

Ausbreitungsverhalten von Gasen

Wie verteilen sich Gase im Raum?

Die Ausbreitung von Gasen ist abhängig von den vorhandenen Luftströmen, Temperaturunterschieden vom Gas zur Umgebung und vom Gewicht des Gases.

Die Belüftung des Bereiches hat den größten Einfluss auf das Ausbreitungsverhalten!

Im Freien spielt der Wind die tragende Rolle. In Gebäuden können Lüftungsanlagen (falls vorhanden: sofort ausschalten!) oder natürliche Lüftung die Ausbreitung bestimmen.

Ab Windgeschwindigkeiten ≥ 10 km/h erfolgt die Ausbreitung konzentriert in Windrichtung.

Gase, die deutlich wärmer sind als ihre Umgebung, steigen zunächst nach oben (z.B. bei Bränden werden Schadstoffe von der Thermik nach oben getragen), bis sich ihre Temperatur an die Umgebungstemperatur angepasst hat. Ggf. an der Austrittsstelle die Stofftemperatur messen (z.B. mit Wärmebildkamera oder Fernthermometer).

Gase, die deutlich kälter sind als ihre Umgebung, fließen zunächst nach unten (z.B. Stickstoff oder Wasserstoff werden tiefkalt transportiert), bis sich ihre Temperatur an die Umgebungstemperatur angepasst hat. Tiefkalte Gase sind an der Austrittsstelle mit bloßem Auge zu sehen (weißer Dampf)!

Sind keine Luftströme und keine relevanten Temperaturunterschiede von der Stoff- zur Umgebungstemperatur vorhanden, bestimmt das Gewicht (= molare Masse) die Ausbreitung. Hinweis: Statt der Masse ist oftmals die direkt von der Masse abhängige relative Gasdichte in Nachschlagewerken und Datenbanken angegeben zur Beurteilung der Ausbreitung.

In Bereichen ohne gerichtete Luftströmung (bei Windstille, also Windgeschwindigkeiten von 0 bis 10 km/h) kann von folgenden Ausbreitungsrichtungen ausgegangen werden:

- Gase, die leichter als Luft sind (relative Gasdichte < 1), breiten sich von der Gasquelle nach oben aus.
- Gase, die gleich schwer wie Luft sind (relative Gasdichte = 1), breiten sich um die Gasquelle in alle Richtungen aus.
- Gase, die schwerer als Luft sind (relative Gasdichte > 1), breiten sich von der Gasquelle nach unten aus.

Vorsicht! Sie können, ähnlich wie Flüssigkeiten, in tieferliegende Hohlräume „fließen“ und sich in diesen Hohlräumen (z.B. Kanäle, Schächte, Keller) konzentriert sammeln.

Hinweis: Reagiert ein Gas mit der Umgebungsatmosphäre, dann bestimmen die Eigenschaften des Gemisches das weitere Verhalten! Musterbeispiel ist hier Ammoniak.

Hintergrundwissen zum Einfluss der molaren Masse auf die Ausbreitung von Gasen:

Es gilt das Gasgesetz: $\text{Masse} / \text{Volumen} = \text{molare Masse} * [\text{Druck} / (\text{Gaskonstante } R * \text{Temperatur})]$

Die Dichte eines Gases ist proportional zur molaren Masse (auch Molgewicht genannt) bei gleicher Temperatur und gleichem Druck, d.h. Stoffe, deren molare Masse weniger als Luft (28,836 g / mol) beträgt, sind bei gleichen Umgebungsbedingungen automatisch leichter als Luft.

⇒ Stoffe, die leichter als Luft sind, steigen nach oben. Schwerere Stoffe sinken nach unten.

Welche Gase sind leichter als Luft?

Es gibt nur eine begrenzte Anzahl von Gasen, die bei gleichen Umgebungsbedingungen leichter als Luft sind, d. h. deren molare Masse weniger als 28,836 g / mol beträgt.

Es handelt sich um folgende 11 Gase, von denen 7 Gase brennbar sind:

Gas	Formel	Molgewicht	Siedepunkt	brennbar
Wasserstoff	H ₂	2,016	-252,77 °C	ja
Helium	He	4,003	-268,94 °C	nein
Methan	CH ₄	16,043	-161,5 °C	ja
Ammoniak	NH ₃	17,032	-33,41 °C	ja/nein
Fluorwasserstoff	HF	20,010	19,51 °C	nein
Neon	Ne	20,183	-246,06 °C	nein
Acetylen	C ₂ H ₂	26,038	-84,03 °C	ja
Diboran	B ₂ H ₆	27,690	-92,5 °C	ja
Kohlenstoffmonoxid	CO	28,011	-195,82 °C	ja
Stickstoff	N ₂	28,016	-195,82 °C	nein
Ethen	C ₂ H ₄	28,054	-103,78 °C	ja
Luft: M = 28,236 g/mol				

Ammoniak nimmt eine Sonderstellung ein: Aufgrund seiner Schwerentflammbarkeit und hohen UEG wird Ammoniak im Außenbereich und beim Gefahrguttransport als "nicht brennbar" eingestuft. Ex-Gefahr ist also in diesen zwei Fällen nicht zu erwarten, es ist jedoch ein starkes Atemgift und ätzend. Zudem verbindet es sich mit der Luftfeuchtigkeit und ist somit bei einem Stoffaustritt außerhalb der Anlage / des Behälters schwerer als Luft.

Bei Fluorwasserstoff werden bei normalen Raumtemperaturen (HF)₃-Komplexe ausgebildet, wodurch das resultierende Gas schwerer als Luft wird.

Am häufigsten von diesen 11 Gasen dürfte der Feuerwehr das Gas Methan in Form von Erdgas im ABC-Einsatz begegnen. Erdgas besteht zu 75 – 99 % aus Methan.

Biogas (welches uns neben der Biogasanlage auch als Faulgas z.B. im Abwasserbereich begegnen kann) ist ein Gemisch aus 45 – 75 % Methan (CH₄), 25 – 55 % Kohlenstoffdioxid (CO₂), 0 – 5 % Stickstoff (N₂), 0 – 2 % Sauerstoff (O₂), 0 – 1 % Schwefelwasserstoff (H₂S) sowie Spuren anderer Gase. Biogas kann in Abhängigkeit seiner Zusammensetzung leichter, schwerer oder genau so schwer wie Luft sein. Zudem kann sich Biogas entmischen. Hier ist eine klare Aussage zum Ausbreitungsverhalten nicht möglich.

► Der Betreiber kann Auskünfte zur Zusammensetzung des Biogases seiner Anlage geben.

Zusatzinformation: Mit Ausnahme des brennbaren Cyanwasserstoffs (HCN, M = 27 g / mol), auch Blausäure genannt, gilt: Brennbare Dämpfe sind schwerer als Luft!