

Aktuelles aus Gesetzgebung und Regelwerk zu Schadstoffen beim Schweißen

Dr.-Ing. Vilia Elena Spiegel-Ciobanu
Berufsgenossenschaft Holz und Metall

In der Gesetzgebung und im Regelwerk zum Arbeits- und Gesundheitsschutz haben sich in den vergangenen Jahren Änderungen ergeben, die auch den Bereich Schweißen und verwandte Verfahren betreffen. Diese Änderungen wurden erforderlich, weil die beiden Europäischen Verordnungen zum Chemikalienrecht (REACH- und CLP-Verordnung) in den europäischen Mitgliedsländern unmittelbar umgesetzt werden müssen.

Vorschriften, Technische Regeln, Grenzwerte

Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)

Mit der Änderung der Gefahrstoffverordnung im Sommer 2013 wurden Arbeitgeber verpflichtet, unabhängig von der Anzahl der Beschäftigten, vor Aufnahme der Beschäftigung eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen und zu dokumentieren. Bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden Stoffen hat der Arbeitgeber die Schutzmaßnahmen auf das vorhandene Risiko abzustimmen.

In Sommer 2015 erfolgte eine weitere Änderung der GefStoffV. Diesmal ging es um die Anforderungen zum Explosionsschutz, die bisher zum Großteil in der Betriebssicherheitsverordnung geregelt waren. Zunächst wurden sie inhaltsgleich in die GefStoffV übernommen. Ab Ende 2015 sind jedoch mit der Novelle der GefStoffV weitere Änderungen und Anpassungen an die CLP-Verordnung zu erwarten. Dabei geht es für die Betriebe um die neue, international zusammengeführte Klassifizierung und Kennzeichnung sowie um die geeignete Verpackung von Stoffen und Produkten.

Die innerbetriebliche Kennzeichnung muss nach der CLP-Verordnung nicht sofort umgesetzt werden. Zunächst gelten die derzeitigen Empfehlungen für Unterweisung, Betriebsanweisungen und Gefahrstoffverzeichnis weiter. Die Anwendenden sollen die „alten“ Regelungen sinngemäß auch für Stoffe anwenden, die nach dem Globally Harmonized System of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals (GHS) neu eingestuft sind [1].

Technische Regeln für Gefahrstoffe

Eine für die Gefährdungsbeurteilung wichtige technische Regel ist die **TRGS 900** „Arbeitsplatzgrenzwerte“, da sie die Grenzwerte für Stoffe am Arbeitsplatz (AGW) auflistet. Diese technische Regel wird jährlich aktualisiert. Die meisten Änderungen betreffen die Herabsetzung einiger stoffspezifischer AGW, aber auch die Neuaufnahmen von AGW für weitere Stoffe. Diese Änderungen erfolgen meist als Konsequenz der jährlich neu publizierten MAK- und BAT-Werte-Liste der Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Die Senatskommission legt als wissenschaftliches Gremium auf der Grundlage neuer arbeitsmedizinischer und toxikologischer Erkenntnisse aus Forschungsvorhaben und Studien maximale Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK), biologische Konzentrationen und Einstufungen für krebserzeugende Stoffe fest.

Auf dieser Grundlage erfolgen die Beratungen im Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) auch bezüglich der Aktualisierung der TRGS 905. Diese listet die krebserzeugenden Stoffe und deren Einstufung, die nicht in anderen Listen, z. B. der EU, aufgeführt sind.

Die Implementierung des Risikokonzepts für krebserzeugende Stoffe im Sinne von § 10 GefStoffV wurde in der **TRGS 402** am 2. April 2014 bekannt gegeben. Dabei werden gemessene Konzentrationen am Arbeitsplatz mit den Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen verglichen. Entsprechend dem Ergebnis des jeweiligen Befundes werden sie als „eingehalten“ oder „überschritten“ erhoben. Die Hintergrundkonzentration kann vom Arbeitgeber im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden (TRGS 910).

Die arbeitsplatzbedingte inhalative Exposition ergibt sich aus der Differenz zwischen der am Arbeitsplatz ermittelten Stoffkonzentration und der Hintergrundkonzentration. Bei mehreren krebserzeugenden Stoffen erfolgt die Bewertung für Einzelstoffe getrennt. Es wird kein Bewertungsindex mehr berechnet.

In Anlage 3 werden Anforderungen an das Messverfahren gestellt (geeignetes oder bedingt geeignetes Messverfahren). Neben AGW und Risikokonzentrationen sind weitere Grenzwerte/Beurteilungsmaßstäbe heranzuziehen (nachrangig MAK-Werte, Arbeitsplatz-Richtgrenzwerte, ausländische GW, DNEL, Zielwerte des Unternehmers).

In der **TRGS 903** werden die Biologischen Grenzwerte nicht mehr nach dem bisherigen Spitzenwertkonzept, sondern nach dem neuen Mittelwertkonzept aufgestellt. Dementsprechend wurde die BGW-Stoffliste neu gefasst. Die **TRGS 905** listet die Einstufung der krebserzeugenden Stoffe auf, die nicht in anderen Listen der EU aufgeführt sind.

Die neue **TRGS 910** „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ (früher Bekanntmachung 910 – BekGS 910) in der Ausgabe vom Februar 2014, zuletzt geändert und ergänzt am 6. November 2015, definiert Begriffe wie Akzeptanz-, Toleranz- und Hintergrundkonzentration und legt stoffübergreifende Risikogrenzen sowie stoffspezifische Konzentrationswerte fest. Bei der Gefährdungsbeurteilung werden auch die Hintergrundkonzentration sowie das Messverfahren berücksichtigt. Zu den Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen wurden für einige Stoffe, wie z. B. Butadien, stoffspezifische Äquivalenzwerte in biologischem Material festgelegt.

Für viele krebserzeugende Stoffe werden weiterhin keine Werte genannt. Zwar wurden für einige Stoffe Werte festgelegt, doch werden diese erst mit der Veröffentlichung der neuen TRGS 561 „Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen“ rechtsverbindlich.

Die **TRGS 400** schreibt vor, dass der Arbeitgeber andere geeignete Beurteilungsmaßstäbe in eigener Verantwortung heranzuziehen hat, wenn kein Arbeitsplatzgrenzwert für einen Stoff vorhanden ist.

Im Oktober 2013 erschien die **TRGS 460** „Handlungsempfehlung zur Ermittlung des Standes der Technik“ als neue technische Regel. Der Stand der Technik wird entsprechend § 2 Abs.11 GefStoffV definiert und gibt Empfehlungen zum Vorgehen in der Praxis (Leitfaden).

Auf der Internetseite der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) sind Beispiele aus der Praxis genannt.

Weitere Projekte des AGS, die für die Schweißtechnik Bedeutung haben, sind:

- Überarbeitung der TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“
- Die neue TRGS 561 „Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen“ wird voraussichtlich im Mai 2016 im AGS vorgestellt. Diese TRGS enthält auch einen Abschnitt zum Thema Schweißen.
- Die neue TRGS 504 „Tätigkeiten mit Exposition gegenüber A- und E-Staub“
- Arbeitsplatzgrenzwerte, z. B. Beratung bezüglich Übernahme des MAK-Wertes für Zink und Zink-Verbindungen in Höhe von 0,1 mg/m³ (A)
- Prüfung der nephrotoxischen Wirkung der E-Staubfraktion von Cadmium-Verbindungen
- Überarbeitung der TRGS 201 „Einstufung und Kennzeichnung bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ und die BekGS 220 „Sicherheitsdatenblatt“
- TRGS 420 „Verfahrens- und stoffspezifische Kriterien (VSK) für die Ermittlung und Beurteilung der inhalativen Exposition“
- Neue TRGS 504 „Tätigkeiten mit Exposition gegenüber A- und E-Staub“
- Überarbeitung der TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ wird voraussichtlich ebenfalls hinsichtlich neuer Beurteilungsmaßstäbe überarbeitet (ASGW als obere Grenze: 1,25 mg/m³, neue Beurteilungsmaßstäbe für Chrom(VI)-Verbindungen, Nickeloxide, Stickstoffoxide und Manganverbindungen sowie Aktualisierung auf Grundlage der Neufassung GefStoffV und ArbMedVV sowie Erkenntnisse aus neuen Studien, z. B. WELDOX).

Grenzwerte

Die Grenzwerte werden unterschieden in:

- verbindliche Grenzwerte, z. B. Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW): Diese sind durch den Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) beraten und verabschiedet und in der TRGS 900 publiziert;
- unverbindliche Grenzwerte, z. B. Maximale Arbeitsplatzkonzentrationen (MAK), die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) aufgestellt und in der MAK- und BAT- Werte-Liste jährlich publiziert werden;
- weitere verbindliche Grenz- und Richtwerte sind die EU-Werte (Grenzwerte der Europäischen Union), die für eine berufsbedingte Exposition aufgestellt sind.

Diese Grenzwerte sind auch wie die AGW, die MAK Schichtmittelwerte bei achtstündiger Exposition.

Allgemeiner Staubgrenzwert

Ein neuer AGW für die A-Fraktion des Staubes von 1,25 mg/m³ und für eine Staabdichte von 2,5 g/cm³ wurde in der TRGS 900 aufgenommen. Ein Übergangszeitraum von fünf Jahren (bis 31. Dezember 2018) wurde festgelegt.

Grundsätzlich gilt der neue Staubgrenzwert für alveolengängige Stäube (Partikel mit Durchmesser kleiner als 10 µm = 10000 nm) von 1,25 mg/m³ für eine Dichte des Staubes

von $2,5 \text{ g/cm}^3$. Schweißrauche sind aber keine Stäube im Sinne der Definition, wie sie bei mechanischen Prozessen, z. B. beim Schleifen oder Polieren entstehen. Schweißrauche entstehen durch thermische Prozesse bei sehr hohen Temperaturen (z. B. im Lichtbogen). Somit ist der Schweißrauch zu keinem Zeitpunkt mit Staub gleichzusetzen. Er besteht vorwiegend aus Partikeln, die alveolengängig sind. D. h., dass die Schweißrauchpartikel die Lungenbläschen erreichen und in ungünstigen Arbeitsplatzsituationen zu Beeinträchtigungen der Lunge führen oder diese schädigen können. Darüber hinaus sind auch andere negative gesundheitliche Wirkungen auf den menschlichen Organismus möglich.

Hierzu enthält die BGI 593 „Schadstoffe beim Schweißen und bei verwandten Verfahren“ weitere Informationen. Wissenschaftliche Untersuchungen haben gezeigt, dass ultrafeine Partikel ($< 100 \text{ nm}$) generell, trotz ihres verhältnismäßig geringen Massenanteils (im Schweißrauch z. B. etwa 2 - 10% der Gesamtschweißrauchmasse), durch die sehr hohe Anzahl der Partikel (Partikelanzahlkonzentration in der Größenordnung von etwa 10^5 bis 10^7) eine spezifische aktive Oberfläche besitzen. Es wird angenommen, dass von dieser Oberfläche eine besondere toxische Wirkung ausgeht: Beispielsweise kann sie den Reinigungsmechanismus der Lunge beeinträchtigen, schädigen oder zum Erliegen bringen.

Ein spezifischer Grenzwert für Schweißrauch existiert bis heute nicht. Aus diesem Grund wird trotz Kenntnis der o. g. Unterschiede als Hilfsmittel bei der Beurteilung der Gefährdung durch Schweißrauche der Grenzwert für alveolengängigen Staub (A-Staub) als Obergrenze herangezogen. (Hinweis: Die ultrafeinen Partikel sind aus dem Geltungsbereich des A-Staubes ohnehin herausgenommen.)

Darüber hinaus sind für die im Schweißrauch enthaltenen Metallverbindungen stoffspezifische Grenzwerte zu berücksichtigen. Beispiele dafür sind: AGW für Kupfer und Kupfer-Verbindungen oder Mangan und Mangan-Verbindungen. Des Weiteren sind dies Expositions-Risikowerte für krebserzeugende Stoffe (z. Z. in Vorbereitung: Cr(VI)-Verbindungen oder Nickeloxid), die bei der schweißtechnischen Bearbeitung von Chrom-Nickel-Stählen und Nickellegierungen häufig auftreten. Für die meisten im Schweißrauch enthaltenen Metallverbindungen mit einer vorwiegend toxischen Wirkung sind die Arbeitsplatzgrenzwerte sehr niedrig. Deren Einhaltung führt automatisch zu einer niedrigeren Gesamt-Schweißrauchkonzentration im Vergleich zum Grenzwert für A-Staub. Die Obergrenze von $1,25 \text{ mg/m}^3$ ist somit nur für die schweißtechnische Bearbeitung von unlegierten und niedriglegierten Stählen maßgebend, die (nur) atemwegs- und lungenbelastende Schweißrauche emittieren.

Der Unterausschuss III (UA III) „Gefahrstoffbewertung“ des AGS behandelt z. Z. u. a. auch die nachfolgend genannten Stoffe, die für die Schweißtechnik relevant sind. Das Ziel ist, einen Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für die Aufnahme in die TRGS 900 vorzuschlagen oder eine Exposition-Risiko-Beziehung (ERB) nach TRGS 910 abzuleiten:

- Zink, Zinkverbindungen (bes. als Zinkoxid) - A-Fraktion
- Zinkhaltige Rauche
- Blei und seine Verbindungen

- Kupfer und seine Verbindungen
- Kupfer-Rauch
- Ozon
- Stickstoffdioxid
- Stickstoffmonoxid

Für einige Stoffe wurden bereits Exposition-Risiko-Beziehungen (ERB) durch den AGS erarbeitet. Die zugehörigen stoffspezifischen Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen wurden in der früheren Bekanntmachung zu Gefahrstoffen 910 (BekGS 910) veröffentlicht.

Chrom(VI)-Verbindungen: Der AGS hat einen Beurteilungsmaßstab von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ als Schichtmittelwert mit einem Überschreitungsfaktor 8 beschlossen. Die in der Arbeit befindliche TRGS 561 enthält Schutzmaßnahmen für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Metallen und ihren Verbindungen. Auf der BAuA-Homepage wurde ein Begründungspapier zum Beurteilungsmaßstab von $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (E) veröffentlicht. In der TRGS 910 wird lediglich auf die TRGS 561 hingewiesen. Der Beurteilungsmaßstab soll letztlich in der TRGS 561 veröffentlicht werden und dann als rechtsverbindlich gelten.

Weitere Festlegungen des UA III:

- Beryllium und seine anorganischen Verbindungen: AGW von $60 \text{ ng}/\text{m}^3$ (A); $140 \text{ ng}/\text{m}^3$ (E); der AGW schützt nicht vor sensibilisierender Wirkung
- Mangan und seine anorganische Verbindungen: $0,02 \text{ mg}/\text{m}^3$ (A); $0,2 \text{ mg}/\text{m}^3$ (E)
- Nickelmetall: $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A)
- Nickelverbindungen, z. B. Nickeloxide (NiO , Ni_2O_3 , NiO_2): TK (4: 1000) $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A); AK (4:10000) $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A); AK (4:100000) $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A); AGW-analoger Wert $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A)
- Cobalt und seine Verbindungen: TK $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A); AK $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (A)
- anorganische Vanadium-Verb.: $0,005 \text{ mg}/\text{m}^3$ (A) und $0,03 \text{ mg}/\text{m}^3$ (E)

Konsequenzen für die Umsetzung in der Praxis

Zurzeit existiert kein Arbeitsplatzgrenzwert für Schweißrauche. Bei der Beurteilung der Schweißrauchexposition wird als Obergrenze die A-Fraktion des Staubes von $1,25 \text{ mg}/\text{m}^3$ herangezogen. Darüber hinaus existieren stoffspezifische Grenzwerte, z. B. für Leitkomponenten im Schweißrauch, wie

- AGW für Mn = $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ (E),
- AGW für F- = $1 \text{ mg}/\text{m}^3$ (E)
- Stickstoffmonoxid: MAK $0,63 \text{ mg}/\text{m}^3$ (0,5 ppm)
- Stickstoffdioxid: MAK $0,95 \text{ mg}/\text{m}^3$ (0,5 ppm) (*)

Die im Schweißrauch enthaltenen Metallverbindungen besitzen eine höhere Dichte als $2,5 \text{ g}/\text{cm}^3$ und liegen etwa zwischen 5 und $7 \text{ g}/\text{cm}^3$. Somit wäre für die Praxis der Gefährdungsbeurteilung die Möglichkeit gegeben, den Staubgrenzwert per Dreisatz auf die Dichte der eingesetzten Metalle umzurechnen.

Berücksichtigt man aber die Fakten, die die Morphologie und Zusammensetzung der Schweißrauche betreffen und darüber hinaus die bisherigen arbeitsmedizinischen und

toxikologischen Erkenntnisse, ist es nachvollziehbar, dass aus Gründen der Prävention eine Umrechnung des neuen AGW für die A-Fraktion des Staubes von 1,25 mg/m³ auf die tatsächliche höhere Schweißrauchdichte nicht zu empfehlen ist.

Aus diesen Gründen empfiehlt der Messtechnische Dienst der Berufsgenossenschaft Holz und Metall (BGHM) nach Abstimmung mit dem Themenfeld „Schadstoffe in der Schweißtechnik“ im DGUV Fachbereich Holz und Metall (FBHM), auf eine Umrechnung des ASGW für die A-Fraktion (bezogen auf eine höhere Dichte) zu verzichten.

Stattdessen empfiehlt der Expertenkreis „Schadstoffe in der Schweißtechnik“ des FBHM, entsprechend der GefStoffV vorzugehen. Zunächst sind das eingesetzte Schweißverfahren und die Schweißzusatzwerkstoffe zu überprüfen: Stehen schadstoffärmere Verfahren und Werkstoffe zur Verfügung und können diese eingesetzt werden? Zu den schadstoffarmen Schweißverfahren zählen z. B. energiereduzierte Verfahren wie das ColdArc- und das Impulslichtbogen-Verfahren. Im Bereich der Zusatzwerkstoffe wird auch dazu geraten, mit den Herstellern oder Lieferanten der Zusatzwerkstoffe Kontakt aufzunehmen. Allerdings muss der jeweilige Zusatzwerkstoff immer auf den Schweißprozess abgestimmt sein. Zudem sind bestimmte Elektroden erhältlich, die weniger Schweißrauch produzieren.

Weitere Maßnahmen sind z. B. die Optimierung der Schweißparameter entsprechend den Herstellerangaben. Bereits eine Verringerung der Spannung um 0,5 V führt zu einer niedrigeren Emissionsrate. Meist lassen sich die Schweißrauch-Emissionen durch die Wahl des richtigen Verfahrens und Zusatzwerkstoffs deutlich reduzieren.

Wird der Grenzwert trotzdem noch nicht eingehalten, kann dies durch Lüftungstechnische Maßnahmen erreicht werden. Hierbei ist die Auswahl des geeigneten Erfassungselements besonders relevant (z. B. mit Flansch).

Eine leistungsfähige Schweißrauchabscheidung allein ist nicht ausreichend. Es gilt darauf zu achten, so viel Schweißrauch wie möglich zu erfassen. Dazu gehört in erster Linie die Positionierung und ggf. Nachführung des Erfassungselements, möglichst direkt im Schweißrauch-Entstehungsbereich. Brennerintegrierte oder auf den Brenner aufgesetzte Absaugrohre erlauben eine unmittelbare Erfassung der Schweißrauche an der Entstehungsstelle. Diese Anlagen wurden in den letzten Jahren ergonomisch, aber auch bezüglich des Erfassungsgrades erheblich verbessert. Hochvakuumanlagen sind sehr effektiv und benötigen geringere Luftmengen (150 m³/h) als Niedrigvakuumanlagen (1000 m³/h).

Entsprechend der TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ sollen die umgesetzten Schutzmaßnahmen, insbesondere Lüftungstechnische Anlagen am Arbeitsplatz auf ihre Wirksamkeit geprüft und ihre Funktion optimiert werden.

Zusammenfassung

Die Wahl und Festlegung eines Schutzmaßnahmenkonzeptes basiert heute auf einer Vielzahl moderner technischer, organisatorischer und persönlicher Schutzmaßnahmen. Um das Ziel der Einhaltung von Grenzwerten zu erreichen, ist meist eine Kombination verschiedener Maßnahmen nötig. Die Einhaltung des neuen Grenzwertes für die A-Staub-Fraktion ist eine große Herausforderung für schweißtechnische Betriebe. Dies ist aber in den meisten Fällen in Zusammenarbeit mit den Arbeitsschutzexpertinnen und -experten zu bewältigen.

Veröffentlichung

Erschienen im April 2016 in der Zeitschrift „Schneiden und Schweißen“, Ausgabe 04/2016.

Kontakt

Sollten Sie als Medienvertreterin oder -vertreter auf Autorentsuche für Fachartikel oder Themen sein, kontaktieren Sie uns gerne per E-Mail an presse@bghm.de.

Fußnote

[1] Nähere Informationen finden Sie unter <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/Bekanntmachung-BMAS.html>

Literaturquellen

1. GefStoffV Gefahrstoffverordnung, <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS.html>
2. TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“, <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS.html>
3. TRGS 402 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition“, <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS.html>
4. TRGS 903 Biologische Grenzwerte, <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS.html>
5. TRGS 910 „Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen“ <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS.html>
6. BGI 593 „Schadstoffe beim Schweißen und bei verwandten Verfahren“, Ausgabe Nov. 2012, Herausgeber BGHM, Mainz
7. TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ <http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS.html>