

# Ozonbelastung bei schweißtechnischen Arbeiten\*

Bei der schweißtechnischen Be- und Verarbeitung von metallischen Werkstoffen entstehen gas- und partikelförmige Schadstoffe. Unter den gasförmigen Schadstoffen ist auch Ozon von Interesse.

Ozon ( $O_3$ ) entsteht durch ultraviolette Strahlung aus dem Sauerstoff der Luft. Bei Lichtbogen erfährt er erzeugt der Lichtbogen UV-Strahlung. Die Ozonintensität hängt von der Stromstärke ab. Überall, wo UV-Strahlung ausreichende Intensität vorhanden ist, entsteht Ozon.

Ozon ist bei hohen Temperaturen gegenüber anderen Stoffen instabil. Die Anwesenheit von anderen Gasen, Dämpfen oder Stäuben in der Luft beschleunigt den Zerfall von Ozon zu Sauerstoff.

Wegen der Instabilität des Ozons ist der Unterschied zwischen Emission und Immission (Konzentration am Arbeitsplatz) besonders zu beachten.

## 1 Emission (Ozon-Entstehung)

Die Ozon-Entstehung (Emission) beim Schweißen ist von folgenden Einflussfaktoren abhängig:

- Verfahren (z. B. MAG-/MIG-/WIG-Schweißen)
- Werkstoffe (z. B. Aluminium/Aluminium-Magnesium/Aluminium-Silicium/Chrom-Nickel-Stahl)
- Schutzgase (z. B. Argon, Helium)

Um die Höhe der Ozon-Emissionen bei den verschiedenen Schweißverfahren zu ermitteln wurden unterschiedliche Messmethoden verwendet:

- „Fumebox-Methode“, die die Menge pro Zeiteinheit (mg/s) bestimmt,
- „Radiation Chamber-Methode“, die die Ozonkonzentration ( $mg/m^3$ ) bei unterschiedlichen Entfernungen zum Lichtbogen bestimmt.

Es wurde dabei festgestellt, dass

- die höchsten Emissionen beim Metall-Inertgasschweißen (MIG) zu beobachten sind,
- beim Wolfram-Inertgasschweißen (WIG) – verglichen mit MIG-Schweißen – die gemessenen Emissionswerte um eine Zehnerpotenz niedriger liegen,
- bei der Bearbeitung von AlSi-Werkstoffen wesentlich höhere Emissionen als bei der Bearbeitung von AlMg4-Werkstoffen entstehen.

## Inhaltsverzeichnis:

- 1 Emission (Ozon-Entstehung)
- 2 Immission (Konzentration) am Arbeitsplatz
- 3 Ozon-Konzentrationen bei MAG-, MIG- und WIG-Schweißen
- 4 Zusammenfassung

## 2 Immission (Konzentration) am Arbeitsplatz

Arbeitsplatzgrenzwert: 0,2  $mg/m^3$ ; 0,1  $ml/m^3$

Die Konzentration von Ozon am Arbeitsplatz wird von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Emission
- Entfernung vom Lichtbogen,
- vorhandene andere Stoffe (Gase, Partikel),
- vorhandene Schutzeinrichtungen.

Da die UV-Strahlung weiter reicht als die unmittelbare Schweißzone, wird Ozon auch außerhalb des Bereiches des Lichtbogens und der Schutzgase produziert.

Konzentrationsmessungen dienen der Feststellung der realen Belastung des Schweißers und seiner Umgebung und sind zusammen mit den Emissionsraten für die Beurteilung der Gefährdung des Schweißers und bei der Festlegung der Schutzmaßnahmen von Bedeutung.

Verfahren/ Werkstoff	Ozonkonzentration ( $mg/m^3$ )	
	In der Rauchsäule	In dem Bereich des Schweißers
MAG-Schweißen Un- und niedrig- legierter Stahl	0,4 - 0,85	0,025 - 0,1
MIG-Schweißen AlMg 4,5 Mn AlSi 5	- 3 - 10	- 0,2 - 0,4
WIG-Schweißen Chrom-Nickel-Stahl AlMg 4,5 Mn	0,25 - 0,4 - 0,4	- 0,04 - 0,02

Tabelle 1: Beispiele von Ozonkonzentrationen gemessen an der Person und in der Rauchsäule bei Schutzgasverfahren

\* Dieses Fachausschuss-Informationsblatt wurde erarbeitet von Mitgliedern des AK „Schadstoffe in der Schweißtechnik“.

### 3 Ozon-Konzentrationen bei MAG-, MIG- und WIG-Schweißen

#### 3.1 Metall-Aktivgasschweißen (MAG)

Beim Metall-Aktivgasschweißen ist wegen der starken Rauchentwicklung allgemein mit niedrigeren Ozon-Konzentrationen zu rechnen. Eine besondere Ozongefährdung ist für den Schweißler allgemein hierbei nicht gegeben.

#### 3.2 Metall-Inertgasschweißen (MIG)

Beim Metall-Inertgasschweißen von Aluminium-Werkstoffen muss zusätzlich zum Gesamtstaub (Aluminiumoxid) die Ozon-Bildung (durch die UV-Strahlung und die stark reflektierenden Werkstoffe) berücksichtigt werden.

Ähnlich wie bei Emissionsmessungen wurden die höchsten Ozon-Konzentrationen beim MIG-Schweißen von AlSi-Werkstoffen (z. B. AlMgSi1 als Grundwerkstoff mit AlSi als Zusatzwerkstoff) gemessen. Mit steigender Stromstärke und Lichtbogenlänge nimmt die Ozon-Konzentration zu.

Die Verwendung eines Ar/He-Schutzgasgemisches beim MIG-Schweißen von Aluminiumwerkstoffen führt bei niedrigeren Ozon-Konzentrationen als bei der Verwendung von Rein-Argon als Schutzgas, gemessen unter gleichen Bedingungen. Es zeigt sich, dass mit zunehmendem Abstand vom Lichtbogen bei konstanter Parametern, wie z. B. Werkstoff, Schutzgas, Stromstärke, die Ozonkonzentration stark abnimmt.

#### 3.3 Wolfram-Inertgasschweißen (WIG)

Wegen niedrigerer Stromstärken entstehen beim Wolfram-Inertgasschweißen niedrigere Ozon-Konzentrationen als beim Metall-Inertgasschweißen. Auch hier sind wie beim MIG-Schweißen die Ozonwerte ansteigend von Aluminium-Magnesium-Legierungen über Rein-Aluminium zu Aluminium-Silicium-Legierungen.

Auch beim WIG-Schweißen ist die Ozon-Konzentration in erster Linie vom verwendeten Werkstoff abhängig; danach haben die Art des ge-

wählten Schutzgases sowie die Entfernung vom Lichtbogen einen merklichen Einfluss auf die gemessene Ozon-Konzentration.

Beim WIG-Schweißen von CrNi-Stahl sind die Ozon-Konzentrationen niedriger als beim WIG-Schweißen von Aluminium-Werkstoffen. Hier besteht keine Ozongefährdung für den Schweißler.

Messergebnisse aus der MEGA- Datenbank des BGI, vor dem Schweißerschutzschild ermittelt zeigen, dass der 95%- Wert bei 0,19 mg/m<sup>3</sup> unter dem Arbeitsplatzgrenzwert für Ozon liegt. Andere Werte ermittelt im Rahmen eines EU-Projektes hinter dem Schweißerschutzschild mit einem Chemilumineszenzmonitor liegen im Bereich von 0,01 mg/m<sup>3</sup> bis 0,1 mg/m<sup>3</sup>.

### 4 Zusammenfassung

Bei den meisten Verfahrens-/Werkstoffkombinationen der Schweißtechnik liegen die (gemessenen) Ozon-Konzentrationen im Atembereich des Schweißlers unter 0,1 ml/m<sup>3</sup>, dem derzeitigen AGW.

Grenzwertüberschreitungen ergeben sich aber beim MIG-Schweißen von Aluminium-Werkstoffen und hier besonders bei AlSi.

Besonders bei den letztgenannten Verfahrens-/Werkstoffkombinationen ist der Einsatz wirksamer Absaugeinrichtungen geboten. Die Absaugeinrichtung ist so auszulegen, dass nicht nur der lichtbogennahe Bereich abgedeckt, sondern der Atembereich des Schweißlers voll mit erfasst wird.

Bei vollmechanisierten Verfahren wird eine Strahlungsschirmung empfohlen, die die Ozon-Bildung im Atembereich der Bedienungsperson verhindert.

#### Literatur:

- [1] Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV), Oktober 2007 (BGBl. I S 2382)
- [2] TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“, Mai 2008
- [3] TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung der Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“, Januar 2008
- [4] TRGS 900 Arbeitsplatzgrenzwerte
- [5] Berufsgenossenschaftliche arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen(BGG 904):
  - G15 Chrom(VI) Verbindungen
  - G38 Nickel oder seine Verbindungen
  - G39 Schweißrauch
- [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)“

Werkstoff / Schutzgas	Ozon-Konzentration (ml/m <sup>3</sup> )		
	Entfernung vom Lichtbogen		
	150 mm	250 mm	400 mm
Rein-Aluminium Schutzgas: Argon 7 l/min Stromstärke: 150 A	0,15	0,08	0,02
AlMg 4.5 Mn mit S-AlMg 5 Schutzgas: He 20 l/min	0,6		
AlMn mit S-Al 99.5 Schutzgas: He 20 l/min	3,5		
AlMgSi 1 mit S-AlSi 5 Schutzgas: He 20 l/min	2,2		

Tabelle 2: Ozon-Immission (Konzentration) beim Wolfram-Inertgasschweißen (Beispiele)