

Berechnet: $W_0 = 34,8$ m/s. Diese Luftgeschwindigkeit ist zu hoch, deshalb wird ein Absaugrohr DN 200 ($d = 0,2$ m) gewählt. Damit ergibt sich $W_0 = 19,6$ m/s und daraus der Volumenstrom $V = 2\,200$ m³/h.

Die so berechneten Absaugvolumenströme sind in einer einfach anwendbaren Auslegungstabelle (Tabelle 2) für die vier Gefährdungsklassen nach TRGS 528 sowie abhängig von Schweißwegelänge und Querströmungen zusammengefasst. Dabei wurde ferner für den Einsatz plattenförmiger Erfassungselemente eine Reduzierung des erforderlichen Volumenstroms um 15 % gegenüber trichterförmigen Hauben in Ansatz gebracht.

Die Angaben können sowohl als Grundlage zur Beurteilung vorhandener Schutzmaßnahmen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung als auch zur Projektierung von Schweißrauchabsaugungen verwendet werden. Zahlreiche Messungen an Schweißplätzen zeigen, dass mit diesen Absaugvolumenströmen der Stand der Technik mit A-Staub-Konzentrationen < 3 mg/m³ sowie eine Minimierung der Stoffkonzentrationen erreicht werden kann.

Literatur

- [1] VDI 2262 Blatt 4: Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe – Erfassen luftfremder Stoffe. Berlin: Beuth 2006.
- [2] Technische Regeln für Gefahrstoffe: Schweißtechnische Arbeiten (TRGS 528). Ausg. 2/2009. GMBL (2009) Nr. 12-14, S. 236-255. www.baua.de, Rubrik Gefahrstoffe.
- [3] Mürmann, H.: Lufttechnische Anlagen für Gewerbebetriebe. Heidelberg: C. F. Müller 2001.
- [4] Walz, A.: Optimierung von Einrichtungen zur Stofferfassung – Stoffausbreitung durch Thermik. In: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Forschung; Fb 836. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 2000.
- [5] Biegert, B.; Dittes, W.: Katalog technischer Maßnahmen zur Luftreinhaltung – Konzeption, Auswahl und Auslegung. In: Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Forschung; Fb 834-1. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW 2001.

TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ – Empfehlungen zu Schutzmaßnahmen

A. Goebel

1 Einleitung

Die Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ konkretisiert die Gefahrstoffverordnung für den Bereich Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren. Schwerpunkte dieser technischen Regel bilden die Abschnitte 3 und 4, die Hinweise zur Gefährdungsermittlung und zu Schutzmaßnahmen geben.

2 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung

Der Abschnitt 3 Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung beschreibt eine Methode, die dem Anwender erlaubt, die Gefahrstoffbelastung in einzelnen Schritten abzuschätzen.

Zunächst werden die stofflichen Eigenschaften der im Rauch enthaltenen Gefahrstoffe betrachtet und zwischen atemwegsbelastenden, toxisch bzw. toxisch-irritativen oder krebserzeugenden Stoffen unterschieden.

Im darauffolgenden Schritt sind die verfahrensspezifischen Emissionsraten zu berücksichtigen, wobei die Emissionsrate die Gefahrstoffmasse wiedergibt, die pro Zeit von einem Verfahren freigesetzt wird. Durch Kombination beider Parameter (stoffliche Eigenschaften und Emissionsrate) leitet man die vier Gefährdungsklassen niedrige, mittlere, hohe und sehr hohe Gefährdung ab. Für häufig angewendete Schweißverfahren sowie für Löten, Brennschneiden und Lichtbogenspritzen gibt die Tabelle (Tabelle 1 aus TRGS 528) die jeweiligen Gefährdungsklassen an. So wird z. B. für das Wolfram-Inert-Gas-(WIG)-Schweißen von unlegierten Stählen eine geringe Gefährdung ausgewiesen, da „nur“ atemwegs- und lungenbelastende Stoffe – vorwiegend Eisenoxide – in geringer Menge freigesetzt werden. Werden hingegen Chrom-Nickel-Stähle mittels WIG-Schweißen gefertigt, ergibt sich aufgrund der krebserzeugenden Stoffe eine Einstufung in die Klasse „mittlere Gefährdung“.

Neben partikelförmigen Schweißrauch setzen zahlreiche Verfahren auch Gase frei, die ebenfalls im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung zu berücksichtigen sind. Auch hierzu liefert die TRGS Informationen: Ozon tritt üblicherweise beim Metall-Inert-Gas-(MIG)-Schweißen von Aluminium auf; Kohlenmonoxid verzugsweise beim Metall-Aktiv-Gas-Schweißen unter Kohlendioxid (MAGC) von un- und niedrig legierten Stählen. Die Verfahren der Autogentechnik (Gas-

Dipl.-Ing. Arno Goebel,

BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin.

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

Verfahren	Emissionsrate ¹⁾ in mg/s	Gefährdungsklasse der Verfahren ²⁾		
		Atemwegs- und lungenbelastende Stoffe	Toxische oder toxisch-irritative Stoffe	Krebserzeugende Stoffe
UP ³⁾	< 1	niedrig	niedrig	niedrig
Gasschweißen (Autogenschweißen)	< 1	niedrig	niedrig	–
WIG ⁴⁾	< 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 Schutz- gas, Laserstrahlschweißen mit Zusatzwerkstoff	6 bis 25	hoch	hoch	hoch
MAG (Fülldraht); Fülldraht- Schweißen ohne Schutzgas	> 25	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Löten	< 1 bis 4	niedrig	mittel	mittel
Autogenes Brennschneiden	> 25	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch
Lichtbogenspritzen	> 25	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch

¹⁾ Erfahrungswerte, die im Einzelfall durch Optimierung der Prozessparameter noch reduziert werden können

²⁾ Die Gefährdungsklasse des Verfahrens darf nicht mit den Schutzstufen der GefStoffV verwechselt werden; hierzu siehe TRGS 400.

³⁾ Automatisiertes Verfahren

⁴⁾ Nach Expositionsbeschreibung in BGI 790-012

schweißverfahren) setzen insbesondere nitrose Gase (NO, NO₂) frei. Werden beschichtete oder auch verunreinigte Materialien geschweißt, können aus den Beschichtungen Pyrolyseprodukte in Form von Isocyanaten, Aldehyden oder Epoxiden entstehen.

Neben den verfahrensbedingten Gefährdungen sind im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung auch arbeitsplatzspezifische Einflussgrößen, wie räumliche Verhältnisse, Lüftungssituation, Schweißdauer oder auch Kopf- und Körperposition des Schweißers, zu berücksichtigen. Häufig gehen Arbeiten in ergonomisch ungünstigen Zwangshaltungen, in denen Schweißer jeweils über die Schweißstelle gebeugt arbeiten, mit hohen Expositionen einher, da die Emissionen unmittelbar in den Atembereich der Schweißer gelangen. Hohe Expositionen können auch auftreten, wenn in engen Räumen oder in Bereichen mit geringem Luftaustausch geschweißt wird. Schweißarbeiten von kurzer Dauer, d. h. weniger als eine halbe Stunde je Schicht und weniger als zwei Stunden pro Woche, sind wiederum häufig als geringe Exposition anzusehen; ausgenommen hiervon sind Arbeiten in engen Räumen oder unter Erdgleiche. Aus der Gefährdungsklasse und den zuletzt genannten Einflussgrößen ist die Gesamtgefährdung abzuleiten.

3 Schutzmaßnahmen

Für Verfahren, die in die Gefährdungsklasse „niedrig“ eingestuft sind, ist im Rahmen der Gesamtbeurteilung zu prüfen, ob am Arbeitsplatz Schutzmaßnahmen, wie Lüftungstechnische Maßnahmen, erforderlich sind. Für Verfahren der

Gefährdungsklassen „mittel“, „hoch“ oder „sehr hoch“ sind Lüftungstechnische Maßnahmen am Arbeitsplatz oder auch weitergehende Schutzmaßnahmen umzusetzen. Abschnitt 4 „Schutzmaßnahmen“ der TRGS 528 behandelt diese ausführlich. Dieser Abschnitt nimmt in der TRGS eine übergeordnete Rolle ein, er enthält zahlreiche Informationen über Maßnahmen, um die Gefahrstoffbelastung an Schweißerarbeitsplätzen zu reduzieren, wobei die in der Gefahrstoffverordnung festgelegte Rangfolge der Schutzmaßnahmen berücksichtigt wird.

3.1 Technische Schutzmaßnahmen

Nach Gefahrstoffverordnung sind vorrangig Maßnahmen zu treffen, durch die Gefahrstoffemissionen vermieden bzw. reduziert werden. Beim Schweißen und bei den thermischen Spritzverfahren werden die Gefahrstoffe überwiegend aus dem Schweiß- bzw. Spritzzusatz freigesetzt, d. h. die Auswahl des Zusatzwerkstoffes kann die Gefahrstoffemissionen beeinflussen. Einige Schweißzusatzhersteller liefern hierzu in ihren Sicherheitsdaten- bzw. Schweißbrauchdatenblättern Informationen. Durch Verwendung emissionsarmer Zusatzwerkstoffe wird es dem Anwender ermöglicht, die Gefahrstoffbelastung ohne qualitative Beeinflussung der Schweißverbindung zu reduzieren.

Aber auch die Auswahl eines emissionsarmen Verfahrens kann Gefahrstoffbelastungen an Schweißerarbeitsplätzen vermindern. Als emissionsarm gelten z. B. das Unterpulverschweißen, das WIG-Schweißen mit thoriumoxidfreien Wolframelektroden oder auch die Reibschweißverfahren wie Rührreibschweißen. Bei den Lichtbogenschweißverfahren finden energiearme Schutzgasschweißverfahren wie die

Cold-arc-Technik zunehmende Bedeutung. Diese Verfahren zeichnen sich üblicherweise durch einen wärmeminimierten digital kontrollierten Kurzlichtbogen aus. Die geringe Wärmeenergie, die in das zu schweißende Bauteil eingebracht wird, reduziert Materialspannungen, aber auch die Gefahrstoffemissionen. Auch beim „klassischem“ MIG-/MAG-Schweißen lässt sich mithilfe gepulster Schweißströme die Freisetzung von Schweißrauch reduzieren. Als besonders emissionsarmes Schneidverfahren gilt das Plasmaschneiden mit Wasserbadabdeckung.

Bei vielen schweißtechnischen Arbeiten sind die zuvor genannten Techniken entweder nicht anwendbar oder eine Gefährdung durch Schweißrauch oder Gase kann dennoch nicht ausgeschlossen werden. Diese Fälle erfordern nach TRGS 528 lüftungstechnische Maßnahmen. Dazu wird vorrangig das Absaugen der Gefahrstoffe im Entstehungsbereich empfohlen – vorzugsweise mit Absaugsystemen am Schweißbrenner (brennerintegrierte oder am Brenner montierte Absaugung), mit abgesaugten Schweißerschutzschilden bzw. -schirmen oder auch mit stationären oder mobilen Absauganlagen mit festen oder nachführbaren Erfassungshauben. Grundsätzlich gilt, dass die Effektivität der Erfassung zunimmt, je näher die Gefahrstoffe an der Entstehungsstelle abgesaugt werden. Technische Raumlüftungen, wie sie beispielsweise die Arbeitsstättenverordnung fordert, stellen daher „nur“ weitere oder zusätzliche Maßnahmen dar. Wird der Arbeitsbereich über eine technische Raumlüftung belüftet, sollte die Zu- und Abluft im Raum möglichst so geführt werden, dass sie die Thermikströmung der Rauche unterstützt.

Soll abgesaugte Luft in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden, so ist dies nur nach ausreichender Reinigung (Filterung) zulässig. Grundsätzlich ist eine Luftrückführung zulässig, wenn die lufttechnischen Anlagen bauartgeprüft sind oder wenn durch Einzelmessung die erforderliche Wirksamkeit überprüft wurde. Setzt der Schweißprozess krebserzeugende Gefahrstoffe, z. B. Chrom(VI)-Verbindungen oder Nickel und seine Verbindungen, frei, ist eine Luftrückführung nur in Ausnahmefällen zulässig. Die Voraussetzungen für Ausnahmeregelungen erfüllen Absauggeräte, die nach DIN EN ISO 15012-1 sicherheitstechnisch geprüft und der Schweißrauchabscheideklasse W2 oder W3 zugeordnet wurden. Informationen zu geprüften Schweißrauchabsauggeräten gibt z. B. das BGIA-Handbuch [1].

3.2 Organisatorische Schutzmaßnahmen

Auch organisatorische Maßnahmen können die Gefahrstoffbelastung an Schweißarbeitsplätzen reduzieren. Als organisatorische Maßnahme nennt die TRGS insbesondere die „richtige“ Auswahl des Schweißstromes bzw. der Schweißspannung. Informationen hierzu liefern in der Regel die Schweißzusatzhersteller. Auch auf die Sauberkeit am Arbeitsplatz wird hingewiesen: So sind im Rahmen der

Schweißnahtvorbereitung Verunreinigungen, aber auch Reinigungsmittelrückstände wie z. B. Kaltreiniger von den zu schweißenden Werkstücken zu entfernen. Ebenso sind die Hygieneanforderungen gemäß § 9 (3) GefStoffV und TRGS 500 sowie das Ess-, Trink- und Rauchverbot am Arbeitsplatz zu beachten.

Darüber hinaus wird auf die Verpflichtung hingewiesen, die Funktionsfähigkeit lüftungstechnischer Einrichtungen gemäß BGR 121 „Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen“ regelmäßig zu kontrollieren und zu dokumentieren.

3.3 Persönliche Schutzmaßnahmen

Abschließend geht Abschnitt 4 der TRGS auf persönliche Schutzmaßnahmen ein, wobei sich die Hinweise ausschließlich auf den Atemschutz beziehen. Atemschutz ist bereitzustellen und zu benutzen, wenn die zuvor genannten Maßnahmen aus technischen Gründen nicht umsetzbar sind oder keinen ausreichenden Schutz erzielen. Schutzmaßnahmen sind nicht ausreichend, wenn Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) nicht eingehalten sind oder die Schweißrauchkonzentration am Arbeitsplatz größer als 5 mg/m^3 A-Staub ist. Als persönlicher Atemschutz werden folgende Geräte empfohlen: Belüftete Helme/Hauben mit Gebläse und Partikelfilter TH2P oder TH3P, Masken mit Gebläse und Partikelfilter TM1P, TM2P oder TM3P, Vollmasken oder Mundstückgarnituren mit P2- oder P3-Filtern, Halb- oder Viertelmasken mit P2- oder P3-Filtern, partikelfiltrierende Halbmasken FFP2 oder FFP3 oder Isoliergeräte. Für das Tragen von Atemschutz gelten die Festlegungen der BGR 190 „Benutzung von Atemschutzgeräten“. Die darin festgelegten Tragezeitbegrenzungen gelten jedoch nicht für das Tragen von nicht belastendem Atemschutz (z. B. belüftete Helme bzw. Hauben), sofern der Geräteträger nicht durch die Arbeitsschwere bzw. klimatischen Bedingungen am Arbeitsplatz zusätzlich belastet ist.

Literatur

- [1] von der Heyden, T.; Goebel, A.; Jurkus, R.: Schweißrauchabsauggeräte. Kennzahl 510 215, 2. Lfg. XII/2008. In: BGIA-Handbuch Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz. Hrsg.: BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, Sankt Augustin. 2. Aufl. Berlin: Erich Schmidt 2003 – Losebl.-Ausg.
www.bgia-handbuchdigital.de/510215