

# Gefährdungen durch nitrose Gase bei der Hohlglasbearbeitung – Gesundheitsschutz

Stand: September 2016

## Inhalt

1. Situation
2. Entstehung von nitrosen Gasen (NO<sub>x</sub>)
3. Gesundheitsgefahren durch nitrose Gase
4. Grenzwerte für nitrose Gase
5. NO<sub>x</sub>-Konzentrationen in der Branche
6. Beurteilung der Exposition
7. Schutzmaßnahmen

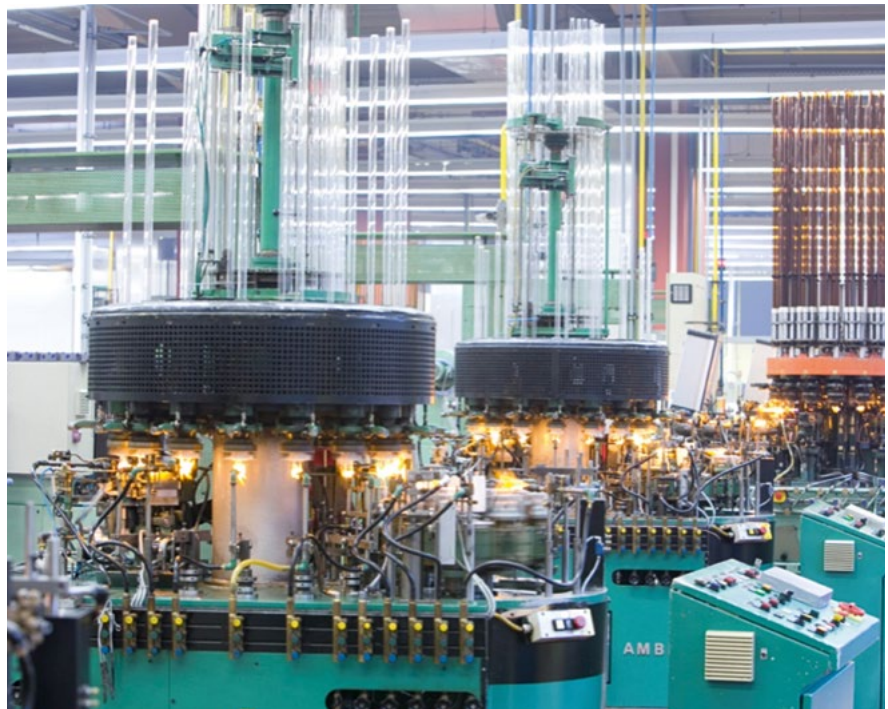
## 1 Situation

Im Zuständigkeitsbereich der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) gibt es etwa 3.200 Betriebe der glasverarbeitenden Industrie, von denen ungefähr die Hälfte Spezialglashersteller sind. Ein typisches Beispiel dafür ist die Herstellung von Glasflaschen beziehungsweise Glasampullen für die pharmazeutische Industrie. In dieser Branche werden zum Abfüllen von pharmazeutischen Wirkstoffen bevorzugt Behältnisse aus Glas verwendet.

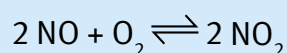
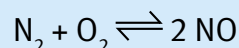
Für die Glasbearbeitung werden heiße Gasflammen benötigt, die durch Verbrennung von Erdgas unter Zugabe von Sauerstoff erzeugt werden. Bei allen Prozessen mit Brennerflammen ist die Entstehung von nitrosen Gasen, einem Gemisch aus Stickoxiden wie zum Beispiel Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, unvermeidlich. Es handelt sich dabei um Gefahrstoffe, die für die Beschäftigten eine Gesundheitsgefahr darstellen. Die Grenzwerte für Stickoxide am Arbeitsplatz wurden aufgrund neuerer Studien zu ihrer gesundheitsschädigenden Wirkung neu festgelegt.

## 2 Entstehung von nitrosen Gasen (NO<sub>x</sub>)

Nitrose Gase (NO<sub>x</sub>) entstehen, wenn die beiden Hauptbestandteile der Luft, nämlich Stickstoff (N<sub>2</sub>) und Sauerstoff (O<sub>2</sub>), bei hohen



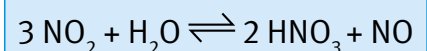
Temperaturen miteinander reagieren. In einer ersten Reaktion bildet sich Stickstoffmonoxid (NO) als farbloses Gas. Es entsteht in der heißen Brennerflamme (> 1.500 °C) aus den Luftbestandteilen Stickstoff und Sauerstoff. Stickstoffmonoxid (NO) reagiert weiter mit dem Luftsauerstoff zu Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>), einem rotbraunen Gas. Die NO<sub>2</sub>-Bildung läuft im Vergleich zur NO-Entstehung bei deutlich niedrigeren Temperaturen ab. Damit sind die Beschäftigten in der Glasbearbeitung beiden gesundheitsgefährdenden Stoffen (NO und NO<sub>2</sub>) ausgesetzt.



## 3 Gesundheitsgefahren durch nitrose Gase

Stickstoffdioxid ist ein Reizgas, das eine akute Wirkung auf die Schleimhäute der tieferen Atemwege zeigt und durch eine chronische Belastung zu krankhaften Veränderungen des Lungengewebes führen kann.

Der gesundheitliche Schaden wird vor allem durch die Reaktion des Stickstoffdioxids mit Wasser in der Lunge verursacht. Es entsteht Salpetersäure (HNO<sub>3</sub>) – eine aggressive, ätzende Säure.



Anders als Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) hat Stickstoffmonoxid (NO) keine direkt reizende Wirkung.

Es wirkt als Atemgift bei Aufnahme in den Blutstrom, weil es den Sauerstofftransport im Körper blockiert. Außerdem bildet sich das Reizgas NO<sub>2</sub>, wie oben beschrieben, aus dem primär gebildeten NO-Gas.

Schon bei niedrigen NO<sub>2</sub>-Konzentrationen zeigt sich eine **akute Wirkung** auf Schleimhäute, die sich in unspezifischen Reaktionen, wie Husten, Atemnot und Tränen der Augen äußert. Bei höherer Konzentration kommt es zu einer akuten Entzündung des tiefen Lungengewebes, die sich durch Ansammlung von Flüssigkeit in den Lungenbläschen bis zu einem lebensbedrohenden Lungenödem ausweiten kann.

Neben diesen akuten Wirkungen führt eine **chronische Belastung** zur Vernarbung von Lungengewebe, wodurch seine Elastizität verringert und damit die Funktion der Lunge eingeschränkt wird.

## 4 Grenzwerte für nitrose Gase

Ein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) soll bei kurzfristigen und chronischen inhalativen Belastungen beruflich exponierte Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer dauerhaft vor gesundheitlichen Schäden schützen. In der technischen Regel „Arbeitsplatzgrenzwerte“ (TRGS 900) wurden neue Grenzwerte für die Stickoxide (NO und NO<sub>2</sub>) veröffentlicht. Für Stickstoffdioxid und Stickstoffmonoxid wurde ein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) von 0,5 beziehungsweise 2 ppm festgelegt. Der ehemalige Grenzwert für NO<sub>2</sub> und NO lag bei 5 beziehungsweise 25 ppm.

Die Empfehlungen für Expositionsgrenzen orientieren sich an den Schwellenwerten, für die nach dem derzeitigen Stand der Erkenntnisse eine gesundheitliche Beeinträchtigung beruflich exponierter Personen ausgeschlossen werden kann.

## 5 NO<sub>x</sub>-Konzentrationen in der Branche

Bei Messungen in Arbeitsbereichen mit Maschinen zur Bearbeitung von Glasrohren mit Brennerflammen (Rundläufermaschinen) wurden Expositionswerte mit teilweise deutlicher Überschreitung der aktuellen Arbeitsplatzgrenzwerte ermittelt.

Die Werte wurden zwischen 1997 und 2014 durch den Messtechnischen Dienst der VBG erhoben. Dabei wurde in 18 Arbeitsbereichen mit Rundläufermaschinen durchschnittlich eine NO-Konzentration von 3,0 ± 1,9 ppm ermittelt, während der Wert für Stickstoffdioxid (NO<sub>2</sub>) im Durchschnitt bei 0,6 ± 0,5 ppm lag. Die Messwerte an vergleichbaren Arbeitsplätzen weisen große Schwankungsbreiten auf.

## 6 Beurteilung der Exposition

Die neuen Grenzwerte sind ab sofort für die Prüfung der Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen heranzuziehen. Wenn der ermittelte Expositionswert kleiner ist als der AGW und die relevanten Randbedingungen langfristig stabil sind, können die Schutzmaßnahmen als ausreichend angesehen werden.

	Stickstoffdioxid NO <sub>2</sub>	Stickstoffmonoxid NO
Früherer Grenzwert	9,5 mg/m <sup>3</sup> 5 ppm	30 mg/m <sup>3</sup> 25 ppm
aktueller Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) TRGS 900	0,95 mg/m <sup>3</sup> 0,5 ppm	2,5 mg/m <sup>3</sup> 2,0 ppm

Tabelle 1: Grenzwerte für NO<sub>x</sub>

Die Beurteilung der Exposition durch die Erfahrung an vergleichbaren Arbeitsplätzen ist hier schwierig, da die Messergebnisse in den verschiedenen Anlagen erheblichen Schwankungen unterliegen. Eigene Messungen sind deshalb vorzuziehen. Bei Veränderungen der Arbeitsplatzlüftung ist deren Wirksamkeit durch Messungen in den Arbeitsbereichen zu überprüfen.

Die Lüftungstechnischen Verhältnisse können sich zum Beispiel bei Sommer- oder Winterbetrieb oder bei Umbruch der Wetterlage deutlich unterscheiden.

## 7 Schutzmaßnahmen

In den „Grundpflichten“ nach § 3 ArbSchG ist allgemein die Bekämpfung der Gefahr an ihrer Quelle gefordert und die nachrangige Bedeutung individueller Schutzmaßnahmen festgeschrieben. Die Gefahrstoffverordnung verlangt Maßnahmen in der Rangfolge

1. Substitution,
2. kollektive technische,
3. organisatorische und
4. personenbezogene Maßnahmen.

## 7.1 Substitution

Ein Ersatz der Brennerflammen in der Glasbearbeitung ist im Augenblick nicht ohne Weiteres realisierbar. Die Hitze muss in kürzester Zeit direkt und gleichmäßig in die zu verformende Glasmasse eingebracht werden. Das geformte Glasprodukt muss unmittelbar nach dem Produktionsschritt wieder abkühlen und fest werden.

Die Bildungsrate der nitrosen Gase durch eine veränderte Brennergestaltung zu senken, ist aktuell nicht möglich. Allerdings wird an technischen Lösungen zur Substitution der Brennerflammen geforscht beziehungsweise gearbeitet, bei denen die Wärme durch Laserstrahlung in das Material eingebracht wird. Welche praktische Bedeutung diese Technologie in der Branche gewinnt, wird sich in näherer Zukunft zeigen.

Für die Glasbearbeitung werden Laser mit hoher Strahlungsenergie (Klasse 4-Laser) benötigt. Deren Verwendung ist ebenfalls mit Gefährdungen für die Beschäftigten verbunden, so dass entsprechende Schutzmaßnahmen bei Einrichtung und Betrieb der Glasherstellungsmaschinen getroffen werden müssen. Dazu gehören unter anderem trennende Schutzeinrichtungen und Sicherheitseinrichtungen, die mit der Steuerung der Laserquelle verknüpft sind.

## 7.2 Technische Schutzmaßnahmen

In der Regel kann die Einhaltung der Grenzwerte durch eine wirksame Lüftungstechnische Maßnahme (Absaugung) erreicht werden.

Die nitrosen Gase müssen möglichst am Ort ihrer Entstehung vollständig erfasst werden, bevor der Mitarbeiter beziehungsweise die Mitarbeiterin diese einatmen kann. Die Gestaltung der **Erfassungselemente** ist für die wirksame **Entfernung des Gefahrstoffs** von entscheidender Bedeutung. Generell gilt, dass durch eine Einhausung, die die Quelle weitgehend umschließt (**Kapselung**), entstehende Gefahrstoffe nahezu vollständig erfasst und fortgeleitet werden können. Die empfindliche Einstellung der Brennerflamme und die Auswirkungen der Luftströmung auf die maschinelle Glasbearbeitung beschränken die Möglichkeiten einer Kapselung.

Wirksame Erfassungselemente sind so konstruiert, dass die nachströmende Luft nicht verwirbelt wird. Eine überlagernde Strömung an einer Erfassungseinrichtung hat einen starken – in der Regel negativen – Einfluss auf den Grad der Stofffassung.

**Durch das Öffnen von Hallentoren können zum Beispiel starke Querströmungen entstehen, die die Gefahrstoffe im Arbeitsbereich verteilen.**

Wie in der DGUV Regel 109-002 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ (bisher BGR 121) dargestellt, hat ein Saugrohr durch Anbringung eines Flansches einen größeren Erfassungsbereich und ist unempfindlicher gegenüber Störströmungen. Absaughauben sind unter Nutzung von stetigen Thermikströmen vorteilhafter, da sie eine puffernde Wirkung haben.

Grundsätzlich müssen die Erfassungselemente strömungstechnisch so gestaltet sein, dass die entstehenden Gase möglichst vollständig erfasst werden. Die räumliche Anordnung muss so ausgeführt sein, dass Luftverunreinigungen nicht

durch den Atembereich der Beschäftigten geführt werden und eine bestehende Raumlüftung in ihrer Wirksamkeit nicht nachteilig beeinflusst wird. In Ergänzung zur Absaugung wird die Gefahrstoffkonzentration am Arbeitsplatz mit einem entsprechenden **Luftwechsel** durch freie oder technische Lüftung reduziert beziehungsweise minimiert.

Der Luftwechsel gibt an, wie oft die gesamte Raumluft in der Stunde ausgetauscht wird. Durch Erhöhung des Luftwechsels kann die Gefahrstoffkonzentration gesenkt werden, vorausgesetzt der Luftaustausch ist gleichmäßig im Raum verteilt und nicht eingeschränkt. Kann eine Einhaltung der Grenzwerte mit bestehenden Maßnahmen nicht gewährleistet werden, müssen die lufttechnischen Maßnahmen weiter optimiert werden.

Werden Verpackungen für Pharmaprodukte hergestellt, ist häufig eine staubfreie Produktionsumgebung gewünscht. Ein „dosierter Überdruck“ in der Fertigungshalle mit konditionierter Zuluft ermöglicht eine weitgehende Reduktion der Partikel in der Luft im Fertigungsbereich, so dass gleichbleibend qualitativ hochwertige Glaserzeugnisse hergestellt werden können. Durch die **gezielte Luftzufuhr** kann die Stofffassung unterstützt und damit verbessert werden.

Die Auswahl der Lüftungstechnischen Lösung kann nicht ohne detailliertere Betrachtung und exakte Auslegung der Anlagenkomponenten getroffen werden. Der Zuluftstrom sollte über große Flächen erfolgen, so dass keine Zuglufterscheinungen an den Arbeitsplätzen auftreten. Bei der Luftführung mit Zuluft von oben besteht das Problem, dass durch Verwirbelungen mit den aufsteigenden Brennergasen diese wieder in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden.

Zusätzlich besteht die Gefahr einer Kurzschlussströmung der zugeführten Luft in die Abluft. Die Luft sollte deshalb vom Boden her, unter Ausnutzung der durch heiße Prozessabgase entstehenden Ther-

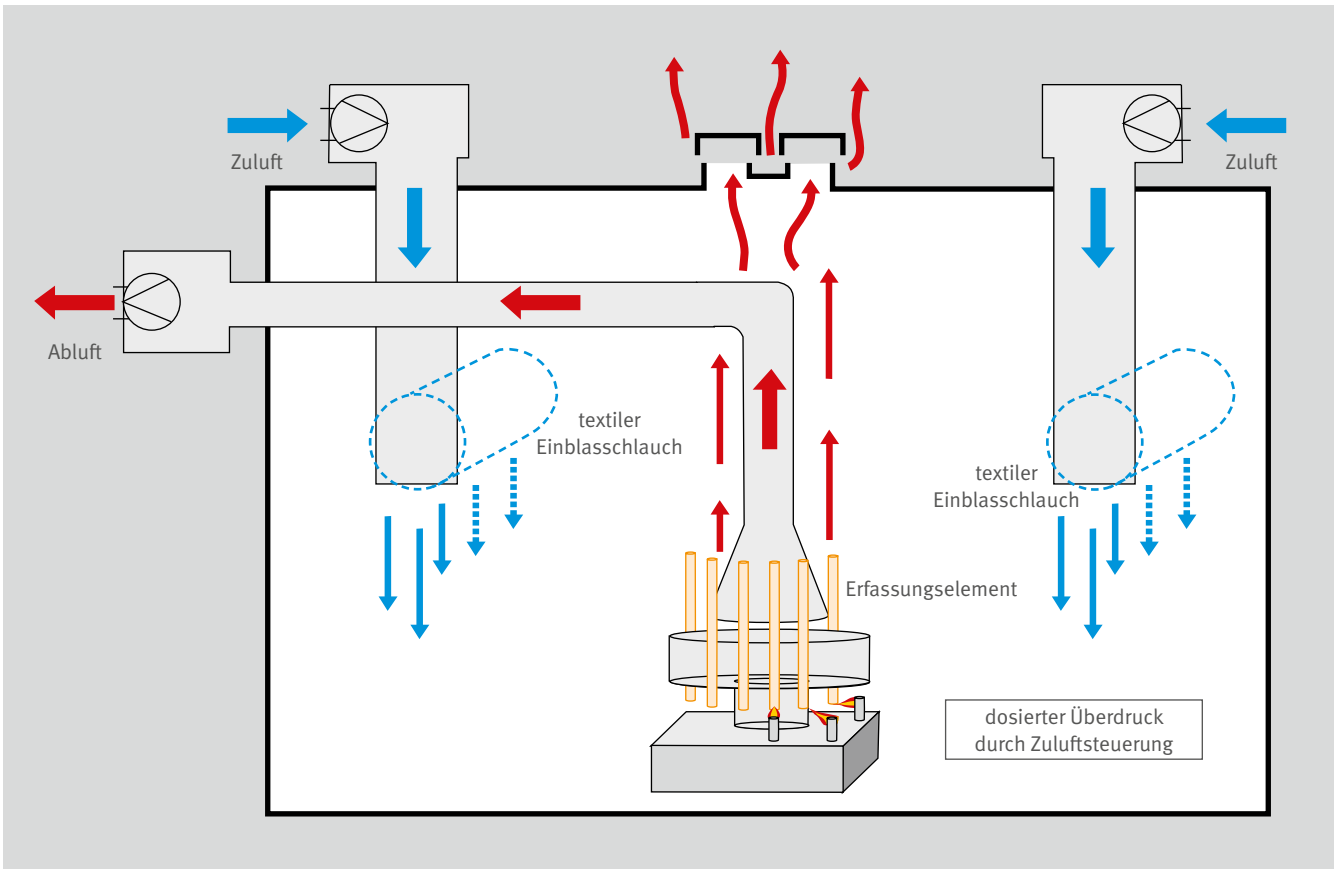


Abbildung 1: Prinzip lüftungstechnischer Maßnahmen zur NO<sub>x</sub>-Reduktion

mik nach oben abgeführt werden. Dies kann erreicht werden, wenn die Zuluft als **Quelllüftung im Bodenbereich** mit geringer Geschwindigkeit einströmt.

Mit einer Kombination aus geeigneter Erfassung, gezielter Luftzufuhr und abgestimmtem Luftwechsel kann eine verwirbelungsfreie Schichtströmung in der Arbeitsstätte erreicht werden. Bei einem gut geplanten Lüftungskonzept wird durch produktionstechnisch vorteilhafte Maßnahmen auch der Gesunderhaltung der Beschäftigten Rechnung getragen, weil gesundheitlich zuträgliche Raumluftbedingungen herrschen.

#### **Auslegungshinweise für die Arbeitsplatzlüftung**

Bei der maschinellen Ampullenglasherstellung auf Rundläufermaschinen werden im Durchschnitt 4.000 Glasgefäße pro Stunde unter dem Einsatz von 2 bis

4 m<sup>3</sup> Erdgas und 2 bis 6 m<sup>3</sup> Sauerstoff produziert. Durch die Erdgasverbrennung an einem Rundläufer entsteht eine thermische Energie von circa 16 kWh. Die entstehende Thermik soll deshalb für die Ableitung der NO<sub>x</sub>-belasteten Luft am Arbeitsplatz genutzt werden.

#### **7.3 Organisatorische Maßnahmen zur Reduzierung der Exposition**

Eine Verkürzung der Aufenthaltsdauer für die Beschäftigten im Arbeitsbereich ist nicht praktikabel.

#### **7.4 Personenbezogene Maßnahmen**

Bei einer Überschreitung der Arbeitsplatzgrenzwerte ist den Beschäftigten im belasteten Arbeitsbereich Atemschutz als persönliche Schutzausrüstung zur Verfügung zu stellen.

#### **7.5 Unterweisung**

Die Beschäftigten sind anhand von arbeitsplatz- oder tätigkeitsbezogenen Betriebsanweisungen über alle auftretenden Gefährdungen und die getroffenen Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Nach § 14 GefStoffV gehört eine allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung zur Unterweisung der Beschäftigten, die auch im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge erfolgen kann.

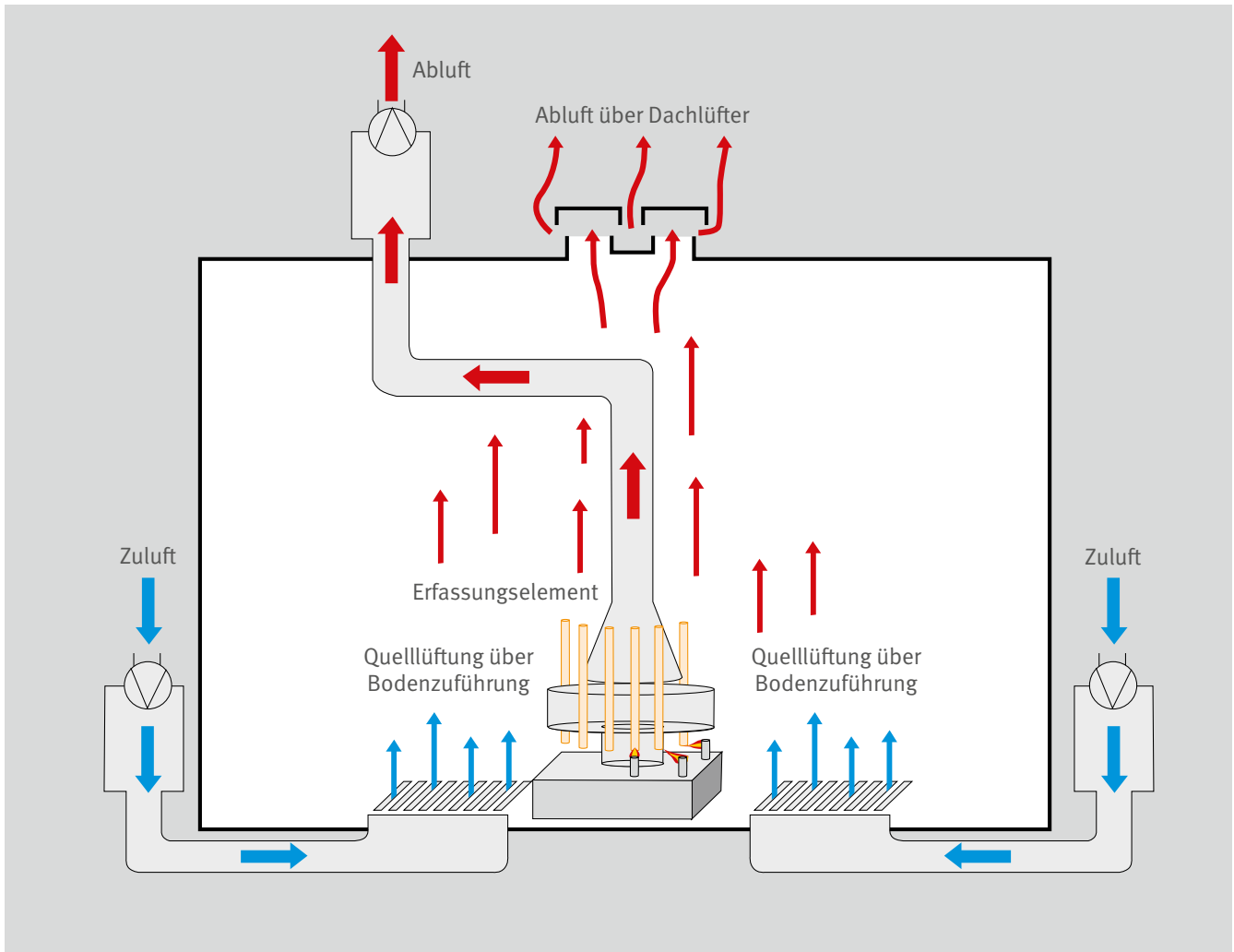


Abbildung 2: Prinzip lüftungstechnischer Maßnahmen mit Quelllüftung im Bodenbereich

## INFORMATIONSQUELLEN UND WEITERE LITERATUR:

1. DGUV Regel 109-002  
„Arbeitsplatzlüftung –  
Lufttechnische Maßnahmen“
2. DGUV Information 209-047  
„Nitrose Gase beim Schweißen  
und bei verwandten Verfahren“

## INFORMATIONEN

Diese und andere Fachinformationen stehen Ihnen auf der Branchenseite Glas und Keramik ([www.vbg.de/glaskeramik](http://www.vbg.de/glaskeramik)) im Bereich Praxishilfen & Material als Datei im PDF-Format kostenlos zur Verfügung. Dort finden Sie zum Beispiel auch Handlungshilfen für die Gefährdungsbeurteilung und Muster-Betriebsanweisungen. Präventionsfeld Glas/Keramik, Herr Dr. Karlheinz Guldner, Tel.: 0931 7943-318, [karlheinz.guldner@vbg.de](mailto:karlheinz.guldner@vbg.de)

Herausgeber:



**VBG**  
Ihre gesetzliche  
Unfallversicherung

[www.vbg.de](http://www.vbg.de)

Deelbögenkamp 4  
22297 Hamburg  
Postanschrift: 22281 Hamburg

Artikelnummer: 46-13-5480-9  
Realisation:  
Jedermann-Verlag GmbH  
[www.jedermann.de](http://www.jedermann.de)

Nachdruck nur mit schriftlicher  
Genehmigung der VBG

Version 1.0/2016-09  
Druck: 2016-09/Auflage 1.000

Der Bezug dieser Informationsschrift ist für  
Mitgliedsunternehmen der VBG im Mitglieds-  
beitrag enthalten.



# Wir sind für Sie da!

**Kundendialog der VBG:** 040 5146-2940

**Notfall-Hotline für Beschäftigte im Auslandseinsatz:**

+49 40 5146-7171

**Service-Hotline für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz:**

0180 5 8247728 (0,14 €/Min. aus dem Festnetz, Mobilfunk max. 0,42 €/Min.)

## Für Sie vor Ort – die VBG-Bezirksverwaltungen:

### Bergisch Gladbach

Kölner Straße 20  
51429 Bergisch Gladbach  
Tel.: 02204 407-0 • Fax: 02204 1639  
E-Mail: BV.BergischGladbach@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 02204 407-165

### Berlin

Markgrafenstraße 18 • 10969 Berlin  
Tel.: 030 77003-0 • Fax: 030 7741319  
E-Mail: BV.Berlin@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 030 77003-109

### Bielefeld

Nikolaus-Dürkopp-Straße 8  
33602 Bielefeld  
Tel.: 0521 5801-0 • Fax: 0521 61284  
E-Mail: BV.Bielefeld@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 0521 5801-165

### Dresden

Wiener Platz 6 • 01069 Dresden  
Tel.: 0351 8145-0 • Fax: 0351 8145-109  
E-Mail: BV.Dresden@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 0351 8145-167

### Duisburg

Wintgensstraße 27 • 47058 Duisburg  
Tel.: 0203 3487-0 • Fax: 0203 2809005  
E-Mail: BV.Duisburg@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 0203 3487-106

### Erfurt

Koenbergstraße 1 • 99084 Erfurt  
Tel.: 0361 2236-0 • Fax: 0361 2253466  
E-Mail: BV.Erfurt@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 0361 2236-415

### Hamburg

Sachsenstraße 18 • 20097 Hamburg  
Tel.: 040 23656-0 • Fax: 040 2369439  
E-Mail: BV.Hamburg@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 040 23656-165

### Ludwigsburg

Martin-Luther-Straße 79  
71636 Ludwigsburg  
Tel.: 07141 919-0 • Fax: 07141 902319  
E-Mail: BV.Ludwigsburg@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 07141 919-354

### Mainz

Isaac-Fulda-Allee 3 • 55124 Mainz  
Tel.: 06131 389-0 • Fax: 06131 371044  
E-Mail: BV.Mainz@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 06131 389-180

### München

Barthstraße 20 • 80339 München  
Tel.: 089 50095-0 • Fax: 089 50095-111  
E-Mail: BV.Muenchen@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 089 50095-165

### Würzburg

Riemenschneiderstraße 2  
97072 Würzburg  
Tel.: 0931 7943-0 • Fax: 0931 7842-200  
E-Mail: BV.Wuerzburg@vbg.de  
Seminarbuchung unter  
Tel.: 0931 7943-407

## BG-Akademien für Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz:

### Akademie Dresden

Königsbrücker Landstraße 4c  
01109 Dresden  
Tel.: 0351 88923-0 • Fax: 0351 88349-34  
E-Mail: Akademie.Dresden@vbg.de  
Hotel-Tel.: 0351 457-3000

### Akademie Gevelinghausen

Schloßstraße 1 • 59939 Olsberg  
Tel.: 02904 9716-0 • Fax: 02904 9716-30  
E-Mail: Akademie.Olsberg@vbg.de  
Hotel-Tel.: 02904 803-0

### Akademie Lautrach

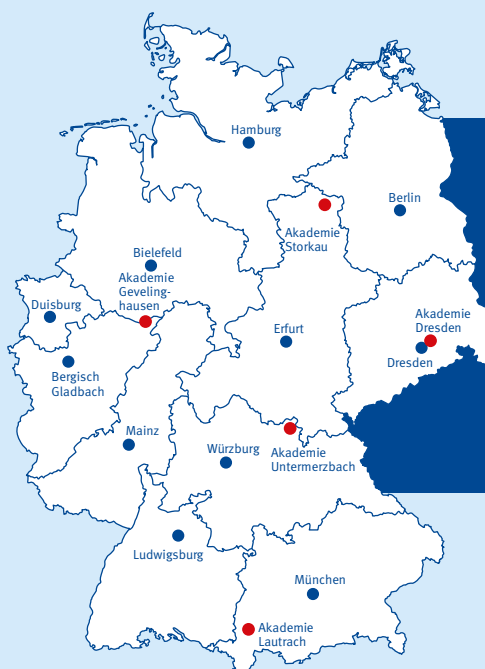
Schloßstraße 1 • 87763 Lautrach  
Tel.: 08394 92613 • Fax: 08394 1689  
E-Mail: Akademie.Lautrach@vbg.de  
Hotel-Tel.: 08394 910-0

### Akademie Storkau

Im Park 1 • 39590 Tangermünde/OT Storkau  
Tel.: 039321 531-0 • Fax: 039321 531-23  
E-Mail: Akademie.Storkau@vbg.de  
Hotel-Tel.: 039321 521-0

### Akademie Untermerzbach

ca. 32 km nördlich von Bamberg  
Schlossweg 2, 96190 Untermerzbach  
Tel.: 09533 7194-0 • Fax: 09533 7194-499  
E-Mail: Akademie.Untermerzbach@vbg.de  
Hotel-Tel.: 09533 7194-100



## Seminarbuchungen:

**online:** [www.vbg.de/seminare](http://www.vbg.de/seminare)

**telefonisch in Ihrer VBG-Bezirksverwaltung:**

Montag bis Donnerstag 8–17 Uhr,

Freitag 8–15 Uhr

## Bei Beitragsfragen:

**telefonisch: 040 5146-2940**

Montag bis Donnerstag 8–17 Uhr,

Freitag 8–15 Uhr

E-Mail: [kundendialog@vbg.de](mailto:kundendialog@vbg.de)

## VBG – Ihre gesetzliche Unfallversicherung

Deelbögenkamp 4 • 22297 Hamburg

Tel.: 040 5146-0 • Fax: 040 5146-2146

E-Mail: [kundendialog@vbg.de](mailto:kundendialog@vbg.de)

[www.vbg.de](http://www.vbg.de)

So finden Sie Ihre VBG-Bezirksverwaltung:

[www.vbg.de/standorte](http://www.vbg.de/standorte) aufrufen und die Postleitzahl Ihres Unternehmens eingeben.

[www.vbg.de](http://www.vbg.de)