

Übersicht über die gängigsten Messsysteme zur Beurteilung der Frachtcontainerbelastung

Um eindeutige Rückschlüsse auf eventuell vorhandene gefährliche Gase in einem Frachtcontainer ziehen zu können, ist eine umfassende Kenntnis der Messmethoden und -techniken für diese Stoffe erforderlich. Für die verschiedenen Begasungsmittel empfehlen sich unterschiedliche Bestimmungsverfahren. Jede Methode hat ihre Grenzen, die man kennen sollte, um Fehlinterpretationen zu vermeiden. Im Folgenden sind einige gängige Messverfahren beschrieben, eine Gegenüberstellung schließt sich an.

Messmethoden

Prüfröhrchen

Im Handel sind Messkoffer erhältlich, mit denen sich unterschiedliche Begasungsmittel und Industriechemikalien nachweisen lassen. Sie enthalten in der Regel ein Prüfröhrchen-Set und eine Messlanze, mit der sich auf einfache Weise die Luft im geschlossenen Frachtcontainer ohne Gefährdung für Personen untersuchen lässt. Bei den Prüfröhrchen handelt es sich meist um Glasröhrchen, die mit Silicagel gefüllt sind, das mit speziellen Chemikalien imprägniert ist. Diese Chemikalien bewirken in Kontakt mit dem zu bestimmenden Gas/Dampf eine Farbveränderung des Gels. Bei Prüfröhrchen können wie auch bei anderen Messverfahren Querempfindlichkeiten zu anderen Substanzen auftreten, d. h. die Ergebnisse können durch gleichzeitig anwesende andere Stoffe verfälscht werden. Diese Substanzen sind in der Anleitung der Prüfröhrchen aufgelistet. Auch temperaturbedingt oder luftfeuchtebedingt können Verfälschungen auftreten. Bei Prüfröhrchen sind Abweichungen von bis zu 30 % der gemessenen Werte und höher möglich. Deshalb ist es wichtig, dass die mit Röhrchen gemessenen Werte vor Freigabe des Frachtcontainers deutlich unterhalb der Bewertungsmaßstäbe liegen.

Photoionisationsdetektor (PID)

Der Photoionisationsdetektor (PID) erkennt flüchtige Kohlenwasserstoffe (Volatile Organic Compounds – VOC). Mit ihm lässt sich der zeitliche Verlauf der Konzentration von Kohlenwasserstoffen in der Luft am Arbeitsplatz verfolgen. Messungen mittels PID können insbesondere dazu genutzt werden, Expositionsspitzen aufzuzeigen und den Konzentrationsverlauf der Schadstoffe im Atembereich der tätigen Person festzustellen. Die Messungen liefern in der Regel Anhaltspunkte für eine effektive Reduktion der Belastung durch Schadstoffe in der Luft am Arbeitsplatz. Diese Methode ist indikativ, aber nicht selektiv. Das bedeutet, sie liefert einen Hinweis auf Kohlenwasserstoffe, kann aber nicht bestimmen, welcher Stoff in welcher Konzentration vorhanden ist. Auf einen positiven Messwert des PIDs sollte eine zusätzliche Messung folgen, z. B. mit Prüfröhrchen.

Gasmessgeräte mit Sensoren

Neben dem PID sind am Markt weitere mobile elektronische Gasmessgeräte mit spezifischen Sensoren für bestimmte Gase oder Dämpfe erhältlich. Häufig gebrauchte Sensoren finden Verwendung für: Sauerstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Ammoniak, Phosphorwasserstoff sowie die untere Explosionsgrenze.

Ionen-Mobilitäts-Spektrometer (IMS)

In einem vom deutschen Zoll eingesetzten mobilen Detektorsystem zur Untersuchung der Luft in Frachtcontainern stellt das IMS einen von mehreren Sensoren dar. Es zeichnet sich durch niedrige Nachweisgrenzen und die Möglichkeit zur Detektion verschiedener Begasungsmittel und Industriechemikalien aus. Vereinfacht kann die Funktionsweise so beschrieben werden: Die verschiedenen Substanzen einer Probe werden ionisiert; die Ionen driften anschließend in einem elektrischen Feld gegen die Strömungsrichtung eines Gases (z. B. Luft) und werden dabei entsprechend ihrer Größe getrennt und anschließend detektiert.

Selective Ion Flow Tube Mass Spectrometer (SIFT-MS)

Beim SIFT-MS handelt es sich um ein modernes Messgerät, das in Australien und Kanada sowie in den Niederlanden eingesetzt wird, um die Schadstoffbelastung von Frachtcontainern zu überprüfen. Das System erlaubt die selektive und universelle Bestimmung aller VOC einschließlich Lösungsmitteln in Luftproben bis zu 0,1 ppm und das sowohl im Rahmen von Feldmessungen als auch beim Einsatz in Laboratorien. Das System wird durch ausgebildete Personen bedient.

Thermodesorption-Gaschromatographie-Massenspektrometer (TD-GC-MS)

Mit dem TD-GC-MS können sowohl Begasungsmittel qualitativ und quantitativ nachgewiesen als auch unerwartete Substanzen wie Industriechemikalien identifiziert werden. Die Analytik der Proben erfolgt im Labor durch ausgebildete Personen, daher sind die Ergebnisse nicht sofort verfügbar.

Fourier-Transform-Infrarotspektrometer (FTIR)

Das FTIR ist eine spezielle Variante eines Infrarotspektrometers. Neben Laborgeräten stehen auch mobile Versionen zur Verfügung. Die Geräte dienen hauptsächlich dazu, das sonst nur schwer zu messende Begasungsmittel Sulfuryldifluorid nachzuweisen. Für die Interpretation der erhaltenen Spektren ist ein umfassendes Training erforderlich. Die stoffspezifischen Nachweisgrenzen in Relation zu den jeweiligen Grenzwerten sind zu beachten.

Gegenüberstellung ausgewählter Methoden

Die folgende Tabelle stellt die Vor- und Nachteile ausgewählter Messsysteme gegenüber.

Kriterium	Prüfröhrchen	PID	TD-GCMS	SIFT-MS
Selektivität	begrenzt	minimal	hoch	hoch
Empfindlichkeit	begrenzt	hoch	hoch	hoch
Genauigkeit	begrenzt	hoch	hoch	hoch
Kalibrierung	nie	halbjährlich	täglich	N/A
Ergebnisanzeige	Farbumschlag	Skala	digital	digital
Benutzerfreundlichkeit	mittel	hoch	niedrig	hoch
Qualitätssicherung	nein	ja	ja	ja
Erfassung aller Begasungsmittel	nein	nein	nein	ja
Messzeit incl. Auswertung	30 bis 60 Minuten	3 Sekunden	1 bis 2 Tage	1 bis 2 Minuten

Kriterium	Prüfröhrchen	PID	TD-GCMS	SIFT-MS
Messkosten	begrenzt	minimal	hoch	minimal
Mobile Anwendung	ja	ja	ja	ja
Investition	minimal	begrenzt	hoch	hoch
Labortraining erforderlich	begrenzt	begrenzt	ja	begrenzt