

Ausgabe: Februar 2009

Technische Regeln für Gefahrstoffe	Schweißtechnische Arbeiten	TRGS 528
---------------------------------------------------	-----------------------------------	-----------------

Die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) geben den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung, wieder. Sie werden vom

Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS)

aufgestellt und von ihm der Entwicklung entsprechend angepasst. Die TRGS werden vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) im Gemeinsamen Ministerialblatt bekannt gegeben.

Die vorliegende TRGS beruht auf der BGR 220 "Schweißrauche" des Fachausschusses "Metall und Oberflächenbehandlung" der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung - DGUV. Die Inhalte der BGR 220 wurden vom Ausschuss für Gefahrstoffe unter Berücksichtigung der Handlungsanleitung des Länderausschusses für Arbeitsschutz und Sicherheitstechnik (LASI) „Schutzmaßnahmen zur Minimierung der Gefahrstoffexposition beim Schutzgasschweißen“ (LV 42) aufgegriffen, fortentwickelt und als TRGS in das Regelwerk übernommen.

Inhalt

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Begriffsbestimmungen
- 3 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung
- 4 Schutzmaßnahmen
- 5 Wirksamkeitsüberprüfung
- 6 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen
- 7 Unterrichtung und Unterweisung

Anlage 1: Glossar

Anlage 2: Anwendungshilfe zu Nummer 5 Wirksamkeitsüberprüfung

Anlage 3: Hinweise zur Ermittlung der Exposition durch Messungen

Anlage 4: Beispiele für Betriebsanweisungen

Anlage 5: Informationen, die im Schweißrauchdatenblatt enthalten sein müssen

Anlage 6: Literatur

1 Anwendungsbereich

Diese TRGS gilt für Tätigkeiten der schweißtechnischen Praxis wie Schweißen, Schneiden und verwandten Verfahren an metallischen Werkstoffen, bei denen gas- und partikelförmige Gefahrstoffe entstehen können. Diese Stoffe werden in der Praxis auch als Schadstoffe bezeichnet.

2 Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser TRGS werden folgende Begriffe bestimmt:

1. Absaugung ist das Erfassen von Gefahrstoffen an ihren Entstehungs- oder Austrittsstellen.
2. Atemluft ist die Luft im Atembereich des Beschäftigten.
3. Enge Räume sind Räume ohne natürlichen Luftabzug und in der Regel mit einer Abmessung (Länge, Breite, Höhe oder Durchmesser) unter 2 m, z.B. fensterlose Räume, Stollen, Rohrgräben, Rohre, Schächte, Tanks, Kessel, Behälter, chemische Apparate, Kofferdämme und Doppelbodenzellen in Schiffen.
4. Gasförmige Gefahrstoffe sind die beim Schweißen, Schneiden und bei den verwandten Verfahren entstehenden Gase z.B. Stickoxide, Ozon, Kohlenmonoxid, Aldehyde.
5. Die Gefährdungsklasse¹ liefert einen Hinweis über die Gefahren, die von der Anwendung eines Verfahrens und der dabei eingesetzten Werkstoffe ausgehen. Die vier Gefährdungsklassen niedrig, mittel, hoch und sehr hoch werden aus den verfahrensspezifischen Emissionsraten (emittierte Gefahrstoffmenge eines Verfahrens pro Zeit) und den möglichen gesundheitsschädlichen Wirkungen der dabei freigesetzten Stoffe abgeleitet.
6. Lüftung: Als Technische Lüftung (maschinelle Raumlüftung) wird der Austausch von Raumlüftung gegen Außenluft durch Strömungsmaschinen, z.B. Ventilatoren, Gebläse bezeichnet. Natürliche Lüftung ist der Austausch von Raumlüftung gegen Außenluft durch Druckunterschiede infolge Wind oder Temperaturdifferenzen; der Luftaustausch erfolgt dabei üblicherweise über geöffnete Fenster und Türen.

¹ Die Gefährdungsklasse des Verfahrens darf nicht mit den Schutzstufen der GefStoffV verwechselt werden; hierzu siehe TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“.

7. Ortsgebundenes Verfahren: Die Anwendung eines Verfahrens gilt als ortsgebunden (stationär), wenn es wiederholt am gleichen, dafür eingerichteten Arbeitsplatz durchgeführt wird, z.B. Schweißkabine, Schweiß Tisch, Werkstückaufnahme bis etwa zehn m².
8. Luftrückführung ist die Rückführung der durch Absaugung erfassten und in Abscheidern gereinigten Luft in den Arbeitsraum. Je nach Wirksamkeit der Abscheideanlage wird dabei auch ein gewisser Anteil an Gefahrstoffen in den Arbeitsraum zurückgeführt.
9. Schweißer sind nach dieser TRGS alle Personen, die schweißtechnische Arbeiten ausführen.
10. Schweißrauche sind die beim Schweißen, thermischen Schneiden und bei den verwandten Verfahren entstehenden partikelförmigen Stoffe.
11. Schweißtechnische Arbeiten sind Arbeiten, bei denen die Verfahren Schweißen, thermisches Schneiden und verwandte Verfahren (wie Löten, thermisches Spritzen, Flammwärmen, Flammrichten, Flammhärten und Widerstandswärmen) zur Anwendung kommen. Nebenarbeiten, die im direkten Zusammenhang mit der Schweißleistung stehen, z.B. Schleifen, gehören zu den schweißtechnischen Arbeiten.
12. Werkstoff: Als hoch legierter Werkstoff (Stahl) gilt solcher, der in der Summe mindestens fünf Gew.-% an Legierungselementen, wie Chrom, Nickel, Mangan, enthält. Als unlegierter bzw. niedrig legierter Werkstoff (Stahl) gilt solcher, der in der Summe weniger als fünf Gew.-% an Legierungselementen, wie Chrom, Nickel, Mangan, enthält.

3 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung

3.1 Gefahrstoffentstehung bei einzelnen Verfahren

3.1.1 Allgemeine Hinweise zu Verfahren

(1) Durch schweißtechnische Arbeiten werden Gefahrstoffe freigesetzt, die aus partikelförmigen und / oder gasförmigen Gefahrstoffen bestehen.

(2) Die partikelförmigen Emissionen werden Schweißrauche genannt. Schweißrauche sind Stoffgemische, deren chemische Zusammensetzungen und Konzentrationen von den eingesetzten Werkstoffen und den angewendeten Verfahren abhängig sind. Die freigesetzten Partikeln können sowohl der alveolengängigen Staubfraktion (A-Staub) als auch der einatembaren Staubfraktion (E-Staub) angehören, siehe Bild 1 und Nummer 3.1.2 bis 3.1.5. Des Weiteren können so genannte ultrafeine Partikel entstehen, deren Durchmesser im Nanometerbereich liegen.

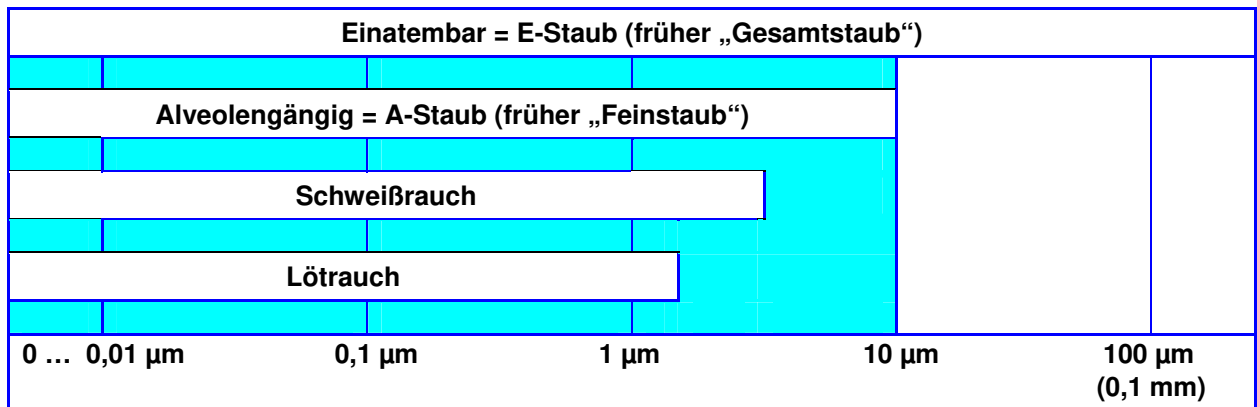


Bild 1: Einteilung partikelförmiger Gefahrstoffe in der Schweißtechnik nach Partikelgröße (Vorkommen) in Anlehnung an DIN EN 481.

(3) Tätigkeiten im Anwendungsbereich dieser TRGS werden vier Hauptverfahren zugeordnet:

1. Schweißen,
2. thermisches Schneiden,
3. thermisches Spritzen und
4. Löten.

3.1.2 Schweißen

(1) Beim Schweißen entstehen in der Regel über 95 % der Schweißrauche aus dem Zusatzwerkstoff und nur etwa fünf % aus dem Grundwerkstoff. Die Einzelpartikel sind vorwiegend kleiner als ein µm und daher alveolengängig. Es bilden sich auch Agglomerate größeren Durchmessers.

(2) Als entstehende gasförmige Gefahrstoffe sind insbesondere zu berücksichtigen:

1. Ozon beim MIG-Schweißen von Aluminiumwerkstoffen,
2. Kohlenmonoxid beim MAGC-Schweißen von un- und niedriglegiertem Stahl und
3. nitrose Gase (NO, NO₂, NO_x) bei autogenen Verfahren

(Verfahrensbezeichnungen siehe Anlage 1).

3.1.3 Thermisches Schneiden

Beim thermischen Schneiden entstehen die Rauche aus dem Grundwerkstoff. Die Rauchzusammensetzung ist abhängig von der chemischen Zusammensetzung des Grundwerkstoffs und aus gegebenenfalls vorhandenen Beschichtungen oder Verunreinigungen. Die im Rauch enthaltenen Partikel haben Durchmesser zwischen 0,03 und – in agglomerierter Form – etwa zehn µm. Sie sind vorwiegend alveolengängig. Außerdem entstehen vor allem beim Brennschneiden und beim Plasmaschneiden mit Druckluft nitrose Gase. Beim Plasma- und Laserstrahlschneiden von Aluminium-

werkstoffen ist neben dem Freisetzen von Partikeln insbesondere mit der Entstehung von Ozon zu rechnen.

3.1.4 Thermisches Spritzen

Die beim thermischen Spritzen entstehenden Rauche und gasförmigen Gefahrstoffe bilden sich aus dem Spritzzusatzwerkstoff und den verwendeten Brenn- und Trägergasen. Die chemische Zusammensetzung dieser Rauche ist abhängig von der Zusammensetzung des eingesetzten Spritzzusatzwerkstoffes. Beim thermischen Spritzen bilden sich Partikel mit bis zu 100 µm Teilchengröße. Sie sind einatembar und teilweise alveolengängig. Insbesondere beim Flammsspritzen treten darüber hinaus nitrose Gase auf.

3.1.5 Löten

Die chemische Zusammensetzung der Rauche beim Weich- und Hartlöten ist von den eingesetzten Flussmitteln und Loten abhängig. Die dabei entstehenden Partikel haben überwiegend Durchmesser zwischen 0,01 und 0,15 µm. Sie sind alveolengängig. Als gasförmige Gefahrstoffe sind insbesondere Aldehyde beim Weichlöten und Chlorwasserstoff beim Hartlöten zu berücksichtigen.

3.2 Gefährdungsbeurteilung

3.2.1 Allgemeine Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung

- (1) Der Arbeitgeber hat nach § 7 GefStoffV und § 5 Arbeitsschutzgesetz vor Aufnahme der Tätigkeit eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen, in der die für die Beschäftigten mit ihrer Arbeit verbundenen Gefährdungen ermittelt und Maßnahmen zum Schutz der Gesundheit festgelegt werden. Auch die mögliche Gefährdung Beschäftigter an Nachbararbeitsplätzen ist zu beachten.
- (2) Die Gefährdung von Schweißern durch Gefahrstoffe ergibt sich aus der verfahrensspezifischen Gefährdungsklasse unter Berücksichtigung weiterer Einflussgrößen, die die Exposition der Beschäftigten am Arbeitsplatz bestimmen.
- (3) Die nachfolgenden Abschnitte liefern Hinweise für Informationsermittlungen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung. Sie behandeln die werkstoff-, verfahrens- und arbeitsplatzspezifischen Faktoren, durch die die Exposition am Arbeitsplatz wesentlich bestimmt wird. Sie sind bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.
- (4) Einzelheiten zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung siehe TRGS 400.
- (5) Bei schweißtechnischen Arbeiten, bei denen krebserzeugende Stoffe freigesetzt werden können, insbesondere beim Schweißen hochlegierter Werkstoffe, kann auch bei Anwendung der Maßnahmen dieser TRGS ein verbleibendes Krebsrisiko nicht völlig ausgeschlossen werden. Weitergehende Maßnahmen zur Minimierung der Exposition sind daher anzustreben.

3.2.2 Werkstoffspezifische Faktoren

Die bei schweißtechnischen Arbeiten entstehenden Schweißrauche und Gase bestehen aus Gefahrstoffen mit teilweise unterschiedlichen gesundheitsschädlichen Wirkungen. Entsprechend ihrer Wirkungen werden diese eingeteilt in:

- atemweg- und lungenbelastende Stoffe² z.B. Eisenoxide, Aluminiumoxid
- toxische oder toxisch-irritative Stoffe z.B. Fluoride, Manganoxid, Kupferoxid, Aldehyde (beim Löten mit kolophoniumhaltigen Flussmitteln)
- krebserzeugende Stoffe z.B. Chrom(VI)-Verbindungen, Nickeloxide

3.2.3 Verfahrensspezifische Faktoren

(1) Die Bewertung von Verfahren hinsichtlich der Partikelemissionen erfolgt durch Zuordnung zu den Gefährdungsklassen niedrig, mittel, hoch und sehr hoch. Die Bewertung ist von verfahrens- und werkstoffspezifischen Faktoren, d.h. von der Höhe der Emissionsrate und von der Wirkung (siehe Nummer 3.2.2) abhängig. Informationen zur Bewertung von Schweißverfahren können z.B. auch dem jeweiligen Schweißrauchdatenblatt nach DIN EN ISO 15011-4 entnommen werden (siehe z.B. auch Anlage 5). Beispiele für die Bewertung von Schweißverfahren liefert Tabelle 1; die Tabelle ist nicht abschließend.

² Atemweg- und lungenbelastend bedeutet hier, dass Wirkungen im Sinne einer chronischen Entzündung (chronische Bronchitis) durch Überladung mit Partikeln auftreten können.

Tabelle 1: Beurteilung der Verfahren anhand von Emissionsraten unter Berücksichtigung werkstoffspezifischer Faktoren bzw. Wirkungen; Zuordnung zu Gefährdungsklassen.

Verfahren	Emissionsrate ³ (mg/s)	Gefährdungsklasse der Verfahren ⁴		
		Atemwegs- und lungen- belastende Stoffe	Toxische oder to- xisch- irritative Stoff- fe	Krebserzeugende Stoffe,
UP ⁵	< 1	niedrig	niedrig	niedrig
Gasschweißen (Autogenverfahren)	< 1	niedrig	niedrig	--
WIG ⁶	< 1	niedrig	mittel	mittel
Laserstrahlschweißen ohne Zusatzwerkstoff	1 bis 2	mittel	hoch	hoch
MIG/MAG (energiearmes Schutzgasschweißen)	1 bis 4	niedrig	mittel	mittel bis hoch
LBH, MIG (allgemein)	2 bis 8	hoch	hoch	hoch
MAG (Massivdraht), Füll- drahtschweißen mit Schutzgas, Laserstrahl- schweißen mit Zusatz- werkstoff	6 bis 25	hoch	hoch	hoch
MAG (Fülldraht); Füll- draht-Schweißen ohne Schutzgas	> 25	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Löten	< 1 bis 4	niedrig	mittel	mittel
Autogenes Brennschnei- den	> 25	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Lichtbogenspritzen	> 25	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch

(2) Bei schweißtechnischen Arbeiten, bei denen neben Schweißrauchen (Partikeln) auch toxische und/oder krebserzeugende Gase entstehen, wie z. B.

1. Ozon beim MIG-Schweißen von Aluminiumwerkstoffen; Ozon entsteht aus dem Luftsauerstoff durch das Einwirken von UV-Strahlung aus dem Lichtbogen,⁷
2. Kohlenmonoxid beim MAGC-Schweißen von un- und niedriglegiertem Stahl,
3. nitrose Gase (NO,NO₂,NO_x) bei autogenen Verfahren zum Fügen, Trennen und Beschichten,
4. Aldehyde beim Weichlöten,
5. Chlorwasserstoff beim Hartlöten sowie

³ Erfahrungswerte, die im Einzelfall durch Optimierung der Prozessparameter noch reduziert werden können.

⁴ Die Gefährdungsklasse des Verfahrens darf nicht mit den Schutzstufen der GefStoffV verwechselt werden; hierzu siehe TRGS 400.

⁵ Automatisiertes Verfahren

⁶ Nach Expositionsbeschreibung in BGI 790-12

⁷ Auf die Schädigung der Haut durch UV-Strahlung (Schweißerhautbrand) wird ebenfalls hingewiesen; sie kann durch das Tragen kompletter Schweißerschutzkleidung vermieden werden.

6. Gefahrstoffe insbesondere Isocyanate, Aldehyde und Epoxide aus gegebenenfalls vorhandenen Beschichtungen oder Verunreinigungen,

sind sowohl die Gefährdungen, die von Schweißrauchen, als auch diejenigen, die von gasförmigen Gefahrstoffen ausgehen, in der Gefährdungsbeurteilung einzubeziehen. Die Gefährdungen beim Brennschneiden durch Zersetzungsprodukte von Beschichtungen sind gesondert in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen. Dioxine beim Brennschneiden siehe TRGS 557 „Dioxine“. (Informationen über Emissionen gasförmiger Gefahrstoffe bei verschiedenen Verfahren siehe auch Nummer 3.1.)

(3) Ungewollt aus Druckgasflaschen oder defekten Zuleitungen ausströmende Gase können den Luftsauerstoff in Arbeitsbereichen verdrängen, so dass Erstickungsgefahr besteht. Dies gilt insbesondere für Arbeiten in engen Räumen und unter Erdgleiche. Treten Brenngase oder Schutzgase mit hohem Wasserstoffanteil unkontrolliert aus, können sich explosionsfähige Gasgemische bilden. Tritt ungewollt Sauerstoff aus, besteht eine erhöhte Brandgefahr. Auch normalerweise schwer entflammbare Materialien können sich unter Sauerstoff entzünden.

3.2.4 Arbeitsplatzspezifische Faktoren

(1) Arbeitsplatzspezifische Faktoren, wie räumliche Verhältnisse, Lüftungssituation, Kopf- und Körperposition, Schweißdauer, beeinflussen zusätzlich die Gegebenheiten am Arbeitsplatz und damit auch die Höhe der Exposition.

(2) Bei schweißtechnischen Arbeiten in engen Räumen oder in Bereichen mit geringem Luftaustausch ist mit einer hohen Exposition zu rechnen.

(3) Sofern Schweißarbeiten in einer Zwangshaltung ausgeführt werden müssen, und die Schweißrauche unmittelbar in den Atembereich des Schweißers gelangen, ist von einer hohen Exposition auszugehen.

(4) Eine geringe Exposition kann vorliegen, wenn schweißtechnische Arbeiten nur kurzzeitig ausgeführt werden (weniger als eine halbe Stunde je Schicht und weniger als zwei Stunden pro Woche). Dies gilt nicht für Arbeiten in engen Räumen. Beispiele für solche Arbeiten können sein:

1. Reparaturschweißarbeiten im Fahrzeugbau, auf Bauhöfen, in mechanischen Werkstätten,
2. Heftarbeiten von Rohrhaltern sowie
3. Hartlötarbeiten im Heizungsbau.

(5) Werden an Schweißarbeitsplätzen auch Nebenarbeiten wie mechanische Metallbearbeitungsvorgänge an stationären Anlagen oder mit handgeführten Geräten durchgeführt (Schleifen, Trennen, Putzen, Polieren etc.), entstehen aus den zu bearbeitenden Werkstücken sowie den eingesetzten Schleifmitteln durch mechanischen Abtrag zusätzliche Partikelemissionen.

(6) In Abhängigkeit von der Art und dem Umfang der mechanischen Bearbeitungsschritte (z.B. Schleifen) ist zu prüfen, ob zusätzliche Schutzmaßnahmen erforderlich werden bzw. ob die an den Schweißarbeitsplätzen bereits getroffenen Schutzmaßnahmen auch für diese Emissionen geeignet sind (Hinweis: Schweißrauchabsaugan-

lagen sind in der Regel nicht zum Absaugen brennbarer Stäube, z. B. Aluminiumstaub, geeignet). Sind zusätzliche Maßnahmen erforderlich, sind diese im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzulegen.

(7) Beim Anschleifen von Elektroden ist mit der Freisetzung von gesundheitsgefährlichen Stäuben zu rechnen, so dass eine Absaugung erforderlich ist. Dies gilt insbesondere für das Schleifen Thorium-haltiger Elektroden, siehe auch Nummer 4.2 Abs. 6.

(8) Beim Schweißen von verzinkten Materialien ist unter Beachtung der arbeitsplatzspezifischen Faktoren die Freisetzung von Zinkoxidrauch in der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen.

3.2.5 Gesamtbeurteilung der Gefährdung

(1) Der Arbeitgeber hat anhand Tabelle 1 die Gefährdungsklasse, die sich aus den verwendeten Verfahren und Werkstoffen ergibt, festzustellen. Maßgeblich für das jeweilige Verfahren ist dabei die höchste Gefährdungsklasse, die sich für die drei aufgeführten Stoffgruppen ergibt. Außerdem hat er die bei den eingesetzten Verfahren freigesetzten gasförmigen Gefahrstoffe gemäß Nummer 3.1 und Nummer 3.2.3 Abs. 2 zu berücksichtigen.

(2) Zusätzlich hat der Arbeitgeber die arbeitsplatzspezifischen Bedingungen wie Schweißdauer und räumliche Verhältnisse zu ermitteln. Danach beurteilt er unter Berücksichtigung aller Einflussgrößen die resultierende Gefährdung der Tätigkeit. Anschließend werden die Schutzmaßnahmen entsprechend der Gefahrstoffverordnung und Nummer 4 dieser TRGS festgelegt. Die angegebenen Schutzmaßnahmen sind in der Regel auch geeignet, die Exposition gegenüber ultrafeinen Partikeln zu minimieren.

(3) Ferner hat der Arbeitgeber die aus den arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen gewonnenen Erkenntnisse, insbesondere aus dem Biomonitoring, bei der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen. Dabei sind die Erkenntnisse vom Arbeitsmediziner so zu übermitteln, dass die schützenswerten Interessen der untersuchten Beschäftigten gewahrt bleiben. Das Recht auf die Einsicht in individuelle Untersuchungsergebnisse kann der Arbeitgeber aus diesen Vorgaben nicht ableiten.

(4) Bei Verfahren, die zu einer hohen Gefährdung führen, insbesondere beim Umgang mit krebserzeugenden Materialien bzw. solchen Materialien, die eine Freisetzung erwarten lassen, ist arbeitsmedizinischer Sachverstand bei der Gefährdungsbeurteilung einzubinden. Dies gilt auch für die Beurteilung von Maßnahmen zur Gefahrenabwehr, wenn für den Schweißarbeitsplatz typische Arbeitsunfälle oder Berufskrankheiten aufgetreten sind.

(5) Bei Verfahren mit mittleren, hohen und sehr hohen Gefährdungsklassen sind aufgrund der Partikelemissionen nach dem Stand der Technik Lüftungstechnische Maßnahmen zu treffen, siehe Nummer 4.3 bis 4.5. Darüber hinaus können zusätzliche Maßnahmen zum Schutz des Schweißers erforderlich sein, z.B. das Tragen von persönlichem Atemschutz.

(6) Bei Verfahren mit niedriger Gefährdungsklasse ist im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu prüfen, ob Lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich sind. Entsprechendes gilt für Arbeiten mit geringer Exposition.

4 Schutzmaßnahmen

4.1 Grundsatz

(1) Kann bei Schweißarbeiten eine Exposition von Beschäftigten gegenüber Gefahrstoffen nicht vermieden werden, sind zur Beseitigung oder zur Minimierung der dadurch bedingten Gefährdung geeignete Schutzmaßnahmen erforderlich. Entsprechend der Gefahrstoffverordnung sind in Abhängigkeit von den betriebsspezifischen Gegebenheiten folgende Maßnahmen in der aufgeführten Rangordnung zu berücksichtigen:

1. Auswahl von Gefahrstoffarmen Verfahren und Zusatzwerkstoffen (Prüfung der Substitution Nummer 4.2),
2. Lüftungstechnische Maßnahmen (Nummer 4.3 bis 4.5),
3. Organisatorische und hygienische Maßnahmen (Nummer 4.6) und
4. Persönliche Schutzmaßnahmen (Nummer 4.7).

(2) Grundsätzlich sind die in der TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“ angegebenen Maßnahmen zu veranlassen. Darüber hinaus sind die im Folgenden in dieser TRGS angegebenen Maßnahmen zu treffen. Die festgelegten Maßnahmen sind in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren.

(3) Wenn Tätigkeiten mit Gefahrstoffen von einem Beschäftigten alleine ausgeführt werden, hat der Arbeitgeber zusätzliche Schutzmaßnahmen festzulegen oder eine angemessene Aufsicht zu gewährleisten, siehe auch TRGS 500.

4.2 Auswahl von gefahrstoffarmen Verfahren und Zusatzwerkstoffen

(1) Der Arbeitgeber hat unter Beachtung des Standes der Technik Schweiß-, Schneid- und verwandte Verfahren anzuwenden und Zusatzwerkstoffe einzusetzen, bei denen die Freisetzung von Gefahrstoffen möglichst gering ist. Stehen einem entsprechenden Verfahren produktspezifische Anforderungen entgegen, können andere Verfahren angewendet werden. Zur Durchführung und Dokumentation der Substitutionsprüfung siehe TRGS 600 „Substitution“.

(2) Verfahren, bei denen die Freisetzung von Gefahrstoffen gering ist, sind z.B.:

1. Unterpulverschweißen (UP-Schweißen),
2. Wolfram-Inertgasschweißen (WIG-Schweißen) mit thoriumoxidfreien Wolframelektroden,
3. Energiearmes Schutzgasschweißen,
4. Impuls-Lichtbogentechnik,
5. Plasmaschneiden mit Wasserbadabdeckung.

- (3) Die Anwendung der Impuls-Lichtbogentechnik beim MIG/MAG-Schweißen ist - soweit technisch möglich - vorrangig einzusetzen. Durch die Anwendung dieser Technik sind die Schweißrauchemissionsraten erheblich geringer als beim konventionellen MIG/MAG-Schweißen.
- (4) Beim Schutzgasschweißen mit hochlegiertem Schweißdraht ist die Freisetzung von krebserzeugenden Chrom(VI)-Verbindungen im Rauch wesentlich geringer als beim Lichtbogenhandschweißen mit umhüllten hochlegierten Stabelektroden oder mit hochlegierten Fülldrähten.
- (5) Werden hingegen Nickelbasiswerkstoffe oder Reinnickel als Schweißzusatz verwendet, ist die Freisetzung von krebserzeugendem Nickeloxid im Schweißrauch beim Lichtbogenhandschweißen geringer als beim MIG/MAG-Schweißen.
- (6) Die technologische Notwendigkeit des Einsatzes thoriumoxidhaltiger Wolframelektroden beim WIG-Schweißen ist in der Gefährdungsbeurteilung zu begründen und zu dokumentieren, siehe auch Strahlenschutzverordnung. Auf die erforderlichen Maßnahmen nach Strahlenschutzrecht wird hingewiesen.
- (7) Die Aufzählungen der Absätze 1 – 6 sind nicht abschließend. Im Einzelfall können weitere gefahrstoffarme Verfahren angewendet werden.

4.3 Lüftungstechnische Maßnahmen

- (1) Lüftungstechnische Maßnahmen sind geeignet, wenn sie die Gefährdung der Beschäftigten durch Gefahrstoffe auf ein Minimum verringern. Dies hat vorrangig durch Absaugung der Gefahrstoffe im Entstehungsbereich zu erfolgen.
- (2) Als weitere oder zusätzliche Lüftungstechnische Maßnahme kann eine technische Raumlüftung, die in der Regel gemäß Arbeitsstättenverordnung erforderlich ist, die Exposition minimieren. In Räumen bzw. in Teilbereichen von Räumen, in denen schweißtechnische Arbeiten ausgeführt werden, sollte die Zu- und Abluft raumlufttechnischer Anlagen so geführt werden, dass sie die beim Schweißen entstehende Thermikströmung unterstützt. Hierfür haben sich die Schichtenströmung bzw. Quellaüftung als besonders geeignet erwiesen. Hinweise zur Auslegung raumlufttechnischer Anlagen siehe VDI/DVS 6005, VDI 2262 und VDI 3802.
- (3) In Einzelfällen kann sich aufgrund der Gefährdungsbeurteilung ergeben, dass die natürliche Lüftung ausreichend ist. Beispiele sind das UP-Schweißen und das WIG-Schweißen von un- und niedriglegierten Stählen.

4.4 Absaugung im Entstehungsbereich

- (1) In Abhängigkeit vom Schweißverfahren, der Art des Arbeitsplatzes (mobil/ortsveränderlich oder stationär/ortsgebunden) und der Größe der zu bearbeitenden Werkstücke sind nachfolgend aufgeführte Lüftungstechnische Maßnahmen zur Erfassung von Gefahrstoffen im Entstehungsbereich geeignet:
1. Absaugung brennerintegriert oder direkt am Brenner angebaut,
 2. Schweißerschutzschilde und -schirme mit integrierter Absaugung,
 3. Stationäre oder mobile Absauganlagen mit festen oder nachführbaren Erfas-

sungselementen (geeignet für stationäre und mobile Arbeitsplätze) sowie

4. Beispiele können der BGI 593, dem LV 42, der VDI/DVS 6005 und der VDI 2262, Blatt 4 entnommen werden.

(2) Je näher an der Entstehungsstelle abgesaugt wird, desto effektiver ist die Erfassung der Gefahrstoffe. Hierbei ist zu beachten, dass die geforderte Schweißnahtgüte erreicht wird.

4.5 Luftrückführung

(1) Abgesaugte Luft darf nur in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden, wenn sie ausreichend gereinigt ist. Lufttechnische Anlagen mit Rückführung dürfen eingesetzt werden, wenn sie bauartgeprüft sind oder wenn durch Einzelmessungen die erforderliche Wirksamkeit überprüft wurde. Hinweise zum Frischluftanteil raumluftechnischer Anlagen mit Luftrückführung enthält die BGR 121 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“.

(2) An Arbeitsplätzen, an denen Schweißarbeiten oder verwandte Verfahren mit Emission von krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtbarkeitsgefährdenden Stoffen der Kategorie 1 oder 2 durchgeführt werden (insbesondere bei Verwendung von chrom- und nickelhaltigen Werkstoffen) darf dort abgesaugte Luft nicht zurückgeführt werden. Das gilt nicht, wenn bauartgeprüfte Schweißrauchabsauggeräte der Schweißrauchabscheideklasse W2 oder W3 verwendet werden. Hinweise zu den Schweißrauchabscheideklassen siehe DIN EN ISO15012-1 „Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und verwandten Prozessen - Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung von Luftreinigungssystemen - Teil 1 Bestimmen des Abscheidegrades für Schweißrauch“ (Ausgabe März 2005).

4.6 Organisatorische Maßnahmen

(1) Die Zusammensetzung und die Menge der emittierten Gefahrstoffe werden u. a. von den gewählten Schweißparametern beeinflusst (z.B. Schweißstrom, Schweißspannung, Schutzgasart und –zusammensetzung). Zur Minimierung der Gefahrstoffemissionen sind die von den Herstellern der Elektroden bzw. Gase empfohlenen Schweißparameter einzuhalten. Vor Beginn der Schweißarbeiten ist darauf zu achten, dass Rückstände auf Oberflächen, z.B. von Kaltreinigern, entfernt werden.

(2) Der Arbeitgeber hat Arbeitsgeräte, Maschinen und Lüftungstechnische Einrichtungen in technisch einwandfreiem und gewartetem Zustand bereit zu halten. Die Beschäftigten haben diese bestimmungsgemäß zu verwenden.

(3) Bei Arbeitsunterbrechungen und vor Arbeitsende sind die Ventile an Druckgasflaschen und Gasentnahmestellen zu schließen (nicht nur Ventile der Druckminderer schließen!).

(4) Der Arbeitgeber hat darauf zu achten, dass nur Einrichtungen zum Erfassen und Abscheiden von Gefahrstoffen eingesetzt werden, die dem Stand der Technik entsprechen. Bei der erstmaligen Inbetriebnahme dieser Einrichtungen ist der Nachweis einer ausreichenden Wirksamkeit zu erbringen. Die Einrichtungen sind zu warten und gegebenenfalls in Stand zu setzen.

- (5) Die Einrichtungen sind mindestens jährlich durch eine befähigte Person auf ihre Funktionsfähigkeit zu prüfen. Die Prüfungen sind zu dokumentieren. Siehe TRBS 1203 „Befähigte Personen - Allgemeine Anforderungen“ und BGR 121 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“.
- (6) Die Anzahl der Beschäftigten, die Gefahrstoffen ausgesetzt sind, ist zu minimieren.
- (7) Die Arbeitspositionen der Beschäftigten sind möglichst so zu wählen, dass die Gefahrstoffeinwirkung minimiert wird.
- (8) Ist eine ungünstige Arbeitsposition nicht vermeidbar, sollte besonders auf die gesichtsnahe Platzierung des Schutzschildes geachtet werden. In einigen Fällen können die Werkstücke mit Hilfe von Dreh- und Kippvorrichtungen in günstigere Positionen gebracht werden.
- (9) Beschäftigte, die in ihrem Arbeitsbereich Gefahrstoffen ausgesetzt sind, dürfen dort keine Nahrungs- oder Genussmittel zu sich nehmen (Ess-, Trink- und Rauchverbot am Arbeitsplatz). Hierzu sind entsprechende Pausenräume einzurichten, die von den Beschäftigten aufzusuchen sind. Rauchen kann die gesundheitsschädlichen Folgen von Gefahrstoffeinwirkungen am Arbeitsplatz deutlich erhöhen. Auf weitere Hygieneanforderungen gemäß § 9 Abs. 3 GefStoffV und TRGS 500 wird hingewiesen.
- (10) Für das Reinigen des Arbeitsbereichs sind Methoden anzuwenden, die eine Staubaufwirbelung vermeiden. Dies sollte z.B. mit Nasskehrmaschinen oder mit geeigneten und geprüften Industriestaubsaugern erfolgen. Trockenes Kehren oder Abblasen von Staubablagerungen mit Druckluft sind grundsätzlich nicht zulässig. Das Verbot zum Einsatz von Druckluft bezieht sich auch auf die Reinigung von Arbeitskleidung.

4.7 Persönliche Schutzmaßnahmen (Atemschutz)

- (1) Soweit die in den Nummern 4.1 bis 4.6 aufgeführten Schutzmaßnahmen nicht ausreichend sind oder deren Umsetzung technisch nicht möglich ist, müssen vom Arbeitgeber zum Schutz der Beschäftigten geeignete Atemschutzgeräte bereitgestellt werden. Diese sind von den Beschäftigten zu benutzen.
- (2) Schutzmaßnahmen sind nicht ausreichend, wenn Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) nicht eingehalten sind oder die Konzentration an A-Staub in der Luft am Arbeitsplatz größer drei mg/m³ ist.
- (3) Werden durch die schweißtechnischen Arbeiten krebserzeugende Gefahrstoffe freigesetzt, insbesondere beim Schweißen von hochlegierten Stählen, ist Atemschutz nach Nummer 4.7 Abs. 4 bereitzustellen. Dies gilt nicht für emissionsarme Verfahren wie UP- oder WIG-Schweißverfahren.
- (4) Als persönliche Schutzmaßnahmen können z. B. folgende Atemschutzgeräte eingesetzt werden:
1. belüftete Helme / Hauben mit Gebläse und Partikelfilter TH2P oder TH3P,
 2. Masken mit Gebläse und Partikelfilter TM1P, TM2P, TM3P,
 3. Vollmasken oder Mundstückgarnituren mit P2- oder P3-Filtern,

4. Halb- / Viertelmasken mit P2- oder P3-Filtern, partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 oder FFP3 oder
 5. Isoliergeräte.
- (5) Für das Tragen von Atemschutz gelten die Festlegungen der BGR 190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“.
- (6) Bei Verwendung von nicht belastendem Atemschutz (z. B. belüftete Helme bzw. Hauben) entfallen die in der BGR 190 festgelegten Tragezeitbegrenzungen. Nur bei zusätzlichen Beanspruchungen des Gerätträgers durch Arbeitsschwere und Umgebungsklima ist bei der Berechnung der Tragedauer von 220 Minuten als Basiswert auszugehen.
- (7) Entstehen beim Schweißen auch gasförmige Gefahrstoffe, sind bei der Verwendung von filtrierendem Atemschutz Kombinationsfilter zu verwenden.
- (8) Werden Filtergeräte mit Gebläse bei Arbeiten mit offener Flamme oder bei Tätigkeiten eingesetzt, bei denen es zu Schweißspritzerbildung bzw. Funkenflug kommen kann, besteht die Gefahr, dass die Atemschutzfilter – in der Regel zunächst unbemerkt – in Brand geraten. Im Filter können dann tödlich wirkende Rauchgase (insbesondere CO und CO₂) entstehen. Für derartige Arbeiten sind daher nur Filtergeräte zu verwenden, bei denen durch konstruktive Maßnahmen (z. B. engmaschige Metallsiebe vor den Ansaugöffnungen oder „Funkenfallen“) ein Eindringen von Schweißspritzern und Funken in das Filter verhindert wird; alternativ können Isoliergeräte eingesetzt werden.
- (9) Für schweißtechnische Arbeiten in engen Räumen, z.B. im Schiffbau, in Kastenträgern oder in Doppelböden, wird eine Vorgehensweise für die Auswahl von Atemschutzgeräten beschrieben:
1. Wenn möglich ist im Arbeitsbereich eine Zu- und Ablufführung, wie unter Nummer 4.3 Abs. 2 beschrieben, einzurichten.
 2. Ist dies aus räumlichen Gründen nicht möglich oder nicht ausreichend, sind vorzugsweise belüftete Hauben oder Helme zu tragen.
 3. Wenn aus räumlichen Gründen belüftete Hauben und Helme nicht anwendbar sind, sind beim Schweißen von niedriglegierten Stählen mindestens FFP2-Masken mit Ausatemventil, beim Schweißen von hochlegierten Stählen FFP3-Masken mit Ausatemventil zu tragen.
 4. Ist mit dem Auftreten nitroser Gase zu rechnen, z.B. beim Flammrichten, ist geeigneter Atemschutz einzusetzen, siehe BGR 190.
 5. Besteht die Gefahr von Sauerstoffmangel, ist umgebungsluftunabhängiger Atemschutz einzusetzen (Isoliergeräte).

5 Wirksamkeitsüberprüfung

5.1 Allgemeine zur Wirksamkeitsüberprüfung

(1) Die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen ist zu überprüfen. Eine Anwendungshilfe zu Nummer 5 „Wirksamkeitsüberprüfung“ (in Anlehnung an TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“) ist in Anlage 2 gegeben.

(2) Technische Schutzmaßnahmen, z.B. Lüftungs- und Absaugeinrichtungen, müssen nach Nummer 4.6 Abs. 4 und 5 regelmäßig, mindestens jährlich, auf ihre ausreichende Funktion und Wirksamkeit überprüft werden.

(3) Bei Gefahrstoffen, für die in der TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“ ein Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) aufgestellt ist, ist die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen durch Arbeitsplatzmessungen oder durch andere gleichwertige Beurteilungsverfahren (§ 9 GefStoffV) bzw. gleichwertige Nachweismethoden (§ 10 GefStoffV) nachzuweisen, sofern keine Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) oder stoffspezifische Technische Regeln zur Verfügung stehen oder eine branchenspezifische Handlungshilfe zur Anwendung kommen kann.

(4) Als VSK nach TRGS 420 „Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Gefährdungsbeurteilung“ ist hier zu nennen: BGI 790-014 BG/BGIA-Empfehlung für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung – Weichlöten mit dem LötKolben an elektrischen und elektronischen Baugruppen oder deren Einzelkomponenten (Kolbenlöten).

(5) Als stoffspezifische TRGS ist hier zu nennen: Für Tätigkeiten mit Blei (Weichlöten mit bleihaltigen Loten, Entfernen bleihaltiger Beschichtungen, Schweißen oder Brennschneiden von bleihaltigen Metallteilen, Bearbeitung von Blei und Bleilegierungen durch mechanische Verfahren) kann die stoffspezifische Technische Regel TRGS 505 „Blei“ verwendet werden.

(6) Bei Anwendung von VSK ist jährlich zu überprüfen, ob in den Arbeitsbereichen unverändert die betrieblichen Voraussetzungen zur Anwendung der Kriterien gegeben sind.

(7) Liegen in der TRGS 900 keine Arbeitsplatzgrenzwerte für die am Arbeitsplatz freigesetzten Stoffe vor, so müssen für die Wirksamkeitsüberprüfung insbesondere branchenspezifische Handlungshilfen oder die Expositionen nach dem Stand der Technik beachtet werden.

(8) Als branchenspezifische Handlungshilfe ist hier zu nennen: BGI 790-012 BG/BGIA-Empfehlung für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung - Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG-Schweißen).

(9) Der Stand der Technik für Gefahrstoffexpositionen bei schweißtechnischen Arbeiten ergibt sich aus Tabelle 2. Sind relevante Stoffe in Tabelle 2 nicht genannt, sind vom Unternehmer z.B. vorläufige Zielwerte im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung festzulegen. Es ist zu ermitteln, ob die vorläufigen Zielwerte eingehalten sind. Siehe TRGS 400 und 402.

(10) Die in Tabelle 2 angegebenen Stoffe bzw. A- und E-Staub gelten gleichzeitig als repräsentative Messgrößen gemäß TRGS 402, siehe auch Nummer 5.2.

5.2 Zusätzliche Bestimmungen und Hinweise zur Wirksamkeitsüberprüfung durch Arbeitsplatzmessungen

- (1) Für nahezu alle schweißtechnischen Arbeiten kann die Messung und Beurteilung der Gefahrstoffexposition aufgrund umfangreicher Messdaten sowie Erkenntnissen aus Forschungsvorhaben vereinfacht werden.
- (2) Bei schweißtechnischen Arbeiten mit niedriglegierten Stählen ist grundsätzlich die alveolengängige Staubfraktion (A-Staub) als repräsentative Messgröße zur Beurteilung der Exposition des Schweißers bzw. für die Wirksamkeitsüberprüfung von Schutzmaßnahmen anzusehen.
- (3) Je nach Verfahren und Werkstoffkombinationen müssen ggf. weitere Messgrößen wie die E-Staubfraktion, Chrom(VI)- und Nickelverbindungen, Ozon, Stickstoffdioxid, Manganoxid, Kohlenstoffmonoxid beurteilt werden.
- (4) Beim MAG-, MIG- und WIG-Verfahren mit hochlegierten Stählen reicht zur Beurteilung der Chrom(VI)- und Nickel-Anteile in der Regel das Messergebnis für A- und E-Staub aus. Im Einzelfall sind die entsprechenden Stoffe zusätzlich zu beurteilen, z.B. beim MIG-Schweißen mit Nickel-Anteil im Werkstoff von größer 30%.
- (5) Beim Schweißen von hochlegierten Stählen mittels LBH- und MAG-Verfahren (Fülldraht) sind weitere Messgrößen zu bestimmen, z.B. Chrom (VI)-Verbindungen.
- (6) Beim MIG-Schweißen von Aluminium sind als Gefahrstoffe A- und E-Staub sowie Ozon zu berücksichtigen.
- (7) Die Ergebnisse sind bei Stoffen mit festgelegtem AGW mit diesem und bei Stoffen ohne AGW mit den in Tabelle 2 angegebenen Konzentrationen zu vergleichen. Ersatzweise können gleichwertige Nachweismethoden angewendet werden (siehe TRGS 402).
- (8) Auf Arbeitsplatzmessungen kann verzichtet werden, wenn sich aus der Gefährdungsbeurteilung ergibt, dass nur eine geringe Exposition vorliegt, siehe auch Nummer 3.2.4 Abs. 4. Weitere Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung von Expositionen siehe Anlage 2.
- (9) Erkenntnisse des Biomonitorings insbesondere durch Einsatz validierter Verfahren, die im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen gewonnen wurden, können für die Wirksamkeitskontrolle herangezogen werden.

Tabelle 2: Stand der Technik aus Expositionsdaten bei schweißtechnischen Arbeiten^{8,9}

Die Angaben beziehen sich auf Arbeitsplätze mit Schweißrauchabsaugung.

Verfahren	Schweißzusatzwerkstoff bzw. Werkstoff	Schweißrauch in mg/m ³	Chrom (VI)-Verb. in mg/m ³	Nickel u. s. Verb. in mg/m ³	Ozon in mg/m ³	Stickoxide in mg/m ³
Gasschweißen (Autogenschweißen)	unlegierte, niedrig leg. Stähle	partikelförmige Emissionen nicht relevant			Nicht angebar ¹⁰	Nicht angebar ¹⁰
LBH	unlegierte, niedrig leg. Stähle	≤ 3 (A) ≤ 10 (E)	Nicht relevant		Nicht angebar ¹⁰	Nicht angebar ¹⁰
	hoch legierte Stähle	≤ 3 (A) ≤ 10 (E)	≤ 0,03 (E)	≤ 0,05 (E)		
MAG / MIG	unlegierte, niedrig leg. Stähle	≤ 3 (A) ≤ 10 (E)	Nicht relevant		≤ 0,2	Nicht angebar ¹⁰
	hoch legierte Stähle	≤ 3 (A) ≤ 10 (E)	≤ 0,02 (E)	≤ 0,1 (E)		
UP-Schweißen		≤ 1 (A)	Nicht relevant		Nicht relevant	
WIG-Schweißen ¹¹		≤ 1 (A) ≤ 2 (E)	≤ 0,01 (E)	≤ 0,01 (E)	≤ 0,1	Nicht angebar ¹⁰
Widerstandsschweißen		≤ 2 (A) ≤ 4 (E)	Nicht relevant		Nicht relevant	
Thermisches Spritzen (Flamm-, Lichtbogen-, Plasmaspritzen)		≤ 2 (A) ≤ 10 (E)	≤ 0,01 (E)	≤ 0,05 (E)	Nicht angebar ¹⁰	Nicht angebar ¹⁰
Brennschneiden		≤ 3 (A) ≤ 10 (E)	Nicht relevant		Nicht angebar ¹⁰	NO: ≤ 2,5 NO ₂ : ≤ 2

⁸ Branchen- und arbeitsplatzspezifische Abweichungen sind möglich.

⁹ Für die Angaben in Tabelle 2 gilt folgende Voraussetzung: Es finden weniger als 5% expositionsrelevante Nebearbeiten wie Schleifen, Trennen, Putzen, Polieren statt.

¹⁰ Stand der Technik nicht angebar, da Daten zur Festlegung eines Wertes nicht in ausreichender Menge vorliegen. Es gilt Nummer 5.1 Abs. 9.

¹¹ siehe auch BGI 790-012

5.3 Dokumentation

Die Ergebnisse aus der Wirksamkeitsüberprüfung sind in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren. Die Ergebnisse von Arbeitsplatzmessungen sind aufzubewahren und den Beschäftigten zugänglich zu machen. In der Dokumentation muss dargelegt werden, welche Maßnahmen ergriffen werden, um die durch Gefahrstoffe bedingten Gefährdungen nach dem Stand der Technik zu beseitigen oder auf ein Minimum zu verringern.

5.4 Folgen der Wirksamkeitsüberprüfung

Ergibt die Wirksamkeitsüberprüfung, dass Arbeitsplatzgrenzwerte und/oder Expositionswerte nach dem Stand der Technik nicht eingehalten sind, sind unverzüglich weitere expositionsmindernde Maßnahmen zu veranlassen und danach die Gefährdungsbeurteilung erneut durchzuführen (siehe auch TRGS 402).

5.5 Befundssicherung

In regelmäßigen Abständen oder nach wesentlichen Veränderungen der Verfahrensbedingungen ist gemäß Nummer 6 der TRGS 402 zu überprüfen, ob der abgeleitete Befund unverändert gültig ist.

6 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

(1) Wird eine Schweißrauchkonzentration von drei mg/m^3 A-Staub nicht eingehalten, sind Vorsorgeuntersuchungen vom Arbeitgeber zu veranlassen. Ergibt die Gefährdungsbeurteilung, dass dieser Wert sicher eingehalten wird, besteht die Pflicht des Arbeitgebers, solche Vorsorgeuntersuchungen anzubieten.

(2) Bei einer Exposition gegenüber Stoffen des Anhangs Teil 1 der Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge sind entsprechende arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (z. B. spezifische Untersuchungen für Fluor/Fluoride, Cadmium, Blei, ggf. E-Staub) während und auch bei Beendigung dieser Tätigkeiten zu veranlassen oder anzubieten. Danach sind bei einer Exposition gegenüber krebserzeugenden oder erbgutverändernden Stoffen der Kategorie 1 oder 2 (z. B. Cadmium oder Chrom(VI)-Verbindungen) arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (nachgehende Untersuchungen) anzubieten, bzw. das regelmäßige Angebot zu organisieren. Hierzu gibt es entsprechende Dienste der Träger der gesetzlichen Unfallversicherung.

(3) Einige Gefahrstoffe oder deren Stoffwechselprodukte bzw. Stoffwechselverbindungen, die durch das Einatmen von Schweißrauch in den Organismus gelangen, können im biologischen Material (insbesondere Urin, Vollblut oder Blut-Serum oder in den roten Blutkörperchen) bestimmt werden. Aus den Untersuchungsergebnissen können sich zusammen mit den anderen bei der Untersuchung gewonnenen Erkenntnissen wichtige Hinweise für die Gefährdungsbeurteilung und die Wirksamkeitsüberprüfung der Schutzmaßnahmen ergeben. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die individuellen Ergebnisse als personenbezogene Daten der ärztlichen Schweigepflicht unterliegen (siehe hierzu auch Nummer 3.2.5).

(4) Das Biomonitoring ist Bestandteil der arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen, sofern hierfür anerkannte Verfahren zur Verfügung stehen.

7 Unterrichtung und Unterweisung

(1) Der Arbeitgeber hat eine Betriebsanweisung für schweißtechnische Arbeiten nach der Gefahrstoffverordnung zu erstellen. Die Betriebsanweisung ist den Beschäftigten in verständlicher Form und Sprache bekannt zu machen.

(2) Bei der Aufstellung von Betriebsanweisungen sind nach § 14 der Gefahrstoffverordnung arbeitsbereichs- und stoffbezogene Gefährdungen zu berücksichtigen.

(3) Hinweise für die Erstellung siehe Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 555 „Betriebsanweisung und Unterweisung“.

(4) Beispiele einer Betriebsanweisung für „Lichtbogenhandschweißen mit umhüllten, chrom-/nickelhaltigen Stabelektroden im Behälter“ sowie für „Flammwärmern und -richten in einem Schiffstank“ sind in Anlage 3 aufgeführt.

(5) Der Arbeitgeber hat die Beschäftigten über eine sichere Arbeitsweise beim Schweißen zu unterweisen. Diese Unterweisung muss folgende Aspekte umfassen:

1. die bei dem verwendeten Schweißverfahren freigesetzten Gefahrstoffe und die dabei auftretenden Gefährdungen,
2. die Auswirkungen von schweißtechnischen Parameter,
3. die Schweißposition,
4. die Arbeitsposition (Körperhaltung),
5. die richtige Anwendung der Lüftungstechnischen Einrichtungen,
6. die einzusetzende Persönliche Schutzausrüstung,
7. die allgemeine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung einschließlich der Erläuterung der Angebotsuntersuchungen (§ 14 Abs. 3 GefStoffV),
8. Hygienemaßnahmen,
9. Verhalten bei Betriebsstörungen und
10. Erste Hilfe.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass der Schweißer in der Regel seinen Arbeitsplatz und die auftretenden Belastungen auf Grund der Blendwirkung nicht sehen kann.

(6) Die arbeitsmedizinische toxikologische Beratung soll die Beschäftigten über die Gesundheitsgefahren der Hauptkomponenten der Schweißrauche, wie Metalloxide, Fluoride, sowie irritativ-toxisch wirkende Gase (Ozon, nitrose Gase) wie auch den ggf. entstehenden weiteren Komponenten, insbesondere auch aus den Beschichtungen und den nicht metallischen Begleitkomponenten unterrichten. Dabei sollen die Zusammenhänge zwischen der Partikelgröße und der Lungengängigkeit dargestellt werden. Insbesondere ist darauf hinzuweisen, dass die Schweißrauche überwiegend aus kleinen und sehr kleinen Partikeln bestehen (A-Fraktion bzw. ultrafeine Stäube). Es ist zu erläutern, dass durch das Einatmen der Schweißrauche Erkrankungen der Atemwege wie chronische Bronchitis und Asthma entstehen können und dass eine synergistische Wirkung mit dem Rauchen besteht, d.h. durch das Rauchen erhöht sich das Risiko einer Atemwegserkrankung. Bei vorbestehender bronchialer Überempfindlichkeit oder bei bereits vorhandenen Atemwegserkrankungen ist ein erhöh-

tes Risiko eines beschleunigten Lungenfunktionsverlustes vorhanden. Es ist ferner zu erläutern, dass für bestimmte Schweißverfahren und Materialien das Risiko einer Krebserkrankung. (z. B. Chrom (VI)-Verbindungen, Nickel) besteht. Sofern zutreffend, ist auch darauf hinzuweisen, dass bestimmte Gefahrstoffe Vergiftungen im Sinne systemischer Wirkungen (z. B. Blei, Mangan) und auch Sensibilisierungen (Chrom, Nickel) verursachen können.

(7) Den Beschäftigten ist der Sinn und Umfang der Vorsorgeuntersuchungen zu erläutern und auch zu verdeutlichen, dass bei Vorsorgeuntersuchungen Erkrankungen wie die chronische Bronchitis zwar frühzeitig erkannt werden, aber in der Regel einmal eingetretene Schäden nicht rückgängig gemacht werden können. Es ist deshalb auch besonders zu verdeutlichen, dass nur durch die technischen und persönlichen Schutzmaßnahmen die durch die Einflüsse der schweißtechnischen Arbeiten möglichen Erkrankungen verhütet werden können, nicht aber durch arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen.

Anlage 1 zu TRGS 528

Glossar

Verfahrensbezeichnung	Erläuterung
UP-Schweißen	Beim Unterpulverschweißen werden ein Metalldraht oder mehrere als Elektrode im Lichtbogen, der sich zwischen dem Drahtende und dem Werkstück bildet, unter Pulverabdeckung abgeschmolzen. Das Verfahren lässt sich nur mechanisiert und ausschließlich in waagerechter Schweißposition ausführen. Durch die Pulverabdeckung des Lichtbogens kommt es nur zu geringen Gefahrstoffemissionen. Nach Durchführung der Schweißung wird das Pulver abgesaugt.
Gasschweißen (Autogenverfahren)	Als Energieträger wird beim Gas-Schmelzschweißen in der Regel Acetylen als Brenngas mit Sauerstoff eingesetzt. Der Schweißzusatzwerkstoff - blanker Draht - wird separat zugeführt und in der Schweißflamme bei einer Temperatur von ca. 3100 °C abgeschmolzen.
WIG-Schweißen	Das Wolfram-Inertgasschweißen (WIG) ist ein Schutzgasschweißverfahren, bei dem der Lichtbogen zwischen dem Werkstück und einer Wolframelektrode in einem inerten Gas brennt. Aufgrund des hohen Schmelzpunktes von Wolfram, schmilzt die Elektrode nicht ab. Als Schutzgase werden Argon, Helium oder deren Gemische eingesetzt. Das WIG - Schweißverfahren kann mit oder ohne Schweißzusatzwerkstoff eingesetzt werden. Die Zufuhr des Zusatzwerkstoffes geschieht in der Regel von Hand. Mit diesem Schweißverfahren lassen sich viele Nahtarten in allen Positionen herstellen. Zur Anwendung kommt Gleich- oder Wechselstrom. Die schweißbaren Werkstückdicken reichen bei Stahl bis ca. vier mm und bei Aluminium bis ca. fünf mm.
MAG-Schweißen (Massivdraht) mit Schutzgas	Das Metall-Aktivgasschweißen (MAG) ist ein Schutzgasschweißverfahren, bei dem der Lichtbogen zwischen einer abschmelzenden Drahtelektrode und dem Werkstück in einer Schutzgasatmosphäre brennt. Die Drahtelektrode wird als Schweißzusatzwerkstoff mit einem Drahtvorschubgerät adäquat zur Abschmelzgeschwindigkeit kontinuierlich nachgefördert. Als Schutzgase werden üblicherweise Argon-Kohlendioxid-Gemische verwendet. Das MAG-Verfahren eignet sich insbesondere zum Schweißen von un- und niedriglegierten sowie hochlegierten Stählen.
MAG-Schweißen (Fülldraht) mit/ohne Schutzgas	Beim MAG-Schweißen kommen zunehmend auch Fülldrähte zur Anwendung. Fülldrähte sind „rohrförmige“ Schweißdrähte, die mit Pulver gefüllt sind, die entweder die Eigenschaften der Umhüllung von Stabelektroden aufweisen oder andere Merkmale der Schweißung verbessern. Das Verfahren kann sowohl mit als auch ohne Zugabe von Schweißschutzgasen (selbstschützende Fülldrähte) angewendet werden. Bei den letzteren schmilzt das Pulver und bildet eine gasförmige Schutzglocke über dem Schmelzbad. Die entstehende Schlacke muss entfernt werden.
MIG-/MAG-Schweißen (energiearmes Schutzgasschweißen)	Für dünne Bleche oder wärmeempfindliche Legierungen werden zunehmend impulsgesteuerte MIG/MAG-Kurzlichtbogenprozesse eingesetzt, die durch Steuerung der Stromimpulse die eingebrachte Wärmemenge bei sicherer Schmelzschweißverbindung minimieren.
MIG-Schweißen	Das Metall-Inertgasschweißen (MIG) ist mit dem MAG-Schweißen eng verwandt; als Schutzgase werden jedoch inerte Gase wie z. B. Argon, Helium oder deren Gemische eingesetzt. Der Prozess wird insbesondere zum Schweißen von NE-Metallen genutzt.
LBH-Schweißen	Beim Lichtbogen-Handschweißen (LBH) werden Rutil-, kalkbasisch- oder saurumhüllte Stabelektroden im Lichtbogen abgeschmolzen. Die Umhüllung hat sowohl metallurgische (Zulegierung von Legierungselementen) wie auch verfahrenstechnische Aufgaben (Ausbildung einer Schutzatmosphäre über der Schmelze, Stabilisierung und Ausrichtung des Lichtbogens). Das Abschmelzen der Umhüllung führt zur Bildung von Schlacke, die nach dem Schweißvorgang von der Schweißnaht zu entfernen ist.

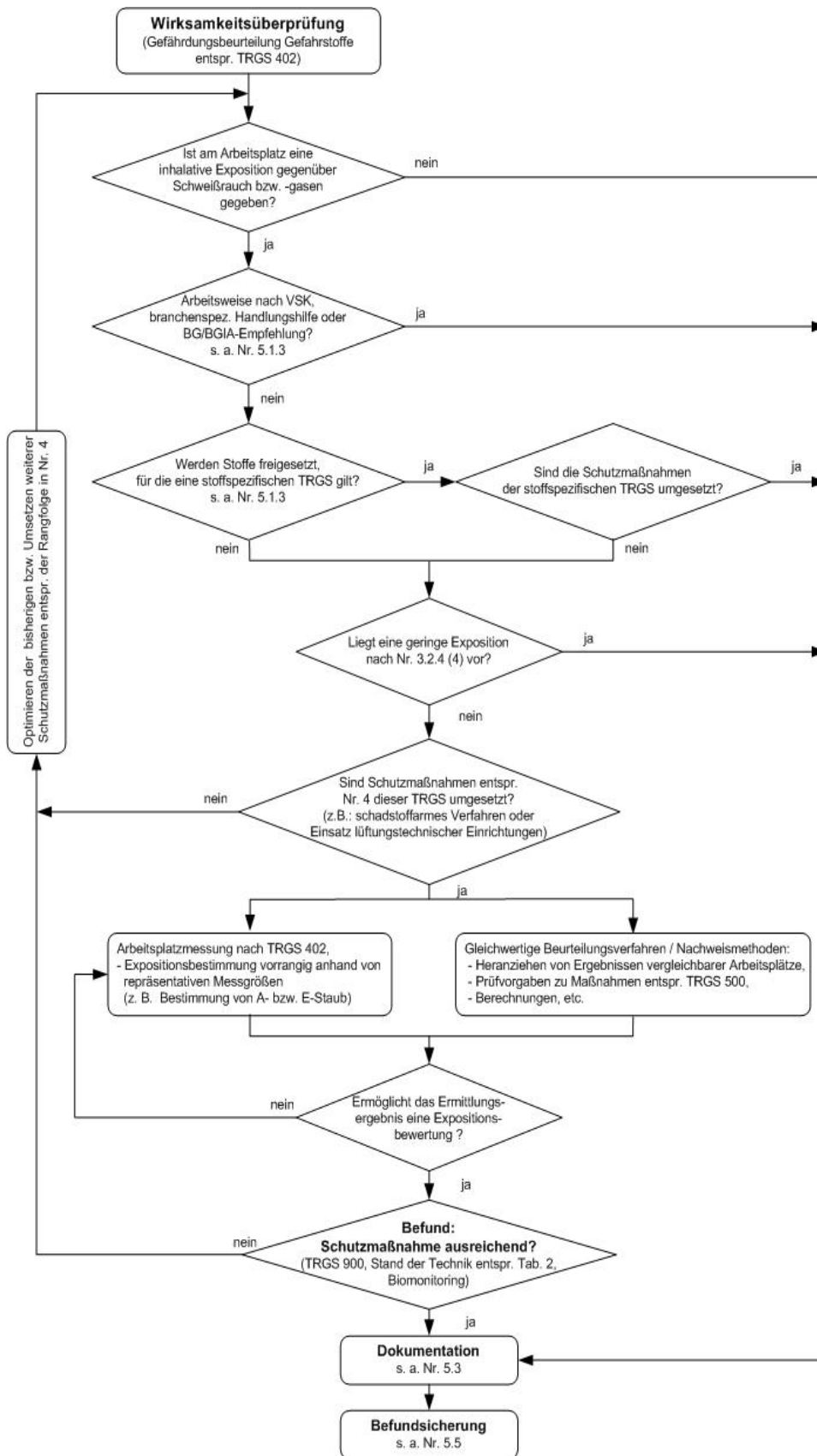
Widerstandsschweißen	Das Widerstandsschweißen ist ein mechanisiertes elektrisches Schweißverfahren insbesondere zum Verbinden von dünnwandigen Werkstücken wie z. B. Feinblechen. Die Werkstücke werden zunächst mit einer Schweißzange oder Rollen zusammen gepresst. Durch Anlegen eines Stromimpulses an den Elektroden der Schweißzange werden die Werkstücke punktuell im Bereich der Elektroden erwärmt und verschmelzen unter dem von der Schweißzange ausgeübten Druck miteinander.
Laserstrahlschweißen mit und ohne Zusatzwerkstoff	Laserstrahlschweißen ist ein Schweißverfahren, bei dem die erforderliche Wärme mit einem Laserstrahl erzeugt wird. Der Laserstrahl dringt in die Werkstoffoberfläche ein, wobei die Energie des Lasers im Werkstoff absorbiert, in Wärme umgewandelt und für den Schweiß- oder Schneidprozess verwendet wird. Es werden vor allem CO ₂ -Laser und Nd:YAG-Laser eingesetzt.
Löten	Fügeverfahren zum Verbinden verschiedener metallischer Werkstoffe mithilfe eines geschmolzenen Zusatzmetalls (Lot), dessen Schmelztemperatur unterhalb derjenigen der Grundwerkstoffe liegt; die Grundwerkstoffe werden benetzt, ohne geschmolzen zu werden. Teilweise wird unter Zusatz von pasten- oder pulverförmigen Flussmitteln gearbeitet, die die Werkstückoberfläche reinigen, die Benetzbarkeit verbessern und die Bildung von Oberflächenfilmen verhindern sollen. Beim Weichlöten schmilzt das Lot bei Arbeitstemperaturen unterhalb 450°C, beim Hartlöten über 450°C. Nach Art der Lötstelle unterscheidet man Verbindungslöten oder Auftragslöten.
Autogenes Brennschneiden	Unter Verwendung von Brenngasen (meistens Acetylen, aber auch Propan, Butan oder deren Gemische) und Sauerstoff oder Luft wird das Material entlang einer Brennfuge auf eine Temperatur erwärmt, die höher ist als die Zündtemperatur des Werkstoffes (für niedriglegierte Stähle: ca. 1050 °C). Danach wird der unter hohem Druck befindliche Schneidsauerstoff zugeschaltet. Damit wird das Material in der Brennfuge verbrannt und ausgetrieben. Mittels Brennschneiden können nur un- bzw. niedriglegierte Stähle (Baustähle wie z. B. S235JRG3, S355J2G3) geschnitten werden.
Metallspritzverfahren	Flamm-, Lichtbogen- bzw. Plasmaspritzen sind Verfahren, um die Oberflächen metallischer Werkstücke durch Aufspritzen einer Metallschicht zu beschichten. Der Spritz-Zusatzwerkstoff wird in Form von Pulvern oder Stäben einer Düse zugeführt. In der Düse wird er in der Flamme eines Brenngas / Luft- bzw. Brenngas / Sauerstoffgemisches, in einem Lichtbogen oder in einem Plasma aufgeschmolzen und in einem Trägergasstrom unter hoher Geschwindigkeit auf die Oberfläche des zu beschichtenden Werkstückes gespritzt. In der Regel kommen hochnickel- oder chromhaltige Spritz-Zusatzwerkstoffe zum Einsatz, um den Werkstückoberflächen spezielle technische Eigenschaften wie z. B. hohe Verschleißfestigkeit, Korrosions- oder Hochtemperaturbeständigkeit zu verleihen.

Literatur:

- [1] Handbuch der Schweißverfahren Teil I: Lichtbogenschweißverfahren Fachbuchreihe Schweißtechnik Band 76/I R. Killing ISBN: 978-3-87155-184-0
- [2] DIN EN 14610 Schweißen und verwandte Prozesse - Begriffe für Metallschweißprozesse; Dreisprachige Fassung EN 14610:2004; Ausgabe: 2005-02
- [3] DIN 1910-100 Schweißen und verwandte Prozesse - Begriffe - Teil 100: Metallschweißprozesse mit Ergänzungen zu DIN EN 14610:2005, Ausgabe: 2008-02

Anlage 2 zu TRGS 528

Anwendungshilfe zu Nummer 5 Wirksamkeitsüberprüfung (in Anlehnung an TRGS 402)



Anlage 3 zu TRGS 528









- Hinweise zur Ermittlung der Expositionen durch Messungen

- (1) Die messtechnischen Ermittlungen sind im Atembereich des Schweißers durchzuführen. Werden Schweißerschutzschirme oder –schilde als Schutz gegen optische Strahlung eingesetzt, erfolgt die Probenahme hinter dem Schutzschirm oder –schild.
- (2) Die zurzeit für A-Staub verfügbaren Messsysteme sind aufgrund ihrer Abmessungen beim Schweißen nur bedingt einsetzbar. Für diese Probenahme an der Person ist das BGIA-Probenahmegerät PGP-EA zu empfehlen. Mit dem Gerätesystem können aus einem Luftstrom simultan die alveolengängige (A)- und die einatembare (E)-Staubfraktion bestimmt werden. Im Arbeitsbereich relevante Metallverbindungen können mit diesem Probenträger nicht bestimmt werden.
- (3) Müssen E-Staub und Metallverbindungen im E-Staub bei dem Arbeitsverfahren berücksichtigt werden, kann das personenbezogene E-Staubprobenahmesystem (u.a. PGP-GSP) eingesetzt und die Metallverbindungen von dem beaufschlagten Filter (Membranfilter) bestimmt werden.
- (4) Darüber hinaus kann es Situationen geben, die mit einer stationären oder ggf. personenbezogenen Probenahme außerhalb des Schutzschirms bzw. -schilds zu erfassen sind z.B. die Beurteilung der Gefährdung an benachbarten Arbeitsplätzen (Bystander) oder die Beurteilung von Schweißverfahren und/oder Schweißpositionen.
- (5) Ist mit der Erzeugung von Ozon zu rechnen, ist zusätzlich eine stationäre Ozonmessung im Arbeitsbereich vorzunehmen.
- (6) Schleifstäube beeinflussen das Ergebnis für Schweißrauch (A-Staub). Werden in dem Arbeitsbereich Schleifarbeiten durchgeführt und beträgt deren Zeitanteil mehr als fünf % ist zusätzlich die einatembare Fraktion (E-Staub) zu bestimmen.

Anlage 4 zu TRGS 528**Beispiele für Betriebsanweisungen**

(FIRMENNAME)	BETRIEBSANWEISUNG ¹²	NR:				
ARBEITSBEREICH: Schiffbau, Behälter- und Apparatebau	ARBEITSPLATZ: Enge Räume, z.B. Doppelboden TÄTIGKEIT: Flammwärmen, -richten					
GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT						
<ul style="list-style-type: none"> - Vergiftung durch nitrose Gase (Die Wirkungen können noch bis zu 72 Stunden nach der Exposition eintreten!) - Erstickung durch Sauerstoffmangel - Verbrennung durch Sauerstoffanreicherung - Explosionsgefahr durch Brenngasansammlung - Brandgefahr durch brennbare Stoffe in den Räumen - Verbrennungen durch angewärmte Teile, Schlacke und Brennerflamme - Lärm 						
SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN						
<ul style="list-style-type: none"> - Immer Raumbelüftung benutzen, mit Anwärmen erst beginnen, wenn Raumlüftung wirksam ist (Kontrolle). - Nicht mit dem Gesicht über der Flamme aufhalten. - Flamme nicht unnötig brennen lassen. - Niemals Sauerstoff zur „Luftverbesserung“ ausströmen lassen. - Brennergeschirr auf poröse Schläuche und festen Sitz der Verschraubungen überprüfen. - Schläuche nicht über scharfe Kanten ziehen. - Brennergeschirr in Pausen und bei Arbeitsende aus dem Raum entfernen oder an der Einspeisestelle Schläuche abnehmen. - Brennbare Stoffe, wie Fette, Öle, Farben, Holz, Papier usw. aus dem Arbeitsbereich entfernen. Ist das nicht möglich, Stoffe abdecken und Feuerlöscher bereithalten. - Brenngasschläuche nicht um den Körper legen. - Schwer entflammbaren Schweißeranzug benutzen. Hosenbeine über die Schuhe ziehen. - Schutzhandschuhe, Schutzbrille und Gehörschutz benutzen 						
VERHALTEN BEI STÖRUNGEN						
<ul style="list-style-type: none"> - Bei Ausfall der Lüftung sofort die Arbeit einstellen und den Raum verlassen - Bei Schlauchbrand sofort den Raum verlassen und Gasventile an der Einspeisestelle schließen. - Entstehungsbrände mit Feuerlöscher bekämpfen, Brand melden (Telefon: 112). 						
VERHALTEN BEI UNFÄLLEN, ERSTE HILFE						
<ul style="list-style-type: none"> - Arbeiten einstellen - Bei Verbrennung betroffene Körperteile sofort unter fließendem Wasser kühlen und Ersthelfer rufen. - Erste Hilfe leisten 	<ul style="list-style-type: none"> - Bei Hustenreiz und Unwohlsein Arzt aufsuchen und auf nitrose Gase hinweisen. - Hilfe holen über Tel. 112 - Vorgesetzten informieren 					
INSTANDHALTUNG, ENTSORGUNG						
Wartung und Instandhaltung nur durch beauftragte Personen						
FOLGEN DER NICHTBEACHTUNG						
<ul style="list-style-type: none"> - Gesundheitliche Schäden - Sachschäden 	<ul style="list-style-type: none"> - Arbeitsrechtliche Maßnahmen 					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; height: 40px; vertical-align: bottom;">Datum:</td> <td style="width: 70%; vertical-align: bottom;">Unterschrift:</td> </tr> <tr> <td style="width: 30%; height: 40px; vertical-align: bottom;">Datum:</td> <td style="width: 70%; vertical-align: bottom;">Freigabe:</td> </tr> </table>			Datum:	Unterschrift:	Datum:	Freigabe:
Datum:	Unterschrift:					
Datum:	Freigabe:					

¹² Diese Betriebsanweisung ist beispielhaft und ist an den jeweiligen Bedarfsfall anzupassen.

(Firmenname)	BETRIEBSANWEISUNG ¹² nach § 14 der Gefahrstoffverordnung	Nr. ...
1. Anwendungsbereich		
Arbeitsbereich/-platz/Tätigkeit: Schiffbau, Chemischer Apparate- bau	Tätigkeit: Lichtbogenhand- und MAG-Schweißen von Chrom-Nickel-Stählen	
2. Gefahrstoffbezeichnung		
 	Schweißrauch mit krebserzeugenden Anteilen von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxiden	
3. Gefahren für Mensch und Umwelt		
<ul style="list-style-type: none"> - Einatmen dieser Schweißrauche kann Krebs erzeugen - Reizung der Atemwege und der Magenschleimhaut - Allergische Reaktionen der Haut durch Nickeloxid 		
4. Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln		
   	<ul style="list-style-type: none"> - Schweißrauche immer im Entstehungsbereich absaugen - Erfassungselement über der Schweißstelle positionieren und stets nachführen - Arbeiten nur in belüfteten Räumen - Fremdbelüfteten Schweißhelm benutzen - Am Arbeitsplatz nicht essen, trinken und nicht rauchen - Vor Pausen und nach Schichtende Gesicht und Hände reinigen sowie verschmutzte Arbeitskleidung wechseln - Reinigung des Arbeitsplatzes nur mittels Absaugen (nicht fegen!) 	
5. Verhalten im Gefahrfall		Notruf: ...
<ul style="list-style-type: none"> - Bei Ausfall der Absaugung, Lüftung oder des fremdbelüfteten Schweißhelms sofort die Arbeit einstellen und den Arbeitsbereich verlassen. - Vorgesetzten informieren 		
6. Erste Hilfe		Notruf: ...
 	Beim Auftreten von allergischen Reaktionen oder Reizungen der Atemwege Arbeit einstellen und Arzt aufsuchen	
7. Sachgerechte Entsorgung		
- entfällt		
Datum:	Unterschrift/Freigabe:	

Anlage 5 zu TRGS 528

Informationen, die im Schweißrauchdatenblatt enthalten sein müssen

(In Anlehnung an DIN EN ISO 15011-4)

Schweißrauchdatenblatt

Hersteller/Lieferant:	Adresse:
Datum der Erstellung oder Validierung:	

Handelsname des Zusatzwerkstoffs:	Art des Zusatzwerkstoffs:
Normen, nach denen der Zusatzwerkstoff hergestellt wurde:	

Prüflabor:	Datum des Prüfberichts:
	Beobachtungen des Prüflabors:

Prüfbedingungen

Parameter	Prüfbedingungen
Durchmesser des Zusatzwerkstoffs (mm)	
Stromstärke (A)	
Spannung (V)	
Polarität (dc ⁺ /ac/dc ⁻)	
Gastyp	
Gasdurchfluss (l/min)	
Schweißgeschwindigkeit (mm/min)	
Werkstoff des Prüfstücks	
Stromquelle: Typ, Hersteller und Modell	
Brenner: Hersteller, Modell und Gashüllendurchmesser (mm)	
Abstand Kontaktdüse/Werkstück (mm)	
Drahtvorschubgeschwindigkeit (mm/s)	

Rauchemissionsrate und Daten über die chemische Zusammensetzung

Rauchemissionsrate (mg/s und g/h)	
-----------------------------------	--

Haupt- Komponenten des Rauchs	Chemische Zusammensetzung (Gew.-%)

Anlage 6 zu TRGS 528

Literatur

- (1) Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
 1. TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“,
 2. TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“,
 3. TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“,
 4. TRGS 557 „Dioxine“,
 5. TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“.
- (2) BG-Regeln
 1. Arbeiten in Behältern, Silos und engen Räumen (BGR 117-1),
 2. Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen (BGR 121),
 3. Benutzung von Atemschutzgeräten (BGR 190),
 4. Betreiben von Arbeitsmitteln (BGR 500), insbesondere Kapitel 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“; online-Fassung siehe <http://www.dguv.de> (Webcode: 572676).
- (3) BG-Informationen, LASI-Leitfäden
 1. Auswahlkriterien für die spezielle arbeitsmedizinische Vorsorge nach dem berufsgenossenschaftlichen Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen; Schweißrauche (BGI 504-39),
 2. Schadstoffe in der Schweißtechnik (BGI 593),
 3. Zertifizierte Atemschutzgeräte (BGI 693),
 4. Nitrose Gase beim Schweißen, Schneiden und bei verwandten Verfahren (BGI 743),
 5. Umgang mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden beim Wolfram-Inertgasschweißen [WIG] (BGI 746),
 6. Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen G 39 „Schweißrauche“,
 7. BG/BGIA-Empfehlungen für die Gefährdungsbeurteilung nach der Gefahrstoffverordnung - Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG-Schweißen)“ (BGI 790-012),
 8. BG/BGIA-Empfehlung „Weichlöten mit dem LötKolben an elektrischen und elektronischen Baugruppen oder deren Einzelkomponenten (Kolbenlöten)“ (BGI 790-014)
 9. Untersuchungsbericht „Lötrauchemissionen beim Weichlöten“ [BGIA-Projekt 3060, www.hvbq.de/d/bia/pro/pro1/pr3060.html](http://www.hvbq.de/d/bia/pro/pro1/pr3060.html).
 10. LASI-Veröffentlichung: Handlungsanleitung „Schutzmaßnahmen zur Minimierung der Gefahrstoffexposition beim Schutzgasschweißen“ (LV 42)
- (4) Normen
 1. DIN EN 481 Arbeitsplatzatmosphäre; Festlegung der Teilchengrößenverteilung zur Messung luftgetragener Partikel (Ausgabe 1993-09-00),
 2. DIN EN ISO 15011-4 Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und verwandten Verfahren; Laborverfahren zum Sammeln von Rauchen und Gasen; Teil 4: Schweißrauchdatenblätter (Ausgabe 2006-06-00) mit Änderung A1, Ausgabe 2007-03-00 (Entwurf),

3. DIN EN ISO15012-1 Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und verwandten Prozessen - Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung von Luftreinigungssystemen - Teil 1: Bestimmen des Abscheidegrades für Schweißrauch (Ausgabe 2005-03-00)
 4. DIN EN ISO 10882-1 Arbeits-, und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren; Probennahme von partikelförmigen Stoffen und Gasen im Atembereich des Schweißers; Teil 1: Probennahme von partikelförmigen Stoffen (Ausgabe 2001-04-00),
 5. DIN EN ISO 10882-2 Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren; Probennahme von partikelförmigen Stoffen und Gasen im Atembereich des Schweißers; Teil 1: Probennahme von partikelförmigen Gasen (Ausgabe 2001-04-00),
 6. DIN EN 29454-1 Flussmittel zum Weichlöten; Einteilung und Anforderungen; Teil 1: Einteilung, Kennzeichnung und Verpackung (ISO 9454-1:1990) (Ausgabe 1994-02-00),
 7. VDI/DVS 6005 Lüftungstechnik beim Schweißen und bei den verwandten Verfahren (Ausgabe 2005-10-00),
 8. VDI 2262 Blatt 1 Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz; Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe; Allgemeine Anforderungen (Ausgabe 1993-04-00),
 9. VDI 2262 Blatt 2 Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz; Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe; Verfahrenstechnische und organisatorische Maßnahmen (Ausgabe 1998-12-00),
 10. VDI 2262 Blatt 3 Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz; Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe; Lufttechnische Maßnahmen (Ausgabe 1994-05-00),
 11. VDI 2262 Blatt 4 Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz; Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe; Erfassen luftfremder Stoffe (Ausgabe 2006-03-00).
- (5) Probenahme- und Messverfahren
 BGIA-Arbeitsmappe, Nr. 8586; siehe auch <http://www.bgia-arbeitsmappedital.de/>
- (6) Bauartgeprüfte Schweißrauchabsauggeräte
 Maschinen zur Beseitigung gesundheitsgefährlicher Stäube - Allgemeine Informationen und Positivliste, BGIA-Handbuch, Kennzahl 510 210
- (7) Über den Atemschutz hinausgehende Persönliche Schutzausrüstung bei schweißtechnischen Arbeiten aufgrund weiterer Gefährdungen
1. Schweißerschutzkleidung entsprechend DIN EN 470-1 „Schutzkleidung für Schweißen und verwandte Arbeitsverfahren; Teil 1: Allgemeine Anforderungen“ (siehe auch BGR/GUV R 189 „Benutzung von Schutzkleidung“),
 2. Augen- oder Gesichtsschutz mit Schweißerschutzfiltern gemäß Anhang 2 BGR / GUV R 192 „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“,
 3. Schutzhandschuhe gemäß BGR/GUV R 195 „ Benutzug von Schutzhandschuhen“,
 4. Gehörschutz gemäß BGI/GUV-I 5024 „Gehörschutzinformationen.