

Quelle: <https://www.arbeitssicherheit.de//document/36c03b1a-e2eb-39ca-80a4-8222935b96e6>

#### Bibliografie

<b>Titel</b>	Technische Regeln für Gefahrstoffe Schweißtechnische Arbeiten TRGS 528
<b>Amtliche Abkürzung</b>	TRGS 528
<b>Normtyp</b>	Technische Regel
<b>Normgeber</b>	Bund
<b>Gliederungs-Nr.</b>	[keine Angabe]

## Anhang 4 TRGS 528 - Hinweise für Messungen

- zur Ermittlung der Gefahrstoffexposition
- zur Überprüfung der Wirksamkeit von Lüftungstechnischen Einrichtungen

### bei schweißtechnischen Arbeiten

#### 1

#### Ermittlung der Gefahrstoffexposition

(1) Für Messungen zur Ermittlung von Gefahrstoffexpositionen ist die TRGS 402 zu berücksichtigen. Wer Arbeitsplatzmessungen durchführt, muss fachkundig sein und über die erforderlichen Einrichtungen verfügen. Werden die Messungen durch Messstellen durchgeführt, die für die Messung von Gefahrstoffen an Arbeitsplätzen akkreditiert sind, kann der Arbeitgeber in der Regel davon ausgehen, dass die von dieser Messstelle gewonnenen Erkenntnisse zutreffend sind.

Informationen über geeignete Messstellen enthält die Homepage der DGUV unter: <http://www.dguv.de/ifa/fachinfos/arbeitsplatzgrenzwerte/messstellen-fuer-gefahrstoffe/index.jsp>.

Sollen Messungen von einer für Arbeitsplatzmessungen nicht akkreditierten Messstelle durchgeführt werden, so muss der Arbeitgeber prüfen, ob die Messstelle die entsprechenden Anforderungen erfüllt.

Das Ergebnis der Beurteilung einer Messung nach TRGS 402 ist der Befund.

Der Befund kann (außer bei krebserzeugenden Stoffen mit risikobasierten Beurteilungsmaßstäben) lauten: "Schutzmaßnahmen ausreichend" bzw. "Schutzmaßnahmen nicht ausreichend".

Für einen einzelnen Stoff wird der Stoffindex gebildet. Sofern mehrere Stoffe gleichzeitig oder nacheinander während einer Schicht zur Exposition im Arbeitsbereich beitragen, wird für Stoffe mit einem AGW aus den Stoffindizes der Einzelstoffe durch Addition der Bewertungsindex berechnet. Sind die Stoff- bzw. Bewertungsindices kleiner oder gleich 1, die Kurzzeitwertanforderungen erfüllt und kann darüber hinaus begründet werden, dass auch künftig die Stoff- bzw. die Bewertungsindices eingehalten werden, lautet der Befund "Schutzmaßnahmen ausreichend".

Wegen der unterschiedlichen Wirkungen werden bei schweißtechnischen Arbeiten die gasförmigen Gefahrstoffe (NO<sub>x</sub> und Ozon) getrennt von den partikelförmigen Gefahrstoffen beurteilt und damit nicht in den Bewertungsindex eingerechnet. Dies gilt nicht für Mangan und andere Stoffe mit AGW.

Liegen für einen Gefahrstoff Stoffindices für die A- und E-Staubfraktion vor, so ist bei der Berechnung des Bewertungsindex der höhere Stoffindex zu berücksichtigen. Liegt nur ein Stoffindex vor, ist dieser zu verwenden.

Die Einhaltung des Allgemeinen Staubgrenzwertes (A- und E-Staubfraktion) muss anhand der Stoffindices separat festgestellt werden.

Bei krebserzeugenden Gefahrstoffen mit risikobasierten Beurteilungsmaßstäben nach TRGS 910 kann der Befund lauten:

1. Toleranz- bzw. Akzeptanzkonzentration eingehalten oder
2. Toleranzkonzentration überschritten.

Bei krebserzeugenden Chrom(VI)-Verbindungen kann der Befund lauten:

1. Beurteilungsmaßstab eingehalten oder
2. Beurteilungsmaßstab überschritten.

Sofern eine Exposition gegenüber mehreren krebserzeugenden Stoffen vorliegt, werden diese als Einzelstoffe getrennt anhand ihrer Stoffindices bewertet. Ein Bewertungsindex ist in diesen Fällen nicht zu berechnen. Bei krebserzeugenden Stoffen ergeben sich die zu treffenden Maßnahmen anhand der TRGS 910 und dieser TRGS.

(2) Bei Gefahrstoffmessungen ist zwischen Staub- und Gasmessungen zu unterscheiden. Bei Staub- und Schweißrauchmessungen wird mit Hilfe einer Probenahmepumpe eine Luftprobe angesaugt. Die darin enthaltenen Partikel werden auf einem Filter abgeschieden, das zuvor in einen Probenahmekopf eingelegt wurde. Der Probenahmekopf stellt sicher, dass das System nur die zu betrachtende Staubfraktion (alveolengängige bzw. einatembare Fraktion) erfasst. Für Gasmessungen werden vorzugsweise direktanzeigende Gasmessgeräte verwendet, die die Konzentration des betreffenden Gases selektiv messen.

(3) Für Schweißrauchmessungen sind Messsysteme zu verwenden, die sowohl die einatembare (E-Staub) wie auch die alveolengängige Staubfraktion (A-Staub) erfassen. Soll die Exposition eines Schweißers bestimmt werden, sollte die Messung mit personengetragenen Messsystemen im Atembereich des Schweißers erfolgen, d. h. die Probenahme sollte hinter dem Schweißerschutzschirm oder -schild erfolgen, das der Schweißer zum Schutz gegen optische Strahlung einsetzt.

Gleiches gilt auch für die Messung von Gasexpositionen. Gasmessungen sollten entweder mit tragbaren Gasmessgeräten oder mit stationär betriebenen mit hinreichend langen Schlauchleitungen verwendet werden, die eine Probenahme im Atembereich ermöglichen.

(4) Für die Probenahme von Schweißrauchen hat sich die Verwendung des Probenahmesystems PGP-EA bewährt. Das System erfasst simultan die alveolengängige und die einatembare Staubfraktion und ermöglicht auf Grund der geringen Abmessungen eine Probenahme hinter dem Schweißerschutzschirm. Das System ermöglicht aber lediglich die analytische Bestimmung von Gefahrstoffen in der A-Staubfraktion, z. B. von Nickeloxid. Müssen die Gefahrstoffkonzentrationen in der E-Staubfraktion ermittelt werden, z. B. bei Chrom(VI)-, Cadmium-, Mangan- oder Fluor-Verbindungen, ist zusätzlich ein E-Staubprobenahmesystem (PGP-GSP) zu verwenden. Die E-Staubkonzentration wird dann gravimetrisch bestimmt, die Konzentrationen der einzelnen Gefahrstoffe mit chemischen Analyseverfahren von dem beaufschlagten Filter. Alternativ zum Probenahmesystem PGP-EA können auch die Probenahmesysteme PGP-GSP und PGP-FSP mit einem entsprechend umgebauten Schweißerhelm zur Bestimmung der E- und A-Staubfraktion und der darin enthaltenen Gefahrstoffe verwendet werden.

(5) Soll die Schweißrauch- oder Gaskonzentration im Arbeitsbereich bestimmt werden, z. B. zur Beurteilung der Gefährdung von anderen Beschäftigten im Gefahrenbereich oder zur Beurteilung von Schweißverfahren und/oder Schweißpositionen, sind stationäre Messsysteme zu verwenden oder personengetragene Systeme stationär einzusetzen.

(6) Bei schweißtechnischen Arbeiten kann bei der messtechnischen Ermittlung und Beurteilung der Exposition auf repräsentative Messgrößen zurückgegriffen werden, siehe nachfolgende Tabellen 5 bis 8. Für Weichlöten siehe Empfehlungen Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach der Gefahrstoffverordnung Manuelles Kolbenlöten mit bleihaltigen Lotlegierungen in der Elektro- und Elektronikindustrie (DGUV Information 213-714) bzw. Manuelles Kolbenlöten mit bleifreien Lotlegierungen in der Elektro- und Elektronikindustrie (DGUV Information 213-725).

<b>Tabelle 5: Schweißverfahren und zu messende Gefahrstoffe (repräsentative Messgrößen)</b>				
<b>Verfahren</b>	<b>Werkstoff</b>	<b>Gefahrstoff</b>		
		A-Staubfraktion	Manganoxid (A- und E-Staubfraktion)	Cr(VI)-Verbindungen (E-Staubfraktion)

**Tabelle 5: Schweißverfahren und zu messende Gefahrstoffe (repräsentative Messgrößen)**

Autogenschweißen	Un-, niedriglegierter Stahl <a href="#">4)</a>				
	NE-Metalle <a href="#">3)</a>				
Lichtbogenhand-Schweißen	Un-, niedriglegierter Stahl <a href="#">4)</a>	X	X <a href="#">13)16)</a>		
	Hochlegierter CrNi-Stahl <a href="#">5)</a>	X		X <a href="#">16)</a>	
	Nickel, Nickellegierungen (Ni > 30 %)	X			X <a href="#">16)</a>
	Kupfer, Kupferlegierungen (Cu > 50 %)	X	X <a href="#">8)</a>		X <a href="#">9)</a>
Metall-Fülldrahtschweißen ohne Schutzgas	Un-, niedriglegierter Stahl <a href="#">4)</a>	X	<a href="#">13)16)</a>		
	Hochlegierter CrNi-Stahl <a href="#">5)</a>	X	X <a href="#">13)</a>	X <a href="#">16)</a>	X <a href="#">15)</a>
Metall-Fülldrahtschweißen mit Schutzgas	Un-, niedriglegierter Stahl <a href="#">4)</a>	X	X <a href="#">13)16)</a>		
	Hochlegierter CrNi-Stahl <a href="#">5)</a>	X	X <a href="#">13)</a>	X <a href="#">14)16)</a>	X <a href="#">15)</a>
	Nickel, Nickellegierungen (Ni > 30 %)	X			X <a href="#">16)</a>
Metall-Aktivgasschweißen (MAG) mit Kohlenstoffdioxid	Un-, niedriglegierter Stahl <a href="#">4)</a>	X	X <a href="#">13)16)</a>		
Metall-Aktivgasschweißen (MAG) mit Mischgas	Un-, niedriglegierter Stahl <a href="#">4)</a>	X	X <a href="#">13)16)</a>		
	Hochlegierter CrNi-Stahl <a href="#">5)</a>	X	X <a href="#">13)</a>	X <a href="#">14)</a>	X <a href="#">15)1)</a>
	Aluminiumwerkstoffe	X <a href="#">16)</a>			
Metall-Inertgasschweißen (MIG)	Nickel, Nickellegierungen (Ni > 30 %)	X		X <a href="#">10)</a>	X <a href="#">16)</a>
	Kupfer, Kupferlegierungen (Cu > 50 %)	X			X <a href="#">9)</a>
Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG) mit Zusatzwerkstoff	Un-, niedriglegierter Stahl <a href="#">4)</a>	X			
	Hochlegierter CrNi-Stahl <a href="#">5)</a>	X			X <a href="#">16)</a>
	Aluminiumwerkstoffe	X <a href="#">16)</a>			
	Nickel, Nickellegierungen (Ni > 30 %)	X			X <a href="#">16)</a>

**Tabelle 5: Schweißverfahren und zu messende Gefahrstoffe (repräsentative Messgrößen)**

Laserstrahlschweißen (ohne Zusatzwerkstoff)	Un-, niedriglegierter Stahl <a href="#">4)</a>	X	<a href="#">16)</a>		
	Verzinkter Grundwerkstoff	X	X <a href="#">16)</a>		
	Hochlegierter CrNi-Stahl <a href="#">5)</a>	X	X	X	X <a href="#">16)</a>
Laserstrahl-Auf-tragschweißen	Cobalt, Cobaltlegierungen (Co > 60 %)	X		X <a href="#">10)</a>	
	Nickel, Nickellegierungen (Ni > 30 %)	X			X <a href="#">16)</a>
	Eisen, Eisenlegierungen (Fe > 60 %; Cr < 40 %)	X	X	X <a href="#">16)</a>	
	Kupfer, Kupferlegierungen (z. B. Aluminiummehrstoffbronzen) (Cu > 50 %)	X			

**Tabelle 6: Schneidverfahren und zu messende Gefahrstoffe (repräsentative Messgrößen)**

Verfahren	Werkstoff	Gefahrstoff				
		A-Staubfraktion	Manganoxid (A- und E-Staubfraktion)	Cr(VI)-Verbindungen (E-Staubfraktion)	Nickeloxid und Nickelspinelle (A-Staubfraktion)	Oz
Brennschneiden	Un-, niedriglegierter Stahl <a href="#">2)</a>	X	X <a href="#">4)</a>			
Thermisches Schneiden mit Sauerstoffflanze Plasmaschmelzschneiden Laserstrahlschneiden	Un-, niedriglegierter Stahl <a href="#">2)</a>	X	X <a href="#">4)</a>			
	Hochlegierter CrNi-Stahl <a href="#">3)</a>	X	X	X	X <a href="#">4)</a>	
	Nickel, Nickellegierungen (Ni > 30 %)	X			X <a href="#">4)</a>	
	Aluminiumwerkstoffe	<a href="#">4)</a>				X

**Tabelle 7: Spritzverfahren und zu messende Gefahrstoffe (repräsentative Messgrößen)**

Verfahren	Spritzzusatzwerkstoff	Gefahrstoff				
		A-/E-Staubfraktion	Cr(VI)-Verbindungen (E-Staubfraktion)	Nickeloxid und Nickelspinelle (A-Staubfraktion)	Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid	Sonsti

Flammspritzen	Un-, niedriglegierter Stahl <a href="#">3)</a>	X <a href="#">6)</a>			X <a href="#">6)</a>	
	Hochlegierter CrNi-Stahl <a href="#">4)</a>	X	X	X <a href="#">6)</a>	<a href="#">6)</a>	
	Nickel, Nickellegierungen (Ni > 30 %)	X		X <a href="#">6)</a>	X <a href="#">6)</a>	
	Aluminiumwerkstoffe	X <a href="#">6)</a>			X	Alumir
	NE-Metalle <a href="#">2)</a> , abhängig vom Werkstoff	X <a href="#">6)</a>			X	Kupfer
Lichtbogenspritzen	Un-, niedriglegierter Stahl <a href="#">3)</a>	<a href="#">6)</a>				
	Hochlegierter CrNi-Stahl <a href="#">4)</a>	X	X	X <a href="#">6)</a>		
	Nickel, Nickellegierungen (Ni > 30 %)	X		X <a href="#">6)</a>		
	Aluminiumwerkstoffe	X <a href="#">6)</a>				Alumir
	NE-Metalle <a href="#">2)</a> , abhängig vom Werkstoff	X <a href="#">6)</a>				Kupfer
Plasmaspritzen	Kupfer, Kupferlegierungen	X				Kupfer
	Hochlegierter CrNi-Stahl <a href="#">4)</a>	X	X	X <a href="#">6)</a>		
	Nickel, Nickellegierungen (Ni > 30 %)	X		X <a href="#">6)</a>		
	Cobalt, Cobaltlegierungen (Co > 60 %)	X	X <a href="#">1)</a>			Cobalt

Verfahren	Werkstoff	Flussmittel	Repräsentative Messgrößen
-----------	-----------	-------------	---------------------------

Tabelle 8: Hartlötten und zu messende Gefahrstoffe (repräsentative Messgrößen)			
Flammhartlötten	Kupfer-Phosphorhaltige Hartlote	Borverbindungen, Chloride, Fluoride, Phosphate sowie Silicate (FH)	A-Staub, Kupferoxid, Chloride, Fluoride
	Silberhaltige Hartlote	Borverbindungen, Chloride, Fluoride, Phosphate sowie Silicate (FH)	A-Staub, Silberoxid, Chloride, Fluoride,
	Aluminiumhartlote	Chloride, Fluoride (FL)	A-Staub, Chloride, Fluoride
	Zinkhaltige Hartlote	Borverbindungen, Chloride, Fluoride, Phosphate sowie Silicate (FH)	A-Staub, Zinkoxid, Chloride, Fluoride
	Kupferhaltige Hartlote	Borverbindungen, Chloride, Fluoride, Phosphate sowie Silicate (FH)	A-Staub, Kupferoxid, Chloride, Fluoride
Ofenlötten	Nickelhaltige Hartlote <a href="#">2)</a>	_____	A-Staub, Nickeloxid
	Palladiumhaltige Hartlote <a href="#">2)</a>	_____	A-Staub
	Goldhaltige Hartlote <a href="#">2)</a>	_____	A-Staub
Lichtbogenhartlötten	Kupferbasislegierungen <a href="#">3)</a>	_____	A-Staub, Kupferoxid <a href="#">1)</a>
Laserstrahlhartlötten	Kupferbasislegierungen <a href="#">3)</a>	_____	A-Staub, Kupferoxid <a href="#">1)</a>

**2 Überprüfung der Wirksamkeit von Lüftungstechnischen Einrichtungen**

Werden Lüftungstechnische Einrichtungen zur Reduzierung der Gefahrstoffbelastung von Beschäftigten eingesetzt, sind diese hinsichtlich ihrer Wirksamkeit regelmäßig zu prüfen.

Diese Prüfung kann durch Messungen nach TRGS 402 erfolgen, was mit einem nicht unerheblichen Aufwand verbunden sein kann. Zur Vereinfachung bzw. zur Reduzierung des Messaufwandes wird empfohlen, bei der Erstüberprüfung eine Ermittlung und Beurteilung der Exposition nach den messtechnischen Ermittlungsmethoden nach TRGS 402 durchzuführen und zusätzlich die Leistungsmerkmale der am Arbeitsplatz eingesetzten Lüftungstechnischen Einrichtung zu bestimmen. Je nach Art der Lüftungseinrichtung sollte z. B. der Luftvolumenstrom des Absauggerätes/der Absauganlage, die Luftgeschwindigkeit im Saugfeld einer Absaughaube oder der Unterdruck im Saugschlauch eines Schweißbrenners mit Rauchabsaugung bestimmt werden.

Ergibt die Beurteilung nach TRGS 402 den Befund "Schutzmaßnahmen ausreichend", können die Leistungsdaten der Lüftungstechnischen Einrichtung für Wirksamkeitskontrollen genutzt werden. Bestätigen nachfolgende Leistungsüberprüfungen die unveränderte Funktion der Lüftungstechnischen Einrichtung, kann bei gleichbleibenden Arbeitsbedingungen (gleicher Werkstoff, gleiche Auslastung, gleiche Schweißbedingungen, gleiches Arbeitsverhalten z. B. bei der Nachführung der Absaugung) eine ausreichende Wirkung der Schutzmaßnahmen auch ohne weitere Arbeitsplatzmessungen nach TRGS 402 unterstellt werden.

## Fußnoten

- 1) Kohlenstoffmonoxid (CO) nur berücksichtigen, wenn Kohlenstoffdioxid als Schutzgas verwendet wird.
- 2) Bariumoxid nur berücksichtigen, wenn Bariumverbindungen Bestandteil des Zusatzwerkstoffes sind.
- 3) NE-Metalle: Kupfer, Aluminium, Zink, Bronze, Messing und Metalllegierungen mit Fe < 50 %
- 4) Un-, niedriglegierter Stahl: Legierungsbestandteile < 5 %
- 5) Hochlegierter CrNi-Stahl: Cr 5-20 %; Ni 5-30 %
- 6) NO und NO<sub>2</sub> treten bei allen Autogen- und Lichtbogenverfahren auf. Hohe Konzentrationen sind beim Gasschweißen zu erwarten.
- 7) Nur bei Zusatzwerkstoffen mit Kupferanteilen > 20 %
- 8) Nur bei Zusatzwerkstoffen mit Mangananteilen > 10 %
- 9) Nur bei Zusatzwerkstoffen mit Nickelanteilen > 30 %
- 10) Nur bei Zusatzwerkstoffen mit Chromanteilen > 20 %
- 11) Wenn NE-Metall Zink
- 12) Wenn NE-Metall Kupfer
- 13) Mangan-Eisen-Spinell (MnFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)
- 14) Vorwiegend Cr(III)-Verbindungen
- 15) Nickel-Chrom-Eisen-Spinelle (Ni(Cr,Fe)<sub>2</sub>O<sub>4</sub>)
- 16) Üblicherweise Einzelstoff mit dem höchsten Stoffindex
- 1) Bei Verwendung von Druckluft oder Stickstoff als Schneidgas
- 2) Un-, niedriglegierter Stahl: Legierungsbestandteile < 5 %
- 3) Hochlegierter CrNi-Stahl: Cr 5-20 %; Ni 5-30 %
- 4) Üblicherweise Einzelstoff mit dem höchsten Stoffindex
- 1) Bei einem Cr-Anteil > 20 % sind zusätzlich Cr(VI)-Verbindungen zu bestimmen.
- 2) NE-Metalle: Kupfer, Aluminium, Zink, Bronze, Messing, Metalllegierungen mit Fe < 50 %
- 3) Un-, niedriglegierter Stahl: Legierungsbestandteile < 5 %
- 4) Hochlegierter CrNi-Stahl: Cr 5-20 %; Ni 5-30 %
- 5) Bei Kupfer als Nichteisenmetall
- 6) Üblicherweise Einzelstoff mit dem höchsten Stoffindex
- 1) Bei verzinkten Grundwerkstoffen zusätzlich Zinkoxid.
- 2) In der Regel werden diese Lote flussmittelfrei in Schutzgasöfen bzw. Vakuumöfen eingesetzt.
- 3) CuSi3, CuAl8, CuSn6.