

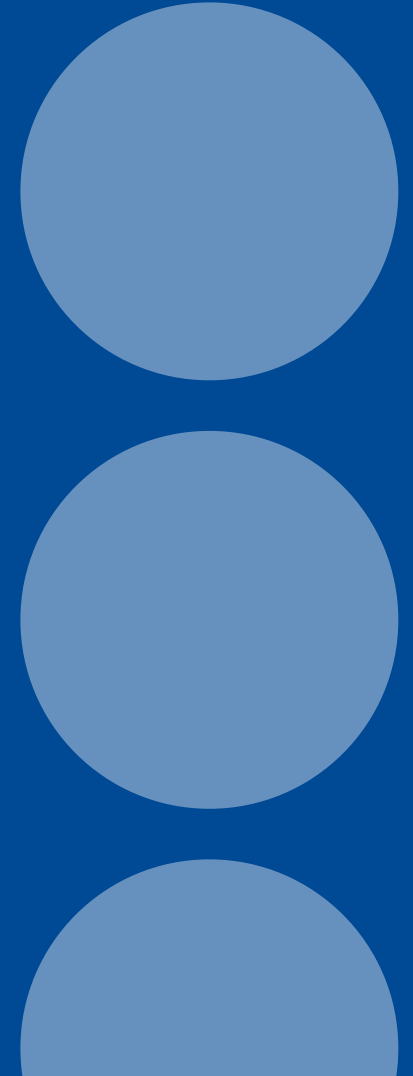
# Schweißen - Schweißrauche

## Spartenbezogene Handlungshilfen für Betriebsärzte und Betriebsärztinnen

Dr. Stefan Durrer

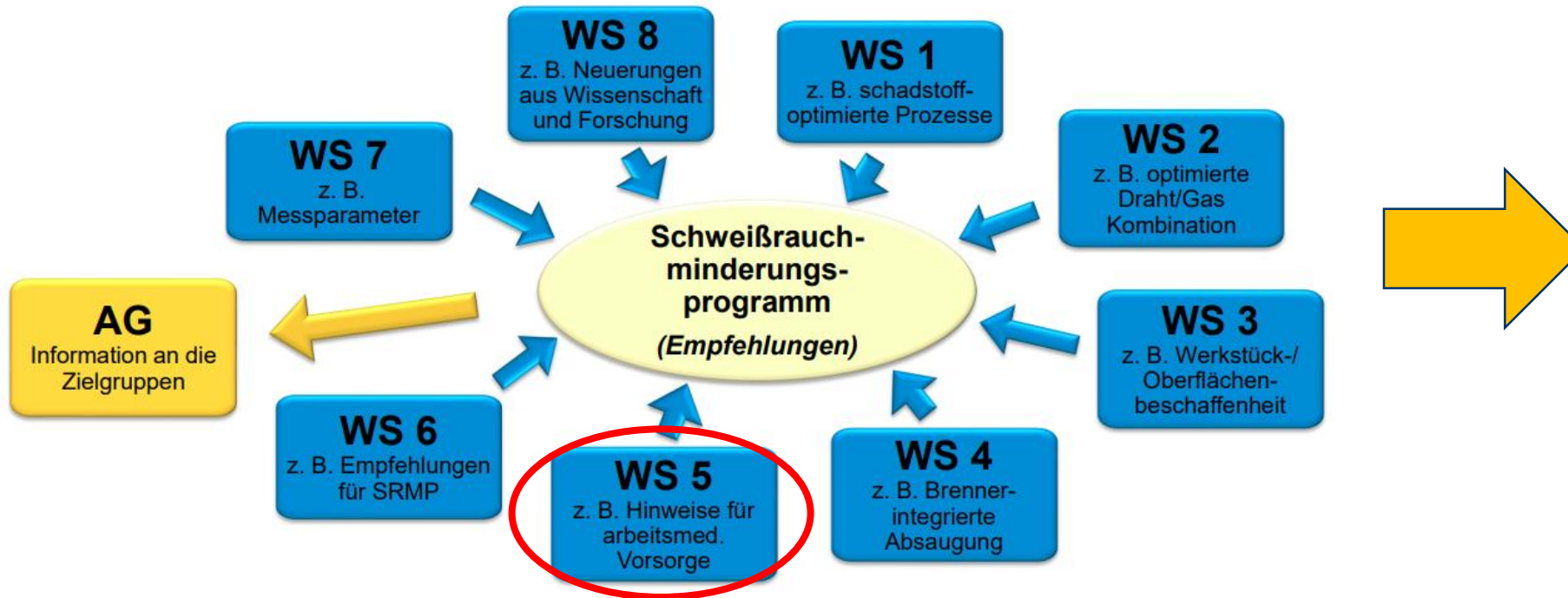
Gefahrstoffinformationssystem Chemikalien  
Berufsgenossenschaft Rohstoffe und  
chemische Industrie und der Berufsgenossenschaft  
Holz und Metall

deutsch-französisches Forum, Strasbourg 12/23



# DGUV-Projekt: Schweißrauchminderungsprogramm

(Deutsche Gesetzliche Unfallunsicherung  $\cong$  in Frankreich **INRS** - Institut National de Recherche et de Sécurité)



# TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“

(= Technische Regeln für Gefahrstoffe)

## Sparteneinteilung gemäß TRGS 528

- Schiffbau
- Automobilbau – Karosserierohbau
- Anlagen-, Behälter- und Rohrleitungsbau
- Stahlbau
- Metallbau
- Handwerklicher Nutzfahrzeugbau
- Additive Fertigung (= Impression 3D-métal)



Bilder BGHM

# Exkurs: Gültigkeit von Rechtsschriften in Deutschland



**EU Verordnung**

**EU Richtlinie**



Umsetzung in  
nationale  
Gesetzgebung!



**Deutschland**

- Gesetz
- Verordnung
- Technische Regel  
(=TRGS)



rechtsverbindlich

rechtsverbindlich



# Gesundheitliche Gefährdungen am Schweißarbeitsplatz

- Inhalative Belastungen (Rauche, Stäube, Gase)
- Optische Strahlung
- Ionisierende Strahlung
- Wärme, Kälte, Klima (z. B. Baustellen, Arbeitshallen, Wärm- und Richtarbeiten)
- Hautschädigungen
- Schädigung des Gehörs
- Ergonomie – körpergerechte Arbeitsplatzgestaltung, Zwangshaltungen
- Elektrische Gefährdung
- Elektromagnetische Felder (bei Trägern aktiver Implantate)

# Empfehlungen für eine spartenorientierte Vorgehensweise im Betrieb

## **(I) Arbeitsplatzbeurteilung** inklusive Nachbarschaftsgefährdungen („Bystander“)

- Gefährdungsbeurteilung

## **(II) Beratung des Arbeitnehmers**

- Arbeitsmedizinische und arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung
- Individuelle Arbeitsmedizinische Vorsorge (Anamnese; Lungenfunktion; Humanbiomonitoring)

## **(III) Beratung des Unternehmers**

- Betriebsärztliche Beurteilung der Vorsorge-Ergebnisse mit Beratung zu Präventionsschutzmaßnahmen

# Gefährdungsbeurteilung beim Schweißen

## Beurteilung des Schweißverfahrens

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

## Beurteilung der Werkstoffe

- Zusatzwerkstoff/Grundwerkstoff
- Oberflächenzustand (Verunreinigungen, Beschichtungen)

## Beurteilung des Arbeitsplatzes

- Lüftungsverhältnisse am Arbeitsplatz
  - Räumliche Arbeitsplatzverhältnisse
  - Arbeitsposition des Schweißers
- Schweißdauer/Lichtbogenbrennzeit (Tätigkeit permanent, -abwechselnd, -gelegentlich)

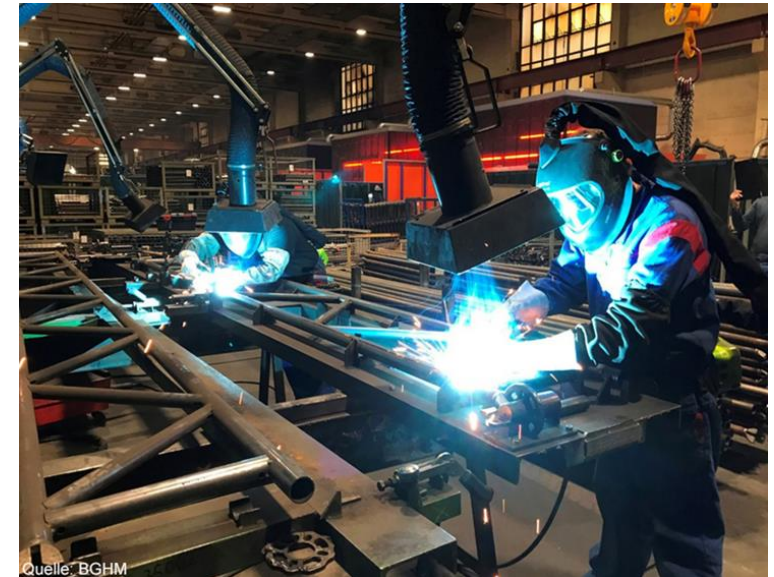


Bild BGHM

# 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	unlegierter Stahl, Chrom- /Nickelstahl	unlegierter Stahl, Chrom- /Nickelstahl, Aluminium
Expositionssituation	Wechselnde Schweißarbeitsplätze	Wechselnde Arbeitsplätze

MIG: Metall-Inertgas  
MAG: Metall-Aktivgas  
WIG: Wolfram-Inertgas  
LBH: Lichtbogen-Hand



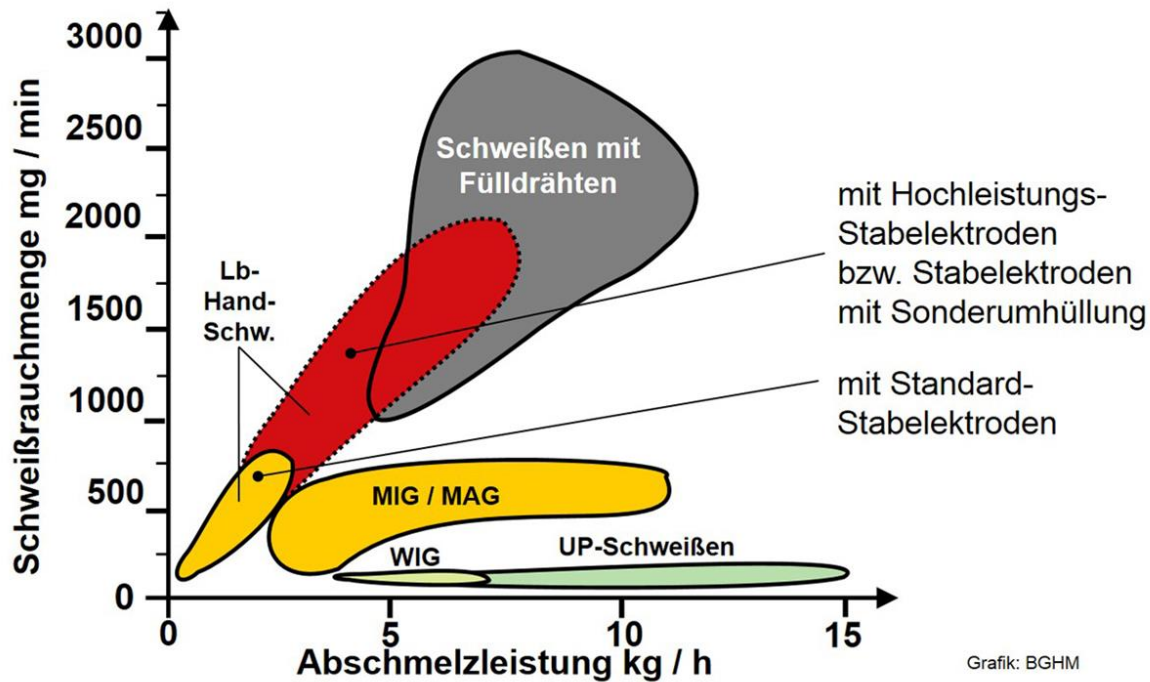
## Schlussfolgerungen für Betriebsärzte (I)

- Beide: Schweißverfahren mit hoher Emissionsrate
- Unterschiedliche Arbeitsplatzbedingungen! Unterschiedliche Schweißrauchkonzentrationen im Atembereich.
- Lüftungsverhältnisse im Metallbau ungünstiger (kleinere Arbeitshalle)
- Unterschiedliche Schweißverfahren – breitere Auswahl im Metallbau – Konsequenzen für die individuelle arbeitsmedizinische Vorsorge (hoher Cr VI-Anteil)
- (Frage der) Pflichtvorsorge bei Bearbeitung hoch legierter Stähle  
Optische Strahlung: In beiden Fällen Pflichtvorsorge
- Ionisierende Strahlung (thorierte WIG-Elektroden): nur bei Metallbau relevant; Hinwirken auf Verwendung Thorium-freier Elektroden

## Schlussfolgerungen für Betriebsärzte (II)

- 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 (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

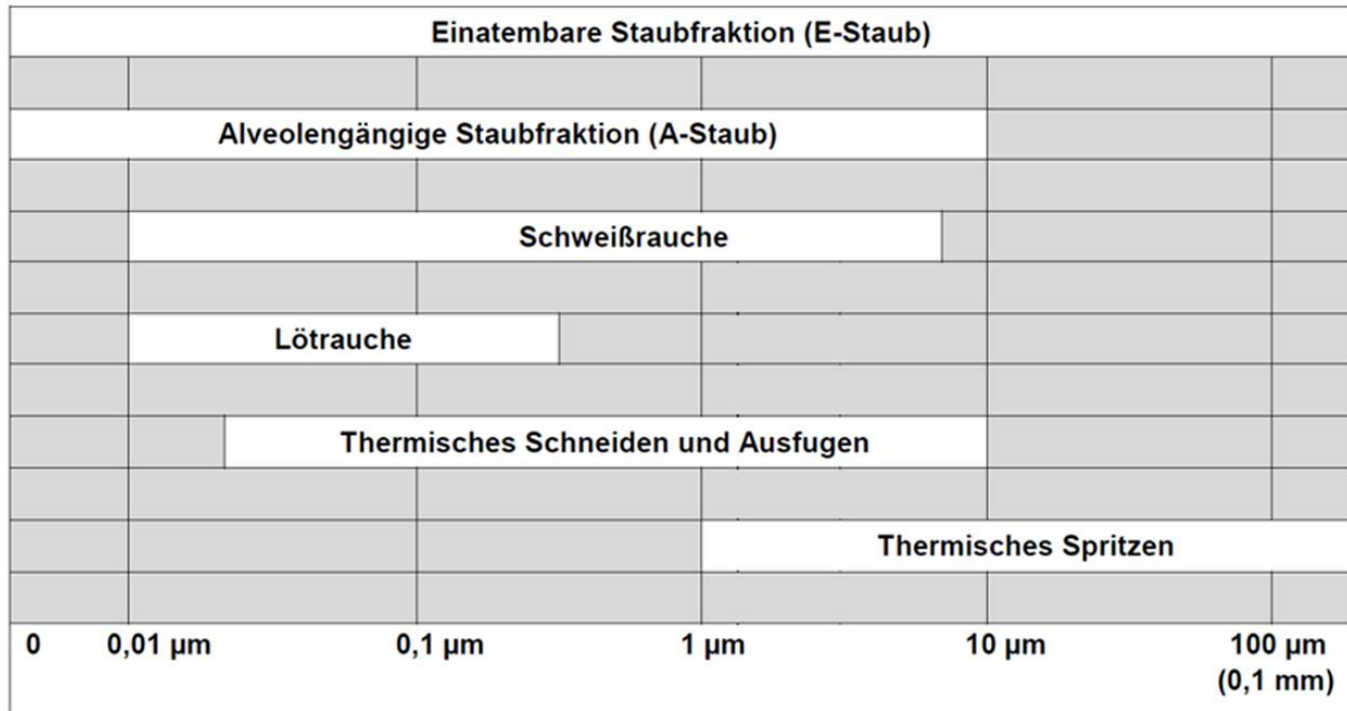
# Schweißverfahren und deren Emissionsrate (≠ Exposition)



Verfahren (beispielhafte Aufzählung)	Emissionsrate <sup>1)</sup> (mg/s)	Emissionsgruppe
UP-Schweißen	< 1	niedrig
Gasschweißen (Autogenvverfahren)	< 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
Flamspritzen	> 25	sehr hoch

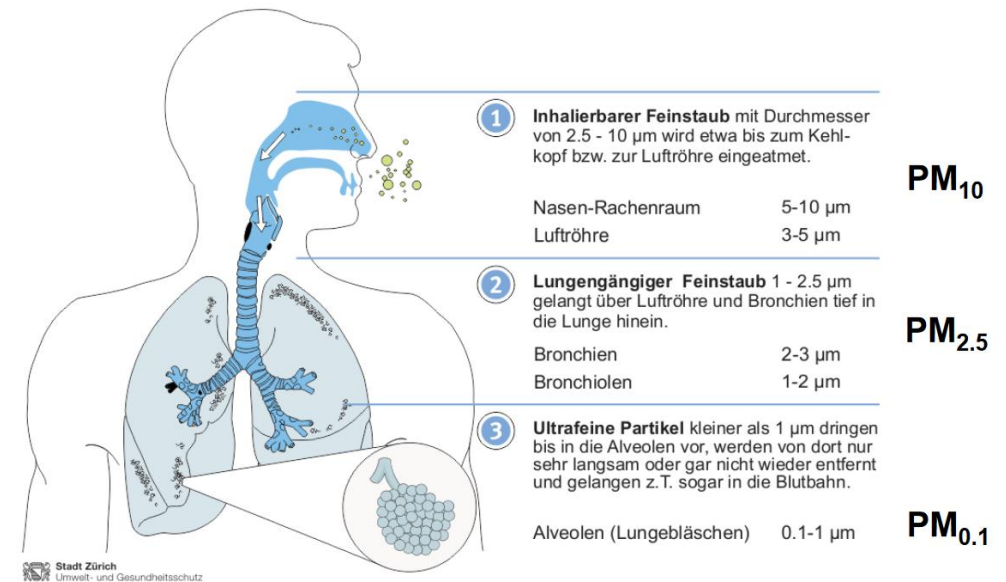
Tabelle TRGS 528

# 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

## Toxische Stoffe

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

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

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 <sup>3</sup> AGW	E 0,240 mg/m <sup>3</sup>		1,20	
1	Schweißrauch (E-Fraktion)	21.11.2017 120 min 09:00-12:30	Schichtlänge	p	10 mg/m <sup>3</sup> AGW	4,21 mg/m <sup>3</sup>		0,42	
1	<b>Bewertungsindex</b> (siehe Anhang 1) <b>Schweißrauch (E-Fraktion)</b>							1,20 0,42	
2	Arsenverbindungen, außer Arsin (in der alveolengängigen Fraktion)	21.11.2017 120 min 09:00-12:30	Schichtlänge	p		0,00030 mg/m <sup>3</sup>			
2	Kupfer und seine Verbindungen (in der alveolengängigen Fraktion)	21.11.2017 120 min 09:00-12:30	Schichtlänge	p	0,01 mg/m <sup>3</sup> ML-DFG	A 0,021 mg/m <sup>3</sup>		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 <sup>3</sup> AGW	A 0,190 mg/m <sup>3</sup>		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 <sup>3</sup> AK und TK	A 0,00044 mg/m <sup>3</sup>			
2	Schweißrauch (A-Fraktion)	21.11.2017 120 min 09:00-12:30	Schichtlänge	p	1,25 mg/m <sup>3</sup> AGW	3,33 mg/m <sup>3</sup>		2,66	
2	<b>Bewertungsindex</b> (siehe Anhang 1) <b>Schweißrauch (A-Fraktion)</b> <small>Bei dem errechneten Bewertungsindex sind nur Gefahrstoffe berücksichtigt, bei denen der Stoffindex ermittelt werden konnte.</small> <b>In diesem Bewertungsindex sind die Gefahrstoffe mit einem Arbeitsplatzgrenzwert nach TRGS 900 mit einem Wert von 9,50 berücksichtigt.</b>							11,60 2,66	

E-Fraktion  
(E= einatembar)

A-Fraktion  
(A= alveolär)

# Schweißrauchminderungsmaßnahmen nach STOP-Prinzip

## Substitution

- Verfahren und Werkstoffe

## Technische/Bauliche Schutzmaßnahmen

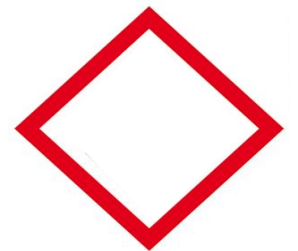
- Schweißbrenner mit brennerintegrierter Erfassung oder nachführbare Absaugelemente
- Bauliche Maßnahmen, um Schallausbreitung zu vermindern
- Ungeschützte Ausbreitung UV-Strahlung durch Beschattungsmaßnahmen

## Organisatorische Schutzmaßnahmen

- Werkstoffe/Bauteile möglichst so zu positionieren, um Zwangshaltungen zu vermeiden
- Begrenzung Expositionszeit

## Persönliche Schutzmaßnahmen

- Belüftete Helme/Hauben
- Masken
- Gehörschutz





**Vielen Dank  
für Ihre Aufmerksamkeit.**

Kontakt:

Dr. Stefan Durrer  
[stefan.durrer@bgrci.de](mailto:stefan.durrer@bgrci.de)  
[gischem@bgrci.de](mailto:gischem@bgrci.de)

