

Gefährdungen durch Gefahrstoffe beim Wolfram-Inertgasschweißen (WIG) – Präventionsmaßnahmen

Sachgebiet Schiffbau, Metallbau, Schweißen, Aufzüge
Stand: 26.05.2023 ENTWURF

Das Wolfram-Inertgasschweißen (WIG-Schweißen) setzt Gefahrstoffe in Form von Partikeln und Gasen frei. Die Art und die Menge der entstehenden Gefahrstoffe hängt vorrangig von den Prozessparametern sowie von eingesetzten Werkstoffen und Elektroden ab.



Abbildung 1 – WIG-Schweißen

Inhaltsverzeichnis

1	Gefahrstoffe	1
2	Schutzmaßnahmen	2
3	Umgang mit thoriumhaltigen Wolframelektroden	3
4	Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen	4

1 Gefahrstoffe

Die chemische Zusammensetzung des Schweißrauchs richtet sich nach den eingesetzten Werkstoffen, im Wesentlichen nach dem verwendeten Schweißzusatzwerkstoff.

Mit WIG-Schweißen können sowohl unlegierte, niedriglegierte und hochlegierte Stähle als auch Aluminium, Kupfer, Nickel, Titan und deren Legierungen geschweißt werden. Dementsprechend können im Wesentlichen folgende partikelförmige Gefahrstoffe im Schweißrauch enthalten sein:

Gefahrstoff	Wirkung
Aluminiumoxid	l
Chrom(III)-Verbindungen	t
Chrom(VI)-Verbindungen	t, k
Eisenoxide	l
Kupferoxid	t
Magnesiumoxid	l
Manganoxide	t
Molybdän(VI)oxid	t, v
Nickeloxide	t, k
Titandioxid	l
Zinkoxid	t

l=lungenbelastend, t=toxisch(giftig),
k=krebserzeugend, v=Krebsverdacht

Sie können lungenbelastend, giftig oder krebs-erzeugend sein [1]. Als entstehende gasförmige Gefahrstoffe sind Ozon beim WIG-Schweißen von Aluminiumwerkstoffen und hochlegierten Stählen sowie Pyrolyseprodukte (z. B. Aldehyde, Isocyanate) beim Überschweißen organischer Beschichtungen, Klebstoffresten und Oberflächenverunreinigungen zu berücksichtigen.

Die Gefahrstoffe haben in Abhängigkeit von Expositionshöhe und Expositionsdauer unterschiedliche gesundheitliche Auswirkungen. Für Gefahrstoffe gibt es verschiedene Beurteilungsmaßstäbe. Entweder Grenzwerte, bei deren Einhaltung mit einer schädlichen Wirkung auf die Gesundheit nicht zu rechnen ist oder risikobasierte Werte, bei denen das verbleibende Risiko für Gesundheitsschäden beschrieben ist. Für einzelne Bestandteile des Schweißrauchs sind die Beurteilungsmaßstäbe in der TRGS 528 zusammengefasst [2]. Abgesehen von den individuell als krebs-erzeugend identifizierten Bestandteilen von Schweißrauchen stehen Schweißrauche auch generell in Verdacht, krebserzeugend zu sein [3].

Wissenswertes zu Ozon

Für Ozon existiert in Deutschland kein nationaler Grenzwert.

In der TRGS 528 ist festgelegt, dass ein internationaler Grenzwert (LIG) von $0,1 \text{ mg/m}^3$ in der Luft zur Beurteilung heranzuziehen ist.

Beim WIG-Schweißen werden Wolframelektroden mit Oxidzusätzen eingesetzt und angeschliffen. Wenn die Oxidzusätze Thorium enthalten, erfordert dieser Gefahrstoff wegen radioaktiver Strahlung einen besonderen Umgang (siehe Abschnitt 3).

2 Schutzmaßnahmen

Die Gefährdung der Beschäftigten durch Schweißrauche ist durch Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik zu verringern. Es müssen sowohl die individuellen Beurteilungsmaßstäbe aller Bestandteile als auch die allgemeinen Staubgrenzwerte eingehalten werden. Auch der Bewertungsindex des Gemischs ist einzuhalten.

Das WIG-Schweißen sollte, wenn möglich, durch alternative emissionsfreie Fügeverfahren ersetzt werden. Ist das nicht möglich, müssen die Gefahrstoffe an der Entstehungsstelle erfasst werden, bevor sie in den Atembereich der schweißenden Personen gelangen. Zur Erfassung der Gefahrstoffe können Schweißbrenner mit integrierter Absaugung oder separate Absaugungen verwendet werden. Die Erfassungselemente von Absauganlagen müssen nahe genug an den Schweißstellen positioniert werden. Das sollte bei der Auswahl der Absaugung berücksichtigt werden. Auch die Auswirkungen der Absaugluftströme auf den Schweißprozess müssen bei der Auswahl der Absaugverfahren und deren Parameter beachtet werden [4].

Zum Schutz anderer Beschäftigter im Gefahrenbereich ist die bauliche Abtrennung des Schweißbereichs effektiv. Auch eine wirksame Raumlüftung dient dem Schutz anderer Beschäftigter. Ein Schutz der schweißenden Personen ist durch die beiden zuletzt genannten Maßnahmen nicht oder nur in sehr geringem Umfang gegeben.

Vor Beginn der Schweißarbeiten ist darauf zu achten, dass Rückstände und Verunreinigungen auf Werkstückoberflächen möglichst entfernt werden.

In der Regel sind Wolframelektroden ohne Thoriumzusatz zu verwenden. Die technologische Notwendigkeit des Einsatzes thoriumdioxidhaltiger Wolframelektroden beim

WIG-Schweißen ist in der Gefährdungsbeurteilung zu begründen und zu dokumentieren.

Beispiel: Einhalten von Gefahrstoffgrenzwerten am WIG-Schweißarbeitsplatz

Eine Schweißerin führt pro Schicht mehrere Schweißungen an Fahrradrahmen aus Aluminium aus. Sie verwendet WIG-Schweißen mit thoriumfreien Elektroden und stets eine Punktabsaugung in der Nähe zur Schweißstelle. Zur Wirksamkeitsüberprüfung der Absaugung lässt ihr Arbeitgeber Messungen an ihrem Arbeitsplatz durchführen.

Die ermittelten Messergebnisse sind Schichtmittelwerte und zeigen, dass weder der allgemeine Staubgrenzwert von 1,25 mg/m³ noch der Grenzwert für Ozon von 0,1 mg/m³ überschritten werden. Somit sind die getroffenen Schutzmaßnahmen in diesem Fall wirksam.

3 Umgang mit thoriumhaltigen Wolframelektroden

Das Schleifen thoriumhaltiger Wolframelektroden und das Schweißen mit thoriumhaltigen Wolframelektroden fallen gemäß Strahlenschutzgesetz (StrlSchG) [5] unter Arbeitsplätze mit Exposition durch natürlich vorkommende Radioaktivität¹. Nach § 55 StrlSchG ist eine arbeitsplatzbezogene Abschätzung der Körperdosis durchzuführen. Für das Anschleifen dieser Elektroden muss eine Absaugung mit Entstaubern der Staubklasse H verwendet werden. Falls die arbeitsplatzbezogene Abschätzung ergibt, dass die Körperdosis einen der Werte für die Einstufung als beruflich exponierte Person überschreiten kann, muss unverzüglich eine Anzeige bei der zuständigen Behörde erfolgen (§ 56 StrlSchG).

Für eine Abschätzung sind in der Tabelle 1 maximale Schichtmittelwerte (effektive Dosis, inklusive Rüstzeiten) bei wirksamer Erfassung der Gefahrstoffe an der Entstehungsstelle aufgeführt.

Beruflich exponierte Personen sind Erwerbstätige, die höhere Körperdosiswerte als die im § 5 Abs. 7 StrlSchG angegebenen erhalten können (eine effektive Dosis von mehr als 1 Millisievert (mSv) im Kalenderjahr).

Wenn eine Abschätzung der Strahlenexposition ergibt, dass eine jährliche Exposition von mehr als 1 mSv möglich ist, kann die zuständige Behörde aufgrund der erforderlichen Anzeige in Auflagen auch eine(n) Strahlenschutzbeauftragte(n) verlangen.

Berechnungsbeispiel für die geforderte Abschätzung der jährlichen Exposition

Ein WIG-Schweißer arbeitet an 220 Tagen im Jahr. Pro Tag schweißt er (inklusive Rüstzeiten) 6 Stunden mit Gleichstrom und 2 Stunden mit Wechselstrom. Dabei verwendet er stets die WTh20-Elektroden, die er durchschnittlich zweimal am Tag anschleift. Alle Tätigkeiten erfolgen unter Einsatz wirksamer Absaugung.

Lösung:

$$\begin{aligned}
 &220 \text{ Tage} \times \\
 & \quad (6 \text{ Stunden} / \text{Tag} \times 0,03 \mu\text{Sv} / \text{Stunden} + \\
 & \quad 2 \text{ Stunden} / \text{Tag} \times 2,10 \mu\text{Sv} / \text{Stunden} + \\
 & \quad 2 \text{ Anschliffe} \times 0,15 \mu\text{Sv} / \text{Anschliff}) \\
 & \quad \quad \quad = 1,03 \text{ mSv}
 \end{aligned}$$

Die berechnete Jahresexposition überschreitet in diesem Fall die Dosis von 1 Millisievert.

Bei der Entsorgung von Schleifstäuben, besonders bei der Reinigung von Abscheidern von Absauganlagen, können größere Mengen von thoriumhaltigem Staub aufgewirbelt und

¹ vgl. § 55 StrlSchG in Verbindung mit Anlage 3 Punkt 1

eingeatmet werden. Die dadurch bedingte Inkorporation kann die Exposition beim Anschliff oder beim Schweißen um Größenordnungen übersteigen. Diese Tatsache muss in der Gefährdungsbeurteilung und beim Ableiten von Schutzmaßnahmen Beachtung

finden. Zudem ist die Entsorgung von radioaktiven Abfällen mit der zuständigen Strahlenschutzbehörde abzusprechen.

Tabelle 1 – Maximale Schichtmittelwerte bei wirksamer Absaugung der Gefahrstoffe an der Entstehungsstelle

Arbeiten	mit WTh10-Elektroden	mit WTh20-Elektroden	mit WTh30-Elektroden
Elektrodenanschliff	0,08 µSv / Anschliff	0,15 µSv / Anschliff	0,22 µSv / Anschliff
Gleichstromschweißen	0,02 µSv / Stunde	0,03 µSv / Stunde	0,05 µSv / Stunde
Wechselstromschweißen	1,10 µSv / Stunde	2,10 µSv / Stunde	3,20 µSv / Stunde

4 Zusammenfassung und Anwendungsgrenzen

Diese „Fachbereich AKTUELL“ beruht auf dem durch den Fachbereich Holz und Metall (FBHM), Sachgebiet Schiffbau, Metallbau, Schweißen, Aufzüge (SG SMSA) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) zusammengeführten Erfahrungswissen im Umgang mit Gefahrstoffen, die während des WIG-Schweißens sowie beim Anschleifen der Elektroden direkt freigesetzt werden.

Die Inhalte der Schrift beziehen sich *nicht* auf den Umgang mit dem Schutzgas und mit Gefahrstoffen, die aus anderen Quellen stammen und ebenfalls an den Arbeitsplätzen rund um den Schweißbereich vorhanden sein können.

Die Bestimmungen nach einzelnen Gesetzen und Verordnungen bleiben durch diese „Fachbereich AKTUELL“ unberührt. Die Anforderungen der gesetzlichen Vorschriften gelten uneingeschränkt.

Um vollständige Informationen zu erhalten, ist es erforderlich, die in Frage kommenden Vorschriftentexte einzusehen.

Diese „Fachbereich AKTUELL“ befindet sich in der Entwurfsfassung. Senden Sie bitte Ihre Stellungnahmen bis zum 20.07.2023 an die [Kommentaradresse](#).

Der Fachbereich Holz und Metall setzt sich unter anderem zusammen aus Vertretern und Vertreterinnen der Unfallversicherungsträger, staatlichen Stellen, Sozialpartnern, herstellenden und betreibenden Firmen.

Weitere „Fachbereich AKTUELL“ oder Informationsblätter des Fachbereichs Holz und Metall stehen im Internet zum Download bereit [6].

Literaturverzeichnis

- [1] [Fachbereich AKTUELL FBHM-066 – Rauche und Gase bei schweißtechnischen Arbeiten – Gesundheitsgefahren, DGUV, Berlin, März 2021](#)
- [2] [TRGS 528 – Schweißtechnische Arbeiten – Technische Regeln für Gefahrstoffe, Beuth-Verlag, Berlin, Februar 2020](#)
- [3] [Welding, molybdenum trioxide, and indium tin oxide / IARC Working Group on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, 2017: Lyon, France](#)
- [4] [Fachbereich AKTUELL FBHM-077 – Schweißrauche wirksam erfassen und abscheiden, DGUV, Berlin, Oktober 2021](#)
- [5] [Gesetz zum Schutz vor der schädlichen Wirkung ionisierender Strahlen \(Strahlenschutzgesetz StrlSchG\) vom 27. Juni 2017 \(BGBl. I S. 1966\), das zuletzt durch die Bekanntmachung vom 3. Januar 2022 \(BGBl. I S. 15\) geändert worden ist](#)
- [6] Internet: www.dguv.de/fb-holzundmetall Publikationen (u .a.: FBHM-120 „Maschinen der Zerspanung – Checklisten, Webcode p022255) oder www.bghm.de, Webcode: <626>

Bildnachweis

Die gezeigten Bilder wurden freundlicherweise zur Verfügung gestellt von:

- Abbildung 1 ads86 – stock.adobe.com

Kommentaradresse

Fachbereich Holz und Metall der DGUV
Sachgebiet Schiffbau, Metallbau, Schweißen,
Aufzüge

Berufsgenossenschaft Holz und Metall
Weinmarkt 9-11
90403 Nürnberg

Email: fb-holzundmetall@bghm.de

Die Fachbereiche der DGUV werden von den Unfallkassen, den branchenbezogenen Berufsgenossenschaften sowie dem Spitzenverband DGUV selbst getragen. Für den Fachbereich Holz und Metall ist die Berufsgenossenschaft Holz und Metall der federführende Unfallversicherungsträger und damit auf Bundesebene erster Ansprechpartner in Sachen Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit für Fragen zu diesem Gebiet.

An der Erarbeitung dieser Fachbereich AKTUELL haben mitgewirkt:

- Berufsgenossenschaft Energie Textil Elektro Medienerzeugnisse
- Berufsgenossenschaft Holz und Metall
- Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie
- Institut für Arbeitsschutz der DGUV
- Liebherr-Hydraulikbagger GmbH