

Information

Gefährdungsbeurteilung für den Betrieb von Inkubatoren mit CO₂/N₂
Deutsch (DE)

Informationen zur Gefährdungsbeurteilung für den Betrieb von Inkubatoren mit CO₂ und N₂

Dieses Hinweisblatt enthält Vorschläge und Beispielberechnungen für Sicherheitsmaßnahmen beim Umgang mit Kohlendioxid (CO₂) und Stickstoff (N₂) im Labor. Dieses Hinweisblatt ersetzt nicht geltende lokale Bestimmungen oder die Sicherheitsdatenblätter des Gaslieferanten.

1 CO₂ und N₂ im Inkubator-Labor: Gefährdungen, Maßnahmen, Grenzwerte

1.1 Normen und Regelwerke in Deutschland

- ▶ Berücksichtigen Sie die nationalen Richtlinien zum Umgang mit Gasen und zu Einrichtung und Betrieb von Laboren.

Unabhängig von den bestehenden nationalen Richtlinien ist eine Gefährdungsbeurteilung dringend zu empfehlen, wenn Inkubatoren mit Gasen betrieben werden.

In diesem Dokument wird beispielhaft anhand der deutschen Gesetzeslage und daraus resultierenden Empfehlungen ein mögliches Vorgehen zur Gefährdungsbeurteilung dargestellt.

In Deutschland sind Grenzwerte für die Gaskonzentration und Vorgaben für den Umgang mit technischen Gasen in den *Technischen Regeln* der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin und in DIN-Normen aufgeführt. Die folgende Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll als Anhaltspunkt für die Recherche der jeweiligen nationalen Richtlinien dienen.

- Ratgeber zur Gefährdungsbeurteilung
- Technische Regel für Gefahrenstoffe – Schutzmaßnahmen (TRGS 500)
- Technische Regel für Gefahrenstoffe – Laboratorien (TRGS 526)
- Technische Regel für Gefahrenstoffe – Arbeitsplatzgrenzwerte (TRGS 900)
- Technische Regel für Betriebssicherheit – Befähigte Personen (TRBS 1203)
- DIN 1946-7:2009-07 Raumluftechnik – Teil 7: Raumluftechnische Anlagen in Laboratorien

1.2 Gefährdungen beim Umgang mit CO₂ und N₂

Das Arbeiten mit Inkubatoren erfordert den Einsatz der technischen Gase CO₂ oder N₂.

Gesundheitsgefahren

- CO₂-Konzentration in der Luft zu hoch: Erstickungsgefahr
- N₂: Erstickungsgefahr durch Verdrängung von O₂

Information

Gefährdungsbeurteilung für den Betrieb von Inkubatoren mit CO₂/N₂
Deutsch (DE)

1.3 Grenzwerte von CO₂ und O₂ in der Atemluft

Grenzwerte für die Gaskonzentration laut *Ratgeber zur Gefährdungsbeurteilung* (Hrsg.: Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin):

- Grenzwert CO₂: maximal 0,5 %
- Grenzwert O₂: mindestens 17 %

1.4 Maßnahmen: Gefährdungen durch technische Gase verringern

- ▶ Berücksichtigen Sie die nationalen Richtlinien zum Umgang mit Gasen und zu Einrichtung und Betrieb von Laboren.
- ▶ Führen Sie eine **Gefährdungsbeurteilung** für das Labor durch. Ergreifen Sie Maßnahmen gegen die erkannten Gefährdungen, z. B.
 - Maßnahmen, die bei Erreichen einer kritischen Gaskonzentration im Labor warnen (**Gaswarnsysteme**).
 - Maßnahmen, die sowohl im Normalbetrieb als auch bei Erreichen einer kritischen Gaskonzentration im Labor für einen Luftaustausch sorgen (**Lüftungssysteme**).

2 Hinweise für Gaswarnsysteme

- ▶ Berücksichtigen Sie beim Einsatz eines Gaswarnsystems die geltenden Vorschriften.

Mögliche Resultate einer Gefährdungsbeurteilung

- ▶ Ein Ausfall des Gaswarnsystems muss von außerhalb des Labors erkennbar sein.
- ▶ Das Gaswarnsystem muss an eine Notstromversorgung angeschlossen sein.
- ▶ Das Gaswarnsystem warnt bei einer zu hohen Konzentration von CO₂.
- ▶ Das Gaswarnsystem warnt bei einer zu niedrigen Konzentration von O₂.

3 Beispielberechnungen für Lüftungsmaßnahmen

Bei der Gefährdungsbeurteilung wird davon ausgegangen, dass bei einem Unfall Gas ausströmt. Die folgenden Berechnungen unterscheiden zwischen der Nutzung von Gasflaschen (begrenzte Gasmenge) und einem fest installierten Gasnetz (potenziell unendliche Gasmenge/über einen Zeitraum ausströmende Gasmenge).

Die folgenden Beispielberechnungen wurden auf Basis der deutschen Grenzwerte für die Gaskonzentration entwickelt. Alle Zahlenwerte sind Beispiele.

3.1 Austretende Gasmenge berechnen: Gasflaschen

Die folgenden Beispielberechnungen beziehen sich auf die vollständige Entleerung einer Gasflasche in einem Raum von 5 m × 6 m Fläche und 3 m Höhe.

Raumvolumen: 5 m × 6 m × 3 m = 90 m³

3.1.1 CO₂-Konzentration berechnen

Beispiel: Gasflasche CO₂

- Grenzwert: maximal 0,5% CO₂
 - Gasvolumen CO₂: 0,55 m³/kg*
 - Füllfaktor Gasflasche: 0,75 kg/L*
- * Beispielwerte. Angaben des Gaslieferanten beachten.

Die CO₂-Konzentration in der Raumluft (in Prozent) nach vollständiger Entleerung einer Gasflasche berechnet sich näherungsweise nach folgender Formel:

$$\frac{\text{Flaschenfüllgewicht in kg} \times 0,55 \text{ m}^3/\text{kg}}{\text{Raumvolumen in m}^3} \times 100 \%$$

CO₂-Konzentration in Prozent bei 90 m³ Raumluft und Gasflasche 6 kg:

$$\frac{6 \text{ kg} \times 0,55 \text{ m}^3/\text{kg}}{90 \text{ m}^3} \times 100 \% = 3,7 \%$$

CO₂-Konzentration in der Raumluft nach vollständiger Entleerung der Gasflasche: 3,7%. Grenzwert ist überschritten.

Information

Gefährdungsbeurteilung für den Betrieb von Inkubatoren mit CO₂/N₂
Deutsch (DE)

3.1.2 Verdrängung von O₂ durch N₂ berechnen**Beispiel: Gasflasche N₂**

- Grenzwert O₂-Konzentration: mindestens 17%
- Vereinfachter Wert für O₂-Konzentration in der Raumluft: 20%
- Gasvolumen N₂: 0,85 m³/kg \triangleq 0,2 m³/L bei Flascheninnendruck: 200 bar*
- * Beispielwerte. Angaben des Gaslieferanten beachten.

Die Verdrängung von O₂ in der Raumluft nach vollständiger Entleerung einer N₂-Gasflasche berechnet sich näherungsweise nach folgender Formel:

$$20 \% \times \left(1 - \frac{\text{Flaschenfüllvolumen in L} \times 0,2 \text{ m}^3/\text{L}}{\text{Raumvolumen in m}^3} \right)$$

O₂-Konzentration in Prozent bei 90 m³ Raumluft und Entleerung N₂-Gasflasche 10 L:

$$20 \% \times \left(1 - \frac{10 \text{ L} \times 0,2 \text{ m}^3/\text{L}}{90 \text{ m}^3} \right) = 19,5 \%$$

O₂-Konzentration in der Raumluft nach vollständiger Entleerung der N₂-Gasflasche: ca. 19,5 %. Grenzwert ist noch nicht unterschritten.

3.2 Austretende Gasmenge berechnen: Gasnetz

Bei einer stationären Gasversorgung (Gasnetz) ist im Störfall das ausströmende Gasvolumen in einem bestimmten Zeitraum von Bedeutung.

3.2.1 CO₂-Konzentration berechnen

Beispiel: stationäre Gasversorgung CO₂

- Gasversorgung liefert 50 L/min
- Gasvolumen pro Stunde: 3000 L/h = 3 m³/h

Die CO₂-Konzentration in der Raumluft (in Prozent) bei Zustrom aus Gasversorgung berechnet sich näherungsweise nach folgender Formel:

$$\frac{\text{Gaszustrom in m}^3/\text{h}}{\text{Raumvolumen in m}^3} \times 100 \%$$

CO₂-Konzentration in Prozent bei 90 m³ Raumluft und CO₂-Zustrom 3 m³/h:

$$\frac{3 \text{ m}^3/\text{h}}{90 \text{ m}^3} \times 100 \% = 3,3 \%/h$$

CO₂-Konzentration nach 1 h: 3,3%. Grenzwert ist deutlich überschritten.

3.2.2 Verdrängung von O₂ durch N₂ berechnen

Beispiel: stationäre Gasversorgung N₂

- Gasversorgung liefert 166 L/min
- Gasvolumen pro Stunde: 10000 L/h = 10 m³/h
- Vereinfachter Wert für O₂-Konzentration in der Raumluft: 20%

Die Reduzierung von O₂ in der Raumluft durch Zustrom von N₂ berechnet sich näherungsweise nach folgender Formel:

$$\frac{\text{Gaszustrom in m}^3/\text{h}}{\text{Raumvolumen in m}^3} \times 20 \%$$

Reduzierung der O₂-Konzentration in Raumluft bei 90 m³ Raumluft und N₂-Zustrom 10 m³/h:

$$\frac{10 \text{ m}^3/\text{h}}{90 \text{ m}^3} \times 20 \% = 2,2 \%/h$$

- Reduzierung der O₂-Konzentration nach 1 h: 2,2% ≙ 17,8% O₂ in der Raumluft: Grenzwert ist noch nicht unterschritten.
- Reduzierung der O₂-Konzentration nach 2 h: 4,4% ≙ 15,6% O₂ in der Raumluft: Grenzwert ist deutlich unterschritten.

Information

Gefährdungsbeurteilung für den Betrieb von Inkubatoren mit CO₂/N₂
Deutsch (DE)

3.3 Lüftungssystem: Luftwechselrate berechnen

Ein Lüftungssystem soll den Anstieg der Gaskonzentration (CO₂, N₂) verhindern. Auf Basis der vorherigen Beispielberechnungen für stationäre Gasversorgung kann die erforderliche Luftwechselrate bestimmt werden.

Die tatsächlich notwendige Luftwechselrate kann durch weitere Randbedingungen des Labors deutlich über den Beispielberechnungen liegen. Diese Randbedingungen müssen bei der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden.

3.3.1 Luftwechselrate bei CO₂-Zustrom berechnen

Die erforderliche Luftwechselrate bei CO₂-Zustrom berechnet sich aus der Erhöhung der CO₂-Konzentration pro Stunde im Verhältnis zum Grenzwert.

$$\frac{\text{Erhöhung CO}_2\text{-Konzentration bezogen auf Raumvolumen in \% / h}}{\text{Grenzwert CO}_2\text{-Konzentration}}$$

Beispiel: Luftwechselrate bei CO₂-Zustrom

- CO₂-Zustrom: 3 m³/h
- Raumvolumen: 90 m³
- Erhöhung der CO₂-Konzentration: 3,3 %/h
- Grenzwert CO₂: maximal 0,5 %

$$\frac{3,3 \% / h}{0,5 \%} = 6,6 / h$$

Die erforderliche Luftwechselrate ist 6,6/h.

Der Zuluftstrom des Lüftungssystems muss pro Stunde das 6,6-Fache der Raumvolumens betragen. Bei einem Raumvolumen von 90 m³ ist ein Zuluftstrom von 594 m³/h erforderlich.

3.3.2 Luftwechselrate bei N₂-Zustrom (Verdrängung von O₂) berechnen

Die erforderliche Luftwechselrate bei N₂-Zustrom berechnet sich aus der Reduzierung der O₂-Konzentration pro Stunde im Verhältnis zur maximalen O₂-Reduzierung (O₂-Konzentration 20 % abzüglich Grenzwert 17 %).

$$\frac{\text{Reduzierung O}_2\text{-Konzentration bezogen auf Raumvolumen in \% / h}}{\text{Grenzwert Reduzierung O}_2\text{-Konzentration}}$$

Beispiel: Luftwechselrate bei N₂-Zustrom

- N₂-Zustrom: 10 m³/h
- Raumvolumen: 90 m³
- Reduzierung der O₂-Konzentration: 2,2 %/h
- Maximale O₂-Reduzierung: 3 % (Reduzierung der O₂-Konzentration von 20 % auf den Grenzwert 17 %)

$$\frac{2,2 \% / h}{3 \%} = 0,7 / h$$

Die erforderliche Luftwechselrate ist 0,7/h.

Der Zuluftstrom des Lüftungssystems muss pro Stunde das 0,7-Fache des Raumvolumens betragen. Bei einem Raumvolumen von 90 m³ ist ein Zuluftstrom von 63 m³/h erforderlich.

Information

Gefährdungsbeurteilung für den Betrieb von Inkubatoren mit CO₂/N₂
Deutsch (DE)

Your local distributor: www.eppendorf.com/contact
Eppendorf AG · 22331 Hamburg · Germany
eppendorf@eppendorf.com · www.eppendorf.com