

Schweißen

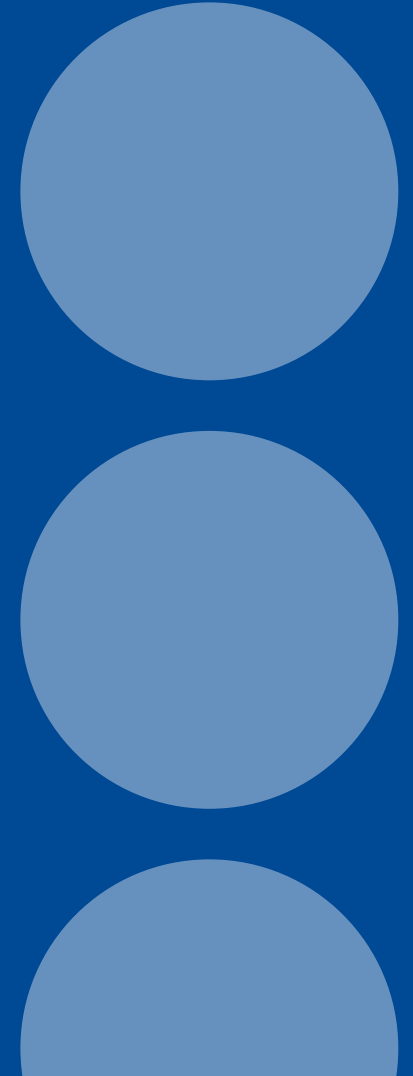
Spartenbezogene Handlungsanleitungen für Arbeitsmediziner

Dr. Stefan Durrer

Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien

Präventionsabteilung Gefahrstoffe und biologische
Arbeitsstoffe, Prävention, BG RCI, Heidelberg

Schweißrauchkolloquium 06/2022



Technische Regel zur Gefahrstoffverordnung TRGS 528

Sparteneinteilung gemäß Anhang 3 TRGS 528

- Schiffbau
- Automobilbau – Karosserierohbau
- Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau
- Stahlbau
- Metallbau
- Handwerklicher Nutzfahrzeugbau mit Instandsetzung
- Additive Fertigung



Geplante Handlungsanleitung für Betriebsärzte/-ärztinnen

Ziel und Zweck

- **Gezielte Empfehlungen für die spartenorientierte Vorgehensweise zu:**
- Arbeitsplatzbegehung und Arbeitsplatzbeurteilung einschl. Nachbarschaftsgefährdungen
- Beratung des Unternehmers und der Versicherten
- Gefährdungsbeurteilung
- Besonderheiten im Hinblick auf die Organisation der Ersten Hilfe (z. B. Arbeit auf Baustellen)
- Beratung zu persönlichen Schutzmitteln
- Arbeitsmedizinische und arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung auf Gruppenbasis
GefStV § 7 Abs. 4; StrSchV § 6)
- Individuelle Arbeitsmedizinische Vorsorge (Angebots-, Pflichtvorsorge) einschl. Untersuchungen (Insbesondere: Anamnese; Lungenfunktion; Biologisches Monitoring – Qualitätssicherung)
- Betriebsärztliche Beurteilung der Vorsorge-Ergebnisse mit anschl. Beratung (ggf. auch im Hinblick auf innerbetriebliche Maßnahmen -> STOP-Prinzip)

Allgemeine Hinweise

Gesundheitliche Gefährdungen und Präventionsmaßnahmen

- Inhalative Belastungen (Rauche, Stäube, Gase) – Arbeitsplatzkonzentrationen
- Zusammensetzung / welche Gase / Abhängigkeit von Verfahren, Werkstoffen, Randbedingungen -
- Optische Strahlung (UV, sichtbares Licht, IR)
- Ionisierende Strahlung (thorierte WIG-Elektroden)
- Wärme, Kälte, Klima (z. B. Baustellen, Arbeitshallen, Wärm- und Richtarbeiten)
- Ergonomie – körpergerechte Arbeitsplatzgestaltung, Zwangshaltungen
- Besondere elektrische Gefährdung
- Elektromagnetische Felder (v. a. bei Trägern aktiver Implantate)

Gefährdungsbeurteilung beim Schweißen

Beurteilung des Schweißverfahrens

- inhalativ (Rauche, Gase, Stäube)
- optische Strahlung
- Funkenflug

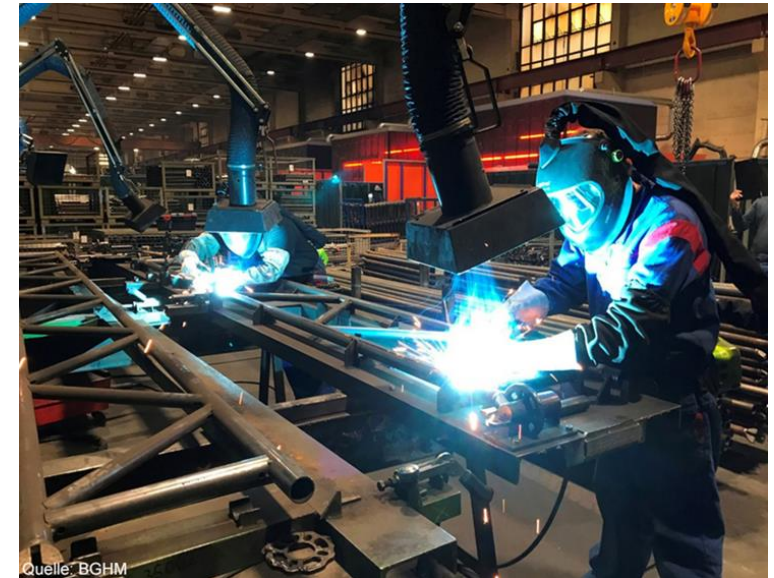
Beurteilung der Werkstoffe

- Zusatzwerkstoff/Grundwerkstoff
- Oberflächenzustand (Verunreinigungen, Beschichtungen)

Beurteilung des Arbeitsplatzes

- Lüftungsverhältnisse am Arbeitsplatz
- Räumliche Arbeitsplatzverhältnisse
- Arbeitsposition des Schweißers

Schweißdauer/Lichtbogenbrennzeit (Vollzeitschweißer, Schweißer/Nebentätigkeiten, Gelegenheitsschweißer)



Was ist spartenspezifisch bei Schweißtechnischen Arbeiten?

	Stahlbau	Metallbau
Produkte	Große Tragwerke (z.B. Brückenelemente)	Bauelemente (z.B. Treppen Balkone)
Arbeitsplätze	Große Hallen/ im Freien	Werkstatt
Schweißverfahren	MIG-/MAG-/WIG-Schweißen	LBH, MIG-MAG- und WIG-Schweißen
Einsatzzeit	Vollzeitschweißen	Schweißer mit Nebentätigkeiten
Grund-/Zusatzwerkstoff	unleg. Stahl, Chrom-/Nickelstahl	Unleg. Stahl, Chrom-/Nickelstahl, Aluminium
Expositionssituation	Wechselnde Schweißarbeitsplätze	Wechselnde Arbeitsplätze

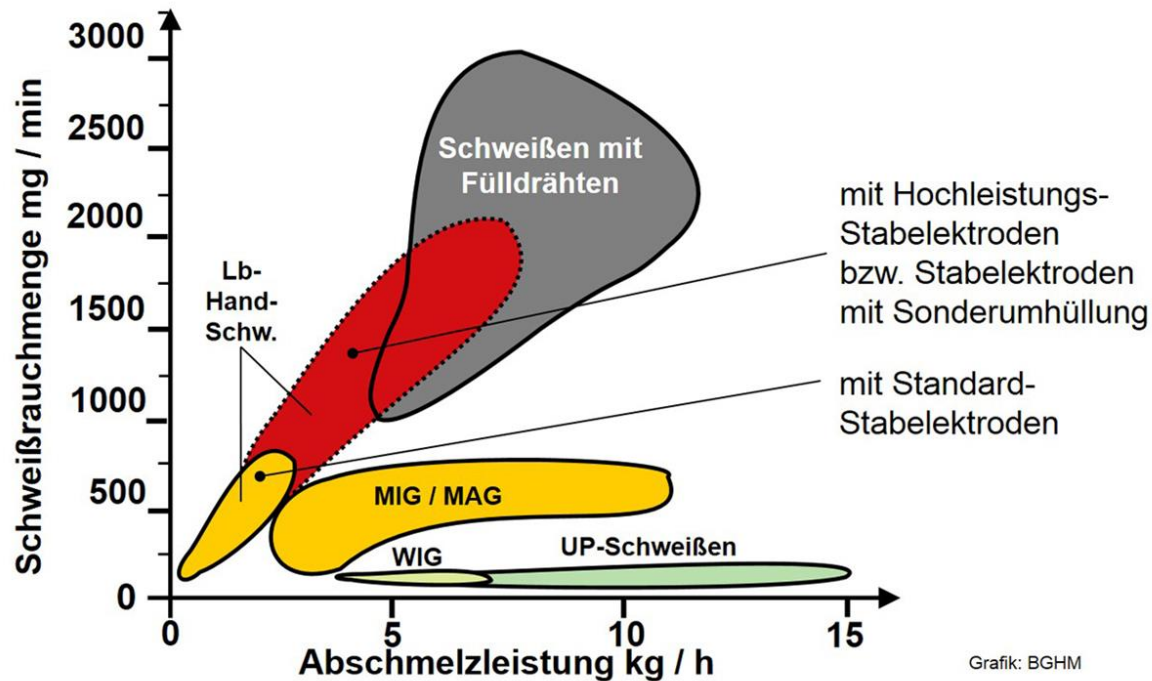
Schlussfolgerungen für Betriebsärzte

- Beide: Schweißverfahren mit hoher Emissionsrate, außer WIG
- Unterschiedliche Arbeitsplatzbedingungen! Ggf. unterschiedliche Schweißrauchkonzentrationen im Atembereich.
Lüftungsverhältnisse im Metallbau u. U. ungünstiger (kleinere Arbeitshalle)
- Unterschiedliche Schweißverfahren – breitere Palette im Metallbau – Konsequenzen für die individuelle Vorsorge (hoher Cr VI-Anteil beim LBH)
- (Frage der) Pflichtvorsorge bei Bearbeitung hoch legierter Stähle
- Möglichkeit der Ausnahmeregelung nach AMR 11.1 ? -
- Optische Strahlung: In beiden Fällen Pflichtvorsorge
- Ionisierende Strahlung (thorierte WIG-Elektroden): nur bei Metallbau relevant; Hinwirken auf Verwendung Thorium-freier Elektroden

Schlussfolgerungen für Betriebsärzte

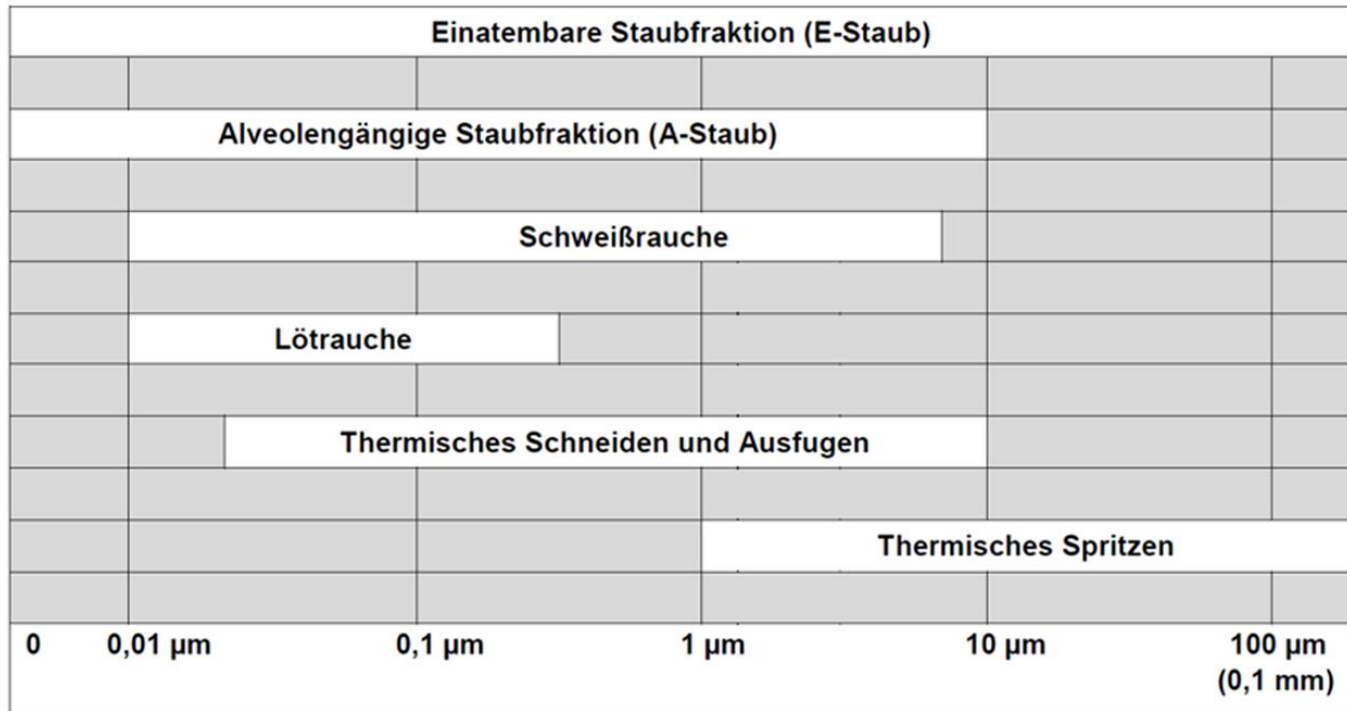
- Wärme, Kälte, Klima: Für Stahlbau u. U. kritischer
- Günstige ergonomische Situation: Im Metallbau an fest installierten Arbeitsplätzen leichter erzielbar; im Stahlbau u. U. häufiger ungünstige Arbeitshaltungen
- Besondere elektrische Gefährdung: Für beide vergleichbar; grundsätzlich: Vermeidung der Positionierung/Fixierung der Elektrode am Körper bei Leerspannung
- Elektromagnetische Felder (v. a. bei Trägern aktiver Implantate):
für beide Sparten ähnlich; bei ausreichendem Abstand des Trafos/Inverters bzw. des stromführenden Kabels / der Schweißelektrode zum Körper im Allgemeinen keine besondere Gefährdung

Schweißverfahren und deren Emissionsrate (≠ Exposition)



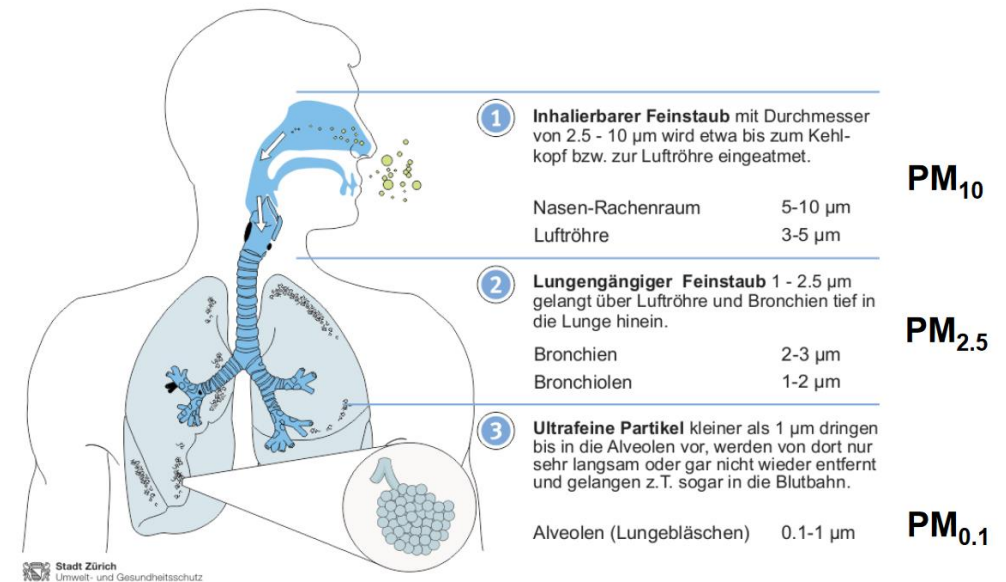
Verfahren (beispielhafte Aufzählung)	Emissionsrate ¹⁾ (mg/s)	Emissionsgruppe
UP-Schweißen	< 1	niedrig
Gasschweißen (Autogenverfahren)	< 1	niedrig
WIG	< 1	niedrig
Laserstrahlschweißen ohne Zusatzwerkstoff	1 bis 2	mittel
MIG/MAG (energiearmes Schutzgasschweißen)	1 bis 4	mittel bis hoch
Laserstrahlschweißen mit Zusatzwerkstoff	2 bis 5	hoch
MIG (Massivdraht, Nickel, Nickelbasislegierungen)	2 bis 6	hoch
MIG (Aluminiumwerkstoffe)	0,8 bis 29	niedrig bis sehr hoch
MAG (Massivdraht)	2 bis 12	hoch
LBH	2 bis 22	hoch
MAG (Fülldraht-Schweißen mit Schutzgas)	6 bis > 25	hoch bis sehr hoch
MAG (Fülldraht-Schweißen ohne Schutzgas)	> 25	sehr hoch
Weichlöten	< 1	niedrig
Hartlöten	1 bis 4	mittel bis hoch
MIG-Löten	1 bis 9	mittel bis hoch
Laserstrahlschneiden	9 bis 25	hoch bis sehr hoch
Autogenes Brennschneiden	> 25	sehr hoch
Plasmaschneiden	> 25	sehr hoch
Lichtbogenspritzen	> 25	sehr hoch
Flammspritzen	> 25	sehr hoch

Gesundheitsgefährdende Stoffe (Rauch/Staub = Gemisch)



Quelle: DIN EN 481:1993, wiedergegeben mit Erlaubnis des DIN, Deutsches Institut für Normung

Abbildung 1: Größe der partikelförmigen Gefahrstoffe aus schweißtechnischen Prozessen in Relation zu den Staubfraktionen nach DIN EN 481



Beispiele für „partikelförmige Schadstoffe“ und gesundheitsschädliche Gase

Atemwegs- und
Lungenbelastende Stoffe

A-Staub
Eisenoxid
Magnesiumoxid
Aluminiumoxid
Titandioxid

Entzündliche und toxische Wirkung /
Metallampffieber

Manganoxid
Zinkoxid
Kupferoxid
Chrom III-oxid

Stickoxide
Kohlenmonoxid

Krebserzeugende
Stoffe

Chrom VI-oxid
Nickeloxid
Cobaltoxid
Cadmiumoxid
Berylliumoxid

Ozon

Grenzwertbeispiele

Stoff	Grenzwerte	
Allgemeiner Staubgrenzwert	AGW 10 mg/m ³ (E)	AGW 1,25 mg/m ³ (A)
Krebserzeugende Arsenverbindungen	TK 8,3 µg/m ³ (E)	AK 0,8 µg/m ³ (E)
Cadmium u. krebserzeugende Cadmiumverbindungen	TK 1,0 µg/m ³ (E)	AK 0,16 µg/m ³ (A)
Chrom(VI)-Verbindungen	BM 1,0 µg/m ³ (E)	
Cobalt und anorganische Cobaltverbindungen	TK 5,0 µg/m ³ (A)	AK 0,5 µg/m ³ (A)
Nickel (-Metall, Pulver, Staub)	AGW 30 µg/m ³ (E)	AGW 6,0 µg/m ³ (A)
Krebserzeugende Nickelverbindungen	TK 6,0 µg/m ³ (A)	AK 6,0 µg/m ³ (A)
Mangan und seine anorganischen Verbindungen	AGW 0,2 mg/m ³ (E)	AGW 0,02 mg/m ³ (A)
Fluoride	AGW 1 mg/m ³ (E)	
Stickstoffmonoxid (gasförmig)	AGW 2,5 mg/m ³	(= 2 ppm)
Stickstoffdioxid (gasförmig)	AGW 0,95 mg/m ³	(= 0,5 ppm)
Kohlenmonoxid (gasförmig)	AGW 35 mg/m ³	(= 30 ppm)

Grenzwerte: Abkürzungen und Quellen

AGW = Arbeitsplatzgrenzwert TRGS 900

MAK-DFG = Liste der Deutschen Forschungsgemeinschaft TRGS 900, gibt Empfehlungen

TK = Toleranzkonzentration TRGS 910

→ eine Toleranzkonzentration oberhalb des Wertes wird nicht toleriert.
Grenzwertüberschreitung Toleranzrisiko 4 : 1.000

AK = Akzeptanzkonzentration TRGS 910

→ eine Akzeptanzkonzentration unterhalb des Wertes wird akzeptiert.
Grenzwerteinhaltung Akzeptanzrisiko 4 : 100.000 (ab 2022?)

BM = Beurteilungsmaßstab TRGS 910

Luftmonitoring als Hinweis für Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen (Bsp. MAG-Schweißen)

E-Fraktion

Probennummer	Bezeichnung	Probenahme-datum -dauer -zeit	Expositions -dauer -zeit	p/s	Grenzwert/ Beurteilungsmaßstab Art	Messwert	F	Index	Hinweis
1	Mangan und seine anorganischen Verbindungen (in der einatembaren Fraktion)	21.11.2017 120 min 09:00-12:30	Schichtlänge	p	0,2 mg/m ³ AGW	E 0,240 mg/m ³		1,20	
1	Schweißrauch (E-Fraktion)	21.11.2017 120 min 09:00-12:30	Schichtlänge	p	10 mg/m ³ AGW	4,21 mg/m ³		0,42	
1	Bewertungsindex (siehe Anhang 1) Schweißrauch (E-Fraktion)							1,20 0,42	

A-Fraktion

2	Arsenverbindungen, außer Arsin (in der alveolengängigen Fraktion)	21.11.2017 120 min 09:00-12:30	Schichtlänge	p		0,00030 mg/m ³			
2	Kupfer und seine Verbindungen (in der alveolengängigen Fraktion)	21.11.2017 120 min 09:00-12:30	Schichtlänge	p	0,01 mg/m ³ ML-DFG	A 0,021 mg/m ³		2,10	
2	Mangan und seine anorganischen Verbindungen (in der alveolengängigen Fraktion)	21.11.2017 120 min 09:00-12:30	Schichtlänge	p	0,02 mg/m ³ AGW	A 0,190 mg/m ³		9,50	
2	Nickel und seine Verbindungen (in der alveolengängigen Fraktion)	21.11.2017 120 min 09:00-12:30	Schichtlänge	p	0,006 mg/m ³ AK und TK	A 0,00044 mg/m ³			
2	Schweißrauch (A-Fraktion)	21.11.2017 120 min 09:00-12:30	Schichtlänge	p	1,25 mg/m ³ AGW	3,33 mg/m ³		2,66	
2	Bewertungsindex (siehe Anhang 1) Schweißrauch (A-Fraktion)							11,60 2,66	
Bei dem errechneten Bewertungsindex sind nur Gefahrstoffe berücksichtigt, bei denen der Stoffindex ermittelt werden konnte.									
In diesem Bewertungsindex sind die Gefahrstoffe mit einem Arbeitsplatzgrenzwert nach TRGS 900 mit einem Wert von 9,50 berücksichtigt.									

Informationsquelle: Gefahrstoffinformationssystem

(<https://www.gischem.de>)



- Gefahrstoffsuche
- GisChem-Interaktiv
- Gefahrstoffverzeichnis
- Gemischrechner
- GHS-Konverter
- Info

Gefahrstoffsuche

... über Name oder CAS/EG/Indexnummer

Suche nur in Branche:

- Baustoffe
- Chemie
- Holz
- Labor
- Leder
- Metall
- Papier

- UP-Schweißen
- MIG-Schweißen
- WIG-Schweißen
- MAG-Schweißen (Fülldraht)
- MAG-Schweißen (Massivdraht)
- Lichtbogenhandschweißen (LBH)

... oder über Gewerbe/Verfahren

Ausgewählte branchenübergreifende Produktinhaltsstoffe

- Metall**
- Metalle und ihre Herstellung
- Schweißen
- Zerspanen
- Kleben
- Beschichten/Lackieren
- Schmierstoffe (Fette, Öle)
- Reinigen und Lösemittel
- Kfz-Reparatur
- Umgang mit ionisierender Strahlung

Datenblatt Seite 1 von 5

GisChem

MAG-Schweißen, Fülldraht, hochlegiert
Branche: Metall

GEFAHR

Gifig bei Einatmen. (H331)
Verursacht Hautreizungen. (H315)
Verursacht schwere Augenreizung. (H319)
Kann die Atemwege reizen. (H335)
Kann allergische Hautreaktionen verursachen. (H317)
Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen. (H334)
Kann genetische Defekte verursachen. (H340)
Kann bei Einatmen Krebs erzeugen. (H350)
Kann das Kind im Mutterleib schädigen. (H360D)
Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung. (H410)
Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden. (P261)
Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. (P280)
Bei Unwohlsein ärztlichen Rat einholen / ärztliche Hilfe hinzuziehen. (P303)
Freisetzung in die Umwelt vermeiden. (P273)

Die dargestellte Kennzeichnung entspricht den ermittelten Hautgefahren der Schweißrauche, die bei diesem Verfahren entstehen. Sie ist als Ergebnis der Gefährdungsermittlung durch einen Arbeitgeber und nicht als chemikalienrechtliche Bewertung zu verstehen. Auf die Angabe einer formalen GHS-Einstufung wird daher verzichtet.

Charakterisierung

Fülldrähte kommen in unterschiedlichen Durchmessern in Form von Drahtrollen in den Handel. Sie bestehen aus einer metallenen Ummantelung und einer Pulverfüllung. Sie werden als Schweißzusatzwerkstoff zum Verbindungsschweißen eingesetzt. Sie können mit oder ohne Schutzgas verschweißt werden. Im letzteren Fall spritzt man von selbstschützenden Fülldrähten. Die Pulverfüllung bildet beim Abschmelzen Schlacke, die sich auf der Schweißnaht ablagert. Dadurch wird eine langsame Abkühlung und somit geringere Schrumpfspannung erreicht. Bei selbstschützenden Fülldrähten entwickelt die Pulverfüllung zusätzlich Gase, die den Lichtbogen stabilisieren, den flüssigen Werkstoffübergang vor dem Sauerstoff der Luft schützen und den Abbrand von Legierungsbestandteilen mindern. Der Schweißzusatzwerkstoff entspricht in der Zusammensetzung dem zu schweißenden Grundwerkstoff. Hochlegierte Elektroden/Drähte/Stäbe enthalten mindestens 5 Gewichtsprozent Legierungselemente wie Chrom, Nickel, Mangan. In der vorliegenden Form kein Gefahrstoff. Erst beim Schweißen entstehen aus der Legierung und Ummantelung Gefahrstoffe, die in Konzentrationen über den Arbeitsplatzgrenzwerten eine lungenbelastende oder toxische Wirkung haben. Es können Gesundheitsbeschwerden hervorgerufen werden. Gefahrstoffe die auftreten können, sind im Kapitel Grenzwerte und Einstufungen aufgeführt. Ozon entsteht im Wesentlichen nur beim MIG-Schweißen von stark reflektierenden Oberflächen.

Kohlenmonoxid entsteht im Wesentlichen nur beim MAG-Schweißen. Beim Schweißen von beschichtetem und/oder verschmutztem Grundwerkstoff können zusätzlich Gefahrstoffe entstehen. Z.B. zink-/kupferhaltige Rauche sowie andere gas- und dampfförmige Gefahrstoffe mit spezifischen Wirkungen. Für das Fülldrahtschweißen (MAGM) mit unlegierten/niedriglegierten Stabelektroden gibt es ein eigenes GisChem-Datenblatt.

Ersatzstoffe - Ersatzprodukte - Ersatzverfahren

Soweit technisch möglich, sind schadstoffarme Schweißverfahren anzuwenden. Als schadstoffarme Schweißverfahren sind WIG-Schweißen, Unterpulverschweißen und Impulslichtbogen-Schweißen (bei MSG-Schweißen) bekannt. Werden Nickelbaustoffe oder Reinmetalle als Schweißzusatz verwendet, ist die Freisetzung von krebserzeugendem Nickeloxid im Schweißrauch beim Lichtbogenhandschweißen geringer als beim MIG/MAG-Schweißen.

Grenzwerte und weitere nationale Einstufungen

Der **Allgemeine Staubgrenzwert** setzt sich aus den Grenzwerten für A- und E-Staub zusammen:
A-Staub (alveolengängige Fraktion): 1,25 mg/m³ (basierend auf einer mittleren Dichte von 2,5 g/m³)
E-Staub (einatembare Fraktion): 10 mg/m³ (dichteunabhängig)
Spitzenbegrenzung: 2 (II) Das Produkt aus Überschreitungsfaktor und Überschreitungsdauer muss

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit.**

Kontakt:

Dr. Stefan Durrer

stefan.durrer@bgrci.de

gischem@bgrci.de

Tel.: 06221 5108 28365

