

A close-up, slightly blurred photograph of a welding mask. The mask is dark with a clear viewing window. The background is a mix of blue and red, suggesting a workshop environment. The text "Arbeits-" is overlaid in white, and "schutz" is overlaid in red. Below the main title, the text "beim Schweißen" is written in red. In the top right corner, there is a red oval with the word "Fronius" in white. In the bottom right corner, there is a blue logo for AUVA, featuring a stylized eagle and the letters "AUVA".

Arbeits-

schutz

—
beim
Schweißen

Inhalt

Arbeitsschutz beim Schweißen

1	Einführung	4
2	Gefährdung durch Lichtbogenstrahlung	6
	2.1. Sichtbares Licht	
	2.2. Infrarotstrahlung (IR-Strahlung)	
	2.3. Ultraviolette Strahlung (UV-Strahlung)	
	2.4. Wie man sich erfolgreich gegen UV-/IR-Strahlung schützt	
	2.4.1. Substitutionsmaßnahmen: anderen Schweißprozess wählen	
	2.4.2. Technische Maßnahmen: die Gefahr abschirmen	
	2.4.3. Organisatorische Maßnahmen: die Einwirkung einer Gefahr begrenzen	
	2.4.4. Persönliche Maßnahmen: die „Persönliche Schutzausrüstung“ verwenden	
3	Gefährdung durch schädlichen Lärm	10
	3.1. Gesundheitliche Auswirkungen	
	3.1.1. Kurzfristige Beeinträchtigungen	
	3.1.2. Langfristige Beeinträchtigungen	
	3.2. Ab wann ist Lärm gefährlich?	
	3.2.1. Grenzwerte	
	3.2.2. Eignungs- und Folgeuntersuchung	
	3.3. Schutzmaßnahmen	
4	Mechanische Gefährdungen	13
	4.1. Gefährdungen durch Funken- und Partikelflug	
	4.1.1. Schutzmaßnahmen	
	4.2. Gefährdungen durch die Drahtelektrode	
	4.2.1. Schutzmaßnahmen	
	4.3. Gefährdungen durch heiße Oberflächen	
	4.3.1. Schutzmaßnahmen	
	4.4. Sekundäre Gefahren	
	4.4.1. Schutzmaßnahmen	
5	Gefährdungen durch nicht ergonomische Arbeitsumgebungen	15
	5.1. Gesundheitliche Auswirkungen	
	5.1.1. Risikofaktoren	
	5.1.2. Häufige Beschwerden bei Schweißfachkräften	
	5.1.3. Typische Belastungen (Zwangshaltungen)	
	5.2. Schutzmaßnahmen	
	5.3. Ergonomisches Equipment und Positionierhilfen	
6	Gefährdung durch elektrischen Strom	18
	6.1. Lichtbogenschweißen mit mehreren Stromquellen an einem Werkstück oder leitfähig verbundenen Werkstücken	
	6.1.1. Gleichstrom (DC)	
	6.1.2. Wechselstrom (AC)	
	6.2. Schutzmaßnahmen	
	6.3. Sicherheitshinweise	
	6.4. Höchstwerte der zulässigen Leerlaufspannung	
	6.5. Gefahren durch verschleppte Schweißströme	
	6.5.1. Die häufigsten Formen der Schutzleiterunterbrechung	
	6.5.2. Schutzmaßnahmen	
	6.6. Arbeiten unter erhöhter elektrischer Spannung	
	6.6.1. Beispiele für erhöhte elektrische Gefährdung	
7	Gefährdung durch elektromagnetische Felder	25
	7.1. Auswirkungen auf passive und aktive Körperhilfsmittel	
	7.1.1. Arten von Körperhilfsmitteln	
	7.1.2. Gefahren	
	7.1.3. Elektrisches Feld	
	7.1.4. Magnetisches Feld	
	7.1.5. Elektromagnetisches Feld	
	7.2. Aussagen und Empfehlungen	

8	Gefährdung durch Brand- und Explosionsgefahr	28	11	Beschäftigung Jugendlicher	43
	8.1. Gefahrenquellen				
	8.2. Maßnahmen zum Schutz vor Bränden				
	8.2.1. Organisatorische Maßnahmen beim Brandschutz				
	8.3. Maßnahmen zum Schutz vor Explosionen				
	8.3.1. Explosionsgefährliche Atmosphäre verhindern				
	8.3.2. Freimessung				
9	Persönliche Schutzausrüstung (PSA)	32	12	Arbeitsorganisation	44
	9.1. Arbeitskleidung				
	9.2. Handschuhe für Schweißfachkräfte				
	9.3. Sicherheitsschuhe für Schweißfachkräfte				
	9.4. Augen- und Gesichtsschutz				
	9.4.1. Passives Handschutzschild und passiver Kopfschirm				
	9.4.2. Automatischer Schweißschutzhelm				
	9.4.3. Atemschutz				
10	Gefährdung durch Schweißrauch	36	13	Gesundheitsüberwachung	47
	10.1. Zusammensetzung von Schweißrauch			13.1. Gesetzliche Grundlagen	
	10.2. Gesundheitsgefahren durch Schweißrauch			13.2. Ermittlung der Untersuchungspflicht/ Untersuchungsintervalle	
	10.2.1. Atemwegs- und lungenbelastende Stoffe			13.3. Umgang mit Untersuchungsergebnissen	
	10.2.2. Toxische Stoffe				
	10.2.3. Krebserzeugende, kanzerogene Stoffe				
	10.3. Ab wann kommt es zur Gefährdung				
	10.3.1. Grenzwerte				
	10.3.2. Verfahrensabhängige Emissionsraten				
	10.4. Schutzmaßnahmen gemäß STOP- Prinzip				
	10.4.1. Substitution				
	10.4.2. Technische Schutzmaßnahmen				
	10.4.3. Organisatorische Schutzmaßnahmen				
	10.4.4. Persönliche Schutzmaßnahmen				
			14	Arbeitshygiene	49
				14.1. Grundlagen	
				14.2. Wie kommen gefährliche Arbeitsstoffe in den menschlichen Körper?	
				14.3. Schutzmaßnahmen	
			15	Schweißen und Befahren von Behältern	50
				15.1. Das kann Gefahren in Behältern hervorrufen	
				15.2. Gesundheitsgefährliche Arbeitsstoffe/ Sauerstoffmangel	
				15.3. Brand- und Explosionsgefahr in Behältern	
				15.4. Austritt von Arbeitsstoffen	
				15.5. Schriftliche Befahrerlaubnis	
				15.6. Maßnahmen	
			16	Vorschriften und Normen	53
				16.1. Augenschutz	
				16.2. Atemschutzgeräte	
				16.3. Schutzkleidung	
				16.4. Schutzhandschuhe für Schweißer	
				16.5. Sicherheitsschuhe	
				16.6. Beleuchtung	
				16.7. Normenlandschaft beim Lichtbogenschweißen	

1. Einführung Arbeitsschutz

Heutzutage ist Arbeitsschutz nicht nur eine Kür von verantwortungsbewussten Vorbildunternehmen. In vielen Ländern sind Arbeitgeber verpflichtet, eine Gefährdungsbeurteilung vorzunehmen. Ebenso müssen wirksame Schutzmaßnahmen gesetzt und darauf geachtet werden, dass man sie einhält.

Sicherheitskennzeichen Europa

Warnzeichen
Warnung vor einer
allgemeinen Gefahr



W001 EN ISO 7010



Kennzeichnungsverordnung
Österreich

S



Substitution

S = Substitution

Einen gefährlichen
Prozess durch
einen ungefährlichen
ersetzen.

Grundsätzlich gilt beim Arbeitsschutz:

„Gefahren sind an der Quelle zu beseitigen“.

Ist dies nicht ausreichend oder gar nicht möglich, bietet das STOP-Prinzip Orientierung. Es beschreibt die Rangfolge der einzelnen Schutzmaßnahmen – die sogenannte Maßnahmenhierarchie. Sie ist einer der wichtigsten Grundpfeiler des geltenden Arbeitsschutzes.



T = Technik
Die Gefahr durch technische Maßnahmen minimieren oder beseitigen.



O = Organisation
Das Einwirken einer Gefahr begrenzen.



P = Person
Persönliche Schutzausrüstung verwenden.

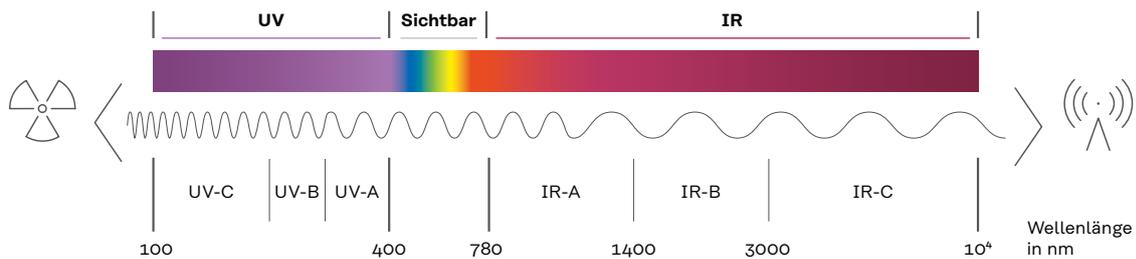
2. Gefährdung durch Lichtbogenstrahlung

Allgemeines:

Beim Lichtbogenschweißen wird die Luft (das Schutzgas) zwischen Elektrode und Werkstück durch Anlegen einer elektrischen Spannung ionisiert. Plasma entsteht.

Es ist mehrere Tausend Grad Celsius heiß und sendet elektromagnetische Strahlung mit unterschiedlichen Wellenlängen aus. Dabei wird neben dem sichtbaren Licht gesundheitsgefährdende Infrarot- und Ultraviolettstrahlung erzeugt – eine Gefahr für Auge und Haut. Nicht nur Schweißerinnen und Schweißer, sondern auch die Beschäftigten, die sich im Bereich der Schweißarbeiten aufhalten, sind zu schützen. Zum Schutz der Augen und der Haut werden Schweißschutzhelme, Schutzkleidung und Handschuhe verwendet. Generell sind Schweißarbeitsplätze zum Schutz vor optischer Strahlung mit Schweißschutzvorhängen oder Schweißschutzwänden abzuschirmen.





2.1. Sichtbares Licht

Es blendet die Augen. Im elektromagnetischen Spektrum befindet sich Licht im Wellenlängenbereich von 400 (violett) bis 780 (dunkelrot) nm.

2.2. Infrarotstrahlung (IR-Strahlung)

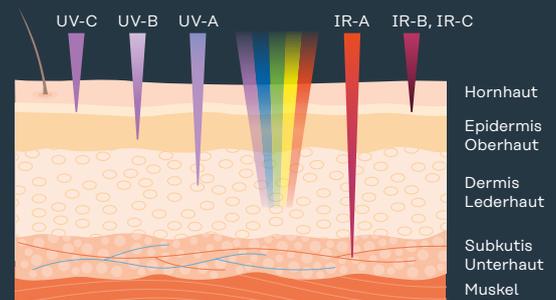
Sie befindet sich im Wellenlängenbereich von 780 nm bis 10 µm (10.000 nm) und wird von der Haut als Wärmestrahlung wahrgenommen. Wirken Infrarotstrahlen über einen längeren Zeitraum auf den Körper ein, können Verbrennungen entstehen, welche die Augen schädigen. Kurzwellige IR-Strahlung kann die Augenlinse trüben (Feuerstar), langwellige die Hornhaut überhitzen.

2.3. Ultraviolette Strahlung (UV-Strahlung)

UV-Strahlung ist für den Menschen unsichtbar. Geringe Mengen benötigt man zur Bildung von Vitamin D, zu hohe Dosen sind jedoch schädlich. Beim Schweißen ist sie für das „Verblitzen“ der Augen verantwortlich und verursacht Bindehautentzündungen. Sind Hautareale ungeschützt, kommt es bei kurzzeitig hohen Dosen zu Sonnenbrand. Langfristig hohe Dosen können zu Hautkrebs und/oder grauem Star führen.

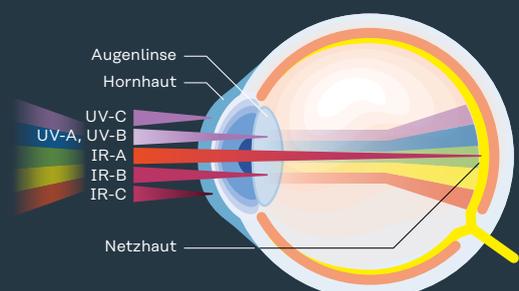
UV-Strahlung unterteilt sich – abhängig von der Wellenlänge – in drei Kategorien:

- **UV-A-Strahlung** (320 – 400 nm) dringt tief in die Haut ein. Sie verursacht Bräunung und Hautalterung.



- **UV-B-Strahlung** (280 – 320 nm) dringt in die oberen Hautschichten ein. Sie verursacht Sonnenbrand und ist in hohem Maße krebserzeugend.

- **UV-C-Strahlung** (100 – 280 nm) ist kurzwelliger und energiereicher als UV-A- und UV-B-Strahlung. Die natürlichen UV-C-Strahlen, ausgehend von der Sonne, werden von der Erdatmosphäre größtenteils absorbiert. Sie erreichen die Erdoberfläche nicht und sind für den Menschen daher ungefährlich. Künstlich erzeugt – zum Beispiel beim Schweißen - können sie Sonnenbrand und Hauttumore verursachen.



2.4.

Wie man sich erfolgreich gegen UV-/IR-Strahlung schützt

Um sich wirkungsvoll zu schützen, muss der gesamte Körper von der Lichtbogenstrahlung abgeschirmt sein. Grundsätzlich gilt beim Arbeitsschutz: „Gefahren sind an der Quelle zu beseitigen.“ Ist dies nicht ausreichend oder gar nicht möglich, bietet das STOP-Prinzip Orientierung.



2.4.1. **Substitutions- maßnahmen: anderen Schweißprozess wählen**

In speziellen Fällen lässt sich das Lichtbogen-schweißen durch andere Verfahren ersetzen. Diese bringen entweder keinen Lichtbogen zum Einsatz oder decken diesen ab (Rührreißschweißen, Unterpulverschweißen...).



2.4.2. **Technische Maßnahmen: die Gefahr abschirmen**

Alle Personen, die sich in der Nähe von Schweißarbeiten befinden, sind vor Reflexionen und Blendungen zu schützen. Jeder Schweißarbeitsplatz ist mit Sichtschutz auszustatten. Gut geeignet sind Lamellenschutzvorhänge. Sie absorbieren die Strahlung weitgehend und ermöglichen je nach Einfärbungsgrad Sichtkontakt mit dem Schweißprozess. Grundsätzlich gilt für Lamellenvorhänge: Je dunkler die Farbe, desto besser die Absorption der UV-Strahlung. Blechstellwände sollten wegen der zu starken Reflexion von UV-Strahlung nicht verwendet werden.





2.4.3. Organisatorische Maßnahmen: die Einwirkung einer Gefahr begrenzen

Auch kurze Lichtbogenbrennzeiten gefährden das menschliche Auge.

Es nützt deshalb nichts, wenn man zum Schutz der Augen auf kürzere Schweißzeiten setzt.



2.4.4. Persönliche Maßnahmen: die „Persönliche Schutzausrüstung“ verwenden



Am besten schützt man sich vor Lichtbogenstrahlung, wenn der Körper komplett abgeschirmt ist – normalerweise mit persönlicher Schutzausrüstung. Für gewöhnlich besteht sie aus Schweißschutzhelm, Schutzbrille, Schutzbekleidung und Schutzhandschuhen.

Hellfarbige oder glänzende Wände sind für Schweißarbeitsplätze ungeeignet.

Weißer Wände reflektieren die Lichtbogenstrahlung und sind unbedingt zu vermeiden. Am besten lässt sich der Lichtbogen beim automatisierten Schweißen in Schweißzellen abschirmen. Deren Einhausungen halten die Lichtbogenstrahlung zu 100 % vom Schweißpersonal fern.



3. Gefährdung durch schädlichen Lärm

Allgemeines:

Bei Schweißarbeiten wie z. B. dem Schutzgasschweißen (MAG/MIG) ist mit Lärmbelastungen von bis zu 90 dB(A) und darüber zu rechnen – auch ohne Einwirken anderer Lärmquellen.

Oft werden Grenzwerte überschritten und gehörgefährdende sowie gehörschädigende Situationen verursacht.

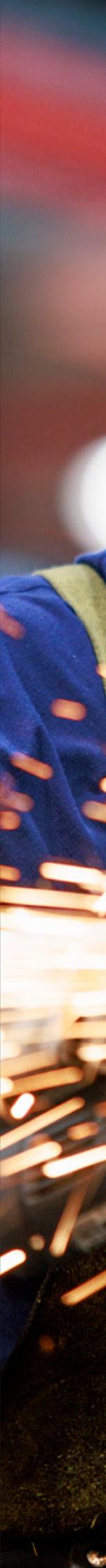


Auslösewert = Warngrenze.

Expositionsgrenzwert = maximaler Wert, dem Beschäftigte maximal ausgesetzt sein dürfen.

Mögliche Lärmquellen

- **hohe Geschwindigkeit der aus der Düse austretenden Gase** (z. B. Fugenhobeln...)
- **Kühlung des Schweißgerätes**
- **Arbeiten vor und nach dem Schweißen**
Hämmern, Schleifen, ...
- **Umgebungsärm** in der Halle
- **Schweißprozess**
Schall, der durch den Lichtbogen erzeugt wird





3.1.

Gesundheitliche Auswirkungen

3.1.1.

Kurzfristige Beeinträchtigungen

Die Lärmexposition kann unterschiedliche Auswirkungen auf den menschlichen Organismus haben. Nicht selten wird Lärm als Ursache folgender am Anfang oft kurzzeitig auftretender Beeinträchtigungen übersehen oder nicht erkannt.

- **Ablenkung**
- **Konzentrationsstörung**
- **Tinnitus**
- **Schwindel**
- **erhöhte Herzfrequenz**
- **erhöhter Blutdruck**
- **Pupillenerweiterung**
- **erhöhter Muskeltonus**

3.1.2.

Langfristige Beeinträchtigungen

Einige der kurzfristigen Folgen können sich auch langfristig auswirken.

Die bekanntesten sind:

- **Lärmschwerhörigkeit**
- **Dauerhafter Tinnitus**
- **Erhöhter Blutdruck –
Herz-Kreislauf-Beeinträchtigungen**

3.2. Ab wann ist Lärm gefährlich?

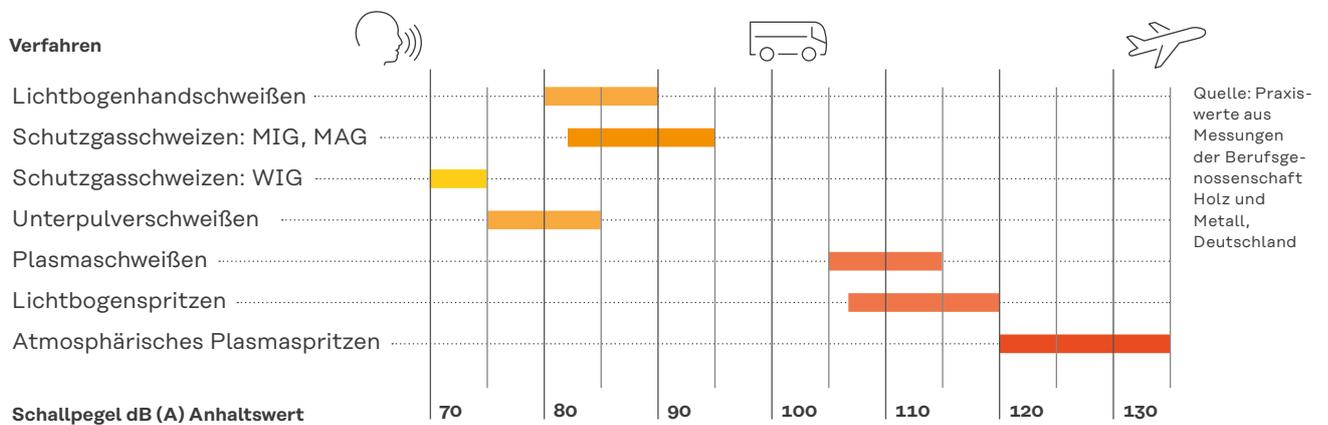
3.2.1. Grenzwerte

Die Lärmbelastung ergibt sich aus dem Zusammenspiel von Schallintensität und Expositionsdauer. Will man bestimmen, wie lange Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer gehörgefährdendem Lärm ausgesetzt sein dürfen, ist der mittlere Dauerschallpegel, der acht Stunden auf sie einwirkt, maßgeblich. Ab einem Lärmpegel von 85 dB(A) ist von einer gehörschädigenden Wirkung auszugehen.

Wird dieser Grenzwert überschritten, sind lärmreduzierende Maßnahmen zu setzen.

3.2.2. Eignungs- und Folgeuntersuchung

Werden lärmintensive Arbeiten erstmals aufgenommen, müssen sich die Arbeitskräfte einer Eignungsuntersuchung und anschließend alle fünf Jahre einer Folgeuntersuchung unterziehen. Länderspezifisch kann es dabei zu abweichenden Regelungen kommen.



3.3. Schutzmaßnahmen

Bevor persönliche Schutzmaßnahmen zum Einsatz kommen, sind von der Schweißaufsicht kollektive Sicherheitsvorkehrungen – substitutionelle, technische und organisatorische – zu treffen. Dabei ist nach dem STOP-Prinzip (Seite 1) vorzugehen.



Substitutionsmaßnahmen, andere Fügeverfahren nützen.



Arbeitszeit in Lärmbereichen minimieren, Abstand zur Lärmquelle erhöhen, Lärmbereich nach Beenden der Arbeit verlassen.



Tätigkeiten in zweckoptimierten Räumen ausführen (Schleifkabine, Schweißkabine, evtl. mit Schallschluckenden Elementen, ...).



Gehörschutz
Wird über Schulterhöhe geschweißt, ist ein schwer entflammbarer Gehörschutz zu verwenden.

4. Mechanische Gefährdungen

4.1.

Gefährdungen durch Funken- und Partikelflug

Beim Lichtbogenschweißen kommt es sowohl während der Schweißarbeiten als auch bei der Vor- und Nachbearbeitung der Schweißnaht zu Funken- und Partikelflug. Wird nach dem Schweißvorgang Schlacke mechanisch entfernt, sind die Augen durch abspringende Schlackenteile gefährdet. Beim Schweißen in beengten Räumen oder Zwangslagen erhöht sich das Gefährdungspotenzial.

4.1.1. Schutzmaßnahmen

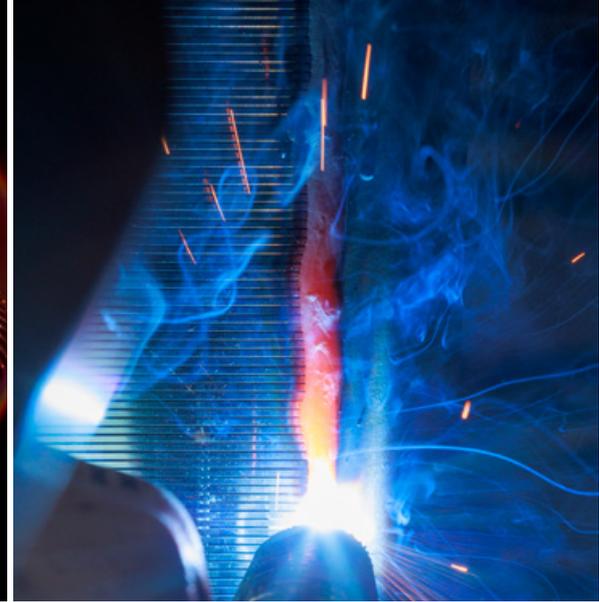


- es ist ein geeigneter Augenschutz zu verwenden;
- wenn sich andere Personen im Gefahrenbereich befinden, gelten die Schutzmaßnahmen auch für sie;
- Schweißhelme mit automatisch abdunkelnden Scheiben bieten einen optimalen Schutz – nicht nur beim Schweißen, sondern auch bei der Vor- und Nachbearbeitung.

Allgemeines:

Mechanische Gefährdungen können durch Schlacken, Spritzer, Funken und Drahtelektroden entstehen.





4.2.

Gefährdungen durch die Drahtelektrode

Bei der Reinigung und Wartung von Schweißbrennern kann der Schweißdraht zu Stichverletzungen führen. Wird er abgeschnitten, können wegfliegende Teile die Augen verletzen.



4.2.1. Schutzmaßnahmen

- es ist ein geeigneter Augenschutz zu verwenden;
- Reinigungs- und Wartungsarbeiten am Brenner dürfen nur bei abgeschaltetem Schweißgerät stattfinden;
- wird während des Rollenwechsels ein neuer Draht eingeführt, sollte eine geringe Vorschubgeschwindigkeit gewählt werden;
- Vorsicht beim Abschneiden des Schweißdrahtes! Je kürzer das Drahtende ist, desto höher ist die Geschwindigkeit des wegfliegenden Teils.

4.3.

Gefährdungen durch heiße Oberflächen

Verbrennungsgefahr besteht einerseits durch heiße Werkstückoberflächen und andererseits durch hohe Lichtbogentemperaturen.



4.3.1. Schutzmaßnahmen

Es ist die „Persönliche Schutzausrüstung“ (PSA) zu tragen: Schweißerschutzhelm, Schweißershandschuhe, Schweißerschutzbekleidung, Sicherheitsschuhe.

4.4. Sekundäre Gefahren

Während des Schweißens oder der Schweißnahtvorbereitung muss sichergestellt werden, dass keine Personen gefährdet sind. Das gilt nicht nur für Schweißerinnen und Schweißer, sondern auch für unmittelbar Anwesende.



4.4.1. Schutzmaßnahmen

Personen, die sich in der näheren Umgebung von Schweißarbeiten aufhalten, sind ebenfalls zu schützen – idealerweise durch räumliche Abgrenzung, Vorhänge oder ähnliche Maßnahmen.

5. Gefährdungen durch nicht ergonomische Arbeitsumgebungen

Allgemeines:

Ergonomie am Arbeitsplatz bedeutet, dass Aufgabe und Arbeitsumfeld an den Menschen – im konkreten Fall an die Schweißerinnen und Schweißer – angepasst werden.



Beim Einrichten von Arbeitsplätzen sind deren Körpergröße und motorische Fähigkeiten zu berücksichtigen.

Es gibt Situationen, in denen nicht alle ergonomischen Risikofaktoren beseitigt werden können und Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer einem Gesundheitsrisiko ausgesetzt sind. Zum Beispiel ist die Dauer von werkstückbedingtem Schweißen in Zwangshaltungen bestmöglich zu begrenzen.

Für mehr Ergonomie beim Schweißen stehen Hilfsmittel wie Vorrichtungen, Montagegestelle und Teilehalter zur Verfügung. Sie erleichtern die Schweißarbeiten maßgeblich und verringern dabei das Verletzungsrisiko.

5.1.

Gesundheitliche Auswirkungen

Viele der möglichen Verletzungsursachen sind nicht branchen- oder berufsbedingt, sondern resultieren vielmehr aus persönlichen unergonomischen Verhaltensmustern.

5.1.1. Risikofaktoren

- **wiederholtes Greifen/Drehen**
- **wiederholtes Bewegen**
- **statische Körperhaltungen**
- **Müdigkeit – bedingt durch monotones Arbeiten und Mangel an Ruhepausen**

Liegen obige Risikofaktoren in ausreichender Häufigkeit und/oder kombiniert vor, können sie berufsbedingte Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) verursachen. Darunter versteht man Verletzungen und Krankheiten, die Muskeln, Nerven, Sehnen, Bänder, Gelenke, Bandscheiben, Haut, Unterhautgewebe, Blutgefäße und Knochen beeinflussen.

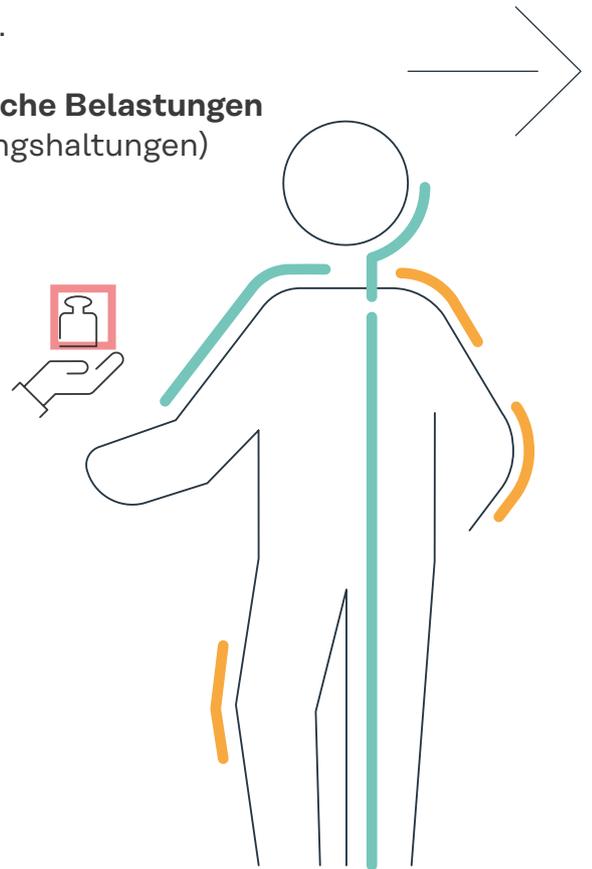
5.1.2.

Häufige Beschwerden bei Schweißfachkräften

- **Rückenverletzungen**
- **Schleimbeutelentzündung**
- **Karpaltunnelsyndrom**
- **Entzündung von Sehnen und Sehnenscheide**
- **chronische Schulterbeschwerden**

5.1.3.

Typische Belastungen (Zwangshaltungen)



Schweißen mit nach vorne gestreckten Armen (01)

Kompressionshaltung: Aufstützen der Arme auf einer harten Oberfläche

Ungünstige, starre Körperhaltung: Die Arme sind für eine längere Zeit nach vorne gestreckt.

Schweißen auf Bodenhöhe (02)

Kompressionshaltung: Aufstützen der Arme auf einer harten Oberfläche

Ungünstige, starre Körperhaltung: Es wird mit nach vorne gebeugtem Rücken gearbeitet.

Schweißen in engen Räumen (03)

Kompressionshaltung: Aufstützen auf einer harten Oberfläche

Ungünstige, starre Körperhaltung: heißes Arbeiten in beengter Umgebung und in statischer Körperhaltung

Schweißen über Schulterhöhe (04)

Ungünstige, starre Körperhaltung: gestreckter Nacken, statisches Belasten der Arme und Schultern

Heben und Bewegen von schweren Bauteilen (05)

Hohe Belastung des Stütz- und Bewegungsapparates



5.2. Schutzmaßnahmen



Hebehilfen verwenden

Hebehilfen (05) (Kräne, ...) sind für das Bewegen von Lasten konstruiert. Sie helfen, körperliche Belastungen durch schweres Heben zu vermeiden.

- **Bewegen, Tragen oder Lagern von schweren Bauteilen**
- **breite Auswahl an Manipulationssystemen und Greifern**
- **Systeme und Geräte müssen für das Lastgewicht ausgelegt sein.**

5.3.

Ergonomisches Equipment und Positionierhilfen

- **höhenverstellbare Schweißstische (06)**
- **diverse Positionierhilfen (Drehtische ...)**



6. Gefährdung durch elektrischen Strom

Vorsicht vor der Leerlaufspannung!

Allgemeines:

Während bei handelsüblichen Elektrogeräten die unter Spannung stehenden Teile gegen Berührung geschützt sind, kann beim Lichtbogenschweißen die Leerlaufspannung zur Berührungsspannung werden, wenn gleichzeitig das Werkstück (Masse) und die Elektrode oder nicht isolierte Teile des Elektrodenhalters berührt werden. In diesem Fall spricht man von der Durchströmung des menschlichen Körpers.

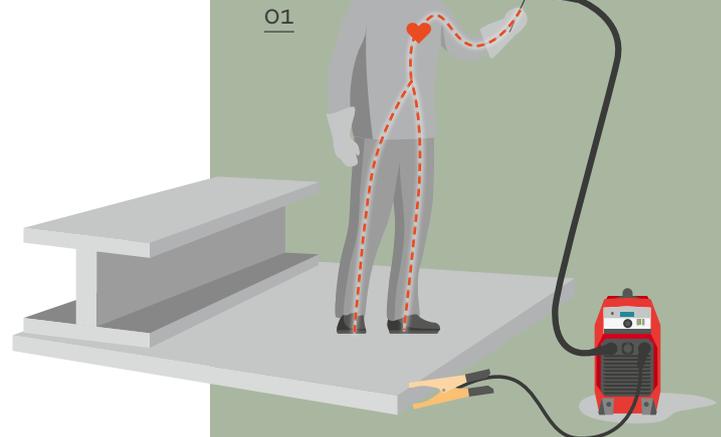
Für die Leerlaufspannung gibt es zulässige Höchstwerte (siehe 6.4), die von den Einsatzbedingungen abhängig sind. Elektrische Gefährdung für den Menschen beginnt bei Spannungen von mehr als 25 V Wechselspannung (Effektivwert) oder 60 V Gleichspannung und wenn dabei gleichzeitig ausreichend hoher Strom fließen könnte.

Bei der Durchströmung hat der elektrische Strom eine Reizwirkung auf Muskeln (Herz) und Nerven. Dies kann zu Muskelverkrampfung führen. Man spricht hier von der Loslassgrenze. Geringere Stromstärken können Reflexbewegungen auslösen, die zu Sekundärunfällen – z. B. Stürzen – führen. Daher sind Dauer und Höhe der durch den Körper fließenden Stromstärke ausschlaggebend. Ebenso wesentlich ist, ob mit Gleich- oder Wechselspannung gearbeitet wird.

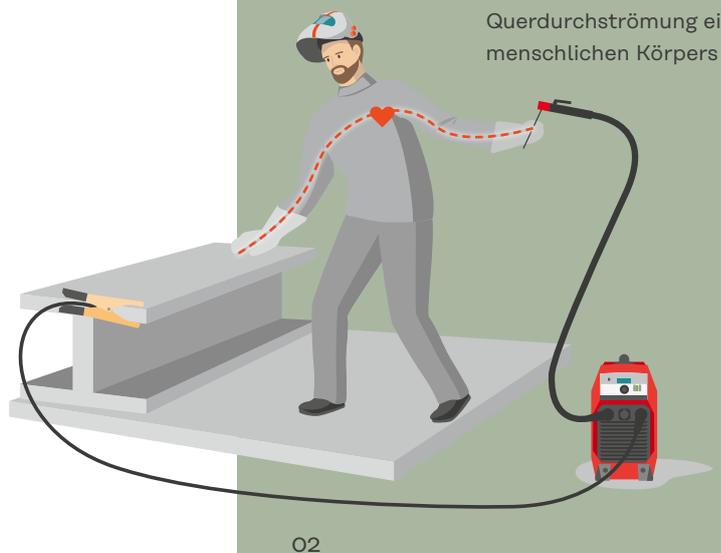
Die Stromstärke (I) ist von der angelegten Spannung (U) und dem Widerstand (R) abhängig und folgt dem Ohm'schen Gesetz ($U = R \times I$). Möchte man die Stromstärke ermitteln, kann ein Körperwiderstand (ohne Schutzausrüstung) von Hand zu Hand oder Hand zu Fuß von 1.000 Ohm angenommen werden. Besitzt die Stromquelle eine Leerlaufspannung von 50 V, kann gemäß dem Ohm'schen Gesetz ($I = U / R$) ein Strom von 50 mA (ohne Schutzausrüstung) durch den Körper fließen.

Beispiele:

Längsdurchströmung eines menschlichen Körpers



Querdurchströmung eines menschlichen Körpers



Für Schweißerinnen und Schweißer besteht dann Gefahr, wenn sie selbst Teil des Stromkreises werden. Der Strom durchfließt den menschlichen Körper auf kürzestem Weg (geringster elektrischer Widerstand). Sollte die Verbindung mit dem Stromkreis z. B. über beide Hände gegeben sein, durchfließt der Strom die Hände, die Arme, den Oberkörper und damit auch lebenswichtige Organe wie das Herz.

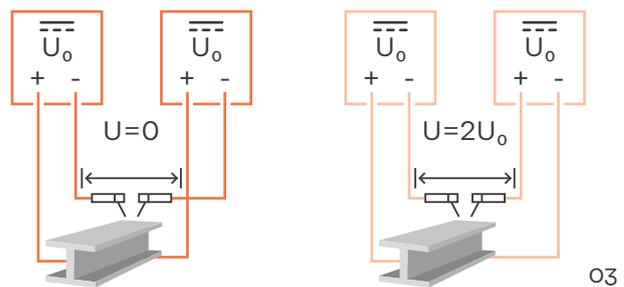
6.1.

Lichtbogenschweißen mit mehreren Stromquellen an einem Werkstück oder leitfähig verbundenen Werkstücken

Schweißen mehrere Schweißfachkräfte mit mehreren Stromquellen an einem Werkstück oder an leitfähig miteinander verbundenen Werkstücken, kann die auftretende Berührungsspannung (Leerlaufspannung, siehe oben) unzulässig hoch sein. Dieser Zustand ist nicht ohne Weiteres zu erkennen.

6.1.1. Gleichstrom (DC)

Wenn gleichzeitig mit verschiedener Polung des Schweißstromkreises geschweißt wird, summiert sich die Leerlaufspannung der beiden Stromquellen.



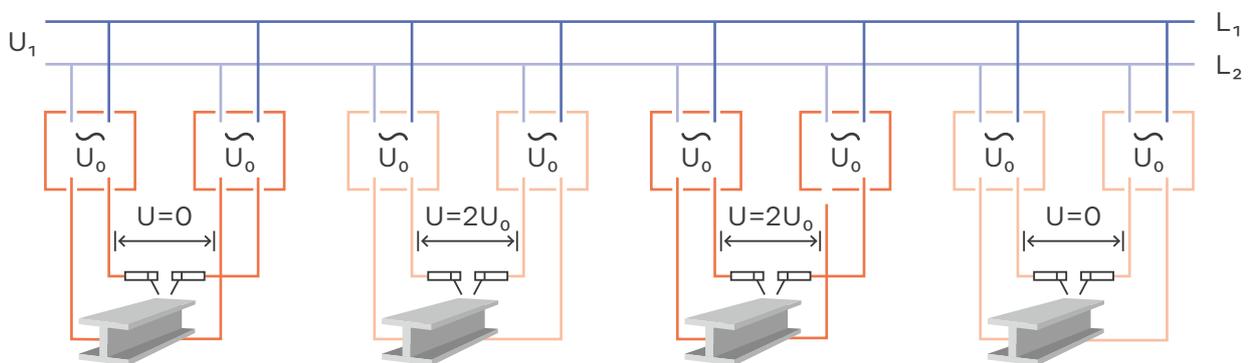
Gleiche Polung

Verschiedene Polung

6.1.2. Wechselstrom (AC)

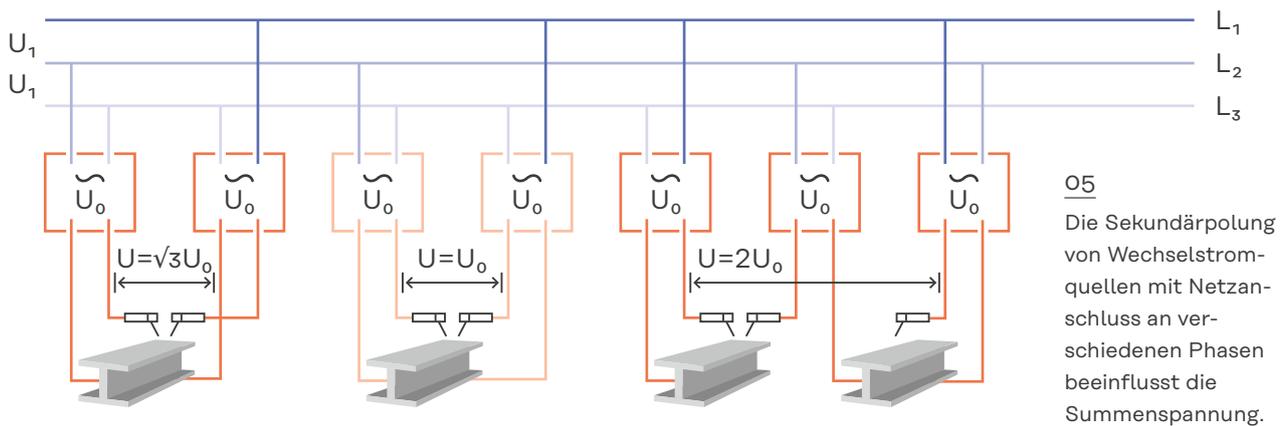
Neben der Polung der Schweißstromkreise ist auch der netzseitige Anschluss der Schweißgeräte von Einfluss auf die entstehende Leerlaufspannung. Es kann eine Berührungsspannung bis zur Summe der Leerlaufspannungen aller Einzelgeräte auftreten.

Da der Netzanschluss einen Einfluss auf die Summe der Schweißspannungen hat, muss vor Schweißbeginn die Spannung zwischen den Schweißbrennern (Elektrodenhaltern) gemessen werden.



04

Die Sekundärpolung von Wechselstromquellen mit Netzanschluss an gleichen Phasen beeinflusst die Summenspannung. Dies gilt nur bei 50-Hz-Trafoanlagen. Inverter-Stromquellen sind vom Netz entkoppelt und nie in Phase mit der Netzspannung oder zu benachbarten Geräten.



6.2.



Schutzmaßnahmen

- Schweißerinnen und Schweißer müssen auf die Gefahr hingewiesen werden.
- Der Abstand ist so weit zu erhöhen, dass nicht zwei Schweißbrenner oder Elektrodenhalter gleichzeitig berührt werden können. Ist dies nicht möglich, müssen ihre Arbeitsbereiche durch isolierende Wände getrennt werden.
- Mithilfe von Messungen ist zu gewährleisten, dass die Summenspannung den Höchstwert der maximal zulässigen Leerlaufspannung (siehe Grafik O4 und O5) nicht überschreitet.

6.3.

Sicherheitshinweise

- Schweißerinnen und Schweißer haben sich vom einwandfreien Zustand von Schweißstromquellen (elektrischen Geräten) zu überzeugen, bevor sie mit ihrer Arbeit beginnen.
- Nicht verwendete Schweißstromquellen ausschalten, unbeaufsichtigte Schweißstromquellen vom Netz trennen.
- Schweißstromquellen entsprechend der am Leistungsschild angegebenen Schutzart aufstellen und betreiben. Angaben in der Bedienungsanleitung sind zu beachten. Schweißstromquellen nach IP21 dürfen nur im trockenen Bereich eingesetzt werden. Ungeschützt im Freien eingesetzte Schweißstromquellen benötigen mindestens die Schutzart IP23.
- Bei Störungen sofort Spannung abschalten oder Stecker ziehen. Schäden an Schweißstromquellen (elektrischen Geräten), der Netzleitung oder an Schweißleitungen sofort der Elektrofachkraft melden. Gerät oder Anlage nicht weiterverwenden.
- Schutzabdeckungen an Schweißstromquellen (elektrischen Geräten) nie öffnen.
- Massekabel am Werkstück oder an der Werkstückauflage und so nahe wie möglich an der Schweißstelle ankleben.

6.4.

Höchstwerte der zulässigen Leerlaufspannung

Einsatzbedingungen	Spannungsart		
	Gleichspannung	Wechselspannung	
		Scheitelwert	Effektivwert
Erhöhte elektrische Gefährdung	113	68	48
Ohne erhöhte elektrische Gefährdung	113	113	80
Begrenzter Betrieb <u>ohne</u> erhöhte elektrische Gefährdung ¹	113	78	55
Schweißbrenner maschinell geführt ²	141	141	100
Plasmaschneiden	500	–	–
Unter Wasser mit Personen im Wasser ³	65	unzulässig	

Tab. 6-01

Max. zulässige Leerlaufspannung in Volt

1 | Die Leistung von Schweißstromquellen für begrenzten Betrieb nach DIN EN 60974-6 ist durch die Einschaltdauer (Temperaturwächter) und die Stromstärke (bis 160 A) eingeschränkt. Hier handelt es sich um Heimwerkergeräte für Laien.

2 | Schweißbrenner gelten als maschinell geführt, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Der Brenner darf nicht von Hand gehalten werden.
2. Die Leerlaufspannung muss selbsttätig abgeschaltet werden, wenn nicht geschweißt wird.
3. Der Schutz gegen direktes Berühren aktiver Teile muss:
 - mindestens der Schutzart IP2X entsprechen
 - oder durch eine Gefahrenminderungseinrichtung sichergestellt sein.

3 | Die Schweißstelle, der Schweißprozess und die unter Wasser schweißende Person befinden sich in Kontakt mit dem umgebenden Wasser. Schweißstromquellen befinden sich grundsätzlich in trockener Umgebung.

6.5.

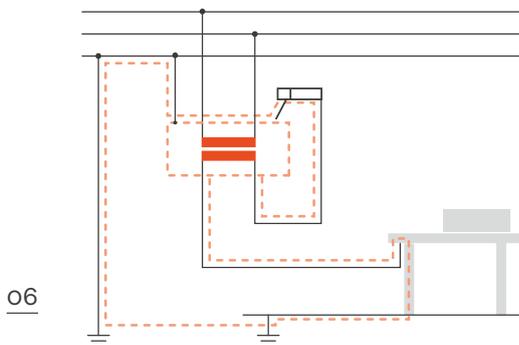
Gefahren durch verschleppte Schweißströme

Bei Schweißstromquellen ist besonders durch nicht fachgerechtes Anschließen der Massekabel und falsches Ablegen des Elektrodenhalters ein Abbrennen des Schutzleiters der Schweißstromquelle, aber auch anderer Elektrogeräte möglich.

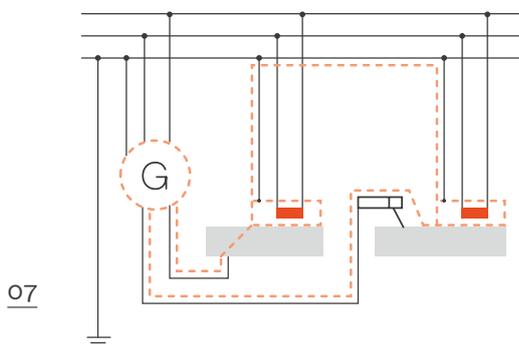
Diese Schutzleiterunterbrechungen sind von außen nicht feststellbar und führen dadurch zu erheblichen Gefahren für Personen, die derart beschädigte Geräte verwenden.

6.5.1. Die häufigsten Formen der Schutzleiterunterbrechung

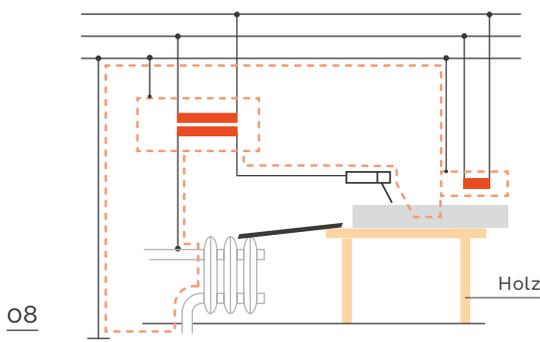
Verbotenes, nicht isoliertes Ablegen des Elektrodenhalters auf dem Schweißgerät.



Angeschlossene Elektrohandwerkzeuge auf den Schweißarbeitstischen.



Verbotene Verlängerungen der Schweißstromrückleitung z. B. durch eine Eisenstange und Elektrohandwerkzeug auf dem Schweißarbeitstisch.



6.5.2. Schutzmaßnahmen



Die Schweißstromrückleitung ist unmittelbar am Werkstück oder an der Auflage anzuschließen (durch Klemmen oder magnetische Haftpole). Andere Teile wie Stahlkonstruktionen, Gleise, Rohrleitungen, Stangen, Krantragseile, Ketten usw. dürfen nicht zur Schweißstromrückleitung verwendet werden.

Müssen ausnahmsweise Werkstücke am Kranhaken hängend geschweißt werden, so ist das Werkstück sorgfältig vom Kran zu isolieren, z. B. durch trockene Textilseile oder einen Isolierwirbel. Arbeitskörbe für Personen sind bei Elektroschweißarbeiten isoliert aufzuhängen.

Wird gleichzeitig zu den Elektroschweißarbeiten am selben Werkstück mit anderen Elektrowerkzeugen gearbeitet, so werden schutzisolierte Werkzeuge empfohlen.

6.6.

Arbeiten unter erhöhter elektrischer Spannung

6.6.1. Beispiele für erhöhte elektrische Gefährdung:

- An Arbeitsplätzen, wenn die Bewegungsfreiheit begrenzt ist, sodass Schweißfachkräfte in Zwangshaltung (z. B. kniend) unter Berührung elektrisch leitfähiger Teile schweißen müssen.



Vorsicht bei Enge und elektrisch leitfähigen Teilen!

- An Arbeitsplätzen, die vollständig oder teilweise durch elektrisch leitfähige Teile begrenzt sind und durch deren unvermeidbare oder zufällige Berührung die Schweißereinnen und Schweißer infolge Stromeinwirkung gefährdet sind.

Um die Beurteilung, ob eine erhöhte elektrische Gefährdung beim Lichtbogenschweißen vorliegt, zu erleichtern, gilt das Pauschalmaß von 2 m für den freien Bewegungsraum zwischen gegenüberliegenden leitfähigen Teilen. Wird dieses Maß auch nur in einer einzigen Abmessung (Länge, Breite, Höhe oder Durchmesser) unterschritten, liegt eine erhöhte elektrische Gefährdung vor.



Vorsicht bei Nässe und Hitze!

- An nassen, feuchten oder heißen Arbeitsplätzen, an denen der Widerstand der menschlichen Haut, der Schutzkleidung und der Schutzmittel durch Feuchtigkeit oder Schweiß erheblich herabgesetzt sein kann.
- Nasse Arbeitsplätze sind solche, an denen die Arbeitskleidung durchfeuchtet und somit elektrisch leitfähig wird. Das gilt auch für Arbeitsplätze im Freien. Heiße Arbeitsplätze sind solche, an denen die Arbeitskleidung durchgeschwitzt und somit elektrisch leitfähig wird.

6.6.2. Schutzmaßnahmen

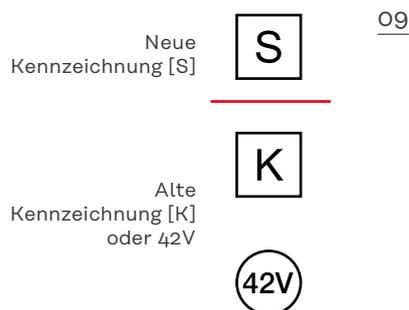


Bei Arbeiten unter erhöhter elektrischer Gefährdung müssen besondere Vorkehrungen getroffen werden. Es dürfen nur für diese Arbeiten vorgesehene Schweißstromquellen benutzt werden. Diese sind besonders gekennzeichnet, und zwar mit folgenden Zeichen (09): [S], ältere Geräte können auch noch mit [K] oder 42V gekennzeichnet sein. Schweißfachkräfte sind durch isolierende Unter-

lagen oder Zwischenlagen gegen eine Berührung elektrisch leitfähiger Teile sowie feuchter Böden und Wände zu schützen. Ist diese Isolierung wegen damit verbundener zusätzlicher Gefahren, insbesondere Absturzgefahr, oder wegen besonderer räumlicher Verhältnisse am Arbeitsplatz nicht möglich, darf nur in trockener und unbeschädigter Arbeitskleidung gearbeitet werden. Ist in solchen Fällen auch die Verwendung von Kleidung, die während der gesamten Dauer der Schweißarbeiten trocken bleibt, nicht möglich (z. B. in heißen Räumen), dann dürfen beim Lichtbogenschweißen von Hand nur Gleichstrom-Lichtbogenschweiß-Generatoren, -umformer und Lichtbogenschweiß-Gleichrichter verwendet werden.

Die Leerlaufspannung der Schweißstromquelle soll unter Berücksichtigung der Schweißaufgabe und der Eigenschaften des verwendeten Gerätetyps möglichst niedrig gehalten werden. Sie darf 75 V nicht übersteigen. Nur eine Fachkraft darf diese Arbeiten ausführen.

Es ist verboten, die Schweißstromquelle im Bereich erhöhter elektrischer Gefährdung aufzustellen, also in den Gefahrenbereich mit hineinzunehmen. Für die Fernsteuerung der Schweißstromquelle ist Schutzkleinspannung zu verwenden. Schweißereinnen und Schweißer dürfen dabei nicht allein arbeiten, für Aufsicht muss gesorgt sein.



7. Gefährdung durch elektro- magnetische Felder

Allgemeines:

Die hohen elektrischen Ströme verursachen beim Schweißen rund um den Schweißkreis sowie im Bereich der Schweißeinrichtung lokale elektrische und magnetische Felder (EMF).

Wird das Schweißequipment sachgemäß verwendet und werden die geforderten Abstände beachtet, können die Grenzwerte eingehalten werden. Nach aktuellem Kenntnisstand sind keine gesundheitsgefährdenden oder langfristigen Auswirkungen durch eine EMF-Exposition zu erwarten.



Zu beachten:

Personen, die sich in unmittelbarer Nähe von Schweißarbeiten aufhalten (auch jene, die sich hinter Wänden befinden), sind Gefährdungspotenzialen ausgesetzt und deshalb zu unterweisen. Das gilt auch für Besucher.

Trägerinnen und Träger von Implantaten, Schmuck, Prothesen (Metallteilen im und am Körper) und aktiven Körperhilfsmitteln (Hörhilfen etc.) müssen wegen potenzieller Gesundheitsgefahren mit dem zuständigen Arzt Rücksprache halten.

Trägerinnen und Trägern von aktiven Implantaten wie Herzschrittmachern oder Insulinpumpen müssen mit dem zuständigen Arzt Rücksprache halten.

Großflächige Leiterschleifen durch Elektrodenhandkabel und Schlauchpaket sind zu vermeiden.

- Schweißkabel (Schlauchpaket) und Masseleitung bündeln, mit Klebeband sichern
- beide Kabel müssen auf der gleichen Körperseite verlaufen (02)
- Masseleitung so nah wie möglich am zu schweißenden Bereich des Werkstücks anschließen

Möglichst große Abstände zu Elektrodenhandkabeln und Schlauchpaketen sicherstellen:

- während der Schweißarbeiten die Schweißstromquelle nicht am Körper tragen
- Kabel nicht über die Schultern führen oder auf die Oberschenkel legen
- Kabel nicht um Arme oder Körper wickeln (03)
- Hinweise und Empfehlungen sind in der EN IEC 60974-9:2018 und im AUVA-Merkblatt Mplus 666 (Elektromagnetische Felder beim Schweißen) zu finden.



7.1.**Auswirkungen auf passive und aktive Körperhilfsmittel****7.1.1. Arten von Körperhilfsmitteln**

- metallische Teile, die sich am oder im Körper befinden, zum Beispiel Schrauben, Platten oder Schmuckstücke
- elektrisch leitfähige sowie ferromagnetische Prothesen oder Teile davon
- aktive medizinische Implantate wie Herzschrittmacher

7.1.2. Gefahren

Elektrische und magnetische Felder können Körperhilfsmittel auf verschiedene Weisen beeinflussen. Die Trägerinnen und Träger verspüren in solchen Fällen unterschiedliche Auswirkungen. Sie werden manchmal als kaum wahrnehmbar und oftmals als unangenehm empfunden. In einigen Fällen erweisen sie sich als lebensgefährlich. Menschen, die solche Teile am oder im Körper tragen, sind über die Gefahren durch EMF aufzuklären. Generell muss eine Exposition gegenüber EMF-Quellen vermieden werden. Ist das nicht möglich, sollte man proaktiv entgegenwirken, indem man Schutzmaßnahmen einleitet.

7.1.3. Elektrisches Feld

- wird durch die Haut abgeschirmt – das Körperinnere ist nahezu feldfrei

7.1.4. Magnetisches Feld

- durchdringt den menschlichen Körper teilweise bis vollständig
- eine effektive Abschirmung ist schwierig
- Kraftwirkung auf ferromagnetische Teile ist möglich (starke statische Felder)
- durch den Stromfluss können sich leitfähige Teile sehr stark erwärmen
- Störung der Elektronik des Implantats mit Störungen bis zum Ausfall

7.1.5. Elektromagnetisches Feld

- durchdringt den menschlichen Körper teilweise bis vollständig
- Kontaktströme von leitfähigen Teilen können über den Körper fließen
- spürbare Reizwirkung kann auftreten
- lokale Überhitzung (Verbrennung) und Störung der Elektronik sind möglich

7.2. Aussagen und Empfehlungen

Sind Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer Träger von aktiven oder passiven Implantaten, müssen sie ihren Arbeitgeber informieren, bevor Schweißarbeiten aufgenommen werden. Daraufhin muss eine Arbeitsplatzevaluierung stattfinden und bei Überschreiten von Expositionsgrenzwerten sind entsprechende Maßnahmen wie das Abstandhalten zu Schweißarbeiten erforderlich.

8. Gefährdung durch Brand- und Explosionsgefahr

Allgemeines:

Die große Hitzeentwicklung beim Schweißen kann brennbares Material in unmittelbarer Nähe entzünden. Funken oder heiße Metallteilchen können sogar in großer Entfernung zur Schweißstelle Brände entfachen.

Besonders gefährlich sind Schweißarbeiten in Bereichen mit Durchbrüchen, Spalten und Ritzen, wo Funken oder heiße Metallteilchen in Hohlräume oder angrenzende Umgebungen fliegen können.

8.1. Gefahrenquellen

- **brennbare Stoffe in unmittelbarer Nähe zu den Schweißarbeiten**
- **fehlende oder unzureichende Brandschutzmaßnahmen an der Arbeitsstelle**
- **Schweißarbeiten werden ohne Freigabe (Heißarbeitsschein) durchgeführt**



Hinweis: Die Temperaturen beim Schweißen übersteigen die Zündtemperaturen der meisten brennbaren Stoffe. Wichtig: Nicht brennbare Hydraulikflüssigkeiten für Spannvorrichtungen verwenden.

8.2. Maßnahmen zum Schutz vor Bränden

8.2.1. **Organisatorische Maßnahmen beim Brandschutz**

Kann man die Brandgefahr aus betriebstechnischen und baulichen Gründen nicht restlos beseitigen, sind Schweiß- und Brennschneidarbeiten von der Betriebsleitung oder deren Beauftragten zu genehmigen. In solchen Fällen darf nur unter Aufsicht von fachkundigen Experten geschweißt werden. Die anzuwendenden Sicherheitsmaßnahmen müssen in der schriftlichen Genehmigung – Schweißerlaubnis-schein bzw. Heißarbeitsschein – aufgelistet sein.





01

Verhaltensregeln

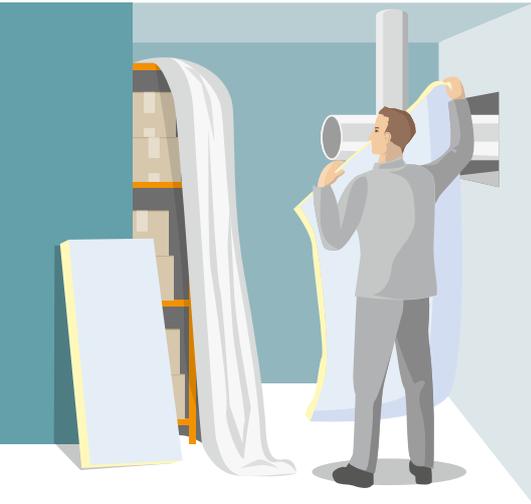
Lässt sich die Brandgefahr nicht restlos ausschließen, muss vor Beginn von Schweiß- und Brennschneidarbeiten eine Arbeitsfreigabe vom Arbeitgeber eingeholt werden. (01)



02

Brennbares Material ist von der Arbeitsstelle und der näheren Umgebung zu entfernen (Funken- und Partikelflug bis zu 10 m möglich). (02)
Beispiele hierfür sind leicht entzündbare Gegenstände wie Papier, Textilien, Druckbehälter und Behältnisse mit brennbaren Flüssigkeiten oder Brenngas.

Brennbare Gegenstände, die nicht weggeräumt werden können, müssen mit feuerfesten Decken oder Platten abgedeckt werden.



03

Hinweis: Heiße Metallteilchen können beim Schweißen oder Trennschleifen bis zu 10 m weit fliegen!



Fugen, Mauerdurchbrüche, Deckenöffnungen sowie Rohrdurchführungen in Wänden, Böden und Decken sind feuerfest abzudichten. Das gilt auch für Energiekanäle und Fahrtreppen-Innenräume! (03)
Durch Rohrleitungen kann zündfähige Wärme auch in Nachbarräume strömen!

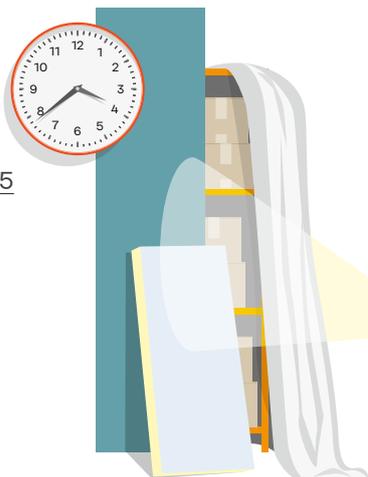
04



Falls sich brennbare Gegenstände – auch abgedeckte – in der Umgebung der Arbeitsstelle befinden, muss eine Feuerwache bereitgestellt werden. (04)

An der Arbeitsstelle müssen geeignete Löschgeräte vorhanden sein. (04)

05



Nach Beenden der Arbeiten muss die Umgebung der Arbeitsstelle nach möglichen Glutnestern und Brandgeruch abgesucht und kontrolliert werden – je nach Situation auch mehrfach. (05)

Hinweis: Glutnester können noch nach Stunden einen Brand verursachen!



8.3.

Maßnahmen zum Schutz vor Explosionen

Die organisatorischen Brandschutzmaßnahmen sind auch für den Explosionsschutz grundlegend. Weiters ist die Anwesenheit einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre auszuschließen, die durch Schweißarbeiten entzündet werden kann.

Bei der Gefahrenermittlung sind zu berücksichtigen:

- **Anlagenteile, die brennbare Arbeitsstoffe freisetzen können**
- **Staubablagerungen**
- **Vertiefungen wie z. B. Kanäle oder Schächte**

Dies gilt insbesondere bei unzureichender Belüftungsmöglichkeit des Arbeitsbereiches bei Instandhaltungsarbeiten oder wenn brennbare Stoffe (z. B. Stäube) vor Beginn der Arbeiten nicht in ausreichendem Maße entfernt werden können.

Vor Arbeitsbeginn hat der Arbeitgeber zu ermitteln, ob bei Schweißarbeiten Explosionsgefahr auftreten kann. Lautet die Antwort ja, ist diese zu bewerten. Im Rahmen einer Gefahrenbeurteilung müssen die Arbeitsverfahren und Tätigkeiten sowie deren Auswirkungen auf den Betrieb berücksichtigt werden. Als Grundlage dient das gültige Explosionsschutzdokument (Directive 1999/92/EC).

Dabei ist festzustellen, welche Stoffe und Mischungen während der Arbeiten auftreten können – in welcher Menge, an welchem Ort und in welcher Konzentration. Wurde bereits ein Bereich (Zone) als explosionsgefährdet ausgewiesen, muss er durch eine fachkundige Person freigemessen und für den Zeitraum der Arbeiten (und möglicherweise darüber hinaus) für zonenfrei erklärt werden. Dies erfordert eine Arbeitsfreigabe in Schriftform.

Wird ein gefährdeter Bereich festgelegt, sind die örtlichen Gegebenheiten und Lüftungsverhältnisse zu berücksichtigen. In Räumen, Behältern oder luftaustauscharmen Bereichen (Tanks, Silos, Schächte, Gruben ...) muss mit schlechten Lüftungsverhältnissen gerechnet werden.

Stehen Bereiche, in denen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre auftreten kann, in offener Verbindung zu benachbarten Bereichen, ist im Einzelfall zu ermitteln, ob auch in diesen Bereichen eine gefährliche explosionsfähige Atmosphäre möglich ist. Gefährdet sind insbesondere darunter liegende Räume, wenn Gase, Dämpfe oder Nebel schwerer als Luft sind (z. B. Flüssiggas, Lösemitteldämpfe). Darüber liegende Räume sind gefährdet, wenn die explosionsfähigen Stoffe leichter als Luft sind (z. B. Wasserstoff). Auch die Aufwirbelung abgelagerter brennbarer Stäube oder die Freisetzung von brennbaren Stäuben ist zu berücksichtigen.

Zündquellen, die während Instandhaltungsarbeiten auftreten oder aus benachbarten Bereichen stammen können, sind im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit, der Dauer des Auftretens und der Abschaltbarkeit zu bewerten (z. B. heiße Oberflächen bei Schweißarbeiten durch Wände hindurch).

8.3.1. Explosionsgefährliche Atmosphäre verhindern

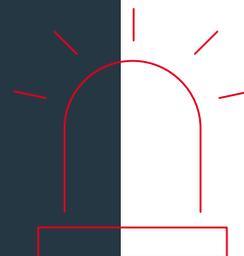
Bei Instandhaltungsarbeiten ist das Entstehen von gefährlicher explosionsfähiger Atmosphäre so weit wie möglich zu verhindern. Brennbare Stoffe sind in ausreichendem Maße zu beseitigen – besonders im Schweißbereich.



Geeignete Maßnahmen sind:

- Reinigen der Arbeitsbereiche und Entfernen aller brennbaren Rückstände
- Beseitigen von Ablagerungen brennbarer Stäube
- keine brennbaren Flüssigkeiten versprühen oder vernebeln
- Die Konzentration brennbarer Stoffe ist ausreichend zu verdünnen.
- Gefährliche explosionsfähige Atmosphäre, die sich bei Reinigungs- oder Beschichtungsvorgängen durch Aerosole bilden kann, ist zu vermeiden.
- Eine flammerstickende Schutzfüllung ist bei Behältern erforderlich, die z. B. explosionsgefährliche oder entzündliche Stoffe enthalten haben. Die Schutzfüllung kann aus Wasser, Stickstoff oder Kohlendioxid bestehen.

An geschlossenen Behältern darf nur geschweißt werden, wenn darüber hinaus Vorsichtsmaßnahmen getroffen sind, die das Entstehen eines gefährlichen Überdrucks verhindern.



8.3.2. Freimessung

Bevor Schweißarbeiten durchgeführt werden, muss der Bereich (die Zone) durch eine Gasfreimessung überprüft werden.

Messungen der Atmosphäre beantworten zwei außerordentlich wichtige Fragen:

1. **Ist der Warnwert (10 % untere Explosionsgrenze; UEG) von brennbaren Gasen oder Dämpfen sicher unterschritten?**
2. **Ist der Alarmwert (50 % UEG) erreicht? Dieser Wert ist die letzte Schwelle. Wenn er erreicht wird, müssen alle Arbeiten abgebrochen und der gefährdete Bereich sofort verlassen werden.**

Für das korrekte Umsetzen von Schutzmaßnahmen und die Freigabe von Schweißarbeiten ist die Aufsichtsperson (Brandwache) verantwortlich.



9. PSA

Persönliche Schutzausrüstung

Allgemeines:

Beim Schweißen ist eine Schutzausrüstung (PSA) zu tragen, die Schweißerinnen und Schweißer vor Sicherheitseinschränkungen und Gesundheitsgefahren schützt. Sie muss vom Arbeitgeber zur Verfügung gestellt werden und ist von den Beschäftigten zu tragen.



Hinweis: Die PSA hat sich in einem ordnungsgemäßen Zustand zu befinden und muss:

- den Anforderungen der „Verordnung Persönliche Schutzausrüstung“ (EU) 2016/425 entsprechen,
- Schutz gegenüber der Gefährdung bieten, ohne selbst eine Gefährdung darzustellen,
- für die am Arbeitsplatz vorherrschenden Bedingungen geeignet sein und
- den ergonomischen und gesundheitlichen Anforderungen entsprechen.

Die beim Schweißen erforderlichen Kriterien einer PSA

- **Feuer- und Hitzebeständigkeit (schwer entflammbar)**
- **geringe Wärmeleitfähigkeit**
- **keine elektrische Leitfähigkeit**
- **UV-Beständigkeit**
- **hohe Festigkeit gegen mechanische Belastung**



Hinweis: Der Arbeitgeber muss die Beschäftigten unterweisen, wie die persönliche Schutzausrüstung sicherheitstechnisch richtig zu verwenden ist, und die erforderlichen Unterlagen bereitstellen.

Persönliche Schutzausrüstung im Überblick:



9.1. Gehörschutz

Es gibt viele Arten, sich vor Lärm zu schützen. Aufgrund der Rahmenbedingungen beim Schweißen sollten nachfolgende Systeme vorrangig benutzt werden:

- vorgeformte Gehörschutzstöpsel (01)
- Otoplastik oder Ohrpassstück (02)

Wegen des hygienischen Vorteils sollten Ohrpassstücke den Einweg-Dehnschaumstöpseln vorgezogen werden. Otoplastiken aus plastischem Kunststoff werden an das Ohr des jeweiligen Trägers angepasst. Dafür ist ein Gehörkanalabdruck notwendig.

9.2. Arbeitskleidung

Beim Schweißen muss schwer entflammbare Kleidung getragen werden, welche die Anforderungen der DIN EN ISO 11611 erfüllt und entsprechend zertifiziert ist.



Hinweis: Die Kleidung ist hochgeschlossen zu tragen und darf nicht mit entzündlichen Stoffen wie Ölen oder Fetten verunreinigt sein.

9.3. Handschuhe für Schweißfachkräfte

Schweißerhandschuhe schützen vor Metall- und Schlackespritzern, UV-Strahlung, Hitze sowie kurzfristigem Kontakt mit heißen Oberflächen. Sie werden in der Norm DIN EN 12477:2005-09 (Schutzhandschuhe für Schweißer) spezifiziert.

Anforderungskonform gibt es sie in verschiedenen Ausführungen:

Handschuhe Typ A:

für das Metall-Schutzgas-Schweißen (MSG) und Lichtbogenhandschweißen – dickes Material zum Schutz bei hohen Schweißleistungen (03,04)

Handschuhe Typ B:

für das Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG) – dünnes Material für eine gute Fingerfertigkeit (05)



9.4. Sicherheitsschuhe für Schweißfachkräfte

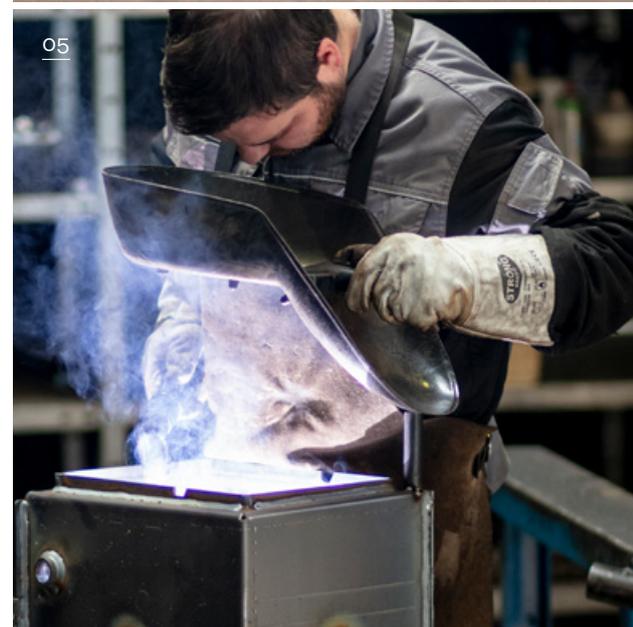
Die Sicherheitsschuhe (O4) für Schweißer müssen die Anforderungen der Norm für Sicherheitsschuhe DIN EN ISO 20345 erfüllen. Ergänzend zu dieser Norm stellt die DIN EN ISO 20349-2:2017 bedeutende relevante sicherheitstechnische Anforderungen an das Schweißen dar:

- Widerstand gegen Einwirkung von Spritzern und geschmolzenem Metall (Höhe des Schuhoberteils)
- Zehenschutzkappe, die den Fuß vor möglichen Quetschungen schützt
- Beständigkeit gegen mineralische Öle und Kohlenwasserstoffe
- Hitzebeständigkeit und Wärmeisolierung der Laufsohle
- Durchtrittssicherheit der Sohle
- kompatibel mit anderen Gegenständen der PSA (z. B. Hosen oder Gamaschen)

9.5. Augen- und Gesichtsschutz

Während Schweißarbeiten müssen die Augen mit einem Lichtschutzfilter geschützt werden. Im Angebot findet man:

- passive Schweißschutzschilder (O5), die in der Hand gehalten werden bzw. am Kopf getragen werden,
- aktive Schweißschutzhelme (O6), die beim Zünden des Lichtbogens automatisch auf die zuvor individuell eingestellte DIN-Lichtschutzstufe abdunkeln.
- Die Anforderungen sind in der Norm DIN EN 169:2003-02 (Persönlicher Augenschutz – Filter für das Schweißen und verwandte Techniken – Transmissionsanforderungen und empfohlene Anwendung) festgelegt. Für gewöhnlich bietet der Augenschutz (Schweißschutzhelm) auch den Gesichtsschutz.



9.5.1. Passives Handschutzschild und passiver Kopfschirm

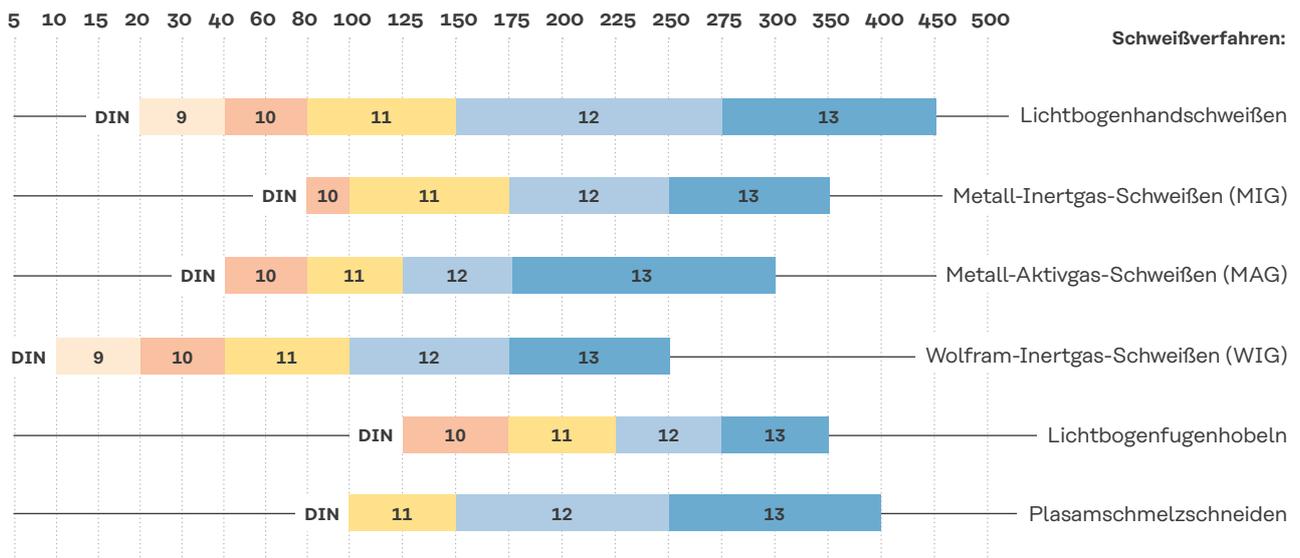
Passive Schweißhelme (05) haben einen fest installierten Schutzfilter, der vor optischer Strahlung schützt. Der Verdunklungsgrad ist nicht einstellbar.

9.5.2. Automatischer Schweißschutzhelm

Automatik-Schweißschutzhelme (06) haben ein automatisches Verdunklungssystem, das bei Beginn des Schweißvorgangs den Schutzfilter aktiviert und vor Blendung schützt. Die Verdunklung erfolgt innerhalb von Sekundenbruchteilen und der Verdunklungsgrad ist in der Regel stufenlos einstellbar. Diese hochwertigen Helme verwenden besondere UV-/IR-Filter, die alle schädlichen optische Strahlen blocken.

Schutzstufen und empfohlene Verwendung bei Lichtbogenverfahren

Stromstärke in Ampere (A) Trafostellung:



Tab. 9-01

9.5.3. Atemschutz

Beim Schweißen verursachen Schweißrauche und Gase gesundheitsgefährdende Gefahrenstoffe. Diese Schadstoffe müssen nach Möglichkeit direkt an der Entstehungsstelle abgesaugt werden. Durch Schweißschutzhelme mit Fremdbelüftung (06, 07) werden gute Ergebnisse erzielt.



10. Gefährdung durch Schweißrauch

Abbildung:
Absaugschweißbrenner

Allgemeines:

Bei allen Lichtbogen-schweißverfahren entstehen gas- und partikelförmige Schadstoffe. Diese können die Gesundheit der Schweißer und anderer sich in der Arbeitsumgebung befindlicher Arbeitnehmer gefährden.

Die partikelförmigen Schadstoffe entstehen vor allem durch das Verdampfen von Metall (mehrheitlich durch den abschmelzenden Zusatzwerkstoff) aus dem Schmelzbad. Der Metaldampf kondensiert in der Umgebungsluft, wodurch Schweißrauchpartikel entstehen.





Merke: Rund 95 % der Rauchpartikel resultieren aus dem Zusatzwerkstoff, 5% aus dem Grundwerkstoff.

Die gasförmigen Schadstoffe resultieren einerseits aus den verwendeten Schutzgasen (Argon, Kohlendioxid) und andererseits durch die beim Schweißen erzeugten Gase (durch Farbe, Öl, Lösemittel, Ozon oder nitrose Gase ...).

10.1.

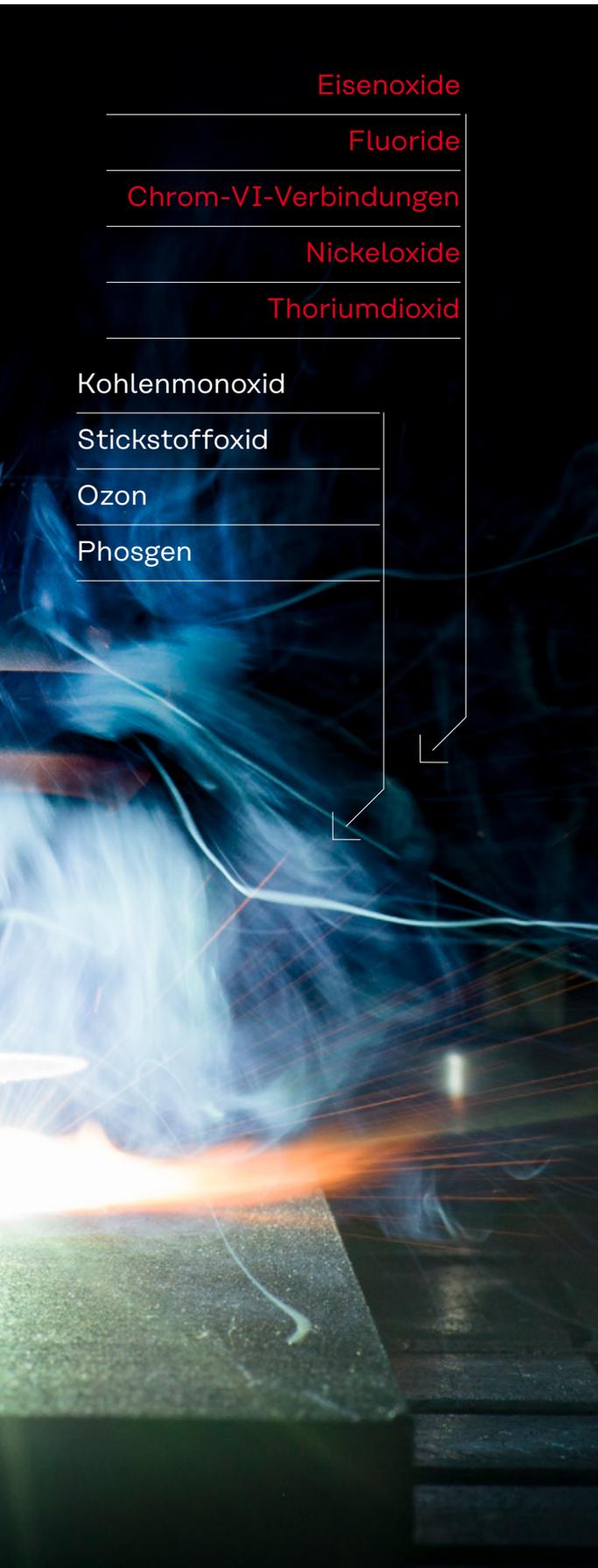
Zusammensetzung von Schweißrauch

Abhängig von den zu verarbeitenden Materialien entstehen unterschiedliche Schadstoffe wie zum Beispiel Nickeloxide.

<u>Partikelförmige Stoffe</u> im Schweißrauch	<u>Gasförmige Stoffe</u> im Schweißrauch
– Bleioxide	– Phosgen
– Eisenoxide	– Ozon
– Nickeloxide	– Kohlenmonoxid
– Berylliumoxid	– Kohlendioxid
– Chrom-VI- Verbindungen	– Stickstoffoxid
– Thoriumdioxid	– Formaldehyd
– Mangan	– Blausäure

Die Art und Menge der gas- und partikelförmigen Schadstoffe hängen von zahlreichen Faktoren ab: Schweißverfahren, eingestellte Verfahrensparameter, Zusatzwerkstoff, Grundwerkstoff, Oberflächenbeschaffenheit usw.

Bei den partikelförmigen Schadstoffen unterscheidet man zwischen der einatembaren Staubfraktion (E-Staub, Partikelgröße < 10 µm) und der alveolengängigen Staubfraktion (A-Staub, Partikelgröße < 2,5 µm). Der Großteil der beim Schweißen entstehenden Partikel ist sehr fein, alveolengängig und besitzt einen Durchmesser von weniger als 1 µm.

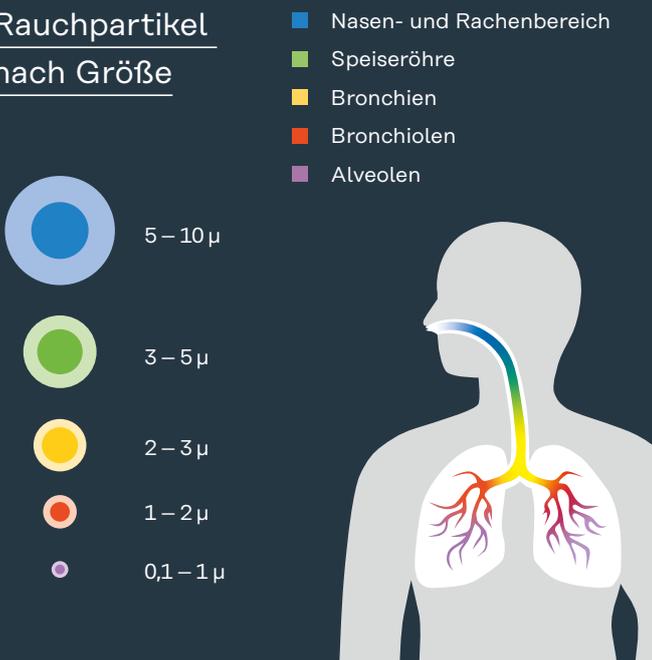


Eine weitere Gefahr sind ultrafeine Partikel (ultrafein ist eine weitere Abstufung von alveolengängig). Als ultrafein werden Partikel mit einer Größe von unter $0,1\ \mu\text{m}$ bezeichnet. Wegen ihrer geringen Größe können solche Partikel gemeinsam mit der Atemluft in die feinsten Strukturen der Lunge eindringen (01).

Man unterteilt daher – abhängig vom Einfluss auf den menschlichen Körper – in folgende Stoffe:

- **atemwegs- und lungenbelastende Stoffe**
- **toxische Stoffe**
- **krebserzeugende, kanzerogene Stoffe**

Rauchpartikel nach Größe



01

10.2.

Gesundheitsgefahren durch Schweißrauch

Die Gesundheitsgefahren von Schweißrauch sind vielfältig. Seine Zusammensetzung wird von den eingesetzten Werkstoffen und Verfahren beeinflusst. Obwohl nur als atemwegsbelastend eingestuft, können sie die Funktion der Lunge schädigen, sobald sie in die Lunge geraten. Andere Stoffe (z. B. Kupferoxid und Zinkoxid) können sich toxisch oder krebserzeugend (z. B. Chrom-(VI)-Verbindungen und Nickeloxid) auswirken.

10.2.1. Atemwegs- und lungenbelastende Stoffe

Zu dieser Kategorie zählen Aluminium-, Eisen- oder Magnesiumoxid. Beim Schweißen mit diesen Stoffen entsteht ein Schweißrauch, der bei langfristiger Aufnahme zur Schädigung der Atemwege und der Lunge führen kann. Die Folgen sind Atemwegserkrankungen wie etwa Bronchitis oder eine Verengung der Atemwege. Bei Eisenoxiden können in der Lunge Staubablagerungen in Form von Siderose (Eisenspeicherkrankheit) auftreten. Hohe Mengen an Schweißrauch können sogar Fibrosen (krankhafte Bindegewebsvermehrung in der Lunge) auslösen.

10.2.2. Toxische Stoffe

Toxische – giftige – Stoffe erzeugen bei Überschreiten einer bestimmten Dosis eine Giftwirkung im menschlichen Körper. Solche Stoffe sind zum Beispiel Gase wie etwa Kohlenmonoxid, Stickstoffoxide, Ozon oder die Oxide der Metalle Mangan, Kupfer und Zink. Hohe Konzentrationen können lebensgefährliche Vergiftungen verursachen, die sogar zum Tod führen können.

10.2.3. Krebserzeugende, kanzerogene Stoffe

Kanzerogene Stoffe können bösartige Geschwülste verursachen. Hierzu zählen unter anderem Chrom-(VI)-Verbindungen, Nickeloxide oder Kobaltoxid. Diese Stoffe kommen hauptsächlich in hochlegierten Stählen vor.

10.3.

Ab wann kommt es zur Gefährdung

10.3.1. Grenzwerte

Die Konzentration von gefährlichen Stoffen in der Luft am Arbeitsplatz wird mithilfe von Grenzwerten beurteilt. In Österreich sind gemäß Grenzwertverordnung (GKV) sogenannte **MAK- und TRK-Werte** verbindlich festgelegt.

MAK-Werte (Maximale Arbeitsplatz-Konzentration) oder TRK-Werte (Technische Richtkonzentration) gelten für gefährliche Arbeitsstoffe wie Gas, Dampf oder Schwebstoffe in der Luft am Arbeitsplatz. An ihnen orientieren sich die zutreffenden Schutzmaßnahmen und die messtechnische Überwachung.

Werden MAK-Werte als Schwellenwerte eingehalten, sind im Allgemeinen keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu befürchten. Ist für einen gefährlichen Arbeitsstoff kein solcher Schwellenwert ableitbar, kann ein TRK-Wert festgesetzt werden. Dieser richtet sich ausschließlich nach der technischen Machbarkeit und erlaubt keinerlei Aussage darüber, ob bzw. wie wahrscheinlich eine gesundheitliche Schädigung eintritt – auch dann, wenn der TRK-Wert eingehalten wird. Festgesetzt wird er nur für gefährliche Arbeitsstoffe, für die abhängig vom Stand der Wissenschaft keine toxikologisch-arbeitsmedizinisch begründeten MAK-Werte aufgestellt werden können, wie z. B. für den Großteil der eindeutig krebserzeugenden Arbeitsstoffe.

Wie bereits beschrieben, treten in der Schweißtechnik Schadstoffe im Gemisch auf. Das Herausfinden der Belastung am Arbeitsplatz ist daher sehr aufwendig.

Österreichische Grenzwertverordnung 2021 vom 14. 8. 2024 (Deutsche Werte in Klammern)

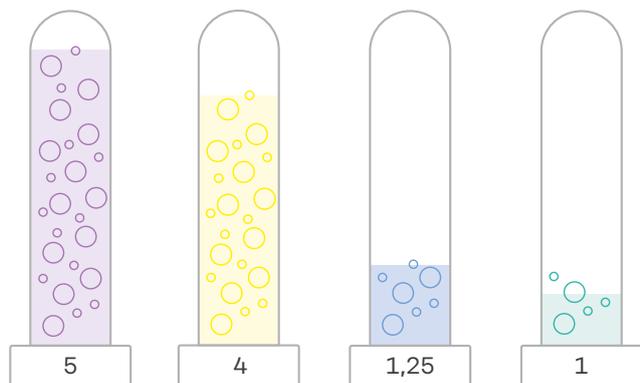
Gefahrstoff	Konzentration [mg/m ³]	Anmerkungen
Schweißrauch (alle Arten)	5 A (D: 1,25 A)	MAK
Mangan	0,2 E / 0,05 A (D: 0,02 A)	MAK als Mn berechnet
Nickel	0,5 E (D: 0,006 A)	TRK als Ni berechnet
Chrom(VI)-Verbindungen	0,01vE / 0,05 E* (D: 0,001 A)	TRK *gilt bis zum 17. 1. 2025

Tab. 10-01
Erläuterungen: **E** = messtechnische Festlegung für einatembaren Staub, **A** = messtechnische Festlegung für alveolengängigen Staub

Internationaler Vergleich der Grenzwerte für Schweißrauchpartikel (A-Staub) mg/m³

Die Grenzwerte werden national festgelegt!

- Australien, Österreich, Belgien, Canada, Frankreich, Irland, Neuseeland, Norwegen, Singapur, Südkorea, Spanien, USA
- Großbritannien, Letland, China
- Deutschland ■ Niederlande



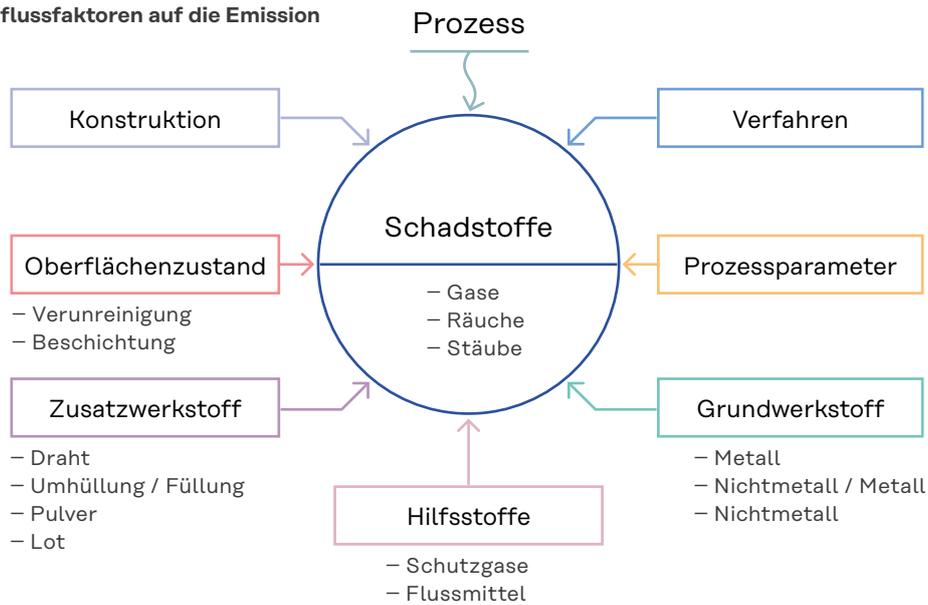
10.3.2. Verfahrensabhängige Emissionsraten

Abhängig vom verwendeten Verfahren, von den Hilfs- und Zusatzstoffen und den verwendeten Verfahrensparametern werden Schweißrauche in unterschiedlichem Ausmaß freigesetzt (bezeichnet als Emissionsrate = emittierte Partikelmasse eines Verfahrens pro Zeit in mg/s).

Die Emissionsrate liefert Anhaltspunkte über die Exposition (tatsächliche Menge an Schadstoffen, denen der Schweißer ausgesetzt ist) von Arbeitnehmern und in weiterer Folge für Schutzmaßnahmen.

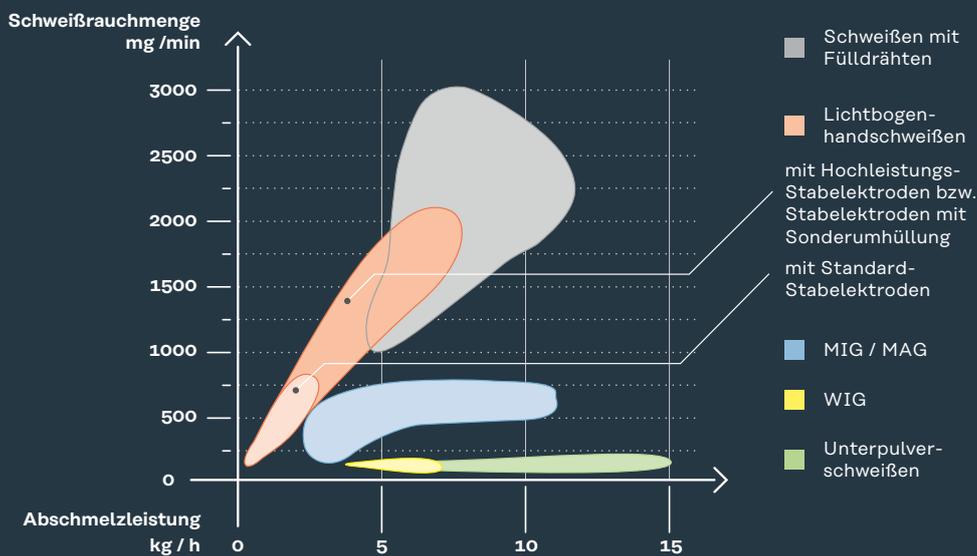
Beispielhafte Einflussfaktoren auf die Emission

03



04

Emission abhängig von der Abschmelzleistung



10.4.

Schutzmaßnahmen gemäß STOP-Prinzip



10.4.1. Substitution

Die nachfolgenden Schutzmaßnahmen gegen Schweißrauch zählen zum Bereich Substitution (S). Im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung ergeben sich mehrere Möglichkeiten: Tabelle 10-02



10.4.2. Technische Schutzmaßnahmen

Das Absaugen von Schweißrauch (05) an der Entstehungsstelle ist eine der wirkungsvollsten Maßnahmen. Daneben existieren weitere Möglichkeiten (Tabelle 10-03), wobei die Wahl des Absaugverfahrens von der Schweiß-tätigkeit abhängt.



Art der Maßnahme	Beispiele für Schweißrauchminderung
Wahl des Schweißverfahrens	<ul style="list-style-type: none"> – emissionsärmeres Schweißverfahren (z. B. WIG) wählen
Wahl der Werkstoffe bzw. Zusatzwerkstoffe	<ul style="list-style-type: none"> – andere Zusammensetzung des Schweißzusatzwerkstoffs (Schweißdraht) wählen (95 % des Schweißrauches bestehen aus Anteilen des Zusatzwerkstoffs) – Schweißgas optimieren
Einstellungen am Schweißgerät	<ul style="list-style-type: none"> – Verfahrensparameter modifizieren. Moderne Funktionen wie PMC (Pulse Multi Control) oder LSC (Low Spatter Control) stabilisieren den Lichtbogen, reduzieren die Spritzerbildung und verursachen auf diese Weise weniger Schweißrauch.

Tab. 10-02



Art der Maßnahme	Beispiele für Schweißrauchminderung
geschlossene Systeme	<ul style="list-style-type: none"> – gekapselte Schweißzellen mit Absaugung (z. B. Roboterschweißzellen)
Absaugung	<ul style="list-style-type: none"> – Absaugschweißbrenner – nachzuführende Schweißrauch-Absaughauben – stationäre Schweißrauch-Absaugung am Schweißarbeitsplatz
Raumlüftung	<ul style="list-style-type: none"> – regelmäßiges Lüften – Hallenabsaugung – Deckenluftreiniger
bauliche Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> – räumliche Trennung – Abtrennen von Arbeitsbereichen

Tab. 10-03





10.4.3. Organisatorische Schutzmaßnahmen

Organisatorische Schutzmaßnahmen (Tabelle 10-04) sind notwendig, wenn eine Minimierung der Schweißrauchbelastung weder durch Substitution noch durch technische Maßnahmen erreicht werden kann. Ebenso beinhalten die organisatorischen Schutzmaßnahmen den Erhalt von Funktion und Wirksamkeit der bereits festgelegten Maßnahmen (Substitution und/oder technische Maßnahmen) – z. B. durch Wartung.



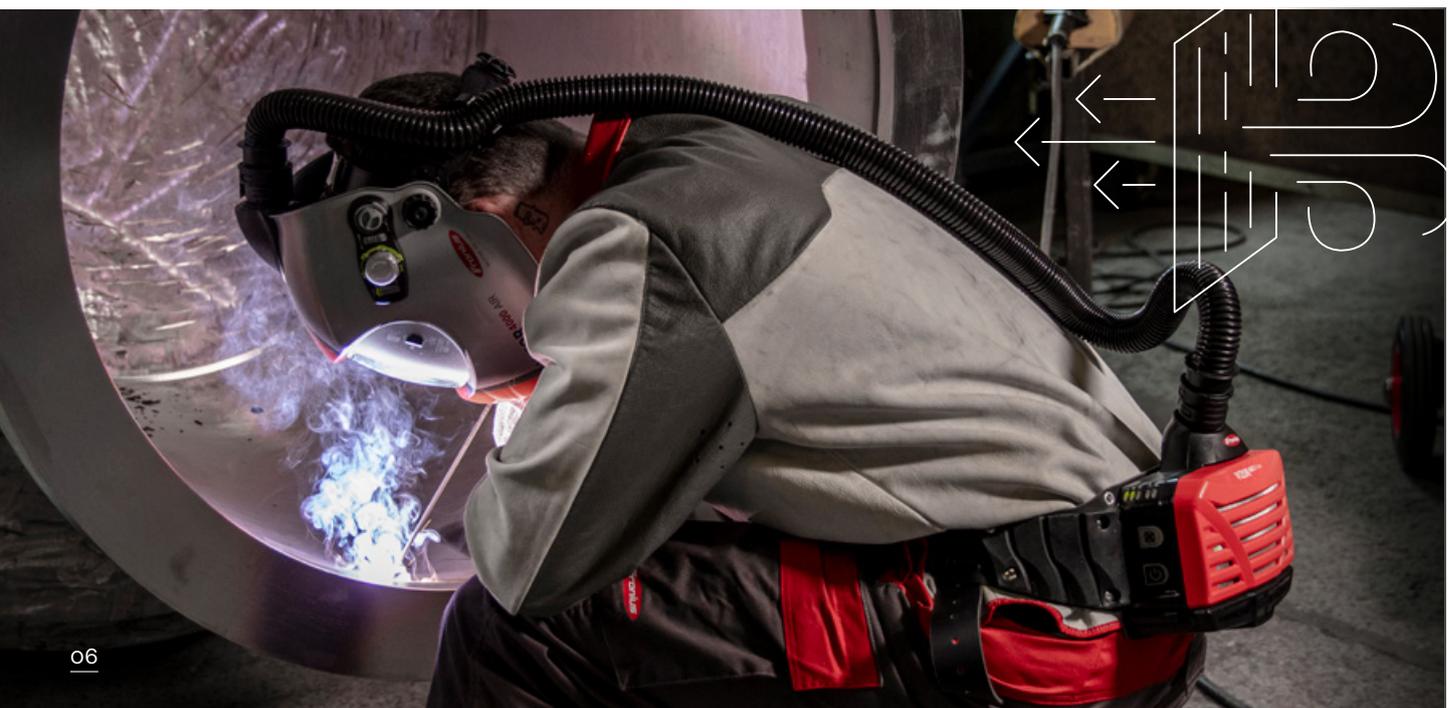
Art der Maßnahme	Beispiele für Schweißrauchminderung
Arbeitsplatzgestaltung	<ul style="list-style-type: none"> – Oberflächen vor dem Schweißen reinigen – Arbeitsposition optimieren – Expositionszeit begrenzen – exponierte Beschäftigte reduzieren – regelmäßige richtige Reinigung des Arbeitsbereiches – Festlegung von Reinigungsintervallen
Überprüfung und Wartung von Anlagen	<ul style="list-style-type: none"> – regelmäßiges Warten und Prüfen von Absaug- und Lüftungseinrichtungen – regelmäßiges Warten von Schweißgeräten
Unterweisung der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer	<ul style="list-style-type: none"> – Anwenden von Schutzmaßnahmen – hygienische Maßnahmen (z. B. Ess-, Trink- und Rauchverbot am Arbeitsplatz)



10.4.4. Persönliche Schutzmaßnahmen

Wenn sich herausstellt, dass die vorgenannten Schutzmaßnahmen – Substitution, technische und organisatorische Maßnahmen – den Schweißrauch nicht ausreichend reduzieren oder technisch nicht durchführbar sind, müssen den Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern geeignete Atemschutzgeräte (06) zur Verfügung gestellt werden. In vielen Fällen werden sie auch als ergänzende Maßnahmen eingesetzt.

Tab. 10-04





11. Beschäftigung Jugendlicher

Als Jugendliche im Sinne des Kinder- und Jugendbeschäftigungsgesetzes (KJBG) gelten in Österreich Personen, die das 15. Lebensjahr vollendet haben und nicht mehr schulpflichtig sind, bis zur Vollendung des 18. Lebensjahres.

Sie gelten als besonders schutzbedürftige Personen. Die Aufsicht Jugendlicher ist zu gewährleisten, eine fachkundige Person muss jederzeit eingreifen können. Befinden sich Jugendliche in einem Ausbildungsverhältnis (Lehrlingsausbildung), ist in Österreich das Schweißen ab dem 18. Ausbildungsmonat erlaubt. Voraussetzung dafür ist eine ausführliche und durchgeführte Sicherheitsunterweisung durch den Arbeitgeber. Jugendliche ohne Ausbildungsverhältnis dürfen ab dem vollendeten 17. Lebensjahr mit Schweißarbeiten betraut werden.



Achtung: In anderen Ländern können die Bestimmungen vom österreichischen Recht abweichen!

12. Arbeitsorganisation



01

Allgemeines:

Gesundheitsgerechtes Arbeiten in Betrieben erfordert eine optimale Arbeitsorganisation. Demzufolge sind Ordnung und Sauberkeit eine Bedingung für sicheres Schweißen am Arbeitsplatz.

Schweißspritzer (Schweißperlen) können brennbare Materialien in Brand setzen und/oder explosionsfähige Stoffe zünden.



Deshalb müssen vor Beginn der Schweißarbeiten folgende Maßnahmen beachtet werden:

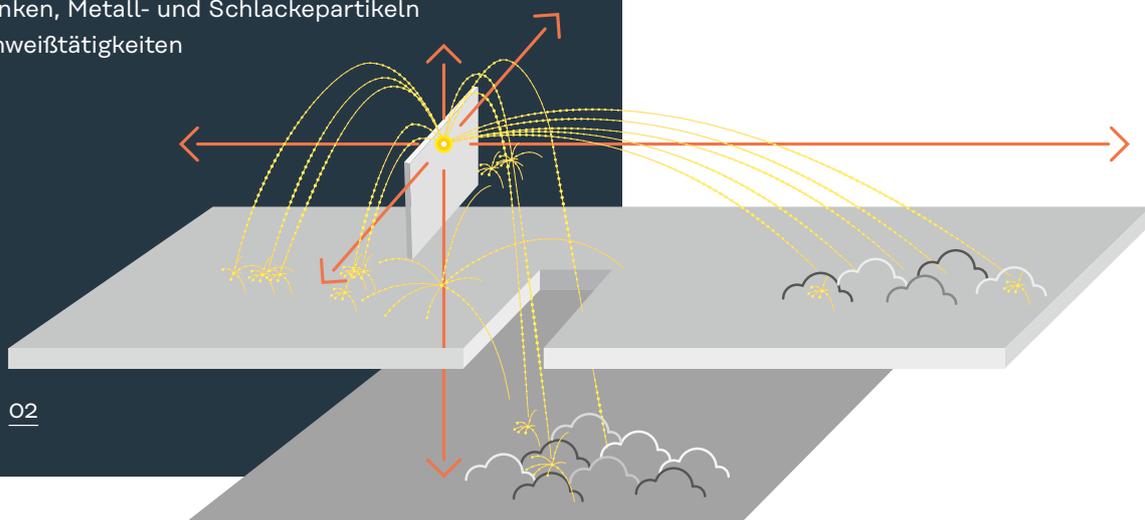
Alle leicht brennbaren Gegenstände (Holz, Kunststoffe, Textilien etc.) sind aus dem unmittelbaren Gefahrenbereich zu entfernen.

Weiters ist zu beachten, dass sich die gefährdeten Bereiche bis zu 7,5 m in horizontaler Richtung ausdehnen und deshalb auch daran angrenzende Bereiche gefährden können.

Bild 02 zeigt das Ausbreitungsverhalten von Funken, Metall- und Schlackepartikeln während des Schweißens.

Ausbreitungsverhalten

von Funken, Metall- und Schlackepartikeln bei Schweißarbeiten



02

Brennbare Gegenstände im Gefahrenbereich, die sich nicht entfernen lassen, müssen verdeckt und angefeuchtet werden. Im Sinne einer raschen Brandbekämpfung sind ausreichend Löschmittel bereitzustellen.

Eine regelmäßige Reinigung der Arbeitsplätze und Böden ist zwingend notwendig, da Sauberkeit und Ordnung die Arbeitssicherheit in der Schweißumgebung erhöhen (01).

Am Boden liegende Abfälle, Späne und/oder Stäube sind zu entfernen. Kabel dürfen nicht umherliegen, da sie die Stolper- und Rutschgefahr erhöhen.

Schweißkabel und andere Ausrüstungsgegenstände dürfen nicht in der Nähe von Gängen, Leitern und Treppen platziert werden.

Das Säubern mit Druckluft wirbelt Staub auf und ist deshalb zu unterlassen.

Die Arbeitsmittel sind so anzuordnen, dass die Bewegungsfreiheit von Schweißerinnen und Schweißern gewahrt bleibt.



Aufgeräumter und sauberer Schweißarbeitsplatz

03

Alle benötigten Teile und Werkzeuge müssen griffbereit und übersichtlich an den dafür vorgesehenen Plätzen aufbewahrt werden. Weiters ist der benötigte Raum für die Werkstück- und Bauteilbewegungen zu beachten.

Verkehrswege sind von Materialien und sonstigen Hindernissen freizuhalten.

Schweißstromquellen, Gasflaschen und Drahtvorschubgeräte müssen standsicher aufgestellt werden. Die Betriebsanleitungen der Hersteller sind entsprechend zu beachten.

Arbeitsmittel dürfen nicht benutzt werden, wenn:

- Beschädigungen festzustellen sind, die die Sicherheit beeinträchtigen,
- Schutz- und Sicherheitseinrichtungen nicht funktionsfähig sind.

Im Allgemeinen müssen Arbeitsplätze so beschaffen sein, dass Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer ohne Sicherheits- und Gesundheitsgefährdung arbeiten können.

Um potenzielle Gefahren für andere Mitarbeiter zu minimieren bzw. auszuschließen, sind Schweißarbeitsplätze von anderen Arbeitsplätzen zu trennen.

Weiters ist sicherzustellen, dass es unbefugten Personen unmöglich ist, den Gefahrenbereich zu betreten. Kann ein ortsfester Schweißarbeitsplatz aus unterschiedlichen Gründen (enorme Bauteilgröße etc.) nicht realisiert werden, ist dieser temporär abzugrenzen – z. B. in Form von schwer entflammaren Vorhängen oder Stellwänden.

Sämtliche Arbeitsbereiche sind mit einer möglichst gleichmäßigen, farbneutralen künstlichen Beleuchtung auszustatten.



Unordentlicher Schweißarbeitsplatz

04

13. Gesundheitsüberwachung

13.1. Gesetzliche Grundlagen

Können Tätigkeiten zu Berufskrankheiten führen, dürfen sie von den Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern nur dann ausgeführt werden, wenn vorher eine Eignungsprüfung in Form einer arbeitsmedizinischen Untersuchung erfolgt. Somit ist sie auch prophylaktisch relevant. Bei Fortdauer der Arbeiten müssen in regelmäßigen Zeitabständen Folgeuntersuchungen stattfinden.

Intervalle und Umfang der Untersuchungen sind in der Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz (VGÜ) geregelt.



Gemäß § 177 ASVG (Allgemeines Sozialversicherungsgesetz) sind Berufskrankheiten Schädigungen der Gesundheit, hervorgerufen durch die versicherte

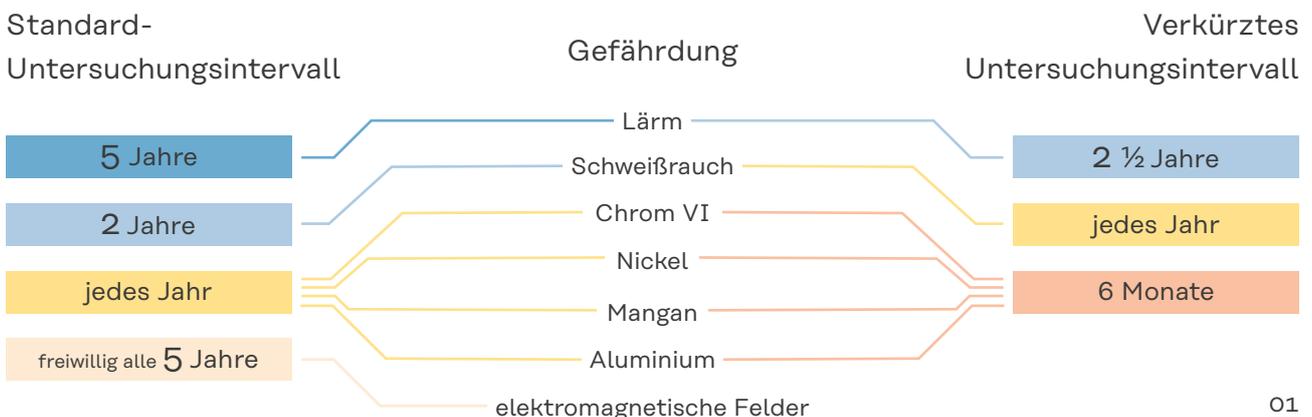
Tätigkeit (Berufsausübung). Sie sind in Anlage 1 als Anhang zum Allgemeines Sozialversicherungsgesetz (ASVG) taxativ angeführt.

Berufskrankheiten können von jeder Person gemeldet werden, wobei empfohlen wird, Experten – behandelnden Ärzten oder Arbeitsmedizinern – den Vorrang zu geben.

13.2. Ermittlung der Untersuchungspflicht/Untersuchungsintervalle

Ob verpflichtende Eignungs- und Folgeuntersuchungen stattfinden müssen, ergibt sich einerseits aus der Ermittlung und Beurteilung vorhandener Arbeitsstoffe und andererseits daraus, wie häufig und in welchem Umfang Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer gesundheitsgefährdenden Arbeitsstoffen während ihrer Tätigkeit ausgesetzt sind.

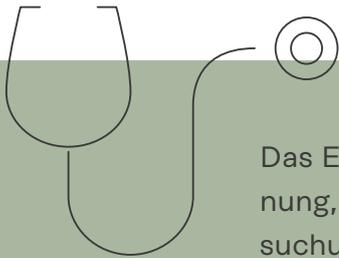
Relevante verpflichtende Untersuchungsintervalle beim Schweißen:



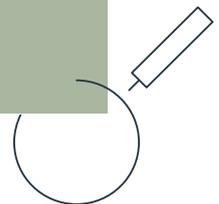
13.3. Umgang mit Untersuchungsergebnissen

Im Vorfeld einer verpflichtenden Gesundheitsüberwachung (VGÜ) sind Gefährdungen durch entspre-

chende Maßnahmen weitestgehend zu minimieren. Grenzvergleichsmessungen geben dabei Aufschluss über das Ausmaß (unterschiedliche Schweißverfahren haben auch unterschiedliche Emissionen).



Das Ergebnis einer Untersuchung kann entweder eine Eignung, eine Nichteignung oder eine Verkürzung der Untersuchungszeitspanne sein. Sollte es zu einer Verkürzung oder Nichteignung kommen, ist der Arbeitsplatz neu zu evaluieren:



Ermittlung und Beurteilung von Arbeitsstoffen

- Welche gefährlichen Arbeitsstoffe (Zusammensetzungen, Legierungsbestandteile ...) werden verwendet?
- Welche gesundheitsgefährdenden Eigenschaften (krebserzeugend, sensibilisierend, akut toxisch, hautgängig ...) weisen die Arbeitsstoffe auf?
- Welche relevanten Eigenschaften (staubförmig, flüssig oder gasförmig, schwerer oder leichter als Luft, wasser- oder fettlöslich ...) weisen die Arbeitsstoffe auf?
- In welchen Mengen werden die Arbeitsstoffe am Arbeitsplatz verarbeitet?
- Welche Arbeitsplatzkonzentrationen treten auf?
- Gibt es Arbeitsplatzgrenzwerte (MAK-Wert, TRK-Wert) und werden diese eingehalten und möglichst weit unterschritten?

- Was sind die möglichen Gesundheitsgefährdungen für Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer durch den gefährlichen Arbeitsstoff?

Ermittlung der Exposition

- Art der Exposition – Dauer der Exposition



Welche Schutzmaßnahmen bestehen oder können verbessert werden?

Information und Unterweisung von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern

14. Arbeits- hygiene



14.1.

Grundlagen

Die Exposition (Kontaktdauer) mit Gefahrenstoffen soll so gering wie möglich ausfallen. Neben Substitution (anderes Fügeverfahren), technischen Maßnahmen (Absaugen von Schweißrauch) sind auch persönliche Maßnahmen wie das Einhalten von Hygiene am Arbeitsplatz wichtig.

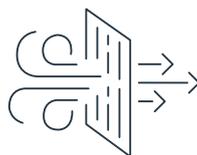
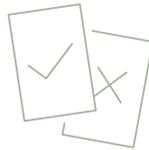
14.2.

Wie kommen gefährliche Arbeitsstoffe in den menschlichen Körper?



Arbeitsstoffe werden über drei Wege aufgenommen:

- Einatmen
- Verschlucken
- Hautresorption



14.3. Schutzmaßnahmen

Zugunsten einer persönlichen Arbeitshygiene sind folgende Punkte zu beachten:

- Essen und Trinken an Arbeitsplätzen mit gesundheitsgefährdeten Arbeitsstoffen ist verboten.
- Vor Nahrungsmittel-, Getränke-, Medikamenten- und Zigarettenkonsum und vor Pausen sind die Hände zu reinigen (Aufnahme über den Magen-Darm-Trakt).
- Um die Exposition gering zu halten, ist eine Absauglösung möglichst nahe an der Entstehungsstelle zu verwenden.
- Private Kleidung und Arbeitskleidung sind getrennt aufzubewahren und zu verwenden.
- Sich selbst gefahrenbewusst verhalten (z. B. nicht an den Nägeln kauen).
- Hautschutzplan einhalten (z. B. vor und nach der Arbeit Cremes verwenden).
- Duschen nach Arbeitsende, damit der Staub nicht in den Privatbereich mitgenommen wird.
- An Türschnallen oder Handläufen können sich Gefahrenstoffe wie z. B. Nickelreste ansammeln.
- Richtig und regelmäßig Reinigen (nicht kehren, sondern saugen, damit keine Kleinstpartikel aufgewirbelt werden).
- Unmittelbar vor den Untersuchungen (VGÜ) gründlich duschen und nicht in Arbeitskleidung erscheinen.

15. Schweißen und Befahren von Behältern



Allgemeines:

Unter Befahren sind alle Tätigkeiten/Arbeiten zu verstehen, während der sich Arbeitskräfte in Behältern und engen Räumen aufhalten oder sich hineinbeugen. Der Begriff „Befahren“ stammt aus dem Bergbau. In vielen Ländern sind die Arbeiten in Behältern detailliert geregelt, der englische Begriff dafür lautet CSE (Confined Space Entry).

Als Behälter gelten alle Bereiche, die von der Umwelt weitgehend abgeschlossen sind und in denen nur ein geringer Luftaustausch stattfindet. Der dort vorhandene Frischluftmangel macht das Arbeiten – besonders das Schweißen – gefährlich. Dabei entstehen in den oft engen Räumen Schadstoffe, die die Gesundheit von Schweißerinnen und Schweißern belasten. Eventuell noch vorhandene brennbare oder explosionsgefährliche Stoffe können sich entzünden oder Explosionen verursachen. Auch elektrische Gefahren können in diesen leitfähigen Umgebungen auftreten.

15.1.**Das kann Gefahren
in Behältern her-
vorrufen**

- im Behälter verbleibende gesundheitsgefährdende Gefahrstoffe
- brandgefährliche Gefahrstoffe
- Sauerstoffmangel (unzureichende Belüftung)
- unzureichende Abtrennung (Eindringen von Gefahrstoffen)
- Eindringen von Gefahrstoffen durch unterschiedliche Arbeiten
- zu enge Zugangsöffnungen
- Gefahrstellen von Maschinen
- elektrischer Strom
- Strahlung
- heiße oder kalte Medien
- Gesundheitsgefahren durch erhöhte körperliche Belastungen
- chemische Reaktionen
- unzureichende Rettungsmaßnahmen (fehlende Absturzsicherung ...)

15.2.**Gesundheitsgefährliche
Arbeitsstoffe/Sauerstoff-
mangel**

Gesundheitsgefährliche Arbeitsstoffe und Sauerstoffmangel können entweder im Behälter schon vor Arbeitsbeginn vorhanden sein oder erst während des Arbeitseinsatzes auftreten (z. B. wenn beim Schweißen Inertgas eingesetzt wird). Die Evaluierung dieser Risiken muss vorher erfolgen. Darauf basierend erfolgt die Auswahl der Gaswarngeräte samt Sensorbestückung und des Atemschutzes. Aufsichtspersonen müssen sowohl die Arbeitsstoffe als auch das Einhalten der Maßnahmen permanent überwachen.

15.3.**Brand- und Explosionsgefahr
in Behältern**

Explosionen können entstehen, wenn brennbare Stoffe als Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube fein verteilt in Form einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre in Kombination mit einer Zündquelle (Lichtbogen, elektrischer Kurzschluss) vorhanden sind.

Explosionsgefahr besteht im Konzentrationsbereich zwischen unterer und oberer Explosionsgrenze (UEG, OEG). Erreicht die Konzentration brennbarer Stoffe im Behälter mehr als 50 % UEG, sind die Arbeiten sofort einzustellen (Gaswarngerät).

15.4.**Austritt von Arbeitsstoffen**

Unerwartetes, unkontrolliertes Ausströmen von Arbeitsstoffen (Flüssigkeiten, Gas, Rieselgut, heißen oder kalten Medien) aus Zu- und Ableitungen stellt eine erhebliche Gefahr dar.

Hauptverantwortlich für derartige Gefahren sind

- **automatisch anfahrende Anlagen**
- **beschädigte oder unterdimensionierte Absperreinrichtungen**
- **unzureichendes Abschalten und Sichern gegen Wiedereinschalten (Aussicherung)**

15.5.**Schriftliche Befahrerlaubnis**

Bevor Tätigkeiten in Behältern aufgenommen werden, muss ein Befahrerlaubnisschein ausgestellt werden. Er beinhaltet sämtliche Schutz- und Rettungsmaßnahmen für das Einsteigen und Arbeiten in Behältern im Zusammenhang mit der jeweiligen Aufgabe – zum Beispiel Schweißen mit Schutzgas. Wurden die festgelegten Schutzmaßnahmen während der Arbeitsvorbereitung nachweislich umgesetzt, stellt die zuständige Aufsichtsperson die Befahrerlaubnis aus. Sie ist für das Einhalten der Schutz- und Rettungsmaßnahmen verantwortlich.

15.6.**Maßnahmen**

Sind Schweißarbeiten in oder an Behältern vorzunehmen, sind Schutzmaßnahmen zu treffen. Es gilt das STOP-Prinzip.

Substitution

- Prüfen, ob auch außerhalb des Behälters geschweißt werden kann (eventuell Bauteile demontieren und von außen schweißen)

**Technisch**

- Gaswarngeräte für die Kontrolle der atmosphärischen Bedingungen bereitstellen
- Absaugungen und Belüftungen einsetzen
- geeignete Schweißgeräte zum Einsatz bringen
- für eine geeignete elektrotechnische Stromversorgung sorgen
- Abspermaßnahmen für Rohrleitungen, Triebwerke, Hydraulik (Abschalten und Aussichern) usw. treffen
- Anlagen korrekt wieder in Betrieb nehmen

**Organisatorisch**

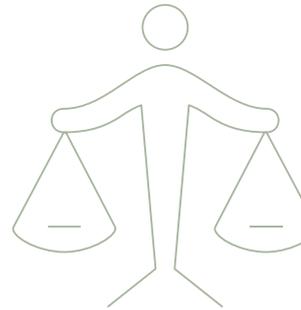
- für den Behälter erforderliche Brand- und Explosionsschutzmaßnahmen eruiieren
- Gefährdungspotenzial von einem Experten (Aufsichtsperson) beurteilen lassen
- Befahrerlaubnisschein ausstellen
- Aufsichtsperson bestimmen, die am Einsatzort ständig anwesend ist
- Rettungspersonen in ausreichender Zahl bereitstellen
- Behälteranschlüsse prüfen

**Persönliche Schutzmaßnahmen**

- alle Mitarbeiter kurz vor dem Einstieg zu den angeordneten Schutzmaßnahmen unterweisen
- richtig verhalten, wenn Gaswarngeräte einen Alarm auslösen
- Bereitstellen der notwendigen Persönlichen Schutzausrüstung (PSA)
- Unterweisen, wie die PSA zu verwenden ist (Atenschutz, Absturzsicherung, zusätzliche PSA für Schweißarbeiten usw.)
- Unterweisen, wie Notfallmaßnahmen zu setzen sind (Evakuieren und Retten)



16. Vorschriften und Normen



EN ISO 21904 Teil 1-4

Arbeits- und Gesundheitsschutz
beim Schweißen und bei verwandten
Verfahren – Einrichtungen zum
Erfassen und Abscheiden von
Schweißrauch

Allgemeines:

Das österreichische Bundesgesetz über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit (ArbeitnehmerInnenschutzgesetz – ASchG) wurde am 17.06.1994 als BGBl Nr. 450/1994 kundgemacht. Es trat mit 01.01.1995 in Kraft. Durch das ASchG wurden in Österreich Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit an die Regelungen in der Europäischen Union angepasst. Der Umfang des Gesetzes entspricht der Komplexität der Materie. Das ASchG wird durch eine Reihe von Durchführungsbestimmungen (Verordnungen) umgesetzt, die nachfolgend aufgelistet sind:

- Arbeitsmittelverordnung (AM-VO)
- Allgemeine Arbeitnehmerschutzverordnung (AAV)
- Verordnung explosionsfähiger Atmosphären (VEXAT)
- Verordnung über Beschäftigungsverbote und -beschränkungen für Jugendliche (KJBG-VO)
- Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz (VGÜ)
- Grenzwerteverordnung 2021 (GKV)
- Verordnung optische Strahlung (VOPST)

Des Weiteren dient das Mutterschutzgesetz (MSchG) dem Schutz der Gesundheit werdender und stillender Mütter sowie dem Schutz des Kindes in der Arbeitswelt.

16.1. Augenschutz

- ISO 16321-1:2021 bzw. ISO 16321-1:2021/DAM 1:2023 (Augen und Gesichtsschutz für berufliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen)

16.2. Atemschutzgeräte

- EN 12941:2023 (Atemschutzgeräte – Gebläsefiltergeräte mit einem Helm oder einer Haube – Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung)
- EN 12942:2023 (Atemschutzgeräte – Gebläsefiltergeräte mit Vollmasken, Halbmasken oder Viertelmasken – Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung)

16.3. Schutzkleidung

- EN ISO 11611:2022 bzw. ISO 11611:2022 (Schutzkleidung für das Schweißen und verwandte Verfahren)

16.4. Schutzhandschuhe für Schweißer

- EN 12477:2021 (Schutzhandschuhe)
- EN ISO 25980:2023 bzw. ISO 25980:2023 (Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren – Durchsichtige Schweißvorhänge, -streifen und -abschirmungen für Lichtbogenschweißprozesse)

16.5. Sicherheitsschuhe

- EN ISO 20345:2022 bzw. ISO 20345:2021, ÖNORM EN ISO 20345/A1:2024 bzw. EN ISO 20345/A1:2024 bzw. ISO 20345:2021/AMD1:2024 (Persönliche Schutzausrüstung – Sicherheitsschuhe)

16.6. Beleuchtung

- EN 12464-1:2021 (Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten – Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen)

16.7.

Normenlandschaft beim Lichtbogenschweißen

- EN IEC 60974-1:2022, EN IEC 60974-1/A11:2022 bzw. IEC60974-1:2021 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 1: Schweißstromquellen)
- EN IEC 60974-2:2019 bzw. IEC 60974-2:2019 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 2: Flüssigkeitskühlsysteme)
- EN IEC 60974-3:2019 bzw. IEC 60974-3:2019 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 3: Lichtbogenzünd- und Stabilisierungseinrichtungen)
- EN 60974-4:2016 bzw. IEC60974-4:2016 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 4: Wiederkehrende Inspektion und Prüfung)
- EN IEC 60974-5:2019 bzw. IEC 60974-5:2019 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 5: Drahtvorschubgeräte)
- EN 60974-6:2016 bzw. IEC60974-6:2015 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 6: Schweißstromquellen mit begrenzter Einschaltdauer)
- EN IEC 60974-7:2019 bzw. IEC 60974-7:2019 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 7: Brenner)
- EN IEC 60974-8:2010 bzw. IEC 60974-8:2021 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 8: Gaskonsolen für Schweiß- und Plasmaschneidsysteme)
- EN IEC 60974-9:2018 bzw. IEC 60974-9:2018 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 9: Errichten und Betreiben)
- EN IEC 60974-10:2021 bzw. IEC 60974-10:2020 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 10: Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV))
- EN IEC 60974-11:2021 bzw. IEC 60974-11:2021 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 11: Elektrodenhalter)
- EN IEC 60974-12:2021 bzw. IEC 60974-12:2022 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 12: Steckverbindungen für Schweißleitungen)
- EN IEC 60974-13:2021 bzw. IEC 60974-13:2021 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 13: Schweißstromrückleitungsklemmen)
- EN IEC 60974-14:2018 bzw. IEC 60974-14:2018 (Lichtbogenschweißeinrichtungen – Teil 14: Kalibrierung, Validierung und Konsistenzprüfung)
- EN IEC 62822-2 (EMF Bewertung Lichtbogenschweißeinrichtungen)



Sämtliche Bestimmungen beziehen sich auf die europäische/ österreichische Gesetzeslage 2024, und können länderspezifisch variieren. Es wird darauf hingewiesen, dass alle Angaben in diesem Dokument trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Autors sowie von Fronius und der AUVA ausgeschlossen ist.

Dieses Handbuch entstand im Zuge einer Kooperation von Fronius International mit der Allgemeinen Unfallversicherungsanstalt (AUVA). Wir hoffen, dieses Handbuch ist ein hilfreicher Leitfaden zum Arbeits- und Gesundheitsschutz in allen Betrieben, wo geschweißt wird.

Arbeits- schutz

beim
Schweißen

Fronius International GmbH

Froniusplatz 1
4600 Wels
Österreich
T +43 7242 241-0
F +43 7242 241-95 39 40
sales@fronius.com
www.fronius.com*

AUVA

Allgemeine Unfallversicherungsanstalt
Wienerbergstraße 11
1100 Wien
+43 5 93 93-20000
+43 5 93 93-20606
kontakt@auva.at
www.auva.at