



## Exposition à l'ozone lors des procédés de soudage et techniques connexes\*

*Lors du traitement et de l'usinage des matériaux métalliques par soudage et techniques connexes, des substances dangereuses sous forme de gaz ou de particules sont formées. L'ozone est une des substances gazeuses importantes.*

*L'ozone (O<sub>3</sub>) est formé de l'oxygène dans l'air par le rayonnement ultraviolet. Lors des procédés à l'arc, l'arc produit le rayonnement UV. L'intensité du rayonnement dépend de l'intensité du courant. L'ozone est formé partout où l'intensité du rayonnement UV est suffisamment intense.*

*A des températures élevées, l'ozone est instable envers d'autres substances. La présence d'autres gaz, fumées ou poussières dans l'air accélère la décomposition de l'ozone en oxygène.*

*Dû à l'instabilité de l'ozone, la différence entre l'émission et l'immission (concentration au poste de travail) doit être considérée particulièrement.*

### 1 Emission (Formation d'ozone)

La formation d'ozone (émission) lors du soudage dépend des paramètres suivants:

- procédés (p. ex. soudage MAG/MIG/TIG)
- matériaux (p.ex. aluminium/aluminium magnésium/ aluminium silicium/acier au chrome-nickel)
- gaz de protection (p.ex. argon, hélium)

Pour déterminer le niveau des émissions de l'ozone pour les différents procédés de soudage, des méthodes différentes ont été utilisées:

- la "méthode fume box", mesurant la quantité par unité de temps
- la "méthode de la chambre de rayonnement" mesurant la concentration d'ozone (mg/m<sup>3</sup>) à différentes distances de l'arc.

On peut constater que

- les émissions les plus hautes surviennent lors du soudage MIG.
- lors du soudage TIG, les valeurs d'émission mesurées sont plus basses d'un ordre de grandeur, comparées aux valeurs mesurées lors du soudage MIG.
- lors de l'usinage des matériaux AISi, les émissions sont distinctement plus élevées que lors de l'usinage des matériaux AIMg4.

\* La présente feuille d'information du comité d'experts a été préparée par les membres du groupe de travail "Substances dangereuses lors du soudage et des techniques connexes".

### Sommaire:

- 1 Emission (formation d'ozone)
- 2 Immission (concentration) au poste de travail
- 3 Concentrations d'ozone lors du soudage MAG, MIG et TIG
- 4 Résumé

### 2 Immission (concentration) au poste de travail

Valeur limite d'exposition professionnelle: 0,2 mg/m<sup>3</sup>; 0,1 ml/m<sup>3</sup>

La concentration d'ozone au poste de travail dépend des facteurs suivants:

- émission,
- distance de l'arc,
- d'autres substances présentes (gaz, particules),
- équipement de protection présent

Comme le rayonnement UV dépasse la zone de soudage directe, l'ozone est aussi généré au-delà de la zone de l'arc et des gaz de protection

Les mesures de concentration sont destinées à identifier l'exposition réelle du soudeur et de son environnement et - avec les taux d'émission - sont importantes pour évaluer le risque pour le soudeur et pour spécifier les mesures de protection.

Procédé/ matériel	Concentration d'ozone (ml/m <sup>3</sup> )	
	Dans le panache de fumée	Dans la zone respiratoire de l'opérateur
<u>Soudure MAG</u> acier non allié et faiblement allié	0,4-0,85	0,025-0,1
<u>Soudure MIG</u> AlMg 4,5 Mn AlSi 5	- 3 - 10	- 0,2 - 0,4
<u>Soudure TIG</u> acier au chrome nickel Al4,5 Mn	0,25-0,4 - 0,4	- 0,04 - 0,02

Tableau 1: Exemples de concentrations d'ozone mesurées à la personne et dans le panache de fumée lors du soudage à l'arc sous protection gazeuse.

### 3 Les concentrations d'ozone lors du soudage MAG, MIG et TIG

#### 3.1 Soudage MAG

Lors du soudage MAG, à cause de la forte formation de fumées, une concentration d'ozone plus basse peut en général être attendue. En général, il n'y a pas de risque particulier pour l'opérateur dû à l'ozone.

#### 3.2 Soudage MIG

Lors du soudage MIG des matériaux en aluminium, la formation d'ozone (causé par le rayonnement UV et les matériaux fortement réfléchissants) doit être considérée en outre de la poussière totale.

Similaire aux mesures d'émission, les concentrations d'ozone les plus élevées ont été mesurées lors du soudage MIG des matériaux AISi (p.ex. AlMgSi1 comme métal de base avec AISi5 comme métal d'apport). La concentration d'ozone augmente avec l'intensité du courant et la longueur de l'arc.

L'utilisation d'un mélange de gaz de protection Ar/He lors du soudage MIG des matériaux en aluminium résulte en des concentrations d'ozone plus basses que l'utilisation d'argon pur mesurées sous des conditions équivalentes. On peut constater que la concentration d'ozone diminue fortement avec une distance augmentant de l'arc aux paramètres constants tels que le matériel, le gaz de protection, l'intensité du courant.

#### 3.3 Soudage TIG

Dû à des intensités du courant plus basses, les concentrations d'ozone générées sont plus basses lors du soudage TIG. Comparable au soudage MIG, les valeurs d'ozone augmentent partant de l'aluminium magnésium à travers l'aluminium pur aux alliages en aluminium silicium.

Pour le soudage TIG aussi, la concentration d'ozone dépend en premier lieu du matériel utilisé et ensuite le type de gaz de protection et

Matériel/gaz de protection	Concentration d'ozone (ml/m <sup>3</sup> )		
	Distance de l'arc		
	150 mm	250 mm	400 mm
Aluminium pur Gaz de protection: argon 7 l/min Intensité du courant: 150 A	0,15	0,08	0,02
AlMg 4,5 Mn avec S-AlMg 5 Gaz de protection: He 20 l/min	0,6		
AlMn avec S-Al 99,5 Gaz de protection: He 20 l/min	3,5		
AlMgSi 1 avec S-AISI 5 Gaz de protection: He 20 l/min	2,2		

Tableau 2: Immission d'ozone (concentration) lors du soudage TIG (exemples)

la distance de l'arc ont une influence perceptible sur la concentration d'ozone mesurée.

Lors du soudage TIG de l'acier chrome-nickel, les concentrations d'ozone sont plus basses que lors du soudage TIG des matériaux en aluminium.

Des résultats indiqués dans la base de données MEGA du BGIA (institut pour la sécurité au travail des Berufsgenossenschaften allemands) provenant des mesures devant l'écran de protection du soudeur montre que la valeur de 95% égal à 0,19 mg/ml est inférieure à la valeur limite d'exposition professionnelle pour l'ozone. D'autres valeurs mesurées dans le cadre d'un projet UE derrière l'écran de protection du soudeur avec un moniteur de chemiluminescence sont dans la gamme de 0,01 mg/m<sup>3</sup> à 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

### 4 Résumé

Pour la plupart des combinaisons procédé/matériel lors des procédés de soudage et techniques connexes les concentrations d'ozone (mesurées) dans la zone respiratoire de l'opérateur sont inférieures à 0,1 ml/m<sup>3</sup>, à savoir la valeur limite d'exposition professionnelle actuellement valable.

Lors du soudage MIG des matériaux en aluminium, surtout AISi, il y a toutefois aussi des concentrations supérieures à la valeur limite.

Surtout pour les combinaisons de procédé/matériel mentionnées en dernier lieu, l'utilisation d'un système de ventilation est requise. Le système de ventilation doit être conçu de telle manière que non seulement la zone près de l'arc soit couverte, mais aussi toute la zone respiratoire du soudeur.

Pour les procédés complètement automatisés, un écran contre le rayonnement est recommandé qui évite la formation d'ozone dans la zone respiratoire de l'opérateur.

#### Bibliographie:

- [1] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV), October 2007 (BGBl: I S 2382)
- [2] TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“, May 2008
- [3] TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“, January 2008
- [4] TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“,
- [5] BGG 904 „Berufsgenossenschaftliche arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen“:
  - G15 Chrom(VI) Verbindungen
  - G38 Nickel oder seine Verbindungen
  - G39 Schweißrauche
- [6] Spiegel-Ciobanu, V.E. Ozon-Problematik in der Schweißtechnik, BIA-Report 10/96, Hrsg. HVBG, Sankt Augustin 1996
- [7] EU project "Weld Ozone" Examination of the Measurement and Control of Ozone Emissions during Welding and Allied Processes, Final Technical Report
- [8] BGI 790-012: „BG/BGIA-Empfehlung für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung: Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG-Schweißen)“