

855

BGI 855



BG-Information

Schweißtechnische Arbeiten
mit chrom- und nickellegierten Zusatz- und
Grundwerkstoffen

Herausgeber

Berufsgenossenschaft Holz und Metall
Isaac-Fulda-Allee 18
55124 Mainz

Telefon: 0800 9990080-0

Fax: 06131 802-20800

E-Mail: servicehotline@bghm.de

Internet: www.bghm.de

Fachbereich Holz und Metall/Sachgebiet Oberflächentechnik und Schweißen/
Themenfeld Schadstoffe in der Schweißtechnik

Servicehotline bei Fragen zum Arbeitsschutz: 0800 9990080-2

Medien Online: bestellung@bghm.de

Ausgabe April 2011/Redaktioneller Stand November 2013

Schweißtechnische Arbeiten mit chrom- und nickellegierten Zusatz- und Grundwerkstoffen

BGI 855

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
1 Allgemeines	5
2 Rechtliche Bestimmungen	6
2.1 BGR 500, Kapitel 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“	6
2.2 Gefahrstoffverordnung.....	7
2.3 Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS).....	7
3 Hochlegierte Zusatz- und Grundwerkstoffe: Bildung, Toxizität, Einstufung	9
3.1 Bildung von Chrom(VI)-Verbindungen.....	9
3.2 Bildung von Nickeloxiden.....	9
3.3 Gefährdungsabstufung der Emissionen von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxiden.....	10
3.4 Toxizität von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxiden	11
3.5 Einstufung von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxiden.....	11
3.6 Gefährdungsermittlung, Ergebnisse von Arbeitsplatzmessungen	12
4 Un- und niedriglegierte Zusatz- und Grundwerkstoffe	15
5 Beurteilung der Ergebnisse, Schutzmaßnahmen und arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen	16
5.1 Schutzmaßnahmen für den Bereich „h“: relativ hohe Emission von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid.....	16
5.2 Schutzmaßnahmen für den Bereich „m“: mittlere Emission von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid	17
5.3 Schutzmaßnahmen für den Bereich „n“: niedrige Emission von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid	18
5.4 Zusätzliche Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung.....	18
5.5 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen	20
5.6 Weitere Schutzmaßnahmen, Wirksamkeitsüberprüfung	20
6 Unterrichtung und Unterweisung: Betriebsanweisung	21

7 Literatur- und Quellenverzeichnis	22
7.1 Vorschriften und Regel	23
7.2 Andere Publikationen.....	23
8 Abbildungsverzeichnis	25
Anhang 1 Muster einer Betriebsanweisung	26
Anhang 2 Beispiel einer Betriebsanweisung nach § 14 der GefStoffV (in Anlehnung an TRGS 528, Anlage 4, Seite 26)	28

Vorwort

Diese Broschüre richtet sich in erster Linie an den Unternehmer und soll ihm Hilfestellung bei der Umsetzung seiner Pflichten aus staatlichen Arbeitsschutzvorschriften, Unfallverhütungsvorschriften und gegebenenfalls Regeln geben sowie Wege aufzeigen, wie Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden werden können.

Die vorliegende BG-Information wurde mit Unterstützung des Arbeitskreises „Schadstoffe in der Schweißtechnik“ im Fachausschuss „Metall und Oberflächenbehandlung“ Abteilung „Sicherheit und Gesundheit“ (SiGe) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung – DGUV (früher: der Berufsgenossenschaftlichen Zentrale für Sicherheit und Gesundheit – BGZ des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften) – erarbeitet und wird von der Berufsgenossenschaft Holz und Metall herausgegeben.

Der Deutsche Verband für Schweißen und verwandte Verfahren (DVS) hat dazu beigetragen, dass wertvolle Hinweise aus der Praxis enthalten sind.

Sie enthält Hinweise zur sicheren Beurteilung der Exposition des Schweißers gegenüber Schadstoffen und beschreibt die notwendigen Schutzmaßnahmen, die ergriffen werden müssen, um mögliche Gesundheitsgefährdungen bei schweißtechnischen Arbeiten mit chrom- und nickellegierten Zusatz- und Grundwerkstoffen auszuschließen oder zu minimieren.

Der Unternehmer kann bei Beachtung der in dieser BG-Information enthaltenen Empfehlungen, insbesondere den beispielhaften Lösungsmöglichkeiten, davon ausgehen, dass er die in der TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ sowie im Kapitel 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ der BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) geforderten Schutzziele in der Regel erreicht. Dies gilt jedoch auch für andere als die hier beschriebenen Lösungen, vorausgesetzt, sie erreichen mindestens deren Schutzniveau. Sind zur Konkretisierung staatlicher Arbeitsschutzvorschriften von den dafür eingerichteten Ausschüssen technische Regeln ermittelt worden, sind diese vorrangig zu beachten.

1 Allgemeines

Im Abschnitt 3.5 „Auswahl von Verfahren und Arbeitspositionen“ des Kapitels 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ der BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) sowie im Abschnitt 3.2 der TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ wird darauf hingewiesen, dass beim Schweißen mit hochlegiertem Schweißzusatz (Zusatzwerkstoff) krebserzeugende Anteile im Schweißrauch freigesetzt werden.

Forschungsergebnisse (siehe Abschnitt 8) belegen, dass bei der schweißtechnischen Be- und Verarbeitung von hochlegierten Chrom-Nickel-Stählen, hochlegierten Chrom-Legierungen, Nickel und Nickel-Legierungen – neben anderen atembaren Komponenten – Chrom(III)-Verbindungen, Chrom(VI)-Verbindungen, Nickeloxide sowie Mischoxide (Spinelle) entstehen. Die Menge des Schweißrauches und der Anteil dieser Stoffe im Schweißrauch ist von den eingesetzten schweißtechnischen Verfahren und Werkstoffen abhängig.

Epidemiologische Studien (siehe Abschnitt 8) wurden im Hinblick auf die gesundheitliche Gefährdung von Lichtbogenschweißern (LBH, MAG, MIG, WIG) beim Schweißen von un-/niedriglegiertem und hochlegiertem Chrom-Nickel-Stahl durchgeführt. Insgesamt ergab sich für die Lichtbogenschweißer ein leicht erhöhtes, jedoch statistisch nicht signifikantes Risiko für Lungenkrebs.

Die vorliegende Druckschrift widmet sich dem Schweißen und seinen verwandten Verfahren beim Einsatz von chrom- und nickellegierten Zusatz- und Grundwerkstoffen, z. B.

- hochlegierten Chrom-Nickel-Stählen,
- hochlegierten Chrom-Stählen,
- Nickel und Nickellegierungen

wesentlich umfangreicher als im Kapitel 2.26 der BGR 500 und in der TRGS 528 dargestellt. Diese BG-Information beschreibt die durch die verschiedenen schweißtechnischen Verfahren entstehenden Gesundheitsgefahren und gibt – ausgehend von den Ergebnissen spezifischer Untersuchungen (siehe Abschnitt 8) – Empfehlungen und Hinweise für erforderliche Schutzmaßnahmen.

2 Rechtliche Bestimmungen

2.1 BGR 500, Kapitel 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“

Abschnitt 3.5

„Auswahl von Verfahren und Arbeitspositionen“ lautet:

Abschnitt 3.5.1

„Der Unternehmer hat diejenigen Schweiß-, Schneid- und verwandten Verfahren aus-

zuwählen, bei denen die Freisetzung gesundheitsgefährlicher Stoffe gering ist.

Unabhängig von der Auswahl der schweißtechnischen Verfahren (Bild 2-1) hat der Unternehmer nach der Gefahrstoffverordnung unter Berücksichtigung von Verfahren, Werkstoffen und Einsatzbedingungen geeignete Lüftungstechnische Maßnahmen zu ergreifen. Soweit diese nicht möglich oder in ihrer Wirkung nicht ausreichend sind,

Verfahren	Lüftungstechnische Maßnahmen bei Zusatz- und Grundwerkstoffen aus hochlegiertem Stahl und NE-Werkstoffen (außer Aluminiumwerkstoffe)	
	kurzzeitig	länger dauernd
Lichtbogenhandschweißen	A	A
MAG-, MIG-Schweißen	A	A
WIG-Schweißen mit thoriumoxidfreien Wolframelektroden	F	T
WIG-Schweißen mit thoriumoxidhaltigen Wolframelektroden	A	A
Unterpulverschweißen	T	T
Laserstrahlschweißen und Auftragsschweißen	A	A
Laserstrahlschneiden	A	A
Plasmaschmelzschnitten	A	A
Thermisches Spritzen	A	A

F=freie (natürliche) Lüftung T=technische (maschinelle) Raumlüftung A=Absaugung im Entstehungsbereich der Schadstoffe

Bild 2-1: Lüftung in Räumen bei Verfahren mit/ohne Zusatzwerkstoff in Anlehnung an die Tabellen 1 und 2 des Kapitels 2.26, BGR 500

müssen gegebenenfalls zusätzlich geeignete Atemschutzgeräte zur Verfügung gestellt und verwendet werden.

Abschnitt 3.5.2

Der Unternehmer hat dafür zu sorgen, dass Arbeitspositionen eingenommen werden können, bei denen die Einwirkung gesundheitsgefährlicher Stoffe auf die Versicherten gering ist.

Abschnitt 3.5.3

Von den Absätzen 1 und 2 darf aus zwingenden Gründen abgewichen werden.“

Im Abschnitt 3.5.1 werden entsprechend der eingesetzten Verfahren und Werkstoffe lüftungstechnische Maßnahmen aufgeführt, die im Regelfall den Forderungen des Abschnittes 3.5 genügen.

2.2 Gefahrstoffverordnung

Die in Abschnitt 2.1 dargestellten lüftungstechnischen Maßnahmen erfüllen unter den dort genannten Bedingungen Abschnitt 3.5 des Kapitels 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ der BGR 500 und somit auch die lüftungstechnischen Maßnahmen entsprechend §§ 7 bis 11 der Gefahrstoffverordnung.

Von besonderer Bedeutung für die Festlegung von Schutzmaßnahmen ist die Gefährdungsbeurteilung. Dieser wird in

den weiteren Abschnitten dieser BGI Rechnung getragen.

2.3 Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)

2.3.1 TRGS 900

In den Technischen Regeln für Gefahrstoffe „Arbeitsplatzgrenzwerte“ (TRGS 900) werden, entsprechend der neuen GefStoffV, technische Richtkonzentrationen (TRK) für krebserzeugende Stoffe, also auch für die vorgenannten chemischen Verbindungen, nicht mehr geführt.

2.3.2 TRGS 905

Die TRGS 905 führt nur Stoffe auf, die durch andere Vorschriften nicht entsprechend geregelt sind. Somit wird die Einstufung für Chrom(VI)-Verbindungen sowie für Nickeloxide in der TRGS 905 nicht geführt. Eine Gesamtliste aller als krebserzeugend, erbgutverändernd oder fortpflanzungsgefährdend bewerteter Stoffe findet sich unter www.baua.de (> Gefahrstoffe > Einstufung und Kennzeichnung > CMR Gesamtliste).

2.3.3 TRGS 402

Zur Ermittlung und Beurteilung der Schadstoffkonzentration am Arbeitsplatz wird die TRGS 402 herangezogen.

Darin werden die Vorgehensweise zur Ermittlung der inhalativen Exposition, die Expositionsbeurteilung sowie die Wirksam-

keit der Schutzmaßnahmen beschrieben. Die Ermittlung der Exposition kann sowohl durch Arbeitsplatzmessungen als auch durch gleichwertige Ermittlungsmethoden erfolgen.

Die Beurteilung der Exposition erfolgt bei Stoffen mit AGW durch Vergleich mit den Grenzwerten. Bei Stoffen ohne AGW, wie Chrom(VI)-Verbindungen oder Nickeloxide, sind andere Kriterien genannt, z. B. VSK, BG/BGIA-Empfehlungen. Hier sind die Werte nach dem Stand der Technik (siehe auch Tabelle 2 der TRGS 528 sowie Bild 5-1 auf Seite 19) zu beachten. Auch bei Einhaltung dieser Werte kann noch ein Krebsrisiko bestehen. Daher sind Maßnahmen zur Expositionsminimierung anzustreben.

Bezüglich der „Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz“ beim Schweißen und bei verwandten Verfahren wird auf das „vereinfachte Bewertungsverfahren anhand von Leitkomponenten“ verwiesen (siehe auch BG-Information „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ [BGI 593], Abschnitt 3).

Wird/werden der/die für die Leitkomponente(n) geltende(n) Grenzwert(e) oder die Werte nach dem Stand der Technik (z. B. Cr(VI), Ni) im Atembereich des Schweißers unterschritten, liegen die Konzentrationen aller anderen Schadstoffe im Schadstoffgemisch unterhalb ihrer jeweiligen Grenzwerte.

Der Befund der Beurteilung bezieht sich auf „Schutzmaßnahmen ausreichend/nicht ausreichend“. Die Wirksamkeitskontrolle der Schutzmaßnahmen wird zur Befund-sicherung herangezogen.

2.3.4 TRGS 528

Abschnitt 3.3 „Gefährdungsbeurteilung“ der TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ weist auf schweißtechnische Arbeiten, bei denen auch krebserzeugende Stoffe freigesetzt werden können, insbesondere beim Schweißen hochlegierter Werkstoffe, hin.

Maßnahmen zur Minimierung der Exposition sind dementsprechend anzustreben, um ein verbleibendes Krebsrisiko weiter zu reduzieren.

3 Hochlegierte Zusatz- und Grundwerkstoffe: Bildung, Toxizität, Einstufung

3.1 Bildung von Chrom(VI)-Verbindungen

Beim **Lichtbogenhandschweißen** mit hochlegierten umhüllten Stabelektroden enthält der Schweißrauch bis zu 16 % Chromverbindungen (Gesamtchrom), vorwiegend in Form von Chrom(VI)-Verbindungen.

Der hohe Anteil an Chrom(VI)-Verbindungen von bis zu 90 % des Gesamtchromes folgt aus den in der Umhüllung vorhandenen Alkali- und Erdalkali-Verbindungen.

Bei basisch umhüllten Stabelektroden liegt der Chromanteil im Schweißrauch überwiegend in Form von Chrom(VI)-Verbindungen vor. Bei rutilumhüllten Stabelektroden liegt der Chrom(VI)-Anteil niedriger als bei den basischen.

Das **Metall-Schutzgasverfahren (MAG)** mit hochlegierten Fülldrähten führt auch zu hohen Anteilen an Chrom(VI)-Verbindungen von bis zu 60 % des Gesamtchroms.

Bei den vorstehend genannten Verfahren treten die Chrom(VI)-Verbindungen meistens als Chromate, z. B. Natriumchromat (Na_2CrO_4), Kaliumchromat (K_2CrO_4) und Calciumchromat (CaCrO_4), auf.

Der Chrom-Anteil im Schweißrauch beim Schutzgasschweißen (MAG) mit hochlegierten Massivdrähten liegt ähnlich hoch wie beim Lichtbogenhandschweißen, der Anteil der Chrom(VI)-Verbindungen ist jedoch viel niedriger.

Beim **Plasmaschmelzschneiden** mit Druckluft sowie beim **Laserstrahlschneiden** von hochlegiertem Stahl (Chrom-Nickel-Stahl) wurden ebenfalls nennenswerte Mengen von Chrom(VI)-Verbindungen gemessen. Chrom(VI)-Verbindungen können in hohen Mengen auch beim thermischen Spritzen mit hoch chromathaltigen Spritzzusätzen entstehen. Hier sind die Chrom(VI)-Verbindungen als Chromtrioxid zu erwarten. Auch beim Überschweißen von früher üblichen zinkchromathaltigen Fertigungsbeschichtungen (Reparatur-Schweißen) entstehen Chrom(VI)-Verbindungen.

3.2 Bildung von Nickeloxiden

Nickeloxide (NiO , NiO_2 , Ni_2O_3) entstehen vorwiegend beim

- Schweißen mit Nickel und Nickellegierungen als Schweißzusatzwerkstoff (insbesondere beim MIG-Schweißen),
- Plasmaschneiden von hochlegiertem Chrom-Nickel-Stahl oder von Nickel und Nickellegierungen,
- thermischen Spritzen mit Nickel und Nickellegierungen als Spritzzusatzwerkstoff.

Der Nickel-Anteil im Rauch – verglichen mit dem Nickel-Anteil im Schweißzusatz – ist beim Lichtbogenhandschweißen mit hochlegierten umhüllten Stabelektroden

unterrepräsentiert (1% bis 3% Nickeloxid im Rauch). Hier entstehen vorwiegend Mischoxide (Spinelle).

Beim MAG-Schweißen von hochlegiertem Chrom-Nickel-Stahl enthält der Schweißrauch bis zu 5% Nickeloxid.

Beim MIG-Schweißen mit Nickel und Nickellegierungen kann der Nickeloxidgehalt im Schweißrauch Werte zwischen 30% und 84% erreichen.

Beim WIG-Schweißen von hochlegiertem Chrom-Nickel-Stahl, Nickel und Nickellegie-

rungen sind die Anteile von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid im Schweißrauch zu vernachlässigen.

3.3 Gefährdungsabstufung der Emissionen von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxiden

Die Erkenntnisse aus den Abschnitten 3.1 und 3.2 sind in Bild 3-1 zusammengefasst. Danach lassen sich die ermittelten Gefährdungen in eine 3-stufige Gefährdungs-

Zusatz- und Grundwerkstoffe	Gefährdungsabstufung durch Emissionen von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxiden bei verschiedenen Schweißverfahren			
	LBH	MAG	MIG	WIG
Hochlegierter Cr-Ni-Stahl Cr 5...30% und Ni 0...30%	h durch Cr(VI)-Verbindungen	Massivdraht m durch NiO, evtl. Cr(VI)-Verbindungen Fülldraht h durch Cr(VI)-Verbindungen	-	n da Cr(VI)-Verbindungen und NiO ²⁾
Nickel und Nickellegierungen Ni > 30%	h überwiegend durch NiO (auch Mischoxide)	h überwiegend durch NiO	h überwiegend durch NiO	n da NiO ²⁾

h = relativ hohe Emission von Chrom(VI)-Verbindungen oder Nickeloxid
 m = mittlere Emission von Chrom(VI)-Verbindungen oder Nickeloxid
 n = niedrige Emission von Chrom(VI)-Verbindungen oder Nickeloxid

) nur in vernachlässigbaren Mengen anfallen
 2) nur in vernachlässigbarer Menge anfallen

Bild 3-1: Gefährdungsabstufung entsprechend der relativen Höhe von Emissionen von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxiden bei verschiedenen Schweißverfahren

abfolge (relativ hohe, mittlere und niedrige Emission von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxiden) unterteilen. Demzufolge erlaubt diese Unterteilung abgestufte Schutzmaßnahmen.

Wie bereits erwähnt, entstehen auch beim Plasmaschmelz- und Laserstrahlschneiden sowie beim thermischen Spritzen relativ hohe Emissionen von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxiden, so dass auch hier die Gefährdung dem Bereich „h“ zuzuordnen ist.

3.4 Toxizität von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxiden

Chrom(VI)-Verbindungen sind von besonderer arbeitsmedizinischer Bedeutung, weil sie eine krebserzeugende Wirkung auf den Menschen haben können.

Bei den Chrom(VI)-Verbindungen wird zwischen

- wasserlöslichen (z. B. Monochromate und Dichromate mit Natrium- und Kaliumanteilen) und
- wasserunlöslichen (z. B. Zinkchromate, Calciumchromat, Bleichromat, Bariumchromat, Chromtrioxid)

Verbindungen unterschieden.

Die wasserlöslichen Chrom(VI)-Verbindungen können Irritationen des Atemtraktes sowie Schädigungen der Nieren und der Leber

hervorrufen. Bei den wasserunlöslichen Chrom(VI)-Verbindungen wurde eine krebserzeugende Wirkung auf den menschlichen Organismus (Lungenkrebs) festgestellt.

Chrom(III)-Verbindungen zeigen hingegen eine niedrige Toxizität und sind deshalb aus arbeitsmedizinischer Sicht unbedenklich.

Bezüglich der Wirkung von Mischoxiden (Spinellen) gibt es zurzeit keine Daten. Somit kann zu deren Toxizität zurzeit keine Aussage gemacht werden.

Nickeloxide sind wasserunlösliche Verbindungen, die ebenfalls eine krebserzeugende Wirkung auf den Menschen haben können und somit aus arbeitsmedizinischer Sicht ähnlich wie Chrom(VI)-Verbindungen zu bewerten sind.

3.5 Einstufung von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxiden

Chrom(VI)-Verbindungen sind im Anhang I der EU-Richtlinie 67/548/EWG (in der TRGS 905 sind diese Stoffe nicht mehr aufgeführt) wie folgt eingestuft:

krebserzeugend: Kategorie 1¹⁾

- Zinkchromat
- Zinkkaliumchromat
- Chromtrioxid (M-2, R_F-3)

¹⁾ Stoffe, die beim Menschen bekanntermaßen krebserzeugend wirken

krebserzeugend: Kategorie 2²⁾

- Chrom(VI)-Verbindungen, z. B. Kaliumchromat (M-2), Kaliumdichromat (M-2, R_F-2, R_E-2), Natriumchromat (M-2, R_F-2, R_E-2), Natriumdichromat (M-2, R_F-2, R_E-2), Calciumchromat (ausgenommen z. B. Zinkchromat, Zinkkaliumchromat, Bleichromat)

²⁾ Stoffe, die als krebserzeugend für den Menschen angesehen werden sollten

krebserzeugend: Kategorie 3³⁾

- Bleichromat

³⁾ Stoffe, die wegen möglicher krebserregender Wirkung beim Menschen Anlass zur Besorgnis geben
M = mutagen oder erbgutverändernd
RF = Fruchtbarkeitsgefährdend
RE = fruchtschädigend
(Kategorie 1–3 nach Anhang VI der RL 67/548/EWG)

Die Einstufung von Nickeloxid lautet wie folgt:

Kategorie 1

- Nickelmonoxid
- Nickeldioxid
- Dinickeltrioxid

Diese Stoffe können beim Menschen bösartige Tumore auslösen.

Grenzwerte siehe auch Abschnitt 2.3.1.

3.6 Gefährdungsermittlung, Ergebnisse von Arbeitsplatzmessungen

Eine große Zahl von Messungen wurde im Rahmen eines Messprogramms durch die Berufsgenossenschaften (siehe Abschnitt 8) durchgeführt. Die Messungen wurden personenbezogen (im Atembereich des Schweißers) sowie stationär (im Raum) durchgeführt. Sie haben zu folgenden Erkenntnissen geführt:

Chrom- und Chrom-Nickel-Stähle

Im Atembereich der Schweißer, die **ohne** Lüftungstechnische Maßnahmen mit hochlegiertem Schweißzusatz arbeiten, sind für Chrom(VI)-Verbindungen Konzentrationen zu erwarten, welche die Werte 0,1/0,05 mg/m³ (Werte nach dem Stand der Technik, Stand Dez. 2004)

- beim **Lichtbogenhandschweißen mit umhüllten Stabelektroden** immer überschreiten,
- beim **MAG-Schweißen mit Fülldraht** häufig überschreiten,
- beim **MAG-Schweißen mit Massivdraht** häufig unterschreiten,
- beim **WIG-Schweißen** immer deutlich unterschreiten,
- beim **Plasmaschmelzschneiden, Laserstrahlschneiden und thermischen Spritzen** häufig überschreiten.

Für Nickeloxid wird eine Konzentration von $0,5 \text{ mg/m}^3$ (Wert nach dem Stand der Technik, Stand Dez. 2004) im Atembereich der Schweißer, die mit hochlegiertem Chrom-Nickel-Schweißzusatz arbeiten, beim Lichtbogenhandschweißen, MAG-Schweißen mit Fülldraht meistens – und beim WIG-Schweißen stets und deutlich – unterschritten.

Beim **Lichtbogenhandschweißen** von Chrom-Nickel-Stahl mit hochlegierten umhüllten Stabelektroden ist die Konzentration von $0,5 \text{ mg/m}^3$ für Nickeloxid auch ohne besondere Schutzmaßnahmen fast immer unterschritten.

Beim **MAG-Schweißen** mit Massivdraht **ohne Lüftungstechnische Maßnahmen** führt die Exposition gegenüber Nickeloxid in vielen Fällen zu Überschreitungen der Konzentration von $0,5 \text{ mg/m}^3$.

Beim Schneiden von Chrom-Nickel-Stahl mit dem Verfahren **Plasmaschmelzschnitten** oder **Laserstrahlschnitten** wird die Nickeloxid-Konzentration den Wert von $0,5 \text{ mg/m}^3$ ohne entsprechende Lüftungstechnische Schutzmaßnahmen erheblich überschreiten; das Gleiche gilt für das thermische Spritzen.

Nickel und Nickellegierungen

Beim Lichtbogenhandschweißen und insbesondere beim **MIG-Schweißen** von Nickel und Nickellegierungen ist eine hohe Exposition für den Schweißer gegenüber Nickel-

oxid feststellbar. Hier muss ohne entsprechende Schutzmaßnahmen immer mit einer Nickeloxid-Konzentration über $0,5 \text{ mg/m}^3$ gerechnet werden.

Beim **Wolfram-Inertgasschweißen** von Nickel und Nickellegierungen ist immer eine Unterschreitung der Konzentration von $0,5 \text{ mg/m}^3$ für Nickeloxid feststellbar.

Die Ergebnisse von Arbeitsplatzmessungen für Chrom(VI)-Verbindungen und für Nickeloxid sind in Bild 3-2 zusammengeführt.

Aus den Tabellen der Bilder 3-1 (siehe Seite 10) und 3-2 (siehe Seite 14) folgt, dass diejenigen Schweißer einer relativ hohen Exposition gegenüber **Chrom(VI)-Verbindungen** und damit einer erhöhten Gefährdung unterliegen, die ohne Lüftungstechnische Maßnahmen insbesondere als **Lichtbogenhandschweißer** mit hochlegierten umhüllten Stabelektroden oder als **MAG-Schweißer mit hochlegiertem Fülldraht** tätig sind. Bei diesen Personengruppen kann ein leicht erhöhtes Krebsrisiko nicht ausgeschlossen werden. Einige Untersuchungen deuten allerdings allgemein auf ein leicht erhöhtes Krebsrisiko bei Schweißern hin.

Eine relativ hohe **Nickeloxid-Exposition** und eine entsprechend erhöhte Gefährdung kann für die Schweißer angenommen werden, die insbesondere das **Metall-Inertgasschweißen (MIG)** von **Nickel und Nickellegierungen** durchführen. Auch beim **Plasmaschmelz-**

schneiden, beim **Laserstrahlschneiden** und beim **thermischen Spritzen** ist ohne Lüftungstechnische Maßnahmen eine erhöhte Gefährdung zu erwarten.

Beim **Widerstandsschweißen**, z. B. Widerstandspunktschweißen, von hochlegiertem Werkstoff ist eine Gefährdung durch Chrom(VI)-Verbindungen oder Nickeloxid praktisch nicht gegeben.

Für den **WIG-Schweißer** beim Schweißen von hochlegiertem Chrom-Nickel-Stahl und von Nickel und Nickellegierungen ist die Gefährdung durch Chrom(VI)-Verbindungen oder Nickeloxiden **als sehr gering** zu bewerten.

Beim **Unterpulverschweißen** mit hochlegiertem Schweißzusatz ist eine Gefährdung durch Chrom(VI)-Verbindungen oder Nickeloxid **nicht zu erwarten**.

Verfahren	Exposition gegenüber Chrom(VI)-Verbindungen bei Chrom- und Chrom-Nickel-Stählen		Exposition gegenüber Nickeloxid bei			
			Chrom-Nickel-Stählen		Nickel und Nickellegierungen	
	Überschreitung von 0,1/0,05 ¹⁾	Unterschreitung von 0,1/0,05 ¹⁾	Überschreitung von 0,5 ²⁾	Unterschreitung von 0,5 ²⁾	Überschreitung von 0,5 ²⁾	Unterschreitung von 0,5 ²⁾
Lichtbogenhandschweißen mit umhüllten Stabelektroden	immer	–	–	fast immer	–	fast immer
MAG-Schweißen mit Massivdraht	–	häufig	–	häufig	fast immer	–
MAG-Schweißen mit Fülldraht	häufig	–	–	fast immer	–	–
MIG-Schweißen	–	–	–	–	fast immer	–
WIG-Schweißen	–	immer	–	immer	–	fast immer
Plasmaschmelzschnitten	häufig	–	immer	–	immer	–
Laserstrahlschneiden	häufig	–	immer	–	immer	–
Thermisches Spritzen	häufig	–	immer	–	immer	–

¹⁾ Orientierungswert für Chrom(VI)-Verbindungen nach dem Stand der Technik Dezember 2004 (0,1 mg/m³ bei Lichtbogenhandschweißen; 0,05 mg/m³ bei allen anderen Verfahren).

²⁾ Orientierungswert (in mg/m³) für Nickeloxid nach dem Stand der Technik Dezember 2004.

Bild 3-2: Exposition am Arbeitsplatz gegenüber Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid ohne Lüftungstechnische Maßnahmen oder bei nicht ausreichender Wirksamkeit von Lüftungstechnischen Maßnahmen

4 Un- und niedriglegierte Zusatz- und Grundwerkstoffe

Beim Schweißen mit unlegiertem oder niedriglegiertem Schweißzusatz (Chrom- und Nickelanteil unter 5 %) ist eine Gefährdung durch Chrom(VI)-Verbindungen oder Nickeloxiden nicht zu erwarten.

Allerdings deuten neuere Untersuchungsergebnisse auch hier auf eine leicht erhöhte Krebsrisikorate bei Schweißern allgemein hin.

5 Beurteilung der Ergebnisse, Schutzmaßnahmen und arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Um die Belastung des Schweißers bei schweißtechnischen Arbeiten mit chrom- und nickellegierten Zusatz- und Grundwerkstoffen – insbesondere beim Auftreten von krebserzeugenden Stoffen, wie Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid – zu minimieren, sind die auf den Abschnitten 3 und 4 beruhenden Ergebnisse in der Reihenfolge der nachfolgend genannten Maßnahmen zu ergreifen:

5.1 Schutzmaßnahmen für den Bereich „h“: relativ hohe Emission von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid

1. Anwendung von hochlegierten umhüllten Stabelektroden mit geringen Anteilen an Natrium und Kalium oder deren Ersatzstoffen, dadurch wird die Bildung von Chromaten reduziert.
2. Umstellung des Schweißens mit hochlegierten umhüllten Stabelektroden auf Schutzgasschweißen (MAG-Schweißen nur mit Massivdraht oder WIG Schweißen), wenn technisch möglich, siehe Abschnitt 3.5 „Auswahl von Verfahren und Arbeitspositionen“ des Kapitels 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ der BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) sowie Pkt. 4.2 der TRGS 528. Beim MAG-Schweißen entstehen wenig Chrom(VI)-Verbindungen; beim WIG-Schweißen sind Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid zu vernachlässigen.
3. Optimierung der verfahrensspezifischen Parameter, z. B. Strom, Spannung, Schneidgeschwindigkeit, d. h. in der Regel Einhaltung der von den Herstellern angegebenen Werte; führt insgesamt zu niedrigeren Rauchemissionen.
4. Beim MAG-Schweißen Anwendung der Impuls-Lichtbogentechnik, soweit technisch möglich; führt insgesamt zu niedrigeren Rauchemissionen.
5. Wirksame Absaugung des Schweißrauches im Entstehungsbereich, z. B. brennerintegrierte Absaugung beim MAG-/MIG-Schweißen und Untertisch-Absaugung beim Plasmaschmelzschnitten (siehe auch Pkt. 4.4 TRGS 528); ist eine wirksame Absaugung der Rauche im Entstehungsbereich aus technischen Gründen nicht möglich, ist eine andere Lüftungsart, z. B. Raumlüftung, zu verwenden. Weitere Lüftungstechnische Maßnahmen siehe auch BG-Regel „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ (BGR 121), DVS/VDI Richtlinie 6005 „Lüftungstechnik beim Schweißen und bei

verwandten Verfahren“ sowie BG-Information „Schadstoffe beim Schweißen und bei verwandten Verfahren“ (BGI 593).

6. Erfassungselement nachführen und richtig positionieren.
7. Einnahme einer günstigen Arbeitsposition, wobei der Atembereich möglichst weitgehend von Schweißrauch frei bleibt: z. B. nicht über Schweißstelle beugen. Werkstück zweckmäßig positionieren (siehe auch Kapitel 2.26, Abschnitt 3.5 BGR 500 und Pkt. 4.7 TRGS 528).
8. Wasserabdeckung oder Wasservorrichtung beim Plasmaschmelzschnitten.
9. Kabinen für das thermische Spritzen, siehe BGI 593.
10. Anwendung von Atemschutzgeräten in Ergänzung zu den vorstehend genannten Schutzmaßnahmen insbesondere in engen Räumen, wie Kessel, Behälter, Schiffs-Doppelbodenzellen oder anderen Bereichen mit eingeschränktem Luftaustausch, siehe Abschnitt 3.5 „Auswahl von Verfahren und Arbeitspositionen“ des Kapitels 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ der BG-Regel „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500) sowie Pkt. 4.7 TRGS 528, § 4 Abs. 2 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention (BGV A 1), BG-Regel „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR 190) und BG-Information „Zertifizierte Atemschutzgeräte“ (BGI 693).

5.2 Schutzmaßnahmen für den Bereich „m“: mittlere Emission von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid

1. Beim MAG-Schweißen Anwendung der Impuls-Lichtbogentechnik, soweit technisch möglich (siehe Abschnitt 5.1, Absatz 4).
2. Optimierung der verfahrensspezifischen Parameter, z. B. Strom und Spannung, d. h. in der Regel Einhaltung der von den Herstellern angegebenen Werte (siehe Abschnitt 5.1, Absatz 3).
3. Wirksame Absaugung des Schweißrauches im Entstehungsbereich, z. B. brennerintegrierte Absaugung beim MAG-/MIG-Schweißen; ist eine wirksame Absaugung der Rauche im Entstehungsbereich aus technischen Gründen nicht möglich, ist eine andere Lüftungsart, z. B. Raumlüftung, zu verwenden (siehe Abschnitt 5.1, Absatz 5).
4. Erfassungselement nachführen und richtig positionieren.
5. Einnahme einer günstigen Arbeitsposition, bei welcher der Atembereich möglichst weitgehend von Schweißrauch frei bleibt: z. B. nicht über Schweißung beugen; Werkstück zweckmäßig positionieren. Siehe Kapitel 2.26, Abschnitt 3.5 BGR 500 und Pkt. 4.7 TRGS 528.

6. Anwendung von Atemschutzgeräten in Ergänzung zu den vorstehend genannten Schutzmaßnahmen insbesondere in engen Räumen, wie Kessel, Behälter, Schiffs-Doppelbodenzellen oder anderen Bereichen mit eingeschränktem Luftaustausch. Siehe Kapitel 2.26, Abschnitt 3.5 BGR 500 und Pkt. 4.7 TRGS 528, BGR 190 und BGI 693.

5.3 Schutzmaßnahmen für den Bereich „n“: niedrige Emission von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid

Keine besonderen Maßnahmen, wie in den Abschnitten 5.1 und 5.2, erforderlich. Siehe Kapitel 2.26, Abschnitt 3.5 BGR 500 BGI 790-012 sowie Pkt. 3.2 und Pkt. 4 TRGS 528.

Optimierung der verfahrensspezifischen Parameter und Einnahme einer günstigen Arbeitsposition sind hier auch sinnvoll (diesbezüglich siehe die Erläuterungen in 5.1 und 5.2).

5.4 Zusätzliche Hinweise zur Gefährdungsbeurteilung

Sofern der Unternehmer feststellt, dass der zu beurteilende Schweißarbeitsplatz nicht durch die in Bild 3-1 auf Seite 10 ge-

nannten Fälle („Verfahren, Werkstoffe und Lüftungstechnische Maßnahmen“ beschrieben wird oder er von den Schutzmaßnahmen für die Bereiche „h“ und „m“ abweicht, muss er auf der Grundlage von §§ 7 bis 11 der Gefahrstoffverordnung in Verbindung mit der TRGS 402 eine neue Bewertung der Gefährdung des Arbeitsplatzes mit entsprechender Festlegung erforderlicher Lüftungstechnischer Maßnahmen durchführen.

Entsprechend der TRGS 528, Abschnitt 3.2 „Gefährdungsbeurteilung“ und der dabei dargestellten Tabelle 1 „Beurteilung der Verfahren anhand von Emissionsraten unter Berücksichtigung werkstoffspezifischer Faktoren bzw. Wirkungen; Zuordnung zu Gefährdungsklassen“ sind schweißtechnische Verfahren, wie LBH, MAG und MIG, bei denen krebserzeugende Stoffe im Schweißrauch enthalten sind, der Gefährdungsklasse „hoch“ zuzuordnen und somit sind die in der TRGS 528 genannten Schutzmaßnahmen umzusetzen.

Die Tabelle im Bild 5-1 gibt den Stand der Technik aus Expositionsdaten bei schweißtechnischen Arbeiten wieder.

Die Angaben beziehen sich auf Arbeitsplätze mit Schweißrauchabsaugung.

Beurteilung der Ergebnisse, Schutzmaßnahmen und arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Verfahren	Schweiß-zusatz-werkstoff bzw. Werkstoff	Schweiß-rauch in mg/m ³	Chrom(VI)-Verbindungen in mg/m ³	Nickel und seine Verbindungen in mg/m ³	Ozon in mg/m ³	Stickoxide in mg/m ³
Gasschweißen (Autogenschweißen)	unlegierte, niedrig legierte Stähle	partikelförmige Emissionen nicht relevant			nicht angebar ¹⁾	nicht angebar ¹⁾
LBH	unlegierte, niedrig legierte Stähle	≤ 3 (A) ≤ 10 (E)	nicht relevant		nicht angebar ¹⁾	nicht angebar ¹⁾
	hoch legierte Stähle	≤ 3 (A) ≤ 10 (E)	≤ 0,03 (E)	≤ 0,05 (E)		
MAG/MIG	unlegierte, niedrig legierte Stähle	≤ 3 (A) ≤ 10 (E)	nicht relevant		≤ 0,2	nicht angebar ¹⁾
	hoch legierte Stähle	≤ 3 (A) ≤ 10 (E)	≤ 0,02 (E)	≤ 0,1 (E)		
UP-Schweißen		≤ 1 (A)	nicht relevant		nicht relevant	
WIG-Schweißen ²⁾		≤ 1 (A) ≤ 2 (E)	≤ 0,01 (E)	≤ 0,01 (E)	≤ 0,1	nicht angebar ¹⁾
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 ¹⁾	nicht angebar ¹⁾
Brennschneiden		≤ 3 (A) ≤ 10 (E)	nicht relevant		nicht angebar ¹⁾	NO: ≤ 2,5 NO ₂ : ≤ 2

¹⁾ Stand der Technik nicht angebar, da Daten zur Festlegung eines Wertes nicht in ausreichender Menge vorliegen. Es gilt Nummer 5.1 Abs. 9.

²⁾ siehe auch BGI 790-012

Bild 5-1: Übersicht zum Stand der Technik nach Tabelle 2 der TRGS 528 (Stand 2009)

5.5 Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen sind entsprechend ArbMedVV für die Bereiche nach den Abschnitten 5.1 bis 5.4 nach dem DGUV-Grundsatz für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

- G 39 „Schweißbrauche“

bei Überschreitung der 3 mg/m^3 A-Staub durchzuführen. Bei Einhaltung einer Schweißrauchkonzentration von 3 mg/m^3 A-Staub sind diese Vorsorgeuntersuchungen anzubieten.

Bei Expositionen gegenüber krebserzeugenden Stoffen, wie Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid, sind in Abhängigkeit der Expositionshöhe arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach Anhang Teil 1 der ArbMedVV zu veranlassen, anzubieten bzw. ist das regelmäßige Angebot zu organisieren (G 15 „Chrom(VI)-Verbindungen“, G 38 „Nickel oder seine Verbindungen“). Diesbezüglich siehe auch Punkt 6 der TRGS 528.

Auch beim Tragen von Atemschutzgeräten sind gemäß Teil 4 des Anhangs zur ArbMedVV Pflichtuntersuchungen bei Atemschutzgeräten der Gruppen 2 und 3 und Angebotsuntersuchungen beim Tragen von Atemschutzgeräten der Gruppe 1 erforderlich. Diese sind entsprechend G 26 „Atemschutzgeräte“ (bei Atemschutz-

geräten schwerer als 3 kg und mit Atemwiderstand) durchzuführen.

5.6 Weitere Schutzmaßnahmen, Wirksamkeitsüberprüfung

Sind über die Abschnitte 5.1 bis 5.4 hinaus noch weitere Maßnahmen erforderlich, z. B. Kennzeichnungspflicht, Trink- und Essverbot, so sind die entsprechenden Bestimmungen der Gefahrstoffverordnung, insbesondere die §§ 5, 16 und 19 anzuwenden.

Die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen ist zu überprüfen (siehe § 8 GefStoffV). Technische Schutzmaßnahmen, z. B. Lüftungs- und Absaugeinrichtungen, müssen regelmäßig, mindestens jährlich, auf ihre ausreichende Funktion und Wirksamkeit überprüft werden (siehe Abschnitt 5, TRGS 528).

Entsprechend der Gefahrstoffverordnung sind zusätzlich folgende Maßnahmen erforderlich:

- Mitteilung an die betroffenen Arbeitnehmer und Betriebs- oder Personalräte (§ 19 Abs. 2),
- Anzeige an die zuständige Behörde.

Darüber hinaus sind ggf. Beschäftigungsbeschränkungen entsprechend der Mutterschutzrichtlinienverordnung (§ 5) und des Jugendarbeitsschutzgesetzes (§ 22) zu beachten.

6 Unterrichtung und Unterweisung: Betriebsanweisung

Anhand dieser Betriebsanweisung sind die Beschäftigten vor Aufnahme der Tätigkeit und in regelmäßigen Abständen, mindestens jedoch einmal pro Jahr, mündlich zu unterweisen.

Für das Schweißen und verwandte Verfahren mit hochlegierten Zusatz- und Grundwerkstoffen ist eine arbeitsplatzbezogene Betriebsanweisung nach nach Abschnitt 3.1.1 und 3.1.2 Kapitel 2.26 „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ (BGR 500) in Verbindung mit § 14 „Unterrichtung und Unterweisung der Beschäftigten“ Gefahrstoffverordnung und den Technischen Regeln für Gefahrstoffe „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“ (TRGS 555) zu erstellen.

Die Betriebsanweisung trägt der durchgeführten Gefährdungsbeurteilung Rechnung und muss von den Beschäftigten beachtet werden.

Diese ist an neue Erkenntnisse anzupassen und entsprechend dem Stand der Gefährdungsbeurteilung zu aktualisieren.

Laut TRGS 555 sind insbesondere bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Stoffen, wie Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid, eine arbeitsmedizinisch-toxikologische Beratung sowie zusätzliche Informationspflichten notwendig und weitergehende Maßnahmen zu treffen.

Wie in der Anlage zur TRGS 555 – Schema „Vom Sicherheitsdatenblatt zur Betriebsanweisung“ – aufgezeigt, bieten die Inhalte der Sicherheitsdatenblätter in der Regel eine gute Grundlage zur Erstellung der Betriebsanweisung.

Als Beispiel für eine Betriebsanweisung kann das in Anhang 1 abgebildete Muster dienen. In diesem Muster (Behälterbau = enge Räume) sind auch Gefährdungen, z. B. durch elektrischen Strom, Lärm, berücksichtigt, die in der vorliegenden BG-Information nicht behandelt werden.

Anhang 2 zeigt ein Beispiel einer Betriebsanweisung nach § 14 GefStoffV.

7 Literatur- und Quellenverzeichnis

Nachstehend sind die insbesondere zu beachtenden einschlägigen Vorschriften und Regeln zusammengestellt:

7.1 Vorschriften und Regeln

7.1.1 Verordnungen und Technische Regeln

- Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV) mit zugehörigen Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
- Verordnung zur arbeitsmedizinischen Vorsorge (ArbMedVV)
- Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Benutzung persönlicher Schutzausrüstungen bei der Arbeit (PSA-Benutzungsverordnung – PSA-BV)
- TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“
- TRGS 500 „Schutzmaßnahmen“
- TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“
- TRGS 555 „Betriebsanweisung und Information der Beschäftigten“
- TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“
- TRGS 905 „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“
- DVS/VDI Richtlinie 6005 „Lüftungstechnik beim Schweißen und bei den verwandten Verfahren“

7.1.2 Unfallverhütungsvorschriften, BG-Regeln und BG-Informationen

- „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1)
- „Arbeitsmedizinische Vorsorge“ (BGV A 4)
Anmerkung der Redaktion: zurückgezogen 2011
- „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ (BGR 121)
- „Benutzung von Atemschutzgeräten“ (BGR 190)
- „Betreiben von Arbeitsmitteln“ (BGR 500)

- „Handlungsanleitungen für die arbeitsmedizinische Vorsorge“ (BGI/GUV-I 504)
- „Chrom(VI)-Verbindungen“ (BGI 504-15)
- „Atemschutzgeräte“ (BGI 504-26)
- „Nickel oder seine Verbindungen“ (BGI 504-38)
- „Schweißrauche“ (BGI 504-39)
- „Schadstoffe beim Schweißen und bei verwandten Verfahren“ (BGI 593)
- „Zertifizierte Atemschutzgeräte“ (BGI 693)

7.1.3 DGUV-Grundsätze für arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen

- G 15 Chrom(VI)-Verbindungen
- G 26 Atemschutzgeräte
- G 38 Nickel oder seine Verbindungen
- G 39 Schweißrauche

7.2 Andere Publikationen

Epidemiologische Studien

- Becker N.: „Epidemiologische Follow-up-Studie zur Krebsmortalität unter Chrom-Nickel-exponierten Lichtbogenschweißern“ (1997). Dritter Follow-up (1989 – 1995), Deutsches Krebsforschungszentrum, Abteilung Epidemiologie, Im Neuenheimer Feld 280, 69120 Heidelberg.
- Danielsen E., Langgård S., Andersen A., Knudsen Q. „Incidence of cancer among welders of mild steel and other shipyard workers“ (1993). Br. J. Ind. Med. 50.
- Hansen K. S., Lauritsen J. M., Skytthe A.: „Cancer incidence among mild steel and stainless steel welders and other metal workers“ (1996) AM. J. Ind. Med. 30.
- Sjögren B., Hansen K. S., Kjuus H., Persson P. G. „Exposure to stainless steel welding fumes and lung cancer: a meta-analysis (1994). Occup. Environ. Med. 51.

Untersuchungen zur Schadstoffentstehung

- Eichhorn, F., u. T. Oldenburg: „Untersuchung der Schweißrauchentstehung beim Schweißen mit mittel- und hochlegierten Zusatzwerkstoffen“ (1986). Forschungsberichte Humanisierung des Arbeitslebens der Schweißer, Bd. 13. DVS-Verlag, Düsseldorf.

- Holzinger, K.: „Untersuchungen zur Schadstoffentstehung beim MIG-Schweißen von Nickel- und Nickelbasislegierungen“, Abschlussbericht (1996), Institut für Schweiß-technische Fertigungsverfahren der RWTH Aachen.
- Dennis, J. H.: „Control of Occupational Exposure to Hexavalent Chromium and Ozone in Tubular Wire Arcwelding Processes by Replacement of Potassium by Lithium or by Addition of Zinc“ 2001.
- Dr. Lausch, H.: „Untersuchungen der Zusammensetzung und Struktur von oxydischen Komponenten in freigesetzten Stäuben in der Arbeitsluft bei der Herstellung und Verarbeitung nickelhaltiger metallischer Werkstoffe – nickelhaltige Stäube“, Abschlussbericht (1999), HVBG Sankt Augustin.

Messungen am Arbeitsplatz

- Grothe, Kühnen und Pfeiffer: „Betriebliche Messungen von Schweißrauch unter Berücksichtigung von Nickel und Chromaten“ (1984). DVS-Berichte Band 90, Deutscher Verlag für Schweißtechnik, Düsseldorf.

Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

- Kraume, G., u. A. Zober: „Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz in der Schweißtechnik“ (1989). Fachbuchreihe Schweißtechnik, Bd. 105, DVS-Verlag, Düsseldorf.
- Spiegel-Ciobanu, V. E.: „Chrom und Nickel in der Schweißtechnik“ in „Gesund und Sicher“ 3/1996, Norddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft, Hannover.
- Spiegel-Ciobanu, V. E.: „Schadstoffmessungen beim Metall-Schutzgasschweißen (MIG/MAG) mit Nickel-Zusatzwerkstoffen“ in „Gesund und Sicher“ 8/2000, Norddeutsche Metall-Berufsgenossenschaft, Hannover.
- Spiegel-Ciobanu, V. E.: „Schadstoffe beim Schweißen: Ergebnisse betrieblicher Untersuchungen und Bewertung der Gefährdung“, DVS-Berichte „Schweißen und Schneiden“, Bd. 209, DVS-Verlag, Düsseldorf.

8 Abbildungsverzeichnis

Titelbild: Kemper GmbH, Vreden

Seite 6 [Bild 2-1] BGHM/Spiegel-Ciobanu

Seite 10 [Bild 3-1] BGHM/Spiegel-Ciobanu

Seite 14 [Bild 3-2] BGHM/Spiegel-Ciobanu

Seite 19 [Bild 5-1] Tabelle nach TRGS 528 (2009)

(Firmenname)

BETRIEBSANWEISUNG¹⁾

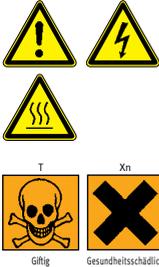
Nr. ...

1. ANWENDUNGSBEREICH

ARBEITSBEREICH:
Chemischer Apparatebau

ARBEITSPLATZ: Behälterbau
TÄTIGKEIT: Lichtbogenhandschweißen mit umhüllten chrom-nickelhaltigen Stabelektroden im Behälter

2. GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT



Elektrischer Strom: erhöhte elektrische Gefährdung durch:

- c Vorhandene Schweißspannung
- c Betriebsspannung von eingesetzten Elektrogeräten

Wärme:

- c Inbrandgeraten der Kleidung, vor allem verschmutzter
- c Verbrennung durch heiße Teile, wegfliegende Spritzer, Schweißperlen und heiße Schlacketeile

Schadstoffe:

- c Einatmen von Schweißrauch mit krebserzeugenden Anteilen (Chrom(VI)-Verbindungen/Nickeloxide)
- c Allergische Reaktionen der Haut (Nickeloxid)
- c Reizung des Atemtraktes oder Schädigungen der Nieren und der Leber (manche Chrom(VI)-Verbindungen)
- c Reizungen der Magen- und Atemwegsschleimhäute durch Fluoride (basisch umhüllte Stabelektroden)

Lärm: durch Lichtbogen, Nahtvorbereitung, Verputzarbeiten, Lüftung/Absaugung

Lichtbogen-Strahlung: intensive Blendung (sichtbares Licht); „Verblitzen“ der Augen, Verbrennen ungeschützter Hautpartien (UV-Strahlung)

Mechanische/chemische Einwirkung auf die Haut: scharfe Kanten, Ecken, Schwitzen in Handschuhen bzw. Schuhen

3. SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN

Vor Arbeitsbeginn Werkzeuge und Einrichtungen, elektrische Geräte und Leitungen visuell auf betriebssicheren Zustand überprüfen

Nur geprüfte Elektrogeräte einsetzen (Prüfplakette beachten)

- c Geeignete Schweißstromquellen (einsetzen, außerhalb des Behälters aufstellen)
- c Klemmen für die Schweißstrom-Rückleitungen so nahe wie möglich an der Schweißstelle anbringen
- c Nur Elektrogeräte (Elektrowerkzeuge, Lampen) mit Schutzkleinspannung oder Schutztrennung verwenden
- c Stets auf einwandfreie Isolierung der elektrischen Leitungen und Geräte achten (auch Schweißleitungen)
- c Stabelektrodenhalter nur isoliert ablegen
- c Elektrisch isolierende Zwischenlagen benutzen
- c Durchfeuchtete, verschmutzte (verölt) Kleidung, Handschuhe durch trockene, saubere ersetzen
- c Schadstoffe im Entstehungsbereich wirksam absaugen (Erfassungselement richtig positionieren, stets nachführen)
- c Zusätzliche technische Lüftung (Be- und Entlüftung)²⁾
- c Umgebungsluft unabhängige Atemschutzgeräte (Isoliergeräte) einsetzen; Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach G 26 „Atemschutz“²⁾ ³⁾
- c Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach G 15 „Chrom“, G 38 „Nickel“, G 39 „Schweißrauche, allgemein“²⁾
- c Schweißerschutzschilde oder -schirme der Schutzstufe 11 bis 14 verwenden



- (umschaltbare elektrooptische Helme entsprechend einstellen)
- c Trockene, schwer entflammare Schutzkleidung, keine leicht schmelzende Kunstfaserunterwäsche tragen
- c Arbeitskleidung geschlossen tragen, Nackenschutz verwenden
- c Stulpenhandschuhe aus Leder verwenden
- c Schutzschuhe mit unbeschädigter, isolierender Sohle tragen
- c Schwer entflammaren Gehörschutz tragen
- c Kniepolster bei knienden Tätigkeiten benutzen
- c Günstige Körperhaltung einnehmen, Rauchfahne beachten
- c Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach G 20 „Lärm“
- c Am Arbeitsplatz nicht essen, trinken und nicht rauchen
- c Vor Pausen und nach Schichtende Gesicht und Hände reinigen
- c Hautschutz-, Reinigungs- und Pflegemittel gemäß Hautschutzplan benutzen
- c Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach G 24 „Hauterkrankungen“

4. VERHALTEN BEI STÖRUNGEN UND IM GEFAHRFALL

Notruf: ...4)

Bei Störungen Arbeit unterbrechen und Vorgesetzten informieren
Arbeit erst nach Beseitigung der Störung aufnehmen

- c Bei Beschädigung elektrischer Leitungen und Geräte die Stromzuführung unterbrechen, für Austausch sorgen (Reparatur nur durch Elektrofachkraft)
- c Bei Ausfall der Lüftung/Absaugung Arbeit einstellen, Behälter verlassen

5. VERHALTEN BEI UNFÄLLEN, ERSTE HILFE

Notruf: ...4)



Bei Unfällen die Arbeit sofort unterbrechen, Unfall melden (..... 4)

Stromunfall:

- c System spannungsfrei machen
- c Verletzten bergen
- c Rettungskette eingang setzen
- c Sofortmaßnahmen (Mund-zu-Mund-Beatmung, Herzdruckmassage)

Reizung der Atemwege und Schleimhäute:

- c An die frische Luft begeben
- c Arzt aufsuchen (Dr. 4)

Sonstige Unfälle/Verletzungen:

- c Ersthelfer 4) aufsuchen (auch bei geringer Verletzung)

6. INSTANDHALTUNG, ENTSORGUNG

Elektrogeräte, deren Prüfung überfällig ist, nicht einsetzen und der Prüfung durch Elektrofachkraft zuführen

- c Staubfreier Filterwechsel bei Absauganlagen
- c Gründliche Reinigung der Absauganlagen vor Reparatur- oder Prüfarbeiten
- c Zur Entsorgung Filter und Filterstaub staubdicht verpacken (Sonder-/Industriemüll)

7. FOLGEN BEI NICHTBEACHTUNG

- c Verletzungen, Erkrankungen, sonstige Gesundheitsschäden
- c Arbeitsrechtliche Folgen

Datum:

Unterschrift/Freigabe:

Betriebsrat:

7) Diese Betriebsanweisung ist beispielhaft und ist an den jeweiligen Bedarfsfall anzupassen.

7) Diese Maßnahmen sind notwendig, solange der Einsatz von Absaugung nicht ausreichend oder nicht möglich ist. Sie können nach TRGS 402 entfallen, wenn die Einhaltung der Grenzwerte nachgewiesen ist.

7) Wenn die Auswahlkriterien nach BGI 504-26/BGR 190 erfüllt sind.

7) Vor Arbeitsbeginn vom Unternehmer zu ermitteln und in der Betriebsanweisung zu vermerken. Beschäftigte unterweisen.

Anhang 2 Beispiel einer Betriebsanweisung nach § 14 der GefStoffV (in Anlehnung an TRGS 528, Anlage 4, Seite 26)

BETRIEBSANWEISUNG ¹⁾		Nr. ...
(Firmenname)	nach § 14 der Gefahrstoffverordnung	
1. ANWENDUNGSBEREICH		
Arbeitsbereich/-platz/Tätigkeit: Schiffbau, Chemischer Apparatebau	Tätigkeit: Lichtbogenhand- und MAG-Schweißen von Chrom-Nickel-Stählen	
2. GEFAHRSTOFFBEZEICHNUNG		
 	<ul style="list-style-type: none">c Schweißrauch mit krebserzeugenden Anteilen von Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxiden	
3. GEFAHREN FÜR MENSCH UND UMWELT		
<ul style="list-style-type: none">c Einatmen dieser Schweißrauche kann Krebs erzeugenc Reizung der Atemwege (Auswurf, Atemnot, Bronchitis) und der Magenschleimhautc Allergische Reaktionen der Haut durch Chrom(VI)-Verbindungen und durch Nickeloxid		
4. SCHUTZMASSNAHMEN UND VERHALTENSREGELN		
  	<ul style="list-style-type: none">c Schweißrauche immer im Entstehungsbereich absaugenc Erfassungselement über der Schweißstelle positionieren und stets nachführenc Arbeiten nur in belüfteten Räumenc Fremdbelüfteten Schweißerschutzhelm benutzenc Staubfreier Filterwechsel bei Absauganlagenc Gründliche Reinigung der Absauganlagen vor Reparatur- oder Prüfarbeitenc Am Arbeitsplatz nicht essen, trinken und nicht rauchenc Vor Pausen und nach Schichtende Gesicht und Hände reinigen sowie verschmutzte Arbeitskleidung wechselnc Reinigung des Arbeitsplatzes nur mittels Absaugen (nicht fegen!)	
5. VERHALTEN IM GEFAHRFALL		Notruf: ...
<ul style="list-style-type: none">c Bei Ausfall der Absaugung, Lüftung oder des fremdbelüfteten Schweißerschutzhelms sofort die Arbeit einstellen und den Arbeitsbereich verlassenc Vorgesetzten informierenc Arbeit erst nach Beseitigung der Störung aufnehmen		
6. ERSTE HILFE		Notruf: ...
 	<ul style="list-style-type: none">c Beim Auftreten von allergischen Reaktionen oder Reizungen der Atemwege Arbeit einstellen und Arzt aufsuchen	
7. SACHGERECHTE ENTSORGUNG		
<ul style="list-style-type: none">c Filter und Filterstaub staubdicht verpacken (Sonder-/Industriemüll)		
Datum:	Unterschrift/Freigabe:	

¹⁾ Diese Betriebsanweisung ist ein Beispiel und an den jeweiligen Bedarfsfall anzupassen.

Weiterführende Auskünfte erteilen Ihnen gern die im Folgenden aufgeführten Präventionsdienste der BGHM.

Kostenfreie Servicehotline: 08009990080-0

Präventionsdienst Berlin

Innsbrucker Straße 26/27
10825 Berlin
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 030 75697-13450
E-Mail: pd-berlin@bghm.de

Präventionsdienst Bielefeld

Turnerstr. 5 – 9
33602 Bielefeld
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0521 52090-22482
E-Mail: pd-bielefeld@bghm.de

Präventionsdienst Bremen

Töferbohmstraße 10
28195 Bremen
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0421 3097-28610
E-Mail: pd-bremen@bghm.de

Präventionsdienst Dessau

Raguhner Straße 49 b
06842 Dessau-Roßlau
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0340 2525-26086
E-Mail: pd-dessau@bghm.de

Außenstelle Dresden

Zur Wetterwarte 27
01109 Dresden

Außenstelle Leipzig

Elsterstraße 8a
04109 Leipzig

Präventionsdienst Dortmund

Semerteichstraße 98
44263 Dortmund
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0231 4196-199
E-Mail: pd-dortmund@bghm.de

Präventionsdienst Düsseldorf

Kreuzstraße 54
40210 Düsseldorf
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0211 8224-844
E-Mail: pd-duesseldorf@bghm.de

Präventionsdienst Erfurt

Lucas-Cranach-Platz 2
99097 Erfurt
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0361 65755-26700
E-Mail: pd-erfurt@bghm.de

Außenstelle Bad Hersfeld

Döllwiesen 14
36282 Haunack

Außenstelle Chemnitz

Nevoigtstraße 29
09117 Chemnitz

Präventionsdienst Hamburg

Rothenbaumchaussee 145
20149 Hamburg
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 040 44112-25190
E-Mail: pd-hamburg@bghm.de

Außenstelle Rostock

Blücherstraße 27
18055 Rostock

Präventionsdienst Hannover

Seligmannallee 4
30173 Hannover
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0511 8118-19170
E-Mail: pd-hannover@bghm.de

Außenstelle Magdeburg

Ernst-Reuter-Allee 45
39104 Magdeburg

Präventionsdienst Köln

Hugo-Eckener-Straße 20
50829 Köln
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0221 56787-24682
E-Mail: pd-koeln@bghm.de

Präventionsdienst Mainz

Isaac-Fulda-Allee 18
55124 Mainz
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 06131 802-25800
E-Mail: pd-mainz@bghm.de

PD Mannheim|Saarbrücken

Standort Mannheim
Augustaanlage 57
68028 Mannheim
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0621 3801-24900
E-Mail: pd-mannheim@bghm.de

Standort Saarbrücken

Koßmannstraße 48 – 52
66119 Saarbrücken
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0681 8509-23400
E-Mail: pd-saarbruecken@bghm.de

Präventionsdienst München

Am Knie 8
81241 München
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 089 17918-20700
E-Mail: pd-muenchen@bghm.de

Außenstelle Traunstein

Kernstraße 4
83278 Traunstein

Präventionsdienst Nürnberg

Weinmarkt 9 – 11
90403 Nürnberg
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0911 2347-23500
E-Mail: pd-nuernberg@bghm.de

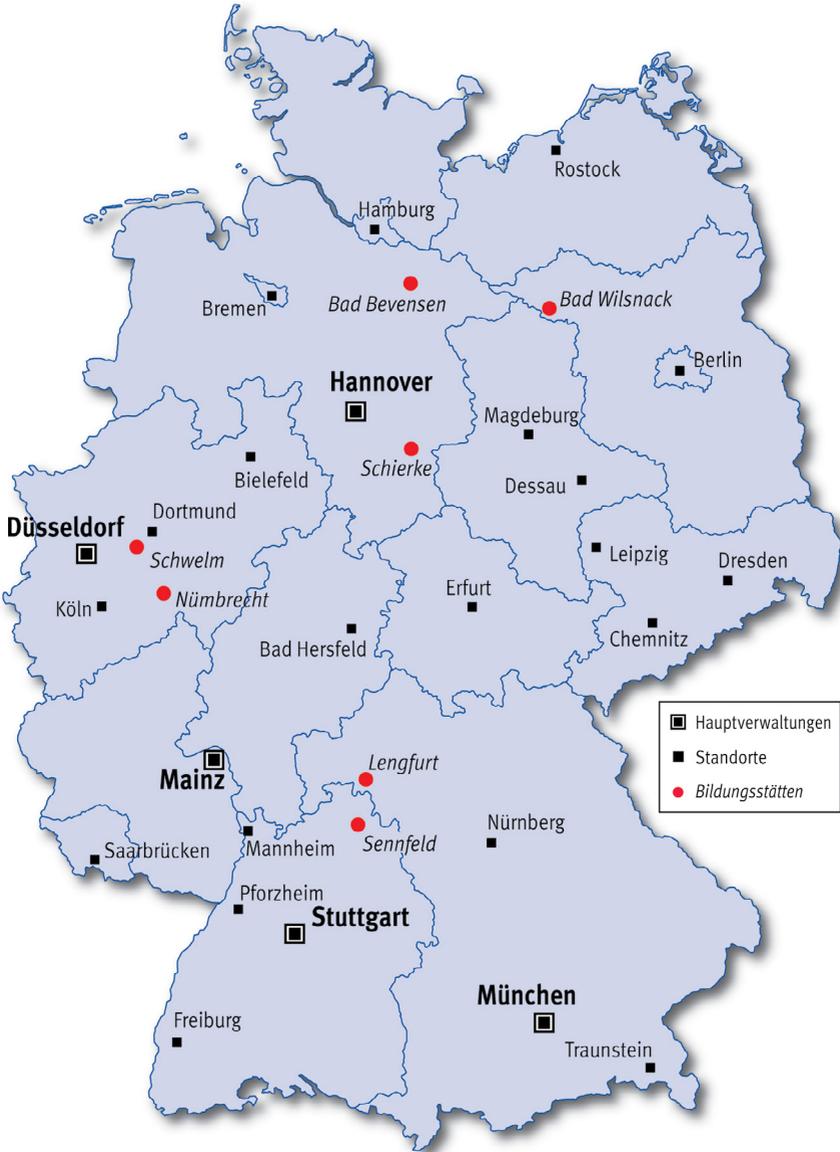
Präventionsdienst Stuttgart

Vollmoellerstraße 11
70563 Stuttgart
Telefon: 0800 9990080-2
Fax: 0711 1334-25400
E-Mail: pd-stuttgart@bghm.de

Außenstelle Freiburg

Basler Straße 65
79100 Freiburg

Standorte der Berufsgenossenschaft Holz und Metall



**Berufsgenossenschaft
Holz und Metall**

Internet: www.bghm.de

Kostenfreie Servicehotline: 0800 9990080-0