



Sicherer Umgang mit Nebelfluids

Sicherheitsinformationen der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt

M 395

Sicherer Umgang mit Nebelfluids

Redaktionsschluss: 04. 11. 2016

Das barrierefreie PDF dieses Dokuments gemäß PDF/UA-Standard ist unter www.auva.at/publikationen abrufbar.

Inhalt

1	Einleitung	6
2	Anforderungen an Nebelgeräte	8
2.1	Arten der Nebelerzeugung	8
2.1.1	Glykol-Pumpen-Methode	9
2.1.2	Gas-Pumpen-Methode	10
2.2	Aufstellungsort	11
2.3	Wartung und Reinigung	11
3	Gefahren durch Nebelgeräte	12
3.1	Elektrische Gefahren	13
3.2	Sichtbehinderung	13
3.3	Rutschgefahr	13
3.4	Inhalationsgefahr	15
3.5	Brand- und Explosionsgefahr	15
3.6	Nicht für das Nebelgerät zugelassenes Nebelfluid	15
4	Chemische Gefahren durch Nebelfluids	16
4.1	Brand- und Explosionsgefahren	17
4.2	Inhaltsstoffe	18
4.2.1	Glykole	18
4.2.2	Weißöle	20
4.3	Gefahren durch Zusatzstoffe	21
4.4	Entsorgung	21

5	Anwendungshinweise	22
5.1	Ausbildung	22
5.1.1	Stationäre Geräte	23
5.1.2	Mobile Geräte	25
5.2	Unterhaltungsveranstaltungen	28
5.2.1	Inhouse-Veranstaltungen	28
5.2.2	Open-Air-Veranstaltungen	30
6	Checkliste	32
7	Literatur	34

1 Einleitung

Künstliche Nebel sind in Theatern, Diskotheken oder bei Live-Darbietungen ein beliebtes dramaturgisches Instrument, um Szenen besonders gespenstisch oder mystisch zu präsentieren.

Im Sicherheitsbereich, z. B. bei den Feuerweherschulen, werden Nebel für Ausbildungszwecke eingesetzt. Nebel können auch zur Überprüfung von Lüftungsanlagen verwendet werden. Schutznebel werden im Objektschutz oder im polizeilichen und militärischen Einsatz genutzt, um Fluchtwege unbenutzbar zu machen, sich vor dem Gegner zu verbergen oder die Täter aus der Deckung zu treiben.

Nebel einer gefährlichen Chemikalie (Nebelfluids) bergen unerwünschte Gefahren für die Gesundheit. Diese Nebel werden laut ArbeitnehmerInnen-schutzgesetz nach dem STOP-Prinzip beseitigt oder entschärft.

Das **STOP**-Prinzip beschreibt die grundsätzliche Vorgangsweise bei der Verhütung von Gefahren (§ 7 ASchG). An erster Stelle steht die **S**ubstitution (Stoffersatz), gefolgt von **T**echnischen (z. B. Absauganlage) und **O**rganisatorischen (z. B. Dauer der Einwirkung) Schutzmaßnahmen. An letzter Stelle steht die **P**ersönliche Schutzmaßnahme (z. B. Atemschutzgeräte).

Die Ausbildung von Atemschutzgeräteträgerinnen und -trägern, z. B. bei der Feuerwehr, erfordert möglichst realitätsnahe Bedingungen. Schon während dieser Schulungen werden die Geräteträgerinnen und -träger an schlechte Sichtverhältnisse gewöhnt. Durch den Einsatz von künstlichem Nebel wird die Sichtbehinderung simuliert.

Basierend auf Informationen des österreichischen Produktsicherheitsbeirates (Asthmaerkrankung durch den Zusatz von Duftstoffen zum Nebelfluid bei privater Verwendung) sowie auf Berichten von Feuerwehrausbildnerinnen und -ausbildnern (Hustenreiz, leicht öliges Gefühl auf der Haut) hat die Allgemeine Unfallversicherungsanstalt in Kooperation mit den Landesfeuerweherschulen Burgenland, Tirol und Niederösterreich umfangreiche Messungen durchge-

führt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden in diesem Merkblatt bezogen auf den ArbeitnehmerInnenschutz beschrieben.

Für die private Verwendung können die im Merkblatt angegebenen Empfehlungen für einen sicheren Umgang mit Nebelgeräten sinngemäß angewandt werden.

Dieses Merkblatt richtet sich an all jene, die aus Nebelfluid künstliche Nebel erzeugen. Es werden die Wirkungsweisen der Nebelgeräte, die Zusammensetzung der Nebelfluids ebenso beschrieben wie die Grenzwerte für die Bestandteile der Fluids sowie für mögliche Zersetzungsprodukte. Die gewonnenen Erkenntnisse können für die Evaluierung von Arbeitsplätzen und die Auswahl von Schutzmaßnahmen herangezogen werden. Ziel ist die Gewährleistung eines sicheren Umgangs mit Nebelgeräten und Nebelfluids bei unterschiedlichen Anwendungen.

2 Anforderungen an Nebelgeräte

Es dürfen nur Nebelgeräte bereitgestellt werden, die den grundsätzlichen Anforderungen des österreichischen Produktsicherheitsgesetzes (PSG 2004) entsprechen. Dies erkennt man daran, dass Nebelgeräte über eine Konformitätserklärung (CE-Kennzeichnung) verfügen und idealerweise eine Übereinstimmung mit DIN 57700-245 aufweisen. Eine aktuelle Bedienungsanleitung für das Nebelgerät und ein aktuelles Sicherheitsdatenblatt für das Nebelfluid müssen in jedem Fall vorhanden sein.

Vor der Inbetriebnahme eines Nebelgerätes, egal welchen Typs, ist es unbedingt erforderlich, die Bedienungsanleitung des Geräts und das Sicherheitsdatenblatt des für den Betrieb zugelassenen Nebelfluids zu lesen und alle Hinweise und Maßnahmen für den sicheren Gebrauch zu befolgen.

Hinweis: Dieses Merkblatt ersetzt in keinem Fall die Bedienungsanleitung bzw. das Sicherheitsdatenblatt.

2.1 Arten der Nebelerzeugung

Unabhängig vom verwendeten Nebelfluid werden drei Arten der Nebelerzeugung unterschieden:

- Nebel durch Erhitzen (z. B. Pumpen, Gasdruck)
- Nebel durch Kälte (z. B. Trockeneis, flüssiger Stickstoff)
- Nebel durch mechanische Effekte (z. B. Wasserdruck, Ultraschall, Cracker, Zerstäuber)

In diesem Merkblatt werden Sicherheitshinweise nur für Nebel durch Erhitzen beschrieben.

Es gibt zwei Methoden für die Erzeugung von Nebel durch Erhitzen. Bei beiden Methoden wird das Nebelfluid durch ein Heizelement gepresst, entweder

mit einer Pumpe oder mit Gasdruck. Erst bei Kontakt des erwärmten Nebelfluids mit der Umgebungsluft entsteht der eigentliche Nebel.

Allgemein spricht man bei dieser Art der Nebelerzeugung auch von „kalten“ oder „heißen“ Nebelgeräten. Bei kalten Nebelgeräten liegt die Verdampfungstemperatur unter 300 °C, bei heißen darüber.

Ist die **Temperatur im Heizelement zu niedrig**, entsteht ein feuchtes Aerosol, das sich als Schmierfilm auf Oberflächen absetzt und zusätzliche **Rutschgefahr** verursacht.

Ist die **Temperatur zu hoch**, kann das Nebelfluid „verbrennen“, was zu gefährlichen **chemischen Zersetzungsprodukten** führen kann (z. B. Acrolein).

2.1.1 Glykol-Pumpen-Methode

Das Nebelfluid aus der Wasser-Glykol-Mischung wird mit einer Pumpe oder durch Druckluft (Gasdruck) in das Heizelement befördert. Im Heizelement wird es durch die hohe Temperatur zum Verdampfen gebracht. Die Verdampfungstemperatur liegt in der Regel zwischen 260 °C und 370 °C.

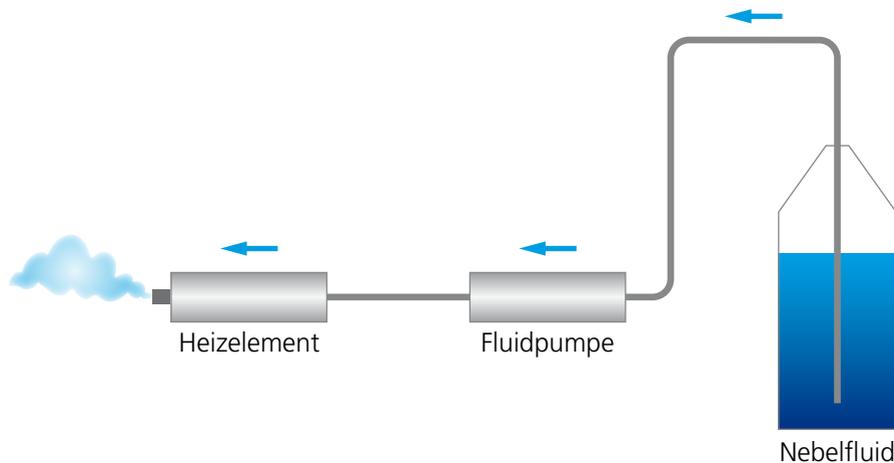


Abb. 1: Funktionsprinzip der Glykol-Pumpen-Methode

2.1.2 Gas-Pumpen-Methode

Das Nebelfluid, entweder ein Weißöl oder eine Wasser-Glykol-Lösung, wird mit einem nicht entzündlichen Gas wie Kohlendioxid (CO_2) oder Stickstoff (N_2) aus einer unter Druck stehenden Gasflasche vermischt.

Durch den Gasdruck wird die Mischung durch das Heizelement transportiert. Der Druck des Verdampfungsprozesses presst das Aerosol aus dem Heizelement.

Bei manchen Nebelgeräten ist die Größe der Tropfen durch das Mischungsverhältnis von Nebelfluid und Gas veränderbar. In einigen Fällen wird das Gas auch zu Reinigungszwecken des Heizelements benutzt. Die ausgestoßene Nebelmenge wird üblicherweise über die Menge des Treibgases bestimmt, welche mittels Ventil an der Gasflasche gesteuert wird.

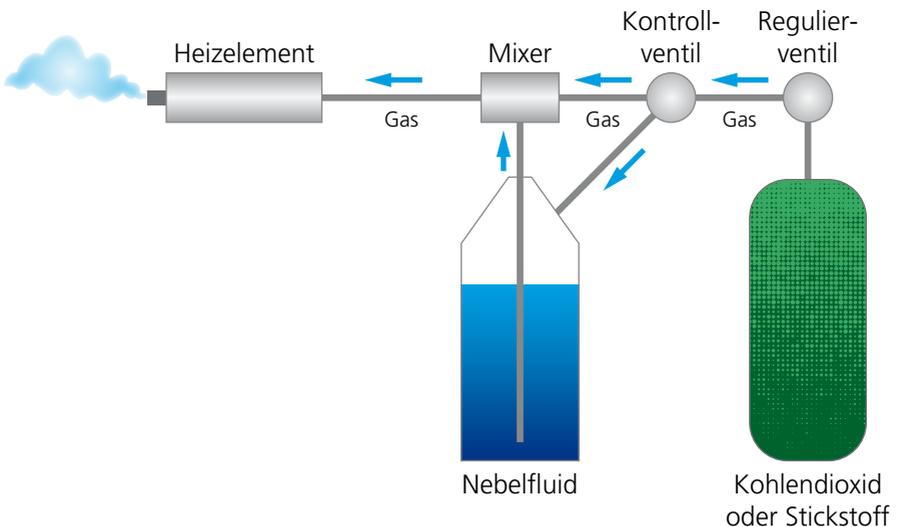


Abb. 2: Funktionsprinzip der Gas-Pumpen-Methode

2.2 Aufstellungsort

Um die Nebelgeräte sicher betreiben zu können, sind folgende Kriterien für den Aufstellungsort zu erfüllen:

- Betrieb nur in geschlossenen Räumen, außer das Gerät ist laut Hersteller für den Betrieb im Freien geeignet
- gute Lüftungsmöglichkeit nach dem Einsatz
- vor Nässe schützen
- nicht entflammare, vibrations- und erschütterungsfreie Stellfläche
- Umgebungstemperatur von 5 °C bis 45 °C
- relative Luftfeuchte unter 80 %

2.3 Wartung und Reinigung

Die technische Wartung hat in regelmäßigen Intervallen durch den Hersteller oder nach Herstellerangaben zu erfolgen.

Es dürfen nur ordnungsgemäß gewartete Nebelgeräte eingesetzt werden, die nach einer Sicht- und Funktionsprüfung keine Mängel aufweisen.

Üble Gerüche, nicht einwandfrei arbeitende Geräte oder Ausstoßen von unverdampfter Flüssigkeit sind Anzeichen für eine mangelhafte Funktion. Diese Geräte sind unverzüglich zu warten beziehungsweise instand zu setzen.

Das Nebelgerät ist nach den in der Bedienungsanleitung empfohlenen Intervallen mit geeigneten Reinigungsmitteln oder destilliertem Wasser zu spülen. Dadurch lassen sich Ablagerungen am Heizelement entfernen.

3 Gefahren durch Nebelgeräte

Für die Beurteilung der unterschiedlichen Arten der Nebelerzeugung und der verschiedenen Geräte sind folgende Gefahren relevant:

- elektrische Gefahren
- Sichtbehinderung
- Rutschgefahr
- Inhalationsgefahr
- Brand- und Explosionsgefahr
- nicht für das Nebelgerät zugelassenes Nebelfluid

Wenn bei externen Übungen Räume kurzzeitig vernebelt und anschließend gut durchlüftet werden, ist mit keiner nennenswerten Kontamination der Oberflächen zu rechnen. Mit Nebelfluids kontaminierte Speisen und Getränke sollen nicht mehr konsumiert werden.

Gefahrenbereiche sind durch Sicherheitskennzeichen kenntlich gemacht. Die für den Einsatz von Nebelgeräten wichtigsten sind in der Folge aufgelistet:



Warnung vor einer Gefahrenstelle,
z. B. Verletzungsgefahr, Sicherheitsrisiko



Warnung vor feuergefährlichen Stoffen



Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung,
z. B. elektronischer Schlag bei Berührung



Warnung vor heißer Oberfläche,
z. B. Verbrennungsgefahr bei Berührung

3.1 Elektrische Gefahren

Um Unfälle als Folge von elektrischen Gefahren zu verhindern, sind folgende Maßnahmen zu beachten:

- nur CE-gekennzeichnete Geräte verwenden
- Gerät an die richtige Spannung anschließen
- Gerät bei defektem Stromkabel, Verlängerungskabel oder defekter Steckdose nicht in Betrieb nehmen
- vor Befüllen des Tanks Nebelgerät immer vom Netz trennen

Sollte Feuchtigkeit, Flüssigkeit oder Nebelfluid in das Geräteinnere eindringen, ist das Nebelgerät sofort vom Netz zu trennen, in einen trockenen Raum zu bringen und von der Servicetechnikerin bzw. vom Servicetechniker überprüfen zu lassen.

Wird das Gerät außer Betrieb genommen, ist es auszuschalten oder vom Netz zu trennen.

3.2 Sichtbehinderung

Wenn bewusst Nebel erzeugt wird, bewirkt dies naturgemäß eine Einschränkung der Sicht bzw. der Sichtweite. Aus diesem Grund sind Stolperstellen, Stellen mit Absturz- oder Verletzungsgefahr wie z. B. Treppen, Abgänge oder scharfe Kanten deutlich zu kennzeichnen. Dies trifft ebenso auf Fluchtwege und Notausgänge zu. Eventuell vorhandene Hindernisse oder Gefahrenstellen, die für den Anwendungszweck nicht von Bedeutung sind, sollten, sofern möglich, beseitigt werden. Von dieser Regelung ausgenommen sind Trainingsstrecken für Ausbildungen und Schulungen.

3.3 Rutschgefahr

Nebel kann auf kalten und glatten Oberflächen Feuchtigkeitsniederschläge erzeugen. Bereits dünne Feuchtigkeitsschichten können Rutschgefahr verursachen.

Bei der Verteilung der Nebelfluids in der Luft sinken diese langsam zu Boden und benetzen alle Oberflächen. Es bildet sich ein Feuchtigkeitsfilm, der eine hohe Rutschgefahr mit sich bringt. Der Rutschgefahr kann dadurch begegnet werden, dass saugende Beläge, z. B. Teppiche, unbehandeltes Holz, Beton, ausgelegt werden. Fliesen, Keramik oder andere glatte Oberflächen können sehr rutschig werden.



Foto: Richard Reichhart

Abb. 3: Ablagerung von Nebelfluidtropfen an Rohrleitungen aus Kunststoff

Wenn Nebelfluids verschüttet werden, besteht in diesen Bereichen hohe Rutschgefahr. Die Nebelfluids sind mit saugenden Materialien, beispielsweise Wischtüchern, aufzunehmen. Der verbleibende Flüssigkeitsrest ist bei glykolhaltigen Nebelfluids mit Wasser und bei mineralöhlhaltigen Nebelfluids mit Reinigungsmitteln zu beseitigen.

Um Verschütten vorzubeugen, sind sofort nach dem Befüllen des Nebelgeräts der Tank sowie der Kanister zu schließen.

3.4 Inhalationsgefahr

Die Nebel können eingeatmet werden. Das Überschreiten der für die Nebelfluidinhaltsstoffe gültigen MAK-Werte ist sehr wahrscheinlich (siehe 4.2). Sollten Aroma- oder Farbstoffe zugesetzt werden, können diese Zusatzstoffe Asthma auslösen.

3.5 Brand- und Explosionsgefahr

Die Nebel enthalten entzündbare Stoffe. Hinweise zu Brand- und Explosionsgefahren finden Sie unter Punkt 4.1.

3.6 Nicht für das Nebelgerät zugelassenes Nebelfluid

Die Vorgaben des Geräteherstellers sind in jedem Fall einzuhalten. Das in der Betriebsanleitung angeführte Nebelfluid ist zu verwenden.

Die Verwendung von nicht angeführten Nebelfluids kann Brand- oder Gesundheitsgefahren hervorrufen sowie Geräteschäden verursachen.

Die Mischung unterschiedlicher Nebelfluids sowie die Zubereitung eigener Nebelfluids sind nicht zulässig.

Hinweis: Nebelfluids auf Weißölbasis dürfen auf keinen Fall mit Glykol-Pumpen-Nebelgeräten benutzt werden! Bei Nicht-Beachten kann es zu erhöhter Brandgefahr kommen.

4 Chemische Gefahren durch Nebelfluids

Nebelfluids können enthalten:

- Gemisch aus Wasser und Glykolen (Propylenglykol, Diethylenglykol, Triethylenglykol)
- Weißöle (hochraffinierte Mineralöle)
- Glycerin (wird nur für Strömungsprüfungen eingesetzt)

Da es sich bei Glykolen und Weißölen um Arbeitsstoffe mit gefährlichen Eigenschaften handelt, müssen Hersteller, Inverkehrbringer oder Importeure **Sicherheitsdatenblätter** erstellen und an gewerbliche Anwender weitergeben.

Gewerbliche Anwender müssen die Informationen, die im **Sicherheitsdatenblatt** enthalten sind, für eine Gefährdungsbeurteilung heranziehen. Dies betrifft vor allem die Lagerung, die Handhabung und die Schutzmaßnahmen beim Umgang mit Nebelfluids. Private Anwender können das **Sicherheitsdatenblatt** bei Bedarf vom Verkäufer verlangen.

Auf den Etiketten von Nebelfluids findet man wichtige Informationen. Seit 1. Juni 2015 haben rot umrandete Piktogramme die bisherigen orange-farbigem Gefahrensymbole abgelöst. Sie verweisen auf die Gefahren, die von Nebelfluids ausgehen können, und werden in den H-Sätzen (Gefahrenhinweise, Hazard Statements) konkretisiert. Die P-Sätze (Sicherheitshinweise, Precautionary Statements) beschreiben die Ratschläge für die Schutzmaßnahmen. Die Signalwörter „Gefahr“ für ein hohes oder „Achtung“ für ein mittleres Gefahrenniveau ergänzen die Kennzeichnung. Diese Kennzeichnung ist für die Gefährdungsbeurteilung unbedingt zu beachten.

Es dürfen nur glykohlältige Nebelfluids eingesetzt werden, die keine Kennzeichnung mit dem Flammenpiktogramm und einen Flammpunkt über 100 °C aufweisen.

Nebelfluids dürfen nur in Originalgebinden des Herstellers und dicht verschlossen gelagert werden.

Das Personal ist im sachgerechten Umgang mit Nebelfluids zu unterweisen.

Für detaillierte Informationen beachten Sie auch die AUVA-Merkblätter M 391 „Sicherer Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen“ und M 385 „Das Sicherheitsdatenblatt“.

4.1 Brand- und Explosionsgefahren

Der erzeugte Nebel darf im Austrittsbereich keine Flamme bilden können. Darüber hinaus dürfen sich in der Nähe der Austrittsöffnung und im Nebelstrahlbereich keine Zündquellen befinden. Empfohlen wird beim Einsatz mobiler Nebelgeräte ein Abstand zu Zündquellen und offenen Flammen von mindestens 3 m.

Tabelle 1: Physikalische Eigenschaften der Reinstoffe

Stoff	Explosionsgrenzen	Flammpunkt	Zündtemp./Temp.-Klasse	Siedepunkt
1,2-Propylenglykol	2,6–12,5 Vol.-%	99 °C	371 °C/T1	188 °C
Diethylenglykol	2,0–17,0 Vol.-%	124 °C	224 °C/T2	246 °C
Triethylenglykol	0,9–9,2 Vol.-%	177 °C	371 °C/T1	285 °C
Glycerin	3,0–19,0 Vol.-%	199 °C	370 °C/T1	290 °C

Quelle: David R. Lide, CRC Handbook of Chemistry and Physics, 88th edition, 2007

Bei Nebelfluids sind die Brand- und die Explosionsgefahr durch die Mischung der Glykole mit Wasser bzw. durch das Einblasen von Stickstoff beim Vernebeln von Weißölen deutlich reduziert. Brandgefahren können sich daher nur dann ergeben, wenn durch die Erwärmung der Glykole das Wasser verdampft oder der Stickstoff durch die Verdünnung mit Luft zur Aufkonzentration der brennbaren Nebelbestandteile führt. Bei Normalbetrieb ist keine Brandgefahr gegeben.

Hinweis: Wenn eine brennbare Flüssigkeit zerstäubt wird, ist der Flammpunkt, der für die verdampfende Flüssigkeit bestimmt wurde, zur Beurteilung der Brandgefahr nicht geeignet. Bei einer feinen Tröpfchenverteilung in der Luft kann der Flammpunkt weit herabgesetzt werden, sodass es schon bei niedrigeren Temperaturen zu einer Entzündung kommen kann.

Nähere Hinweise zu Explosionsgefahren von brennbaren Dämpfen finden Sie im AUVA-Merkblatt M 301 „Explosionen von Gasen und Dämpfen“.

4.2 Inhaltsstoffe

4.2.1 Glykole

Die in Nebelgeräten eingesetzten Glykole weisen gesundheitsschädliche sowie reizende Eigenschaften auf. Sie wirken hygroskopisch und haben eine schwach reizende Wirkung auf die Augen, 1,2-Propylenglykol auch auf die Haut. Auch Glycerin wirkt reizend auf die Schleimhäute. In vernebelter Form kann es Atemwegs- und Augenreizungen hervorrufen.

Bei bestimmungsgemäßer Verwendung der Nebelgeräte ist die Bildung von Acrolein nicht zu erwarten (Verdampfungstemperatur kleiner als 340 °C). Acrolein ist giftig und ätzend und weist einen MAK-Wert von 0,25 mg/m³ auf.

Bei Einsatz der Nebelgeräte werden die für die Glykole geltenden MAK-Werte häufig um ein Vielfaches überschritten. Für Diethylenglykol ist in Österreich ein MAK-Wert von 44 mg/m³ festgelegt. Für die anderen Glykole (Nebel) wird in Österreich der Allgemeine Staubgrenzwert von 10 mg/m³ (E) angewandt.

Tabelle 2: MAK-Werte für Glykole und Acrolein gemäß GKV 2011

Stoff	MAK ppm	MAK mg/m ³	CAS-Nummer
Allgemeiner Staubgrenzwert	–	10 E	
Glykolnebel von z. B.			
1,2-Propylenglykol			57-55-6
Diethylenglykol			111-46-6
Triethylenglykol			112-27-6
Glycerin			56-81-5
Diethylenglykol (Dampf)	10	44	111-46-6
Acrolein (Zersetzungsprodukt)	0,1	0,25	107-02-8

- MAK** Der MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration) ist der Mittelwert in einem bestimmten Beurteilungszeitraum, der die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz angibt – jene Konzentration, die nach dem jeweiligen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse auch bei wiederholter und langfristiger Exposition im Allgemeinen die Gesundheit von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt. Der MAK-Wert ist für gesunde Jugendliche und Erwachsene anwendbar.
- GKV 2011** Grenzwerteverordnung 2011 (Verordnung über Grenzwerte für Arbeitsstoffe sowie über krebserzeugende und fortpflanzungsfördernde (reproduktionstoxische) Arbeitsstoffe
- ppm** Konzentration in parts per million oder Millilitern pro Kubikmeter
- CAS** Chemical Abstracts Service Number (eindeutige Stoffidentifikationsnummer)
- E** Einatembare Fraktion bei Gesamtstaub oder Nebeln (Aerosole)

4.2.2 Weißöle

Nebelfluids auf Basis von Weißölen ohne Wasseranteil bilden Nebel, die sehr lange bestehen bleiben. Diese Nebelfluids werden überwiegend in stationären Anlagen verwendet (z. B. in Brandhäusern). Weißölnebel werden sowohl in kalten als auch in heißen Umgebungen vernebelt. Für Weißöle ist in der GKV 2011 ebenfalls ein MAK-Wert festgelegt. Dieser MAK-Wert wird bei Vernebelung sehr rasch überschritten.

Tabelle 3: MAK-Wert für Mineralölnebel (Weißöl) gemäß GKV 2011

Stoff	MAK ppm	MAK mg/m ³	CAS-Nummer
Mineralölnebel (Weißöl)	–	5 E	–

MAK	Der MAK-Wert (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration) ist der Mittelwert in einem bestimmten Beurteilungszeitraum, der die höchstzulässige Konzentration eines Arbeitsstoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft am Arbeitsplatz angibt – jene Konzentration, die nach dem jeweiligen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnisse auch bei wiederholter und langfristiger Exposition im Allgemeinen die Gesundheit von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern nicht beeinträchtigt und diese nicht unangemessen belästigt. Der MAK-Wert ist für gesunde Jugendliche und Erwachsene anwendbar.
GKV 2011	Grenzwerteverordnung 2011 (Verordnung über Grenzwerte für Arbeitsstoffe sowie über krebserzeugende und fortpflanzungsgefährdende (reproduktionstoxische) Arbeitsstoffe
ppm	Konzentration in parts per million oder Millilitern pro Kubikmeter
CAS	Chemical Abstracts Service Number (eindeutige Stoffidentifikationsnummer)
E	Einatembare Fraktion bei Gesamtstaub oder Nebeln (Aerosole)

4.3 Gefahren durch Zusatzstoffe

Viele Farb- und Aromastoffe sind gefährliche Arbeitsstoffe. Häufig weisen sie Eigenschaften wie Sensibilisierung der Haut (H 317), Auslösung von Asthma (H 334) oder Reizung der Atemwege (H 335) auf. Diese Eigenschaften sind auf alle Fälle zu beachten!

Die **Zugabe von Farb- und Aromastoffen** zum Nebelfluid ist aus diesen Gründen aus Sicht des Unfallverhütungsdienstes zu **unterlassen**.

Ausgenommen davon sind Farb- und Aromastoffe, die keine akute Giftigkeit und keine sensibilisierenden Eigenschaften aufweisen und darüber hinaus vom Hersteller ausdrücklich zugelassen sind. Die vom Hersteller vorgegebenen Dosierungen sind einzuhalten.

Besondere Vorsicht beim Zusatz von Farb- und Aromastoffen ist auch wegen der Zersetzungsgefahr bei hohen Temperaturen (mehr als 340 °C) geboten.

4.4 Entsorgung

Nebelfluids, die nicht mehr gebraucht werden, sind fachgerecht zu entsorgen. Da es sich hierbei um Stoffe mit gefährlichen Eigenschaften handelt, sind sie einem Entsorgungsunternehmen als gefährlicher Abfall zu übergeben. Die Abfallschlüsselnummern können dem Sicherheitsdatenblatt entnommen werden.

5 Anwendungshinweise

5.1 Ausbildung

Ein möglichst realistisches Übungsumfeld ist für alle Ausbildungen sehr wichtig. Bei Ausbildungen, in denen das richtige Verhalten bei Brandszenarien gelernt (geübt) werden soll, ist eine Vernebelung („Verrauchung“) unumgänglich. Für die Simulation von Verrauchungen kommen unterschiedliche Systeme zum Einsatz. Bei Ausbildungen, vor allem bei der Feuerwehr, ist es ratsam, möglichst realistische Verrauchungen bzw. Sichtbehinderungen künstlich herzustellen (siehe nachfolgende Abbildungen). Hierbei kann es zu massiven Vernebelungen kommen, bei denen eine deutliche Überschreitung der MAK-Werte die Folge ist. Alle Personen sollen bei diesen Übungen entsprechende Schutzmaßnahmen treffen.



Abb. 4: „Verrauchung“ mit Nebelfluid in einem Gang eines Krankenhauses



Foto: Richard Reichhart

Abb. 5: „Verrauchung“ mit Nebelfluid in einem Brandhaus der Landesfeuerwehrschiele Tulln

5.1.1 Stationäre Geräte

Bei stationären Übungsanlagen, welche vor allem in Brandhäusern oder ähnlichen Anlagen zu finden sind, werden in der Regel Weißöle zur Nebelerzeugung verdampft. Der gültige MAK-Wert wird deutlich überschritten. Bei Erwärmung des Weißölnebels auf über 340 °C bildet sich Acrolein.

Kaltanwendung (ohne Gasbefuerung): Alle Personen, die sich im vernebelten Bereich aufhalten, müssen sich mindestens mit Partikelfiltern der Schutzstufe FFP3 (idealerweise mit Ausatemventil) oder P3 (Halb- oder Vollmaske) schützen. Bei kurzzeitigen Aufenthalten (kürzer als 60 Minuten) genügen Partikelfilter der Schutzstufe FFP2 (idealerweise mit Ausatemventil) oder P2 (Halb- oder Vollmaske). Das bedeutet, dass z. B. zwei Einsätze, die pro Einsatztag kürzer als 30 Minuten dauern, mit demselben Partikelfilter der Schutzstufe FFP2 möglich sind.

Tabelle 4: Atemschutz für Kaltanwendungen (Weißöl)

Atemschutzfiltermaske	Aufenthaltsdauer pro Einsatztag	
	< 60 min	> 60 min
FFP2, P2	geeignet	nicht geeignet
FFP3, P3	geeignet	geeignet

Nach dem Einsatztag sind Partikelfilter der Schutzstufen FFP2 oder FFP3 zu entsorgen. Für Partikelfilter der Schutzstufen P2 oder P3 ist ein Filtereinsatzplan zu erstellen; es ist darauf zu achten, ob diese Partikelfilter mit den Buchstaben „R“ (Reuseable) oder „NR“ (Not Reuseable) gekennzeichnet sind. Die Partikelfilter sind für die weitere Aufbewahrung zu verschließen und spätestens nach 3 Monaten Einsatzzeit zu entsorgen. Das erstmalige Einsatzdatum ist auf dem Partikelfilter zu vermerken.

Die zuoberst getragenen Bekleidungsstücke sind ausreichend auszulüften beziehungsweise zu reinigen. Das Auslüften über einen Zeitraum von mindestens 3 Stunden, besser 8 Stunden ist hierfür ausreichend.

Für die Verwendung von Atemschutzgeräten kann das AUVA-Merkblatt M 719 „Atemschutzfilter gegen Schwebstoffe, Gase und Dämpfe“ herangezogen werden.

Heianwendung (mit Gasbefeuerung): Alle Personen, die sich im vernebelten Bereich aufhalten, müssen sich mit umluftunabhngigen Atemschutzgeräten schtzen.

Die zuoberst getragenen Bekleidungsstücke sind ausreichend auszulüften beziehungsweise zu reinigen. Das Auslüften über einen Zeitraum von mindestens 3 Stunden, besser 8 Stunden ist hierfür ausreichend.

5.1.2 Mobile Geräte

Mobile Geräte werden bei Ausbildungen auch in Räumen eingesetzt, die nicht dem Verantwortungsbereich der Feuerwehren unterliegen.

Wird das Nebelgerät in Räumen eingesetzt, die durch eine automatische Brandmeldeanlage überwacht werden, empfiehlt es sich, diese im Wirkungsbereich des Nebels außer Betrieb zu setzen. In diesem Fall sind gleichwertige Ersatzmaßnahmen zu treffen – zum Beispiel die Einrichtung einer Brandsicherheitswache. Durch organisatorische Maßnahmen ist sicherzustellen, dass nach dem Ende des Nebeleinsatzes die Brandmeldeanlage wieder in Betrieb genommen wird.

Wird das Nebelgerät im Freien eingesetzt, ist sinngemäß wie bei Open-Air-Veranstaltungen vorzugehen (siehe 5.2.2).

Bei mobilen Rauchgeneratoren (Nebelgeräten) werden in der Regel Nebelfluids auf Glykolbasis verwendet. Auch bei dieser Vernebelungsform werden die gültigen MAK-Werte massiv überschritten (Beispiele zur Probenahme siehe nachfolgende Bilder). Die Zugabe von sensibilisierenden Farb- und Aromastoffen zum Nebelfluid ist aus Sicht des Unfallverhütungsdienstes zu unterlassen.

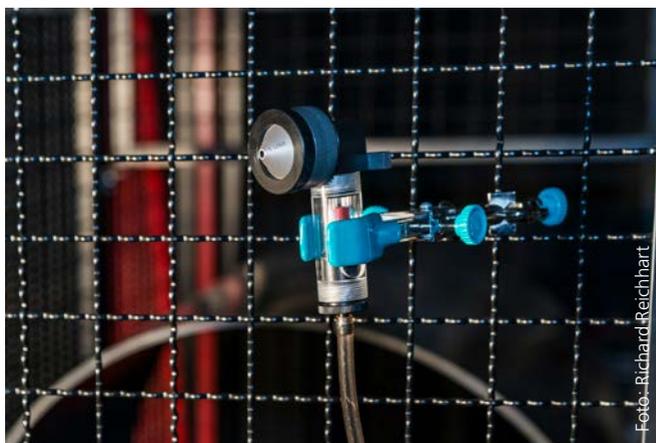


Abb. 6: GSP-Probenahmekopf für die Messung des MAK-Wertes von glykolhaltigen Nebelfluids in der Atemluft



Abb. 7: Beispiel für eine Messung des MAK-Wertes in Atemhöhe mit Hilfe einer Kombination aus Luftpumpe und GSP-Probenahmekopf

Bei Verwendung von glykolhaltigen Nebelfluids dürfen auf keinen Fall Wärmequellen wie zum Beispiel Heizkanonen gleichzeitig verwendet werden. Wird die Temperatur von 340 °C überschritten, bildet sich Acrolein.

Die Räumlichkeiten sollen nur so stark vernebelt werden, wie es die Ausbildungs- bzw. Übungssituation erfordert. Man folge dem Grundsatz: So viel wie nötig, so wenig wie möglich.

Die Vernebelung ist auf die Minimalzeit zu reduzieren. Das heißt, alle Räumlichkeiten sollen erst unmittelbar vor der eigentlichen Übung vernebelt und möglichst bald, am besten noch während der Übung, wieder entrauchte beziehungsweise belüftet werden.

Alle Personen, die sich im vernebelten Bereich aufhalten, müssen sich mindestens mit Partikelfiltern der Schutzstufe FFP3 (idealerweise mit Ausatemventil)

oder P3 (Halb- oder Vollmaske) schützen. Bei kurzzeitigen Aufenthalten (kürzer als 60 Minuten) genügen Partikelfilter der Schutzstufe FFP2 (idealerweise mit Ausatemventil) oder P2 (Halb- oder Vollmaske). Das bedeutet, dass z. B. zwei Einsätze, die pro Einsatztag kürzer als 30 Minuten dauern, mit demselben Partikelfilter der Schutzstufe FFP2 möglich sind. Dies gilt auch für Verletztendarstellerinnen und -darsteller und Übungsbeobachterinnen und -beobachter.

Tabelle 5: Atemschutz für mobile Einsätze (glykohlhaltige Nebelfluids)

Atemschutzfiltermaske	Aufenthaltsdauer pro Einsatztag	
	< 60 min	> 60 min
FFP2, P2	geeignet	nicht geeignet
FFP3, P3	geeignet	geeignet

Anmerkung: Einmal pro Jahr kann für eine maximale Aufenthaltsdauer von 15 Minuten von der Verwendung von Atemschutz abgesehen werden.

Nach dem Einsatztag sind Partikelfilter der Schutzstufen FFP2 oder FFP3 zu entsorgen. Für Partikelfilter der Schutzstufen P2 oder P3 ist ein Filtereinsatzplan zu erstellen; es ist darauf zu achten, ob diese Partikelfilter mit den Buchstaben „R“ (Reuseable) oder „NR“ (Not Reuseable) gekennzeichnet sind. Die Partikelfilter sind für die weitere Aufbewahrung zu verschließen und spätestens nach 3 Monaten Einsatzzeit zu entsorgen. Das erstmalige Einsatzdatum ist auf dem Partikelfilter zu vermerken.

Die zuoberst getragenen Bekleidungsstücke sind ausreichend auszulüften beziehungsweise zu reinigen. Das Auslüften über einen Zeitraum von mindestens 3 Stunden, besser 8 Stunden ist hierfür ausreichend.

Für die Verwendung von Atemschutzgeräten kann das AUVA-Merkblatt M 719 „Atemschutzfilter gegen Schwebstoffe, Gase und Dämpfe“ herangezogen werden.

Eine Checkliste für die sichere Verwendung von mobilen Nebelgeräten findet sich unter Punkt 6.

5.2 Unterhaltungsveranstaltungen

Nebelgeräte werden bei Unterhaltungsveranstaltungen (Theater, Oper, Disco, Konzert, Fernsehstudio etc.) ausschließlich zur Erzielung optischer Effekte eingesetzt.

5.2.1 Inhouse-Veranstaltungen

Unter Inhouse-Veranstaltungen versteht man Aktivitäten mit Nebelgeräten und -fluiden, die in Veranstaltungsräumen stattfinden.

Um einen sicheren Umgang mit Nebelgeräten und -fluiden zu gewährleisten, müssen zu diesem Zweck eine Beurteilung der Gefahren durchgeführt und anschließend die nötigen Maßnahmen gesetzt werden.

Evaluierung von Nebeleffekten

Die Bedingungen für den Nebeleinsatz leiten sich von der Gefahrenbeurteilung ab.

Je nach eingesetztem Gerätetyp und verwendetem Nebelfluid lassen sich Unterschiede in den Eigenschaften des erzeugten Nebeleffekts feststellen.

Durch zu dichten oder unkontrolliert erzeugten Nebel kann es zu Sichtbehinderungen kommen. Besondere Gefahr geht hier von nicht mehr erkennbaren Absturz- und Anstoßstellen aus, speziell bei Treppen und Einrichtungen auf Bühnen. Nebel kann auf kalten und glatten Oberflächen rutschige Flüssigkeitsfilme bilden, wodurch zusätzlich Rutschgefahr besteht.

Meist reicht schon eine kleine Menge des richtigen Nebeltyps, um die gewünschten Effekte sichtbar zu machen – deshalb ist eine Beschränkung auf das notwendige Maß vorzunehmen, um die vernebelten Bereiche so begrenzt wie möglich zu halten. Vernebelungsdauer, Intensität und vernebelte Bereiche sind im Rahmen der Proben zu ermitteln.

Hinweis: Das Zusetzen von Farb- und Aromastoffen ist zu unterlassen. Farbeffekte können durch farbige Beleuchtung erzielt werden.

Nebelfluid soll so auf die Bühne gebracht werden, dass die Künstlerinnen und Künstler in der Ausübung ihrer Kunst nicht behindert werden. Der Nebelfluidstrahl, der aus dem Gerät austritt, darf niemals direkt auf Personen gerichtet werden. Das gilt ebenso für Personen, die z. B. hinter der Bühne oder in einem Souffleurkasten tätig sind. Da glykolhaltige Nebel die Atemwege austrocknen oder reizen können, werden sie von Schauspielerinnen bzw. Schauspielern und Sängerinnen bzw. Sängern zu Recht als belastend empfunden.

Das Nebelgerät kann während des Einsatzes sehr heiß werden. Das Heizelement benötigt für die Abkühlung mitunter bis zu 10 Stunden.

Setzen von Maßnahmen

Die Bedienungsanleitung für das Nebelgerät und das Sicherheitsdatenblatt für das zugehörige Nebelfluid müssen für das zuständige Personal zugänglich sein. Bedienungsanleitung, Sicherheitsdatenblatt sowie Merkblatt dienen als Grundlage für Information und Unterweisung, vor allem bei erstmaligem Gebrauch und bei der Weitergabe des Nebelgerätes an andere Standorte. Zum Inhalt der Unterweisung gehören die Gefahren-, Schutz- und Verhaltensregeln sowie Hinweise für Notfälle (z. B. Evakuierung).

Geräte und Einrichtungen für die künstlerische Darbietung dürfen nur von einem geschulten Team vorbereitet, eingerichtet, auf- und abgebaut oder verändert werden. Diese Arbeiten können auch von externen Fachfirmen durchgeführt werden. In diesem Fall ist auf die Koordination aller Beteiligten, insbesondere der Anwenderinnen und Anwender, Wert zu legen. Diese Tätigkeiten bringen einen Mehraufwand an Arbeit. Der Vorteil liegt aber darin, dass man Gesundheitsgefahren durch gute Einschulung und richtige Einstellung des Nebelgeräts verringern kann.

Es ist zu klären, ob die Veranstaltungsräume, in denen der Nebelerzeuger zum Einsatz kommt, mit optischen Rauchmeldern ausgestattet sind und ob die Nebel effekte diese Rauchmelder auslösen können. Ist dies der Fall, sind die betreffenden Rauchmelder für die Dauer der Nebel einwirkung außer Betrieb zu nehmen. Für diesen Zeitraum sind alternative Brandschutzmaßnahmen erforderlich, z. B. mobile Brandmelder oder eine Brandsicherheitswache. Dies ist in entsprechenden Sicherheitskonzepten für die Veranstaltungen zu berücksichtigen.

Um Unfälle durch Sichtbehinderung zu vermeiden, müssen Stolperstellen, Stellen mit Absturz- oder Verletzungsgefahr sowie Fluchtwege und Notausgänge sichtbar bleiben. Der Nebel darf zu keiner Zeit Warn- und Sicherheitseinrichtungen unkenntlich machen.

Dekorelemente dürfen sich nicht zu nah am heißen Nebelgerät befinden, da es dadurch zu Brandgefahr kommen kann.

Um Rutschgefahr entgegenzuwirken, sind die Rückstände der Nebelfluids von Zeit zu Zeit zu beseitigen, speziell auf Treppen und Bühnenabgängen.

5.2.2 Open-Air-Veranstaltungen

Auch bei Open-Air-Veranstaltungen werden Nebelgeräte zur Erzeugung von Bühneneffekten eingesetzt. Um größere Wirkung zu erzielen, sind meist leistungsfähige Nebelgeräte (Anschlusswerte von 400 V) in Verwendung. Mit diesen Geräten können sehr hohe Nebelkonzentrationen erzeugt werden, die auch bei ungünstigen Wetterverhältnissen und über weite Entfernungen hin gut sichtbar sind. Auch bei Open-Air-Veranstaltungen dürfen nur zugelassene Nebelgeräte verwendet werden.

Evaluierung und Maßnahmen

Grundsätzlich gilt auch für diese Einsätze, dass nur das für das Gerät zugelassene Nebelfluid eingesetzt werden darf und dass das Zusetzen von Farb- oder Geruchsstoffen möglichst unterlassen wird. Sind Farb- oder Geruchseffekte beabsichtigt, muss bei den zugesetzten Farb- bzw. Geruchsstoffen darauf geachtet werden, dass sie keine gesundheitsschädlichen oder sensibilisierenden Eigenschaften aufweisen (Auslösung von Asthma oder Allergie). Diese Eigenschaften sind auf der Verpackung der Farb- oder Geruchsstoffe und in Abschnitt 2 des Sicherheitsdatenblattes angegeben.

Insbesondere asthmaauslösende Farb- oder Geruchsstoffe können bei Bühnenmitarbeiterinnen und Bühnenmitarbeitern sowie beim Publikum zu lebensbedrohenden Zwischenfällen führen!

Der Nebelfluidstrahl, der aus dem Gerät austritt, darf niemals direkt auf Personen gerichtet werden. Das gilt auch für Personen, die z. B. hinter der Bühne oder in einem Souffleurkasten tätig sind. Da glykolhaltige Nebel die Atemwege austrocknen oder reizen können, werden sie von Schauspielerinnen und Schauspielern sowie von Sängerinnen und Sängern zu Recht als belastend empfunden.

Die Konzentration von Nebel ist auf Bühnen daher im Sinne der Darstellerinnen und Darsteller auf das notwendige Mindestmaß zu begrenzen.

Die Sichtbehinderung durch Nebel kann die Erkennbarkeit von Stolperstellen auf der Bühne erschweren bzw. Fluchtwege unkenntlich machen. Beim Betrieb von Nebelgeräten ist durch einen vorherigen Probetrieb sicherzustellen, dass diese Gefahren erkannt werden und dann während der Veranstaltung nicht auftreten können. Bei Änderung der Witterungsverhältnisse während der Aufführung ist zeitnah zu entscheiden, ob die Bühneneffekte gefahrlos fortgesetzt werden können oder ob sie abgeschaltet werden.

Der Nebelfluidstrahl von glykolhaltigen Nebelfluids darf nicht direkt in ein Feuer oder auf eine heiße Oberfläche, z. B. einen Beleuchtungskörper, gerichtet sein. Es können bei unsachgemäßem Betrieb Brände entstehen.

Nebelablagerungen am Bühnenboden führen zu erhöhter Rutschgefahr; daher empfiehlt es sich, bei Einsatz von Nebelfluids saugende Bodenflächen wie unversiegeltes Holz, Beton oder Teppiche zu verwenden. Glatte Fußböden wie z. B. Fliesen, versiegelte Holzböden oder glatte Kunststoffböden sind im Zusammenhang mit solchen Bühneneffekten nach Möglichkeit zu vermeiden.

6 Checkliste

Checkliste für das mobile Nebelgerät:

- nur CE-gekennzeichnete Geräte verwenden
- Gerät an die richtige Spannung anschließen
- Gerät bei defektem Stromkabel, Verlängerungskabel oder defekter Steckdose nicht in Betrieb nehmen
- nur einwandfreies und gewartetes Gerät einsetzen
- vor Befüllen des Tanks Gerät immer vom Netz trennen
- Gerät vor Nässe schützen

Checkliste für den Aufstellungsort:

- Gerät nur in geschlossenen Räumen betreiben, außer es ist laut Hersteller für den Betrieb im Freien geeignet
- bei Aufstellung im Freien Windrichtung beachten
- gute Lüftungsmöglichkeit nach dem Einsatz; keine Vernebelung in schlecht belüftbaren Räumen durchführen
- Stellfläche ist vibrations-, erschütterungsfrei und nicht entflammbar
- Umgebungstemperatur von 5 °C bis 45 °C
- relative Luftfeuchte unter 80 %

Checkliste für die Verwendung von mobilen Nebelgeräten:

nur vom Hersteller zugelassene Nebelfluids verwenden

keine Farb- und Duftstoffe zumischen
(außer vom Hersteller ausdrücklich zugelassene)

Vernebelungszeit von Räumen möglichst kurz halten

Aufenthaltszeit möglichst kurz halten

kein Nebelkontakt (Einatmen und Hautkontakt) für folgende Personen:

Schwangere

Asthmatikerinnen und Asthmatiker

Personen mit Hauterkrankungen wie z. B. Neurodermitis

Einschränkungen für Kinder bis zum vollendeten 14. Lebensjahr
(maximal 15 Minuten)

Grad der Verrauchung je nach Simulations-, Übungs- bzw.
Ausbildungszweck so gering wie möglich halten

Verwendung von Heizgeräten oder Ähnlichem vermeiden –
Entstehung von Acrolein bei höheren Temperaturen

zur Simulation von verletzten Personen nach Möglichkeit Puppen
verwenden

entsprechenden Atemschutz verwenden (Expositionszeit beachten)

zuoberst getragene Bekleidungsschicht ausreichend lüften oder reinigen

Hygienemaßnahmen (z. B. waschen, duschen) für alle Personen, die mit
dem Nebel in Berührung kamen

Belüftungsmaßnahmen während beziehungsweise unmittelbar nach
der Übung (Simulation) durchführen

nach der Vernebelung Böden auf Rutschgefahr überprüfen bzw. reinigen

7 Literatur

- DIN 57700-245:1984-08; DIN VDE 0700-245:1984-08; Titel: Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke; Nebelgeräte [VDE-Bestimmung]
- Auf der Webseite der AUVA (www.auva.at/publikationen) finden Sie folgende Merkblätter:
 - ◆ AUVA-Merkblatt M 301 Explosionen von Gasen und Dämpfen
 - ◆ AUVA-Merkblatt M 385 Das Sicherheitsdatenblatt
 - ◆ AUVA-Merkblatt M 391 Sicherer Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen
 - ◆ AUVA-Merkblatt M 719 Atemschutzfilter gegen Schwebstoffe, Gase und Dämpfe

Sicherer Umgang mit Nebelfluids

Bitte wenden Sie sich in allen Fragen des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit bei der Arbeit an den Unfallverhütungsdienst der für Sie zuständigen AUVA-Landesstelle:

Oberösterreich:

UVD der Landesstelle Linz
Garnisonstraße 5
4010 Linz
Telefon +43 5 93 93-32701

Salzburg, Tirol und Vorarlberg:

UVD der Landesstelle Salzburg
Dr.-Franz-Rehrl-Platz 5
5010 Salzburg
Telefon +43 5 93 93-34701

UVD der Außenstelle Innsbruck
Ing.-Etzel-Straße 17
6020 Innsbruck
Telefon +43 5 93 93-34837

UVD der Außenstelle Dornbirn
Eisengasse 12
6850 Dornbirn
Telefon +43 5 93 93-34932

Steiermark und Kärnten:

UVD der Landesstelle Graz
Göstinger Straße 26
8020 Graz
Telefon +43 5 93 93-33701

UVD der Außenstelle Klagenfurt
Waidmannsdorfer Straße 42
9020 Klagenfurt am Wörthersee
Telefon +43 5 93 93-33830

Wien, Niederösterreich und Burgenland:

UVD der Landesstelle Wien
Webergasse 4
1200 Wien
Telefon +43 5 93 93-31701

UVD der Außenstelle St. Pölten
Kremser Landstraße 8
3100 St. Pölten
Telefon +43 5 93 93-31828

UVD der Außenstelle Oberwart
Hauptplatz 11
7400 Oberwart
Telefon +43 5 93 93-31901

Das barrierefreie PDF dieses Dokuments gemäß PDF/UA-Standard ist unter www.auva.at/publikationen abrufbar.

Medieninhaber und Hersteller: Allgemeine Unfallversicherungsanstalt, Adalbert-Stifter-Straße 65, 1200 Wien | **Verlags- und Herstellungsort:** Wien