

# Ausbreitungsverhalten von Gasen

Wie verteilen sich Gase im Raum?

Die Ausbreitung von Gasen ist abhängig von ggf. vorhandenen Luftströmen, Temperaturunterschieden vom Gas zur Umgebung und der relativen Gasdichte 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 von 10 km/h erfolgt die Ausbreitung konzentriert in Windrichtung.

**Gase, die deutlich wärmer sind als ihre Umgebung, steigen immer nach oben** (z.B. bei Bränden werden Schadstoffe von der Thermik nach oben getragen). Ggf. zur Temperaturbestimmung Wärmebildkamera nutzen und an Austrittsstelle Temperatur messen.

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

Reagiert das brennbare Gas mit der Umgebungsatmosphäre bestimmen die physikalischen Eigenschaften des Gemisches das weitere Verhalten! Musterbeispiel ist hier Ammoniak.

Sind keine Luftströme und keine relevanten Temperaturunterschiede von der Stoff- zur Umgebungstemperatur vorhanden, bestimmt die relative Gasdichte die Ausbreitung:

Die relative Gasdichte berechnet sich aus der Dichte des Gases geteilt durch die Dichte der Luft. Die Dichte von Luft beträgt dabei 1,293 kg/m<sup>3</sup>.

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

Gase mit einer relativen Dichte < 1 werden sich von der Gasquelle nach oben ausbreiten.

Gase mit einer relativen Dichte = 1 werden sich um die Gasquelle nach allen Richtungen ausbreiten.

Gase mit einer relativen Dichte > 1 werden sich von der Gasquelle nach unten ausbreiten. Vorsicht! Sie können, ähnlich wie Flüssigkeiten, in tiefer liegende Hohlräume „fließen“ und diese Hohlräume (z.B. Kanäle, Schächte) auffüllen.

Welcher Zusammenhang besteht zwischen dem Molgewicht und der relativen Gasdichte?

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

Die Dichte eines Gases ist proportional zur molaren Masse bei gleicher Temperatur und gleichem Druck, d.h. bei Stoffen, deren molare Masse weniger als Luft (28,836 g/mol) beträgt, ist die relative Gasdichte bei gleichen Umgebungsbedingungen automatisch kleiner eins => Stoffe, die leichter als Luft sind, steigen nach oben.

## 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 Molgewicht weniger beträgt als 28,836 g/mol.

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

Gas	Formel	Molgewicht	Siedepunkt	brennbar
Wasserstoff	H <sub>2</sub>	2,016	-252,77 °C	ja
Helium	He	4,003	-268,94 °C	nein
Methan	CH <sub>4</sub>	16,043	-161,5 °C	ja
Ammoniak	NH <sub>3</sub>	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 <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	26,038	-84,03 °C	ja
Diboran	B <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	27,690	-92,5 °C	ja
Kohlenstoffmonoxid	CO	28,011	-195,82 °C	ja
Stickstoff	N <sub>2</sub>	28,016	-195,82 °C	nein
Ethen	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	28,054	-103,78 °C	ja
Luft: M = 28,236 g/mol				

Alle anderen explosiven Gase und Gasgemische sind schwerer als Luft.

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 Atemgift. Zudem verbindet es sich mit der Luftfeuchtigkeit und ist somit bei einem Stoffaustritt im Freien schwerer als Luft.

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. Zudem findet Erdgas als Treibstoff in Fahrzeugen immer mehr Verwendung.

Biogas (welches uns neben der Biogasanlage auch als Faulgas z.B. in der Kläranlage oder Kanälen begegnen kann) ist ein Gemisch aus 45 – 75 % Methan (CH<sub>4</sub>), 25 – 55 % Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), 0 – 5 % Stickstoff (N<sub>2</sub>), 0 – 2 % Sauerstoff (O<sub>2</sub>), 0 – 1 % Schwefelwasserstoff (H<sub>2</sub>S) 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 Landwirt kann Auskünfte zur Zusammensetzung des Biogases seiner Anlage machen.

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