etabliert werden, die reibungslose Abläufe der Aufgaben beschreiben, wie z.B. der Erstellung und Aktualisierung der Brandschutzordnung nach DIN 14096, eines Alarmplans, eines Feuerwehrlans, Freigabeverfahren für bestimmte Tätigkeiten, die Außerbetriebsetzung von Brandschutzanlagen zu Wartung- und Instandhaltungsarbeiten usw.

Die wohl zunächst wichtigste Aufgabe des Arbeitgebers besteht in der Brandschutz-Gefährdungsbeurteilung der Arbeitsstätten und damit verbundenen Tätigkeiten mit Betriebsmitteln und Arbeitsstoffen. Hier wird die Brandgefährdung anhand der Entstehungswahrscheinlichkeit eines Brandereignisses und das mögliche Schadensausmaß beurteilt. Dazu gehören auch feuergefährliche Tätigkeiten wie Schweißen, Löten, Schneiden und Brennen, auch wenn diese durch Fremdfirmen durchgeführt werden. Sollten hier nicht zu vernachlässigbare Risiken vorhanden sein, sind entsprechende Maßnahmen zu ergreifen, um entweder die Eintrittswahrscheinlichkeit oder das Schadensausmaß zu reduzieren oder abzustellen. Die Gefährdungsbeurteilung ist in regelmäßigen Abständen und sofort nach Unfällen, Beinaheunfällen und Sachschäden auf ihre Aktualität hin zu überprüfen.

Sollte ein Neubau, Umbau oder eine Nutzungsänderung geplant sein, empfiehlt es sich die Gefährdungsbeurteilung in der Planungsphase zu erstellen, um nötige Maßnahmen im Vorfeld zu bewerten. Als Folge der Gefährdungsbeurteilung sind die Beschäftigten und auch die auf dem Gelände tätigen Fremdfirmen zu informieren. Dies geschieht praktikabel anhand von Betriebsanweisungen, welche auf die Gefährdungsbeurteilungen abgestimmt sind und in jährlichen Unterweisungen den Beschäftigten zum Brandschutz oder speziellen Einweisungen für Fremdfirmen vor der Tätigkeitsaufnahme vermittelt werden.

Zu den Standardmaßnahmen gehört zum Beispiel das Rauchverbot auf dem gesamten Betriebsgelände, außer in dafür vorgesehenen Raucherbereichen oder ein Verbot vom Umgang mit offenem Feuer ohne Freigabe respektive das Heißenarbeiten-Erlaubnisverfahren. Sämtliche Maßnahmen müssen auf ihre Wirksamkeit hin überprüft werden. Dazu eignen sich jährliche Brandschutzkontrollen in Form von Begehungen.

Für Abfallentsorger ergeben sich unter Berücksichtigung der oben genannten Aspekte folgende Hinweise:

- Erkennen wesentlicher betrieblicher Abläufe, Strukturierung und Steuerung der Prozesse zum Brandschutz.
- Regelmäßige Wareneingangskontrollen aller Stoffströme
- Regelmäßige und häufige Reinigung sämtlicher Anlagen von Staub.
- Nach aller Möglichkeit Leerfahren der Anlagen zum Betriebsschluss und entfernen von Brandlasten.
- Bereitschaftsdienst für Betriebsruhe.
- Sicherer Stellplatz für Fahrzeuge.
- Erstellung der Brandschutz-Gefährdungsbeurteilung mit Maßnahmen und Wirksamkeitskontrolle.
- Erstellung von Betriebsanweisungen und der Brandschutzordnung, sowie Unterweisung der Beschäftigten und Einweisung der Fremdfirmen.
- Durchführung von jährlichen Brandschutzübungen.

- Feuerwehrplan mit der Feuerwehr abstimmen. Einsatz von Additiven im Löschwasser absprechen, um hohe Kosten für die Löschwasserentsorgung zu vermeiden.
- Übungen der Feuerwehr im Betrieb organisieren.

Während der bauliche und der technische Brandschutz in aller Regel entweder über Baupläne, Genehmigungen und Rechnungen für Erstellung und Errichtung sowie Wartung und Instandhaltung von technischen Einrichtungen

belegt sind, ergeben sich für den wirksamen organisatorischen Brandschutz auch Dokumentationspflichten, damit er nicht nur ereignismildernd, sondern auch haftungspräventiv wirksam ist: Nur die regelmäßige, nachvollziehbare und sorgfältige Dokumentation aller durchgeführten Maßnahmen des organisatorischen Brandschutzes hilft, um Behörden und Versicherern gegenüber darzustellen, dass ein Maximum unternommen wurde, um einen Brand zu verhindern bzw. seine Folgen gering zu halten.

2.4 Zwischenfazit

Wie in den drei Unterkapiteln des Kapitels 2 dargelegt, gibt es eine Fülle von Möglichkeiten des baulichen, des technischen und des organisatorischen Brandschutzes, für die es auch hinlängliche Anwendungserfahrungen in der Entsorgungsbranche gibt.

Dennoch leidet die Branche unter regelmäßigen Bränden und aufgrund der häufigen Schäden und Betriebsunterbrechungen gelten Anlagen der Entsorgungswirtschaft als „schwere Betriebsarten“ im Versicherungsschutz. Die Anzahl der verfügbaren Versicherer ist entsprechend sehr begrenzt und ein günstiger Versicherungsschutz ist mittlerweile schwer zu bekommen.

Somit ist zu konkludieren, dass offenbar die bestehenden baulichen, technischen und organisatorischen Konzepte des vorbeugenden Brandschutzes für die Entsorgungsbranche nicht ausreichend angewendet werden bzw. keine ausreichende Akzeptanz haben, um hinreichend sicher Schäden größeren Ausmaßes zu verhindern.

Nach eingehender Diskussion im Projektteam sind hierfür folgende Gründe verantwortlich:

- Die Komplexität einer Branche, die täglich mit Materialströmen unbekannter oder nur teilweise bekannter Herkunft und Zusammensetzung umgeht, mit welchen Brandquellen teilweise „auf den Hof geliefert werden“

- Die Tatsache, dass sich die Schutzziele des Baurechts (Schutz von Leib und Leben, gute Möglichkeiten der Brandbekämpfung und Schutz der Feuerwehrleute) von den Schutzziele des Privatrechts und des Versicherungsanspruchs (Schadensvermeidung beziehungsweise Minimierung des Schadens an Sachgütern) unterscheiden. – mit den üblichen Konzepten werden Leib und Leben und die Umwelt umfänglicher geschützt als versicherte Werte.

Entsprechend ergibt sich eine Entwicklungslücke, um zur Verfügung stehende Technologien und Organisationsformen so zu kombinieren, dass neben Leben und Umwelt auch Sachgüter geschützt werden und mithin die Versicherbarkeit verbessert wird, weil die Wahrscheinlichkeit des Sachschadens durch das Brandereignis geringer wird.

Bei der Schließung der Entwicklungslücke ist jedoch zu beachten, dass ein Schutzkonzept immer aus einer Kombination von Maßnahmen bestehen muss um erfolgreich zu sein.

Weiterhin ist für jeden Betrieb zu beachten: Für die versicherungstechnische Akzeptanz eines Schutzkonzeptes sollte der Versicherer eng in die Konzepterstellung eingebunden werden sofern Versicherungsschutz erzielt werden soll.

Dies wird im Kapitel 4 näher ausgeführt.



3. Notfallmaßnahmen im Falle eines Brandereignisses

Die im Kapitel 2 beschriebenen Vorkehrungen des baulichen, technischen und organisatorischen Brandschutzes reichen auf Grund der beschriebenen Besonderheiten der Branche nicht immer aus, um ein Brandereignis zu verhindern bzw. so früh zu erkennen, dass der Entstehungsbrand sofort gelöscht wird. Daher ist zur Reduzierung von Schadenshöhen auch von Bedeutung, wie gut, wirksam und schnell die Notfallmaßnahmen im Falle eines Brandereignisses funktionieren, die über den sofort löschbaren Entstehungsbrand hinausgehen.

Hat sich ein Entstehungsbrand ausgebreitet, so ist es die Aufgabe des abwehrenden Brandschutzes, die individuell definierten Schutzziele bestmöglich zu erfüllen. Zuständig für den abwehrenden Brandschutz sind die öffentliche Feuerwehr bzw. die Werksfeuerwehr. Der Pflichtenumfang ist in den Feuerwegesetzen der Länder geregelt. Um die Einleitung von individuell auf den Betrieb zugeschnittenen Notfallmaßnahmen sicher zu stellen, bedarf es im Vorfeld einer sehr detaillierten Abstimmung mit der Feuerwehr. Dies erfolgt im Rahmen der Realisierung der organisatorischen Brandschutzmaßnahmen. Die bereits mehrfach erwähnten VdS-Richtlinien VdS 2513 und VdS 2515 sowie die VdS-Hinweise VdS 2517 geben auch Empfehlungen für die innerbetriebliche Ausführung des abwehrenden Brandschutzes in den Abfallwirtschaftsbetrieben aus der Sicht der Versicherungsbranche.

Wie in der Einleitung erläutert, kommt aus der Sicht der Versicherer in Abfallwirtschaftsbetrieben insbesondere dem Schutz von Sachgütern eine hohe Bedeutung zu. Minimale Sachschäden entstehen nur dann, wenn das Feuer möglichst schnell gelöscht werden kann. Hat sich ein Entstehungsbrand bis zum Eintreffen der Feuerwehr schon über einen großen Bereich ausgebreitet, so erhöht sich die für das Löschen

benötigte Zeit erheblich. Dieses einfache Gedankenspiel verdeutlicht, dass der abwehrende Brandschutz nur so gut sein kann, wie es die vom Betrieb getroffenen Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes und deren strikte Umsetzung ermöglichen. Während die Entscheidung über die Effektivität der baulichen und technischen Brandschutzmaßnahmen in der Regel bereits in der Planungsphase des Betriebes oder im Rahmen einer Nachrüstung durch die Betriebsleitung gefällt wird, hängt die Effektivität vieler organisatorischer Maßnahmen von deren tagtäglichen Umsetzung ab.

Der abwehrende Brandschutz ist daher nur dann effektiv, wenn u.a. Flucht- und Rettungswege, Feuerwehrezufahrten, -umfahrten, aufstellflächen und -bewegungsflächen freigehalten, Feuerschutzabschlüsse geschlossen gehalten, sicherer Umgang mit brennbaren Betriebsstoffen sowie ausreichende Abstände zwischen Kraftfahrzeugen/Maschinen und brennbaren Abfällen eingehalten werden.

Im Notfall kann der Betrieb auch selbst aktiv zur Schadensminimierung beitragen. So können die ausgebildeten Brandschutzhelfer Anweisungen gemäß dem Notfallplan ausführen, bei Bedarf Strom abschalten, Feuerschutzabschlüsse schließen, den Feuerwehreinsatz vorbereiten, die Feuerwehr einweisen, informieren (abwehrende Sicherheitseinrichtungen, Brandklasse, Brandlasten, besondere Gefahr des Übergriffs des Feuers auf andere Brandabschnitte usw.), sowie bei der Brandbekämpfung und Löschwasserrückhaltung unterstützen. Ferner ist die Aufstellung eines Bereitschaftsdienstes beim Radlader-Personal zum Manövrieren der Brandlast während eines Löscheinsatzes der Feuerwehr sehr zu empfehlen.



4. Moderne und kostengünstige Technologien zur Brandprävention, Brandfrüherkennung und Brandbekämpfung für den Einsatz in der Abfallwirtschaft

Nach dem sich aufdrängenden Denkprinzip,

1. durch organisatorische und technische Maßnahmen eine möglichst optimierte Prävention vor der Brandentstehung zu betreiben,
2. falls dies aus irgendwelchen Gründen misslingt einen dennoch entstehenden Brand frühestmöglich zu erkennen und
3. dann die Brandbekämpfung möglichst ohne jede zeitliche Verzögerung anlaufen zu lassen,
4. bieten moderne digitale Technologien neue Chancen, die die Brandprävention in der Abfallwirtschaft ebenso wie die eventuelle Versicherbarkeit verbessern können.

Insbesondere muss es darum gehen, die Verlässlichkeit der Brandfrüherkennung weiter zu verbessern und die Zeit zwischen Brandentstehung und Brandbekämpfung zu verkürzen, indem auch in Bereichen, in denen Sprinkleranlagen bzw. fest installierte Löschwerfer o.ä. erschwert einsetzbar sind (etwa Außenbereich) die Brandbekämpfung automatisiert anläuft,

so dass der Brand und der Schaden klein gehalten werden oder im Idealfall gelöscht sind, bis die Feuerwehr eintrifft.

Grundsätzlich geht es um Techniken wie Thermografie-Kameras; Optische Melder für Rauch, Feuer und Temperatur; Löschwerfer; Mobile Löschroboter; Mobile Löschsyste-me und Schaumerzeuger; Rauchwarnmelder mit unterschiedlichen Funkschnittstellen oder insbesondere digital verknüpfte denkbare Kombination dieser Technologien.

Zu unterscheiden sind etablierte und durch die Versicherungswirtschaft anerkannte Systeme von neuen Technologien und/oder „low budget“ Systemen, die zwar nutzbringend sein können, aber zumindest bislang nicht durch die Versicherungswirtschaft anerkannt werden. Eines der Ziele des Projektes ist es, den Markteintritt und die Bekanntheit solch attraktiver Techniken, die ggf. in Kombination mit anerkannten Systemen den Schutz verbessern, zu erleichtern.

Exkurs: Anerkennung von Systemen durch VdS

Die VdS Schadenverhütung GmbH ist eine 100%-ige Tochtergesellschaft des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft (GDV). Die Erfüllung der Anforderungen für eine VdS-Anerkennung sind damit kein notwendiges, aber oft ein wichtiges Anerkennungsinstrument für Hersteller, um Systeme auf den Markt zu bringen, die grundsätzlich zur Herbeiführung von Versicherungsschutz geeignet sind.

Eine VdS-Anerkennung ist sowohl für Serienprodukte als auch für Sonderanfertigungen möglich – für alle Technologien wird ein passendes VdS-Prüfverfahren angewendet oder notfalls konzipiert. Die Prüfungen sind auch entwicklungsbegleitend möglich. Prüfung und Zertifizierung durch VdS setzen einen privatrechtlichen Auftrag des Herstellers voraus und verlangen (quasi als notwendige Eingangsvoraussetzung) die bestehende Zertifizierung des Qualitätsmanagements nach ISO 9001 Herstellers. Nach dem erfolgreichen Abschluss der Prüfungen (und der Erfüllung aller weiteren Voraussetzungen) wird ein Zertifikat über die VdS-Anerkennung des Produkts ausgestellt und das Produkt mit einem VdS-Qualitätssiegel, das auch werblich eingesetzt werden darf, ausgestattet werden.

Auch nach der Anerkennung unterliegen die zertifizierten Produkte regelmäßigen Überwachungsmaßnahmen (z.B. Produkt-Audits im Herstellerwerk oder Prüfung von Produktproben) durch die VdS GmbH.

Prüfungen im Rahmen von VdS-Anerkennungsverfahren werden, wenn keine ausreichenden nationalen oder europäischen Regelwerke verfügbar sind, nach VdS-Richtlinien durchgeführt. Für Brandfrüherkennungssysteme, Brandmeldeanlagen oder Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen werden die im Anhang zitierten Normen zu Grunde gelegt.

Die Auflistung in den folgenden Kapiteln wurde daher mit einer farblichen Kennzeichnung versehen, um die notwendige Transparenz für die potentiellen Anwender zu schaffen:

- Durch Versicherungswirtschaft anerkannte Technik (was aber immer noch der Klärung im Anwendungsfall bedarf, auch hier darf der Versicherungsnehmer nicht davon ausgehen, bei Anwendung dieser Technik Versicherungsschutz zu erlangen.)
- Neue Technik, durch Versicherungswirtschaft noch nicht anerkannt bzw. noch nicht bewertet

Grundsätzlich ist an dieser Stelle zu unterstreichen, dass Brandschutzinvestitionen in einer Größenordnung von bis zu 300.000 € auch für einen mittelständischen Betrieb nicht unüblich sind. Für VDS zertifizierte Systeme waren in der Vergangenheit auch deutlich größere Summen nicht selten. Mit „kostengünstige Technologien“ beziehungsweise „low-cost-technolo-

gy“ sind somit Investitionspakete gemeint, die am unteren Rand des Spektrums liegen und für welche die jeweiligen Investitionskosten in Relation mit Versicherungsprämien und Selbstbehalten bewertet lohnenswert und bezahlbar sind und nicht Techniken, die als absolute Größe „billig“ sind bzw. „wenig kosten“.

Unabhängig von bestehenden Zulassungen soll in diesem Abschnitt bewertet werden, welche Technologien einsatzreif sind oder zumindest eine Entwicklungsbasis bieten, die innerhalb von Zeiträumen von 12-18 Monaten bis zu einer Einsatzreife entwickelt werden können.

Da es in diesem Projekt auch darum ging, der Abfallwirtschaft eine praktische Handreichung zu überlassen, wurden auch Namen von Herstellern und Produkten genannt. Die Autoren unterstreichen allerdings, dass diese Nennung keinen Anspruch auf Vollständigkeit hat und auch nicht genannte Produkte / Hersteller wirksame Technologien anbieten.

4.1 Brandfrüherkennung

Infrarotkameras zur thermographischen Überwachung von Abschnitten einer Halle, eines Hofes oder von Haufwerken sind bereits eine etablierte Technologie zur Brandfrüherkennung. Die Thermografie erlaubt eine schnelle Erfassung der Temperaturerhöhung, sie erfasst jedoch lediglich die oberflächlich abgestrahlte Wärme. Bezüglich Entwicklung, Produktion und Umsetzung ist die Firma Orglmeister Infrarotsysteme GmbH und Co. KG zweifelsohne eine der ersten Adressen am europäischen Markt.

Die Thermografie-Kameras der Firma Dias Infrared bilden hierzu ein attraktives Konkurrenzprodukt: Ein permanentes Überwachungssystem ausgestattet mit hochsensiblen Wärmebildkameras vom Typ PYROVIEW ist grundlegender Bestandteil des Konzepts. Durch eine kontinuierliche, automatische Temperaturmessung können mit diesem System Glimmnester oder Schwelbrände frühzeitig erkannt und beseitigt werden. Die Monitore des Brandfrüherkennungssystems stellen zusammen mit der Software PYROSOFT FDS die Thermografiebilder der Infrarotkameras in ei-

ner Schwarz-Weiß-Skala dar: Dunkle Flächen kennzeichnen kalte Bereiche, helle Flächen dagegen hohe Temperaturen. Im Alarmfall verfärben sich die Bereiche, in denen die zuvor definierte Temperatur überschritten wird, rot. So kann ein möglicher Brandherd sofort identifiziert werden. Zu überwachende Bereiche können durchgehend automatisiert überwacht und Alarmereignisse sofort der Feuerwehr gemeldet werden.

Ein weiterer Akteur auf diesem Markt ist die deutsche Firma Optris. Die Infrarotkamera optris PI 640 ist nach Herstellerangaben die kleinste messende VGA -Wärmebildkamera der Welt. Mit einer optischen Auflösung von 640 x 480 Pixel liefert sie Wärmebilder in Echtzeit und misst in dem Temperaturbereich von -20°C bis 900°C. Dieser kann optional bis 1500°C erweitert werden. Mit einer Gehäuse-Größe von nur 46x56x90 mm und einem Gewicht von 320 Gramm (inkl. Objektiv) gehört die optris PI 640 zu den kompaktesten Wärmebildkameras auf dem Markt. Die Analysesoftware optris PIX Connect ist lizenzfrei und bereits im Preis inbegriffen. Diese bietet

Aufnahme- und Auswertungsmöglichkeiten und verfügt zusätzlich über eine Zeilenkamera-Funktion, mit der sich bewegende Messobjekte innerhalb eines Prozesses überwacht werden können. Die Software ermöglicht die Datenübertragung zu anderen Software-Programmen in Echtzeit. Dies umfasst zahlreiche Funktionen zur automatischen Prozess- und Qualitätskontrolle, zum Beispiel die individuelle Einstellung von Alarmschwellen in Abhängigkeit vom Prozess. So kann auf Temperaturschwankungen unmittelbar reagiert werden. Neben der Auflösung (mittlerweile ist eine Auflösung von 16.500×9600 Pixel möglich), der Redundanz (mehrere Kameras / Detektoren parallel, falls einer ausfällt) und der gleichzeitigen Videoaufzeichnung und der Kopplung mit einer Analysesoftware ist auf die Pflege und Unterhaltung der Anlagen zu achten. Eine Druckluftspülung der Kamerasensoren ist wichtig, um vor Verstaubung/Verschmutzung zu schützen. Unterschieden wird zwischen mobilen und stationären Anlagen. Bei einer angewendeten Analysesoftware ist darauf zu achten, dass nicht nur die absolute Temperatur des überwachten Objekts, sondern auch der Temperaturgradient vernünftig analysiert wird. Gerade bei von der Sonne beschienenen Haufwerken kann in den Nachmittagsstunden eine absolute Temperatur normal sein, welche bereits zu einem Alarm führen würde, wenn sie an der Oberfläche des Haufwerks innerhalb sehr kurzer Zeit erreicht würde. Wenn die absolute Temperatur dann zu regelmäßigen Fehlalarmen führen würde, dann wäre der Ereignisprävention nicht optimal gedient. Ein besonderes Augenmerk bei der Einsatzplanung ist die Eindringtiefe der Infrarot-Thermographie-Kameras. Diese ist abhängig von den überwachten Materialien und muss für den jeweiligen Fall optimal und individuell eingerichtet und ggf. iterativ erprobt werden.

Ein relativ neuer Akteur am Markt ist die Firma Stöbich Active Safety in Hannover (die Firma ist eine Tochtergesellschaft einer sehr etablierten Unternehmensgruppe, insofern kein start-up). Sie bietet visuelle Brandmelder mit Multi-Detektor (Thermopile-Modul) und reagiert auf Feuer, Rauch & Temperatur, was zur Mini-

mierung von Fehlalarmen führt. Separate Einstellungen für jedes Messverfahren und Überwachung, Auswertung, Alarmierung & Steuerung von Löschanlagen durch Brandmeldezentrale sowie eine Remote-Überwachung (SODALIS) und eine Dynamische Maskierung (bedeutet, dass bestimmte Bereiche, in denen z.B. auf Grund von regelmäßiger Staubeentwicklung ein Fehlalarm entstehen könnte, aus der Detektion durch Maskierung herausgefiltert werden) ermöglichen die simultane Weiterleitung des Alarms an verschiedene weiteragierende Systeme.

Ein weiteres Prinzip zur Früherkennung von Bränden sind sogenannte Thermosensoren. Bei einem Thermosensor handelt es sich um ein relativ preisgünstiges Gerät zur Wärmedetektion und Aktivierung eines Alarms, das selbstständig mittels Temperatur einen Brand erkennt und mittels einem erzeugten Impulsstrom ein Löschmodul oder andere Module aktiviert. Entsprechend kann ein Thermosensor ein Signal auf andere Systeme wie zum Beispiel Brandmeldeanlagen oder Elektroverteilungen ausgeben. Thermosensoren sind vergleichsweise robust und können laut Herstellerangaben bis zu zwölf Jahre ohne technische Wartungen autark und zuverlässig arbeiten. Am Markt gibt es Modelle mit unterschiedlichen Auslöser Temperaturen (beim Hersteller Sapfir/Tungus beispielsweise 72 °C , 93 °C und 110 °C .) Technisches Hauptmerkmal der Thermosensoren ist ein Ring aus Metall, welcher sobald die Temperatur am Bimetallring erreicht ist abspringt. Ein Dorn aus Metall löst sich dann vom Kopfstück des Sensors und springt zurück. Ein auf dem Dorn montierter Magnet wird durch eine Sprungfeder nach hinten gedrückt und erzeugt dabei einen elektrischen Impuls, der auf die Anschlussfelder übertragen wird. Der erzeugte Impulsstrom wird zum entsprechenden Modul (etwas Brandmeldeanlage) übertragen und reicht aus, dieses zu starten.

Die Dauer bis zur Impulserzeugung hängt bei Thermosensoren von der Umgebungstemperatur und der Hitzeentwicklung im Brandfall ab. Als Standard gelten zum Beispiel 3 °C/min Temperaturveränderung. Die überwachte Fläche für einen Sensor kann bis zu 25 m^2 über-

tragen und ein Sensor muss in der Mitte des geschützten beziehungsweise zu überwachenden Bereiches circa 15 cm unter der Decke angebracht werden. Starke Vibrationen, Beschleunigungen von über 4G sowie Stöße und elektromagnetische Felder hoher Dichte wie zum Beispiel Hochvolt-Transformatoren oder Hochvolt-Kabelkanäle stören die Sensoren. Entsprechend handelt es sich bei Thermosensoren um relativ preiswerte (wir sprechen von Stückpreisen unter 200 €), nicht-intelligente Geräte, die im Alarmfall ein einzelnes Signal abgeben, aber eben aufgrund des geringen Preises idealerweise mit anderen Techniken kombiniert werden können, um durch Redundanz die Wahrscheinlichkeit der Erkennung eines Ereignisses zu erhöhen.

Eine recht neue Entwicklung sind autonome Drone-in-a-Box-Systeme mit zugehöriger Dienstleistung: Als fliegende sensorische Platt-

form kann ein Drohnensystem Aufgaben für

- Sicherheit
- Brandschutz und
- Kartierung

erfüllen, ohne dass ein Pilot erforderlich ist. Eine Drohne ermöglicht autonom eine deutlich erhöhte Häufigkeit brandschutzrelevanter Kontrollen und Datenerfassungen bei minimalen Zusatzkosten pro Kontrolle. Mit mehreren Multikoptern kann eine permanente Brandschutzüberwachung aus der Luft realisiert werden. Dies spart Personalressourcen, insbesondere für eine kostenintensive Wochenendbesuche.

Ein Drohnensystem signalisiert auf der Grundlage thermografischer Daten autonome potenzielle Gefahren. Die Daten werden in einer-Zentrale geprüft und können auf Anfrage direkt per Smartphone-App an die zuständigen Mitarbeiter oder Notfallbehörden übertragen werden.

4.2 Signalverarbeitung

Zu beachten ist die Kopplung der Brandfrüherkennungssysteme mit Brandmeldezentrale und der Löschesteuerung. Moderne Anlagen haben integrierte Brandmeldeausgänge für alle gängigen Brandmeldeanlagen und erlauben die zielgenaue Ansteuerung von einem oder mehrerer Löschmonitore.

Der Signalverarbeitung – insbesondere durch selbstlernende Systeme mit einem gewissen Maß an künstlicher Intelligenz - ist somit besondere Bedeutung auch in Entwicklungen für die Zukunft beizumessen.

4.3 Sofortige Brandbekämpfung

Zur sofortigen Brandbekämpfung sind fest installierte Löschwerfer eines der gängigen Mittel der Wahl. Kombiniert mit Thermographie Überwachung oder anderen Brandfrüherkennungssystemen, einer Entfernungsmessung, Objekterkennung und Steuerung/Ausrichtung über zwei oder drei Achsen und mit einer Wurfweite von bis zu 6 m sind Löschwerfer mit dem Löschmittel Wasser oder Schaum oder

Schwerscham bzw. Kombinationen der verschiedenen Löschmittel eine geeignete Technik zur Bekämpfung des Brandes direkt nach seiner Entstehung und bis zum Eintreffen von Feuerwehr. Auch in Fällen, wenn die komplette Löschung des Brandes nicht erreicht werden kann, kann zumindest die Ausbreitung des Brandes wirksam bekämpft werden.

Für Werfer wie beschrieben ist die Firma Rosenbauer Brandschutz GmbH eine etablierte Adresse.

Alternativ bieten sich Brandbekämpfungsturbinen an, die technologisch auf Schneekanonen aus dem Wintersportbereich basieren. Die Brandbekämpfungsturbine FT10e etwa der Firma Emicontrols GmbH stellt eine neue und innovative Generation stationärer Brandbekämpfung dar. Die Turbine ist außen mit einem Düsenkranz versehen, welcher Wasser zu feinem Wassernebel zerstäubt und dann mittels Propeller verteilt. Wassernebel entzieht dem Feuer die Hitze sehr schnell und senkt die Temperatur wesentlich. Ihr Alleinstellungsmerkmal nach Herstellerangaben ist die Tatsache, dass die Brandbekämpfungsturbine Wassernebel weiter werfen kann als Konkurrenzprodukte und somit das Feuer schneller löschen.

Die Brandbekämpfungsturbine FT10e wurde ursprünglich für den stationären Brandschutz entwickelt; eine mobile Variante ist im nächsten Abschnitt beschrieben. Sie bietet vor allem Betrieben die von Natur aus anfällig für Brände sind (wie bspw. Recycling-Zentren, Fernheizwerken oder andere Industrieanlagen) Schutz. Die Position bzw. die Anzahl der Turbinen müssen jeweils individuell gewählt werden. Die Brandbekämpfungsturbine kann vollautomatisch von jedem Branddetektionssystem angesteuert werden und somit in bereits bestehende Systeme integriert werden. Im Falle eines Brandes schaltet sich die Turbine ein und hält das Feuer unter Kontrolle, bis die Feuerwehr eintrifft.

Da die Turbine wie beschrieben mit Wassernebel arbeitet, kann im Brandfall kann die Struktur von Gebäuden durch den Wassernebel gut gekühlt werden und die geringeren verwendeten Löschmengen führen auch zu reduzierten Brandfolgekosten durch Löschwasserbeseitigung, was ein Vorteil hinsichtlich der Versicherbarkeit ist.

Ergänzend zu Werfern ist der Einsatz von Schaumerzeugersystemen – etwa von der Firma BIG Brandschutz Innovationen – zu erwägen. Das Schaumerzeugersystem FlexiFoam ist für Einsätze geeignet, bei denen Räume

mit Schaum geflutet oder größere Bereiche mit einem Schaumteppich abgedeckt werden müssen. Die Schaumproduktion erfolgt direkt an der Brandstelle. Der unpraktische, verlustreiche Transport von fertigem Schaum entfällt. Zudem kann das FlexiFoam auch in verrauchten Bereichen eingesetzt werden, da zur Schaumerzeugung nicht die Umgebungsluft angesaugt werden muss, sondern Frischluft mittels Hochleistungslüfter über Spiralschläuche zugeführt wird.

Einmal in Stellung gebracht, kann der Schaumerzeuger ohne Personal im Gefahrenbereich betrieben werden. Auch bei vollständiger Überflutung produziert das FlexiFoam weiterhin Schaum und schützt sich dadurch selbst vor den Flammen. Über die Drehzahl des Hochleistungslüfters kann die Luftzufuhr und damit die Verschäumungszahl stufenlos reguliert werden.

Insbesondere in Außenbereichen ist ein angemessener Frost- und Windschutz für Löschanlagen stets im Konzept zu berücksichtigen.

Neben Werfern, Kanonen oder Schaumerzeugersystemen empfiehlt sich auch der ergänzende Einsatz sogenannter Löschgranaten: Bei einem Brand wird eine solche Einheit simpel in das Feuer geworfen und löscht nach Herstellerangaben automatisch und sehr schnell den Brand, bei Gewichten um die 10 kg schützen solche Löschgranaten eine Schutzfläche von bis zu 78 m².

Wo fest installierte Löschkanonen oder Werfer von Löschmitteln aufgrund der lokalen Gegebenheiten an Grenzen stoßen – zum Beispiel wegen der Größe des Objektes insbesondere im Außenbereichen - können Löschunterstützungsfahrzeuge und Pumpsysteme für das Feuerwehrewesen, die sogenannten Löschroboter ein geeignetes Mittel der Wahl sein.

Moderne Löschroboter wie etwa der LUF 60 der LUF Deutschland GmbH können Wasser, Mittelschaum oder Schwerschäum bis zu einer Wurfweite 80 m (Schaum bis zu 35 m) werfen und haben ferngesteuert einen Aktionsradius von 300 m um ihre Basis. Moderne Löschro-

boter sind steigfähig auf Stiegen oder Rampen mit einer Steigung bis zu 30°.

Ein Wettbewerbsprodukt ist der Löschroboter TAF35 der bereits erwähnten Südtiroler Firma emicontrols. Er besteht aus einer Brandbekämpfungsturbine montiert auf ein Raupenfahrwerk. Der Löschroboter kann mit Hilfe einer Fernbedienung gelenkt werden, ist nach Herstellerangaben sehr wendig, steigfähig und dadurch vielseitig einsetzbar. Auch dieser Löschroboter kann mit Schaum arbeiten.

Einsatztaugliche Löschroboter sollten so konstruiert sein, dass sowohl das Gerät selber als auch der Dieselmotor und die Steuerung bei extremer Hitze und niedrigem Sauerstoffgehalt der Umgebungsluft störungsfrei operieren können.

Besonders interessant ist die Kombination von Löschrobotern mit Brandfrüherkennungssystemen,

wenn die digitale Karte des zu überwachenden Objekts digital hinterlegt ist und die Löschroboter von den den Brand erkennenden Systemen zum Einsatzort gesteuert werden. Hierbei ist natürlich die freie Zuwegung beziehungsweise Freiheit der Fahrwege für den Löschroboter von entscheidender Bedeutung. Es liegt auf der Hand, dass auch ein optimal eingestelltes System zur Früherkennung des Brandes mit einem hochleistungsfähigen Löschroboter nicht hilft, wenn der Fahrweg durch ein Hindernis versperrt ist. Um nicht nach althergebrachter Methode den „Hofmeister“ an jedem Abend den Hof mit allen freizuhaltenen Fahrwegen kontrollieren zu lassen, bieten sich hier natürlich ebenfalls moderne Technologien an. Mithilfe eines Kamerasystems und einer vergleichbar einfachen künstlichen Intelligenz kann zu einer bestimmten Uhrzeit die Prüfung aller Fahrwege erfolgen um diese dann im System oder gegebenenfalls auch beim Versicherer frei zu melden.

4.4 Konklusion für Technikpakete

Es konnte aufgezeigt werden, dass es zahlreiche interessante Technologien gibt, die zur Verringerung des Schadensrisikos in der Entsorgungsbranche grundsätzlich tauglich scheinen und in Einzelfällen auch schon eine Wirksamkeit gezeigt haben. Dennoch sind zahlreiche Systeme bislang nicht von der Versicherungswirtschaft anerkannt – teils, weil die sichere Wirksamkeit noch nicht hinreichend belegt ist oder einfach weil nicht genügend Erfahrungen vorliegen.

Aktuell kann jeder Anwender einschätzen, welches Ziel er mit welchen Systemen verfolgen kann:

- A** Systeme für den versicherungstechnisch anerkannten Schutz oder
- B** Systeme für den Eigenschutz, Risikominimierung ohne versicherungstechnische Anerkennung.

Aus den genannten Ausführungen lassen sich die Anforderungen an Brandschutz – Technikpakete für die Entsorgungsbranche zumindest abstrakt wie folgt zusammenfassen.

1. Eine wirksame Kombination von Technologien, die die Versicherbarkeit der Entsorgungsbranche erhöht, besteht in jedem Fall aus den Teilpaketen Branderkennung zu einem frühestmöglichen Zeitpunkt, unverzögerte Signalverarbeitung und Brandmeldung sowie möglichst schnell anlaufender Brandbekämpfung.
2. Jede Kombination muss maßgeschneidert auf den jeweiligen Anwendungsfall bezogen konzipiert werden.
3. Im Bereich der Branderkennung empfehlen sich mehrere verschiedene Systeme in Kombination anstelle einer Redundanz von gleichartigen Systemen, die auf dem gleichen Detektionsprinzip basieren.
4. Im Bereich der Signalverarbeitung ist oberste Priorität eine zuverlässige und zumindest bedingt intelligente Bewertung der eingehenden Signale in Echtzeit und Weitergabe dieser Signale an Feuerwehr und die selbstfahrenden Systeme.

5. Technologien müssen stets von organisatorischen Prinzipien flankiert werden, hierzu gehört die Wartung, die Instandhaltung und regelmäßige Bereitschaftsprüfung aller eingesetzten Technologien.
6. Die Versicherung muss immer bewerten können, ob die genutzte Kombination von Technologien valide und solide ist.
7. Organisatorischer Brandschutz wird aufgrund häufiger Verstöße insgesamt kritisch gesehen. So sollte z.B. der Anlieferungsbereich zum Ende der Betriebszeiten frei von Brandlast sein, was oft nicht der Fall ist. Hier ist ebenfalls eine technische, automatisierte Belegführung der zum Teil täglich durchgeführten Arbeiten des organisatorischen Brandschutzes anzustreben: Eine Software fragt den Einsatzstatus aller eingesetzten Geräte ebenso wie die Wegefreiheit für selbstfahrende Systeme täglich zu einem bestimmten Zeitpunkt des Tages ab und meldet an den Versicherer eine „Statusmeldung“, die in Dunkelverarbeitung registriert wird. Nur bei fehlender Statusmeldung wird ein Bearbeiter informiert.

Diese Anforderungen waren auch gedankliche Grundlage für die Drehbücher beziehungsweise Szenarien der in diesem Projekt durchgeführten Feldversuche.



5. Ausblick auf Feldversuche zur Schließung der Entwicklungslücke

Es konnte aufgezeigt werden, dass es zahlreiche interessante Technologien gibt, die zur Verringerung des Schadensrisikos in der Entsorgungsbranche geeignet sind. Es ergibt sich allerdings die Situation, dass

- **A** die zertifizierten, von der Versicherungswirtschaft anerkannten Systeme häufig so kostspielig sind, dass Unternehmen sie nicht installieren;
- **B** trotz etablierter Technik der Branche in vielen Fällen kein Versicherungsschutz gewährt wird bzw. die Prämien der Angebote und die Selbstbehalte sehr hoch sind,
- **C** Unternehmen der Entsorgungsbranche teilweise sogar schon auf Versicherungsschutz verzichten und die eingesparten Prämien zur Verbesserung des Brandschutzes investieren,
- **D** Neue Technologien zwar bei Betrachtung geeignet scheinen, die Versicherbarkeit zu erhöhen, aber noch keine hinreichenden Erfahrungen vorliegen, um sie zur Grundlage von Versicherbarkeit zu machen.

Solch eine Situation ist klassisch als Entwicklungslücke zu bezeichnen. Durch Entwicklung vorstellbarer Technologien zur allgemeinen Anerkennung und Akzeptanz wäre sie schließbar. Es wurde daher entschieden, im weiteren Verlauf des Projektes durch Feldversuche einen ersten Ansatz zu Schließung dieser Lücke zu finden. In den Feldversuchen soll untersucht werden, inwiefern die ermittelte Wirksamkeit der eingesetzten Technologie repräsentativ für

die Wirksamkeit von analogen Produkten anderer Hersteller ist. Es sollten bessere Kombinationen von Technologien als die bisher zustande gekommenen überprüft werden.

Der Leitgedanke der Feldversuche sollte das „Enabling“ sein: Die Technologieanbieter werden motiviert, ihre Pakete so weiter zu entwickeln, dass Sie von der Abfallwirtschaft und den Versicherern eine Chance der Nutzung bekommen. Die Feldversuche sollten daher die Wirkung der Technologien im Einzelnen wie auch ihrer Kombination unter Bedingungen belegen, die eine Anwendung in der Realität ermöglichen. Die Marktakzeptanz soll hiermit vorbereitet werden. Auf diesem Wege soll die Zeitlücke zwischen jetzigem Zustand und der Versicherbarkeit von Abfallwirtschaftsbetrieben verkürzt werden. Hierdurch sollten die Versicherer zum zweiten Schritt motiviert werden.

Es soll keine VdS-Zulassung erreicht werden, aber mindestens eine Marktakzeptanz. Dies erfordert ein gutes Drehbuch. Nicht VdS zertifizierte Techniken werden überwiegend nicht genutzt, da diese vom Versicherer nicht akzeptiert werden. Eine gute Bewertung durch die Versicherungen würde hier einen Mehrwert bringen.

Daher sollen für die Feldversuche möglichst realistische Szenarien und Drehbücher geschrieben werden, um Perspektiven aufzuzeigen und die Anbieter anzuleiten, ihre Technologien so weiter zu entwickeln, dass sie marktreif und von der Versicherungswirtschaft akzeptierbar werden.



6. Liste recherchierter Hersteller

Orglmeister Infrarot-Systeme GmbH & Co. KG

PyroSmart (Thermografiekamera + Software zur Steuerung des Löschwerfers)

<http://www.orglmeister.de/index.php/systemloesungen/brandfrueherkennung>

Rosenbauer Brandschutz GmbH (& m-u-t GmbH & FLIR Systems Inc.)

IGNIS3D (Thermografiekamera + Entfernungsmessung)

<https://www.rosenbauer.com/de/de/world/produkte/vorbeugender-brandschutz/werferloeschanlagen>

Rosenbauer Brandschutz GmbH

RM15, RM30 oder RM80 (Löschwerfer)

<https://www.rosenbauer.com/de/de/world/produkte/vorbeugender-brandschutz/werferloeschanlagen>

Rosenbauer Brandschutz GmbH

FLASH CAFS AR60 - AR480 (Druckluftschaumsystem für stationäre Löschanlagen)

<https://www.rosenbauer.com/de/de/world/produkte/vorbeugender-brandschutz/werferloeschanlagen>

LUF Deutschland GmbH

LUF 60 (Löschroboter)

<https://www.luf60.at/de/loeschunterstuetzung/loeschroboter-luf-60/>

Steinberg Trade & Trust GmbH & Co. KG

TPS-12.24 (Mobiles Löschpulversystem)

<https://www.tungus.de/produkte/tps-12-24-mobiles-loeschpulversystem/>

Steinberg Trade & Trust GmbH & Co. KG

MPH (Pulverlöschmodule) + TPS 01 (Sensor)

<https://www.tungus.de/produkte/>

Stöbich Brandschutz GmbH

Baulicher Brandschutz

<https://www.stoebich.com/de/produkte/>

Stöbich Active Safety GmbH

Optische Melder

<http://www.stoebich-as.de/>

Optris GmbH

XI 80/XI 400/PI 400/PI 640 (Thermografiekamera) + PIX Connect (Software)
+ (USB Server für 450€ / PI NetBox für 1450 € / Industrielles Prozessinterface)

<https://www.iris-gmbh.com/produkt/iriscanfs/>

Optris GmbH

IRIScan Inline (Linescanner-Pyrometer) + Auswertebox

<https://www.iris-gmbh.com/produkt/iriscan-inline/>

InfraTec GmbH

Waste-Scan / Fire-Scan (Thermografiekamera)

<https://www.infratec.de/thermografie/objektueberwachung/fire-scan/>

Dias Infrared GmbH

PYROVIEW FDS (Thermografiekamera) + Pyrosoft FDS (Software) + Zubehör

<http://www.dias-infrared.de/produkte/thermografie-infrarot-systeme-2/infrarot-brandfrueherkennung-firedetectionsystem>

Pieper GmbH

IRMonitor (Thermografiekamera)

<https://pieper-video.de/systeme-prozessbeobachtung-sicherheitssysteme-thermalkamera-brandfrueherkennung-feuerraumkamera/#brandfrueherkennung>

FLIR Systems Inc.

A310 ex (Thermografiekamera)

<https://www.flir.de/products/a310-ex/>

Fike Deutschland

Video Analytics (Videokamera für Flammen- & Rauchererkennung)

<https://www.fike.de/products/videokamera-fike-video-analytics-ip-fur-flammen-und-rauchererkennung/>

Samcon Prozessleittechnik GmbH

SmokeCatcher (Software von Araani für Rauchererkennung) + Videokamera (von Axis)

+ Software Maintenance Agreement

<https://www.samcon.eu/de/produkte/software/smokecatcher/>

Zenner International GmbH & Co. KG

Easy Protect Radio (Rauchmelder mit M-Bus / LoRaWAN-Funkschnittstelle)

+ (MinoConnectRadio / Indoor IoT-Gateway IDUv2)

https://www.zenner.de/produkt/produkte_rauchmelder_funk.html

Hekatron Vertriebs GmbH

Genius Plus X (Rauchmelder mit Funkschnittstelle) + Funkmodul FM.Pro X

<https://www.hekatron-brandschutz.de/produkte/rauchmelder/produkte/genius-plus-x/>

Emicontrols

Stationäre Brandbekämpfungsturbine FTE10E

<https://www.emicontrols.com/de/brandbekaempfung/stationaerer-brandschutz/ft10e/>

7. Anhang 1

Aufstellung relevanter Normen:

- DIN 14675-1: „Brandmeldeanlagen - Teil 1: Aufbau und Betrieb“
- DIN 14675-2: „Brandmeldeanlagen - Teil 2: Anforderungen an die Fachfirma“
- DIN EN 54-1 bis DIN EN 54-32: Normenreihe zu Anforderungen an Brandmeldeanlagen
- DIN VDE 0833-1: „Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall - Teil 1: Allgemeine Festlegungen“
- DIN VDE 0833-2: „Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall - Teil 2: Festlegungen für Brandmeldeanlagen“
- DIN 14677-1: „Instandhaltung von elektrisch gesteuerten Feststellanlagen für Feuerschutz- und Rauchschutzabschlüsse sowie für elektrisch gesteuerte Feststellanlagen für Feuerschutzabschlüsse im Zuge von bahngelassenen Förderanlagen - Teil 1: Instandhaltungsmaßnahmen“
- DIN 14677-2: „Instandhaltung von elektrisch gesteuerten Feststellanlagen für Feuerschutz- und Rauchschutzabschlüsse sowie für elektrisch gesteuerte Feststellanlagen für Feuerschutzabschlüsse im Zuge von bahngelassenen Förderanlagen - Teil 2: Anforderungen an die Fachkraft“
- DIN EN 12101-1 bis 12101-10 und DIN 18232-1 bis DIN 18232-9: Normenreihe zu Anforderungen an Rauch- und Wärmeabzugsanlagen
- DIN EN 12845: „Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen - Automatische Sprinkleranlagen - Planung, Installation und Instandhaltung“
- DIN CEN/TS 14816: „Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen - Sprühwasserlöschanlagen - Planung, Einbau und Wartung“
- DIN EN 14972-1: „Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen - Feinsprüh-Löschanlagen - Teil 1: Planung, Einbau, Inspektion und Wartung“
- DIN EN 13565-1: „Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen - Schaumlöschanlagen - Teil 1: Anforderungen und Prüfverfahren für Bauteile“
- DIN EN 13565-2: „Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen - Schaumlöschanlagen - Teil 2: Planung, Einbau und Wartung“
- DIN EN 12416-1: „Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen - Pulverlöschanlagen - Teil 1: Anforderungen und Prüfverfahren für Bauteile“
- DIN EN 12416-2: „Ortsfeste Brandbekämpfungsanlagen - Pulverlöschanlagen - Teil 2: Planung, Einbau und Wartung“
- DIN EN 3-1 bis DIN EN 3-10: Normenreihe zu Anforderungen an tragbare Feuerlöscher
- DIN EN 14384: „Überflurhydranten“
- DIN EN 14339: „Unterflurhydranten“

Der Verband der Sachversicherer (VdS) hat zahlreiche Richtlinien im Bereich des anlagentechnischen Brandschutzes definiert. Im Folgenden ein Auszug relevanter Schriften:

- VdS 3429: „Auswahl des anlagentechnischen Brandschutzes, Leitfaden“
- VdS 2517: „Sortieranlagen.“
- VdS 2543: „Brandmeldeanlagen, Allgemeine Anforderungen, Anforderungen und Prüfmethode“
- VdS 2095: „Automatische Brandmeldeanlagen, Planung und Einbau“
- VdS 2489: „Brandmeldesysteme, Anforderungen und Prüfmethode“
- VdS 2540: „Brandmelderzentralen, Anforderungen und Prüfmethode“
- VdS 2843: „Richtlinien für die Zertifizierung von Fachfirmen für Brandmeldeanlagen (BMA) gemäß DIN 14675“

VdS 2496: „Ansteuerung von Feuerlöschanlagen, Planung und Einbau“

VdS 2098: „Natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (NRA)“

VdS 2133: „Anerkennung von Errichter unternehmen für natürliche Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (NRA)“

VdS CEA 4001: „Sprinkleranlagen, Planung und Einbau“

VdS 3188: „Wasserdampf-Sprinkleranlagen und Wasserdampf-Löschanlagen (Hochdruck-Systeme), Planung und Einbau“

VdS 2109: „Sprühwasser-Löschanlagen, Planung und Einbau“

VdS 2108: „Schaumlöschanlagen, Planung und Einbau“

VdS 2132: „Anerkennung von Errichter unternehmen für Feuerlöschanlagen“

VdS 3884 VdS-Merkblatt „Planung und Einbau von Löschmonitorsystemen in der Entsorgungswirtschaft“

Weitere Literatur:

Achelns, Justus (Hrsg.): „Muster-Richtlinie über den Brandschutz bei der Lagerung von Sekundärstoffen aus Kunststoff“ (Muster-Kunststofflager-Richtlinie – MKLR), bauaufsichtliche Mustervorschriften der ARGEBAU (Arbeitsgemeinschaft der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der 16 Länder der Bundesrepublik Deutschland), Beuth Verlag, Berlin, 1997

Leitfaden zur Brandvermeidung durch Selbstentzündung bei der Lagerung von Recycling- und Deponiestoffen Autoren: Dr. Errata, Anka Bergerac ORR Dr. –Ing. Martin Schmidta, Dr. -Ing. Fabio Ferrera Dir. u. Prof. Dr. –Ing. habil. Ulrich Krause. BAM Bundesanstalt für Materialforschung und –Prüfung a Fachgruppe II.2 „Reaktionsfähige Stoffe und Stoffsysteme“ b Fachgruppe VII.3 „Brandingenieurwesen“ Unter den Eichen 87, 12205 Berlin