



Vorsicht, Krebsgefahr: Nickel im Schweissrauch

Gesundheitsschutz beim Metall-Schutzgasschweissen und thermischen Spritzen

Bei der schweisstechnischen Be- und Verarbeitung von Nickel, sowie Chrom-Nickel-Stahl und Nickelbasislegierungen entstehen einatembare Rauch- und Staubpartikel. Diese können krebs-erzeugende Nickelverbindungen enthalten.

Diese Broschüre informiert Sie über die mögliche Nickelbelastung und damit die Gefährdung der Gesundheit Ihrer Mitarbeitenden bei den Verfahren Metall-Schutzgasschweissen und thermisches Spritzen. Sie gibt Hinweise und Empfehlungen für Schutzmassnahmen, welche die Belastungen minimieren.

Inhalt

1	Schweisssrauch kann Krebs verursachen	4
2	Metall-Schutzgasschweissen (MSG)	5
2.1	Gefährdung durch Nickel	5
2.2	Schutzmassnahmen	6
3	Thermisches Spritzen	8
3.1	Gefährdung durch Nickel	8
3.2	Schutzmassnahmen	8
4	Wirksamkeitsnachweis und arbeitsmedizinische Vorsorge	10
5	Weitere Informationen	11

1 Schweisssrauch kann Krebs verursachen

Schweisssrauch und Spritzstaub können Nickel und unlösliche Nickelverbindungen enthalten. Metallisches Nickel gilt als «möglicherweise krebserzeugend» (Kategorie C3). Unlösliche Nickelverbindungen wurden im Jahr 2005 von der Suva als «beim Menschen bekanntermaassen krebserzeugend» (Kategorie C1) eingestuft. Die Grenzwerte am Arbeitsplatz für unlösliche Nickelverbindungen wurden in der Folge gesenkt. Die seither geltenden maximalen Arbeitsplatzkonzentrationswerte (MAK-Werte, Konzentration in der Luft) und biologischen Arbeitsstofftoleranzwerte (BAT-Werte, Konzentration im Körper) sind in der Tabelle 1 dargestellt (siehe auch Suva-Richtlinie «Grenzwerte am Arbeitsplatz», Bestell-Nr. 1903.d).

Stoffbezeichnung	MAK-Wert mg/m ³	BAT-Wert nmol/l	Kategorie
Nickel (Metall), Nickellegierungen	0,50	766,6	C3
Nickelverbindungen unlöslich (Nickeloxide)	0,05	170,4	C1

Tabelle 1: Grenzwerte am Arbeitsplatz 2013 für Nickel und Nickelverbindungen

Nickelbelastung in der Schweiz

Die Gefahr der Belastung von Arbeitnehmenden mit Nickel besteht vor allem in der metallverarbeitenden Industrie, insbesondere bei schweisstechnischen Arbeitsverfahren mit hochlegierten Zusatz- und Grundwerkstoffen. Die Suva hat die Nickelkonzentrationen im Atembereich von Schweisssern untersucht. Tabelle 2 fasst die Resultate von Luftmessungen bei vier schweisstechnischen Verfahren zusammen. Als besonders kritisch wurde die Gefährdung für die Arbeitnehmenden bei den zwei Verfahren thermisches Spritzen und Metall-Schutzgas-schweissen (MSG-Schweissen) beurteilt. Bei diesen Verfahren entstehen unlösliche Nickelverbindungen, vorwiegend Nickeloxide. An solchen Arbeitsplätzen besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit, dass der MAK-Wert überschritten wird.

Arbeitsverfahren	Anzahl Messwerte	Nickel-Konzentrationen in mg/m³			≥ MAK-Wert %
		50%-Wert	90%-Wert	95%-Wert	
eintatembarer Staub (e-Staub), personenbezogene Probenahme					
MSG-Schweissen	44	0,040	0,167	0,282	41,1
WIG-Schweissen	58	0,009	0,031	0,056	6,2
Thermisches Spritzen	27	0,051	0,406	1,048	50,3
LBH-Schweissen	16	0,012	0,037	0,045	0

Tabelle 2: Auswertung von Luftmessungen für unlösliche Nickelverbindungen bei vier Schweissverfahren (Zeitraum 2007 bis 2010)

50%-Wert (mg/m³):

Dieser Wert (50-Perzentil, Median) bedeutet: 50 Prozent der gemessenen Konzentrationswerte waren tiefer als die angegebene Konzentration. Analog gilt beim 90%-Wert (90-Perzentil), dass 90 Prozent der gemessenen Konzentrationswerte unterhalb dieses Werts lagen.

≥ Grenzwert (%):

Anteil der Messwerte in Prozent, die oberhalb des jeweiligen Grenzwerts (MAK-Wert, BAT-Wert) lagen, bezogen auf Nickel und seine Verbindungen im e-Staub bzw. im Urin.

2 Metall-Schutzgasschweißen (MSG)

Beim MSG-Schweißen mit Nickel und Nickellegierungen als Schweisszusatzwerkstoff entstehen vorwiegend Nickeloxide. Der Nickeloxidgehalt im Schweissrauch kann Werte zwischen 5 und 84 Prozent erreichen.

Nickeloxide sind wasserunlösliche Verbindungen, die eine krebserzeugende Wirkung auf den Menschen haben können. Massgebend für die Beurteilung der Exposition der Schweißer gegenüber Nickel und die innere Belastung sind deshalb die Grenzwerte für unlösliche Nickelverbindungen (Tabelle 1).



Bild 1 Beim MSG-Schweißen von legiertem Stahl entstehen nickelhaltiger Rauch und Staub.

2.1 Gefährdung durch Nickel

Um die Arbeitsplatzverhältnisse zu beurteilen, hat die Suva in einem umfassenden Programm Raumluftmessungen (Airmonitoring, Erhebung der mittleren Luftbelastung pro Arbeitsschicht) durchgeführt. Zudem wurde die innere Belastung der Schweißer im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge (Biomonitoring) geprüft. Beprobte wurden personenbezogen und zeitlich aufeinander abgestimmt der Atembereich und der Urin der Schweißer.

Messverfahren	Anzahl Schweißer	Nickel-Konzentrationen			≥ Grenzwert
		50%-Wert	90%-Wert	95%-Wert	
personenbezogene Probenahme					
Airmonitoring	16	0,050 mg/m³	0,291 mg/m³	0,332 mg/m³	50% (MAK)
Biomonitoring	16	50,5 nmol/l	328,5 nmol/l	486,5 nmol/l	16% (BAT)

Tabelle 3: Auswertung von Messdaten beim MSG-Schweißen für unlösliche Nickelverbindungen (Zeitraum 2007 bis 2010)

Die Messungen (Tabelle 3) zeigen, dass beim MSG-Schweißen mit nickelhaltigen Zusatzwerkstoffen der MAK-Wert für unlösliche Nickelverbindungen bei 50 Prozent und der BAT-Wert bei 16 Prozent der Schweißer überschritten wird. Deshalb kann für dieses Verfahren eine **relativ hohe Belastung** mit Nickelverbindungen und eine entsprechend erhöhte Gefährdung der Schweißer angenommen werden.

2.2 Schutzmassnahmen

Generelle Massnahmen

Unabhängig von den verwendeten Werkstoffen sind beim Metall-Schutzgasschweissen immer Schutzmassnahmen zu treffen. Die in den relevanten Vorschriften (Kapitel 5) festgelegten Massnahmen sind mit folgender Priorität zu veranlassen:

1. Ersatz des MSG-Verfahrens durch Schweissverfahren mit geringeren Emissionen

- Wolfram-Inertgasschweissen (WIG-Schweissen)
- Energiearmes MSG-Schweissen (Kurzlichtbogen-Verfahren)
- MSG-Schweissverfahren mit Impuls-Lichtbogen-technik

Als alleinige Massnahme reicht der Ersatz des Verfahrens im Normalfall nicht aus. Es ist zu beachten, dass für die getroffenen Massnahmen generell ein Wirksamkeitsnachweis zu erbringen ist (Kapitel 4).



Bild 2 Typenschild einer Brennerabsaugung mit der Schweißrauchabscheideklasse W3

2. Lüftungstechnische Massnahmen

- Schweißrauch muss mit einer wirksamen Absaugung möglichst nahe an der Entstehungsstelle erfasst und abgeführt werden, z. B. mit einer brennerintegrierten Absaugung oder einer Absauganlage mit nachführbarem Erfassungselement.
- Ist das Absaugen an der Entstehungsstelle nicht möglich oder ist die Wirkung der Absaugung ungenügend, muss der Arbeitsraum ausreichend künstlich entlüftet werden. Dazu eignen sich besonders Lüftungssysteme mit Schichtenströmung¹, auch Quell- oder Kaltluftsee-Lüftung genannt.

3. Arbeitsbedingungen optimieren

- Optimalen Schweißzusatzwerkstoff einsetzen. Informationen zur Bewertung können dem jeweiligen Sicherheitsdatenblatt und dem Schweißrauchdatenblatt (SN EN ISO 15011-4) entnommen werden.
- Günstige Schweiß- und Arbeitsposition einnehmen mit einem von Schweißrauch möglichst freien Atembereich (z. B. nicht über Schweißung beugen oder Werkstück zweckmässig positionieren).
- Erfassungselement für Schweißrauch nachführen und richtig positionieren.
- Schweißer über eine sichere Arbeitsweise schulen und instruieren.
- Arbeitsmittel sachgerecht instand halten. Dazu gehören: eine regelmässige Inspektion z. B. Sichtprüfung der Absauganlage (Rohre, Verbindungen, Dichtungen, Filter), jährliche Funktionsprüfung von Absaug- und Lüftungsanlagen mit Messung des Luftvolumenstroms und der Erfassungsgeschwindigkeit², sowie die Wartung und die Instandsetzung.

4. Augen- und Gesichtsschutz

- Selbstverdunkelnden Schweißerhelm verwenden anstelle eines Schweißer-Handschilds.

¹ Hinweise siehe Richtlinie VDI/DVS 6005

² Hinweise siehe Norm SN EN ISO 15012-2



Bild 3 Atemschutz beim MSG-Schweißen: Gebläsefiltergerät mit Schweisserhelm und wiederverwendbarem Partikelfilter der Klasse TH3P R SL

Zusätzliche Massnahmen

Beim MSG-Schweißen mit nickelhaltigen Zusatz- und Grundwerkstoffen sind zusätzlich die folgenden Schutzmassnahmen zu treffen, um die Belastungen von Arbeitnehmenden beim Auftreten von krebserzeugendem Nickel zu minimieren:

5. Luftrückführung

Die abgesaugte und gefilterte Luft darf nicht in den Arbeitsraum zurückgeführt werden. Davon ausgenommen sind Situationen, wo geprüfte Geräte der Schweißrauchabscheideklasse W3³ verwendet werden (Bild 2). Bei stationären Anlagen der Abscheideklasse W3 ist die Luftrückführung jedoch nur zulässig, wenn der Anteil der Rückluft in der Zuluft für den Raum maximal 70 Prozent

beträgt. Solche Lüftungsanlagen müssen über eine Einrichtung verfügen, die es erlaubt, kurzfristig auf vollständigen Frischluft/Fortluft-Betrieb umzuschalten.

6. Atemschutzgeräte

Bei längerem MSG-Schweißen von hochlegiertem Chrom-Nickel-Stahl, Nickel und Nickellegierungen (Nickelgehalt $\geq 5\%$) sind nicht belastende Atemschutzgeräte wie Gebläsefiltergeräte⁴ mit Schweisserhelm und Partikelfilter der Klasse TH2P oder TH3P nach SN EN 12941 zu verwenden (Bild 3). Bei Arbeitsbedingungen mit eingeschränktem Luftaustausch (z. B. in Kesseln oder Behältern) wird ein Druckluft-Atemschutzgerät nach SN EN 14594 benötigt. Der Arbeitgeber hat das korrekte Tragen der Atemschutzgeräte zu überwachen.

³ Hinweise siehe Norm SN EN ISO 15012-1

⁴ Hinweise siehe Norm SN EN 12941

3 Thermisches Spritzen

Beim thermischen Spritzen entstehen gesundheitsgefährdende einatembare Staub- und Rauchpartikel aus dem Spritzzusatz. Die Rauch- und Staubpartikel können je nach Einsatzstoff krebserzeugende Verbindungen von Chrom, Nickel und Cobalt enthalten.

Beim thermischen Spritzen mit Nickel und Nickellegierungen als Spritzzusatz entstehen vorwiegend Nickeloxide. Deshalb ist auch hier für die Gefährdungsbeurteilung der Grenzwert am Arbeitsplatz für unlösliche Nickelverbindungen heranzuziehen (Tabelle 1).



Bild 4 Beim Reinigen von Spritzkabinen besteht eine hohe Gefährdung durch Spritzstäube.

3.1 Gefährdung durch Nickel

Zur Beurteilung der Arbeitsplatzverhältnisse hat die Suva auch für das thermische Spritzen Raumlufmessungen (Airmonitoring, Erhebung der mittleren Luftbelastung pro Arbeitsschicht) durchgeführt und die innere Belastung der Anlagenbediener im Rahmen der arbeitsmedizinischen Vorsorge (Biomonitoring) geprüft (Tabelle 3). Die Probenahmen erfolgten personenbezogen zeitlich aufeinander abgestimmt im Atembereich und vom Urin der Schweißer.

Die Messungen haben gezeigt: Beim thermischen Spritzen mit nickelhaltigen Werkstoffen wurde der MAK-Wert für unlösliche Nickelverbindungen bei 53 Prozent und der BAT-Wert bei 19 Prozent der Anlagenbediener überschritten. Aufgrund dieser Messdaten ist beim thermischen Spritzen mit nickelhaltigen Spritzzusätzen von einer **häufig zu hohen Belastung** der Anlagenbediener mit Nickelverbindungen auszugehen.

Arbeitshygienische Risikobeurteilungen haben zudem ergeben, dass bei folgenden Tätigkeiten eine hohe Staubbelastung mit entsprechend hoher Nickerexposition auftreten kann:

- beim zu frühen Betreten der Spritzkabine für Wartungs- und Reinigungszwecke, für den Werkstück- oder Brennerwechsel, zur Masskontrolle, für Einrichtarbeiten oder die Störungsbehebung
- bei Reinigungsarbeiten in Spritz- und Filterräumen
- bei Arbeiten am Abscheider (Wechseln des Staubsammelbehälters, Filterwartung)
- beim Befüllen und Reinigen von Pulverförderern
- beim Nachbearbeiten (Reinigen, Schleifen) von beschichteten Werkstücken

Messverfahren	Anzahl Bediener	Nickel-Konzentrationen			≥ Grenzwert
		50%-Wert	90%-Wert	95%-Wert	
personenbezogene Probenahme					
Airmonitoring	22	0,052 mg/m³	0,491 mg/m³	1,233 mg/m³	53% (MAK)
Biomonitoring	22	105,6 nmol/l	265,7 nmol/l	321,1 nmol/l	19% (BAT)

Tabelle 4: Auswertung von Messdaten beim thermisches Spritzen für unlösliche Nickelverbindungen (Zeitraum 2007 bis 2010)

3.2 Schutzmassnahmen

Aus Vorsorgegründen ist die Exposition gegenüber krebserzeugenden Nickelverbindungen in jedem Fall so niedrig wie möglich zu halten. Ergänzend zu den prozessspezifischen Arbeitssicherheitsmassnahmen⁵ sind folgende Punkte zu beachten:

1. Spritzarbeiten möglichst in geschlossenen, abgesaugten Kabinen und gut gelüfteten Spritzräumen durchführen.
2. Vor dem Betreten der Kabine eine ausreichende Wartezeit einhalten. Die elektrische Verriegelung der Zugänge wird empfohlen, Werkstück- und Brennerwechsel nur bei laufender Absaugung ausführen. Das Tragen eines Atemschutzgerätes mit Partikelfilter der Klasse P3 ist erforderlich.
3. Spritzkabinen, Spritz- und Filtrerräume gemäss dem Reinigungsplan und nur mit geprüften Industriestaubsaugern der Staubklasse H, Bauart 22⁶ reinigen (Bild 5).



Bild 5 Spritzkabinen nur mit zugelassenen Industriestaubsaugern und persönlicher Schutzausrüstung reinigen.

4. Druckluftdüsen und Besen dürfen nur dann zur Reinigung von Kabinen, Werkstücken und Spritzgeräten verwendet werden, wenn dies aus technischen Gründen nicht anders möglich ist (Bild 6).

5. Reinigungs- und Wartungsarbeiten nur mit persönlicher Schutzausrüstung (PSA) und bei laufender Absaugung ausführen (antistatischer, staubdichter Ganzkörperschutzanzug der PSA Kategorie 3, Typ 5; Atemschutzgerät mit Partikelfilter der Klasse P3; Schutzhandschuhe der PSA-Kategorie 3; dicht schliessende Schutzbrille).

6. Arbeitskleidung und PSA sind in definierten Zeitabständen zu reinigen (z.B. waschen, luftduschen) oder zu entsorgen.

7. Das Befüllen und Entleeren des Pulverförderers und die Nachbearbeitung nur an einem mit Absaugung ausgerüsteten Arbeitsplatz ausführen.



Bild 6 Druckluft ist zur Reinigung nur zulässig, wenn es technisch keine andere Möglichkeit gibt und die Arbeit bei laufender Kabinenabsaugung ausgeführt wird.

⁵ Hinweise siehe FrCEN/TR 15339-6

⁶ Hinweise siehe Norm SN EN 60335-2-69

4 Wirksamkeitsnachweis und arbeitsmedizinische Vorsorge

Die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmassnahmen, insbesondere der Lüftungstechnischen Massnahmen muss nachgewiesen werden. Kontaktieren Sie die Suva für die notwendige arbeitshygienische Risikobeurteilung und Arbeitsplatzmessungen.

Besteht eine gesundheitsrelevante Belastung von Mitarbeitenden mit Nickel, können für die Wirksamkeitsüberprüfung arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen mit Biomonitoring erforderlich sein. Die Suva entscheidet über die Notwendigkeit dieser Massnahme.

5 Weitere Informationen

5.1 Publikationen EDI, EKAS, Suva

- Verfügung des EDI über die technischen Massnahmen zur Verhütung von Berufskrankheiten, die durch chemische Stoffe verursacht werden, SR 832.321.11, Suva-Bestell-Nr. 1521.d
- EKAS-Richtlinie: Schweiessen, Schneiden und verwandte Verfahren zum Bearbeiten metallischer Werkstoffe. Suva-Bestell-Nr. 6509.d
- Suva-Richtlinie: Grenzwerte am Arbeitsplatz. Suva-Bestell-Nr. 1903.d
- Suva-Merkblatt: Schweiessen und Schneiden; Schutz vor Rauchen, Stäuben, Gasen und Dämpfen. Suva-Bestell-Nr. 44053.d
- Factsheet Suva Arbeitsmedizin: Gesundheitliche Gefährdung durch Schweiessen. Als Download erhältlich unter www.suva.ch/arbeitsmedizin-factsheets.
- Suva Medical 2013: Einwirkungen von Nickel und Gesundheitliche Gefährdung durch Schweiessen, wissenschaftliche Arbeiten. Suva-Bestell-Nr. 2869/84.d

Wo nicht anders vermerkt, finden Sie alle obigen Publikationen im Such- und Bestellsystem der Suva im Internet unter www.suva.ch/waswo. Die meisten Dokumente können als PDF-Datei heruntergeladen werden.

5.2 Fremdpublikationen, Normen

BGI 855 BG-Information: Schweisstechnische Arbeiten mit chrom- und nickellegierten Zusatz- und Grundwerkstoffen. Hrsg.: Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM), Mainz 2011

INRS FT 68 Fiche Toxicologique: Nickel et ses oxydes. Hrsg.: Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), Paris 2009

VDI/DVS 6005 VDI/DVS-Richtlinien: Lüftungstechnik beim Schweiessen und bei den verwandten Verfahren. Beuth, Berlin 2005

DVS/GTS 2307 DVS/GTS-Merkblatt: Arbeits- und Umweltschutz beim thermischen Spritzen. DVS, Düsseldorf 2011

FprCEN/TR 15339-6 Technischer Bericht: Thermisches Spritzen – Sicherheitsanforderungen für Einrichtungen für das thermische Spritzen – Teil 6: Spritzkabinen, Handhabungssystem, Staubsammlung, Abluftsystem, Filter. CEN, Brüssel 2012

SN EN ISO 15012-1 Norm: Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweiessen und verwandten Prozessen –

Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung von Luftreinigungssystemen – Teil 1: Bestimmen des Abscheidungsgrades für Schweisssrauch. SNV, Zürich 2005

SN EN ISO 15012-2 Norm: Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweiessen und verwandten Prozessen – Anforderungen, Prüfung und Kennzeichnung von Luftreinigungssystemen – Teil 2: Bestimmen des Mindestluftvolumenstroms von Absaughauben und Flanschplatten. SNV, Zürich 2008

SN EN ISO 15011-4 Norm: Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweiessen und verwandten Prozessen – Laborverfahren zum Sammeln von Rauch und Gasen – Teil 4: Rauchdatenblätter. SNV, Zürich 2009

SN EN 12941 Norm: Atemschutzgeräte – Gebläsefiltergeräte mit einem Helm oder Haube – Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung. SNV, Zürich 2010

SN EN 60335-2-69 Norm: Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-69: Besondere Anforderungen für Staub und Wassersauger einschließlich kraftbetriebener Bürsten für den gewerblichen Gebrauch. SNV, Zürich 2009

Bildnachweis

Folgende Firmen haben uns freundlicherweise Fotoaufnahmen zur Illustration dieser Broschüre ermöglicht oder Fotos zur Verfügung gestellt:

- Alstom Schweiz AG, Birr
- Optrel AG, Wattwil

Suva

Gesundheitsschutz
Postfach, 6002 Luzern

Auskünfte

Tel. 041 419 61 32

Download

www.suva.ch/waswo/66130

Vorsicht, Krebsgefahr: Nickel im Schweisssrauch
Gesundheitsschutz beim Metall-Schutzgas-
schweissen und thermischen Spritzen

Verfasser

Markus A. Blättler, Suva, Bereich Chemie

Abdruck – ausser für kommerzielle Nutzung –
mit Quellenangabe gestattet.

Erste Ausgabe: Januar 2014

Bestellnummer (Nur als PDF-Datei erhältlich)
66130.d

Das Modell Suva

Die vier Grundpfeiler der Suva

- Die Suva ist mehr als eine Versicherung; sie vereint Prävention, Versicherung und Rehabilitation.
- Die Suva wird von den Sozialpartnern geführt. Die ausgewogene Zusammensetzung im Verwaltungsrat aus Arbeitgeber-, Arbeitnehmer- und Bundesvertretern ermöglicht breit abgestützte, tragfähige Lösungen.
- Gewinne gibt die Suva in Form von tieferen Prämien an die Versicherten zurück.
- Die Suva ist selbsttragend; sie erhält keine öffentlichen Gelder.