

# **ARBEITSWISSENSCHAFTLICHE ERKENNTNISSE**

## **Forschungsergebnisse für die Praxis**

### **Arbeitsschutz beim Schweißen**

*Grothe, I.; Kraume, G., et al.*

#### **Einrichtung von Schweißwerkstätten unter Arbeitsschutzaspekten**

##### **Inhalt**

- 1 Einleitung**
- 2 Anwendungsbereich**
- 3 Gefahren und Belastungen an Schweißarbeitsplätzen**
- 4 Vorbereitung von Werkstücken**
- 5 Auslegung von Schweißwerkstätten**
- 6 Gaseversorgung**
- 7 Stromversorgung**
- 8 Raumbegrenzungen**
- 9 Beleuchtung und Farbgebung**
- 10 Lüftung**
- 11 Schweißarbeitsplätze**
- 12 Geräte und Maschinen**
- 13 Verordnungen, Vorschriften und Regeln**
- 14 Schrifttum**

Ergebnisse eines im Rahmen des Förderprogramms „Modellmaßnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz in den neuen Bundesländern“ vom Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung, Bonn, geförderten, von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA), Dortmund, fachlich betreuten und vom DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e. V., Düsseldorf, durchgeführten Vorhabens von

*Grothe, I.; Kraume, G., et al.*

#### **Einrichtung von Schweißwerkstätten unter Arbeitsschutzaspekten**

Nachdruck und auszugsweise Wiedergabe nur mit ausdrücklicher vorheriger Zustimmung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, gestattet.

## 1 Einleitung

Das Schweißen mit seinen verwandten Verfahren stellt eine Schlüsseltechnologie in der handwerklichen und industriellen Metallbearbeitung dar. Arbeitsplätze der Schweißtechnik zeichnen sich allgemein durch einen hohen Bedarf an technischen Gasen und/oder elektrischer Energie aus. Oft wird relativ viel Platz für Materialtransport und Werkstückbewegungen benötigt. Maßnahmen des Arbeitsschutzes sind daher schon in der Bau-phase zu berücksichtigen.

Die Einrichtung von Werkstätten, in denen ausschließlich oder überwiegend schweißtechnische Arbeiten durchgeführt werden, ist deshalb sorgfältig zu planen. Dabei spielt auch die organisatorische und räumliche Verknüpfung mit dem Materiallager, den Vorbereitungsarbeiten und der möglichen Nachbehandlung eine Rolle.

Hier soll aber insbesondere auf die Anforderungen des Arbeitsschutzes eingegangen werden, weil eine nachträgliche Berücksichtigung der vorgeschriebenen und notwendigen Maßnahmen gegen optische Strahlung, Lärm und Schadstoffe sehr hohe Kosten verursachen kann und zudem oft unzureichend bleibt.

Bei allen Überlegungen darf nicht vergessen werden, dass menschengerechte Arbeitsplätze und eine wirtschaftliche Betriebsführung einander sinnvoll ergänzen, da sich jeder Unfall und jeder Krankheitsfall kostensteigernd auswirkt.

## 2 Anwendungsbereich

Diese Veröffentlichung gibt Informationen zur Einrichtung von Schweißwerkstätten, und zwar besonders unter den Aspekten des Arbeitsschutzes, also der Verhütung von Arbeitsunfällen und beruflich bedingten Erkrankungen. Dabei geht es vor allem um schweißtechnische Fertigungswerkstätten mit ortsgebundenen oder wechselnden Arbeitsplätzen, daneben durchaus auch um schweißtechnische Ausbildungswerkstätten. Hierzu wird im übrigen auf die Richtlinie DVS® 1102 „Planung und Einrichtung von DVS®-Kursstätten“ verwiesen. Angaben über die Einrichtung von Werkstattwagen mit Gasflaschen und Autogengeräten enthält das Merkblatt DVS 0211 „Druckgasflaschen in geschlossenen Kraftfahrzeugen“.

Diese Veröffentlichung gilt im Wesentlichen für die Einrichtung von Werkstätten, in denen Arbeiten der Autogentechnik, der Lichtbogenschweißtechnik und des thermischen Trennens durchgeführt werden, also z. B. Gasschweißen, Flammwärmen, Lichtbogenhandschweißen, Metall-Inertgasschweißen, Metall-Aktivgasschweißen, Wolfram-Inertgasschweißen, Plasmaschweißen, Brennschneiden und Plasmaschneiden.

In dieser Veröffentlichung nicht behandelt werden Arbeitsplätze zum Widerstandsschweißen, Löten, thermischen Spritzen, Elektronenstrahlschweißen, Laserstrahlschweißen und -schneiden, Wasserstrahlschneiden sowie für Schweißroboter, für Qualitätsprüfung und für Werkstoffprüfung, weil es sich hierbei um Verfahren handelt, die weniger häufig angewendet werden oder deren Gefährdungspotential deutlich geringer ist.

### 3 Gefahren und Belastungen an Schweißarbeitsplätzen

Schweißer sind spezifischen Unfallgefahren und Gesundheitsbelastungen ausgesetzt, meist mehreren gleichzeitig. Durch technische und organisatorische Maßnahmen sowie durch das Benutzen persönlicher Schutzausrüstungen muss – in dieser Rangfolge – den Gefahren und Belastungen begegnet werden. Sachgerechten baulichen Maßnahmen und ordnungsgemäßer Installation der Energieversorgung und -zuleitung kommt dabei entscheidende Bedeutung zu. Auch der Schutz gegen Strahlung, Lärm und Schadstoffe stellt besondere Anforderungen an Bau und Ausrüstung von Schweißwerkstätten. Handhabungshilfen können die körperlichen Belastungen der Schweißer wesentlich mindern.

**Brände und Explosionen** sind die möglichen Folgen des unbeabsichtigten Austritts von Brenngas oder Sauerstoff aus Gasquellen, Rohrleitungen, Schläuchen und Geräten der Autogentechnik und einer dann folgenden Zündung. Brennerflamme, elektrischer Lichtbogen, Spritzer und Schlackenteilchen können nicht nur Verbrennungsverletzungen an Gesicht und Händen verursachen, sondern auch zur Zündung in der Umgebung befindlicher, nicht ordnungsgemäß beseitigter brennbarer oder explosibler Stoffe führen.

**Elektrische Gefährdung** besteht für Schweißer insbesondere bei manuellen Lichtbogenverfahren, weil es hier durch Berühren der Elektrode oder – fehlerhaft, nicht abgedeckter – aktiver (spannungsführender) Teile zu einem Stromdurchgang durch den menschlichen Körper kommen kann. Auch das Bedienungspersonal für mechanisierte und automatische Anlagen kann einer elektrischen Gefährdung ausgesetzt sein. Erhöhte elektrische Gefährdung besteht bei Lichtbogenarbeiten in Zwangslagen oder in feuchten oder heißen Bereichen.

**Mechanische Gefahren** bedrohen auch den Schweißer auf vielfältige Art, z. B. indem Bauteile oder Gasflaschen umkippen, indem Quetschstellen an älteren Brennschneidanlagen vorhanden sind oder indem durch unvorsichtiges Hantieren die Drahtelektrodenspitze in die Handfläche eindringt.

**Optische Strahlung** in den Wellenlängenbereichen Ultraviolett, sichtbares Licht, Infrarot geht von der Schweißflamme, vom Schweißbad und in wesentlich stärkerem Maße vom Schweißlichtbogen aus. Dadurch kann es beim Schweißer und bei Personen in der Umgebung zu Schädigungen ungeschützter Hautflächen (Gesicht, Hals, Hände) und – bei unzureichendem Schutz – vor allem der Augen kommen (Verblitzen = Bindehautentzündung).

**Lärm** mit einem Beurteilungspegel über 85 dB(A) ist bei einigen schweißtechnischen Verfahren, wie beim Plasmaschneiden, maschinellen Brennschneiden, Flammwärmern, zu erwarten. Dieser führt bei Dauerbelastung zu Gehörschädigungen. Bei gleichzeitiger Einwirkung mehrerer Schallquellen vergrößert sich das Problem. Lärmintensive Nebenarbeiten wie Schleifen oder Richten verstärken die Belastung.

**Schadstoffe**, also Gase, Rauche und/oder Stäube, entstehen bei fast allen Verfahren der Schweißtechnik. Art und Menge dieser Stoffe hängen von etlichen Einflussgrößen ab, wie Verfahren, Grund- und Zusatzwerkstoff, Beschichtungen, verwendete Gase und Schweißparameter. Nach dem Ein-

atmen bestimmter Konzentrationen können die Schadstoffe, je nach ihrer Art, lungenbelastend, toxisch (giftig) oder in manchen Fällen sogar cancerogen (krebserzeugend) wirken.

Für die Gesundheit der Schweißer und benachbarter Personen ist daher die Einhaltung der vorgegebenen Grenzwerte (MAK, TRK) wichtig, wozu insbesondere technische und organisatorische Maßnahmen dienen.

**Starke Belastungen von Muskeln und Skelett** des Menschen sind gerade beim Schweißen nicht ungewöhnlich. Oft kommt es zu ungünstigen Körperhaltungen, z. B. in Beugestellung, liegend oder bei Über-Kopf-Arbeit. Das Handhaben von Werkstücken bewirkt möglicherweise hohe Muskelbelastung. Länger dauerndes Halten des Autogen- oder Schutzgasbrenners mit angeschlossenem Schlauchpaket bedeutet starke statische Muskelbelastung. Diese Belastungen sollten durch technische Hilfen und Einrichtungen vermieden oder verringert werden.

#### 4 Vorbereitung von Werkstücken

Bei der Planung von Schweißwerkstätten ist rechtzeitig zu bedenken, dass die eigentliche Schweißaufgabe zwar im Mittelpunkt steht, aber ohne gute und richtige Vorbereitung der Werkstücke nicht – oder nur mit erheblichem Qualitätsverlust – durchführbar wäre.

Die Lagerung des Halbzeugs (Bleche, Rohre, Profile) sollte der Schweißwerkstatt direkt zugeordnet sein. Maßgeblich sind hier die Auswahl der Materialformate, die Art der Einlagerung, der Organisationsgrad (bis zu Regalbediengeräten) und die Transportmittel (z. B. Flurförderzeuge, Krane).

Allgemeine Sicherheitsanforderungen an Lager enthält § 34 Berufsgenossenschaftliche Vorschrift „Allgemeine Vorschriften“ (BGV A1). Die Belastung muss sicher aufgenommen werden, eine Gefährdung durch fallende oder rollende Gegenstände muss ausgeschlossen sein. Arbeitnehmer dürfen durch zu geringen Abstand der gelagerten Teile und Stapel untereinander oder durch Lagerbewegungen nicht gefährdet werden. Auf die Schriften ZH 1/361 „Richtlinien für Geräte und Anlagen zur Regalbedienung“ und ZH 1/428 „Richtlinien für Lagereinrichtungen und -geräte“ sei hingewiesen. Für Transportmittel gelten die Vorschriften BGV D 6, D 8 und D 27 sowie VBG 9 a (siehe Abschnitt 11).

Zum Zerteilen von stangenförmigem Halbzeug werden Bügelsägen, Bandsägen oder Kreissägen eingesetzt. Auswahlkriterien sind insbesondere Kosten, Schneidleistung und Schnittfugenbreite. Es kann trocken oder mit Kühlschmierstoffen gesägt werden. Kühlschmierstoffe sind durch geeignete Einrichtungen sicher aufzufangen. Sicherheitstechnische Forderungen enthält die Vorschrift „Metallbearbeitung“ (VBG 7 n).

Das mechanische Schneiden von Blechen erfolgt durch Hebelscheren, Schlagscheren oder – bei größerem Bedarf oder höheren Anforderungen – durch Tafelscheren. Für alle Typen gilt – neben der Vorschrift „Kraftbetriebene Arbeitsmittel“ (VBG 5) – die Vorschrift „Scheren“ (VBG 7 n 2). Im § 3 dieser Vorschrift werden für Tafelscheren Einrücksperrungen, Nachschlagsicherung, Schnittlinienschutz und niedrige Hubeinstellung des Niederhalters verlangt. Abfallweichen zur Entsorgung der Tafelscheren sind zweckmäßig.

Hinsichtlich des thermischen Trennens für die Werkstückvorbereitung – durch Brennschneid- oder Plasmaschneidgeräte und -maschinen – wird auf Abschnitt 12 verwiesen.

Das nach dem Schneiden des Halbzeugs oft notwendige Entgraten geschieht vor allem durch Schleifen oder Bürsten. Anstelle der früher üblichen Werkstattschleifmaschinen wird der Einsatz von Bandschleifmaschinen oder von speziellen Entgratmaschinen (zum Schleifen und Bürsten) empfohlen. Sicherheitsbestimmungen sind in der Vorschrift „Schleifkörper-, Pließ- und Polierscheiben; Schleif- und Poliermaschinen“ (VBG 7 n 6) enthalten. Das Entgraten kleinerer Massenteile kann in Schertrommeln erfolgen.

In zahlreichen Fällen sind die zu schweißenden Teile vorher in eine bestimmte Form zu bringen. Dazu dienen Abkantpressen, Schwenkbiegemaschinen, Walzmaschinen (Blechrundmaschinen) sowie Biegevorrichtungen und -maschinen unterschiedlicher Art und Größe. Den vielfältigen Gefährdungen wird durch Bestimmungen der Vorschrift „Kraftbetriebene Arbeitsmittel“ (VBG 5) und – soweit zutreffend – der Vorschrift „Hydraulische Pressen“ (VBG 7 n 5.2) begegnet.

Richtarbeiten können sowohl vor dem Schweißen – an unebenem Halbzeug – als auch später an geschweißten oder thermisch geschnittenen Bauteilen anfallen. Schlagen und Hämmern sollte wegen der damit verbundenen starken Lärmbelastung unterbleiben. Besser ist das Flammrichten – siehe Abschnitt 12 – oder der Einsatz hydraulischer Richtmaschinen. Für diese gelten die Bestimmungen der Vorschrift „Hydraulische Pressen“ (VBG 7 n 5.2).

Das Wärmen von Werkstücken – sei es zum Spannungsabbau oder zum Vermeiden von Rissbildung – geschieht entweder mit elektrischem Strom oder – häufiger – mit der Autogenflamme. Die Autogenbrenner müssen den Anforderungen von § 11 oder § 12 BGV D 1 und bei Handbrennern auch DIN EN ISO 5172 bzw. DIN EN 731 entsprechen.

Schon bei der Planung einer Schweißwerkstatt müssen Konstruktion und Fertigung des Unternehmens eng zusammenarbeiten. Das Einbeziehen weiterer Abteilungen von der Materialverwaltung bis zum Versand ist sinnvoll, um wirtschaftliche und zukunftssichere Lösungen zu erreichen. Auf die Mitwirkung von Fachleuten der Sicherheitstechnik und der Arbeitsmedizin sollte in keinem Fall verzichtet werden. Entscheidend für die Auslegung der Schweißwerkstatt sind – neben dem Produktionsumfang – Art, Größe und Form der Werkstücke/Bauteile, deren Werkstoffe und die hauptsächlich eingesetzten Schweiß- und Schneidverfahren. Es ist zu entscheiden, ob ortsgebunden oder an wechselnden Plätzen gearbeitet werden soll. Die funktionelle Zusammengehörigkeit mit anderen Betriebsräumen ist ebenso zu berücksichtigen wie ein zweckmäßiger Materialfluss.

Schweißwerkstätten sollen möglichst ebenerdig angelegt und gut zugänglich sein. Die Anforderungen hinsichtlich Be- und Entlüftung, Materialtransport und Rettungswegen sind leichter zu erfüllen, wenn mindestens eine Umfassungswand zugleich Gebäudeaußenwand ist. Um gute Lüftungsver-

## **5 Auslegung von Schweißwerkstätten**

hältnisse zu schaffen, sollte die Raumhöhe mindestens 4 m betragen. Eine bauliche Abgrenzung von Bereichen wesentlich stärkerer oder geringerer Lärmentwicklung empfiehlt sich.

Bei der Bestimmung der Werkstattgröße muss von einem Platzbedarf von mindestens 4 m<sup>2</sup> und einem Raumbedarf von 15 m<sup>3</sup> bis 25 m<sup>3</sup> pro Schweißarbeitsplatz ausgegangen werden. Hinzu kommt der Platzbedarf für Werkstück-/Bauteilbewegungen, für Transport- und für Rettungswege sowie für Druckgasflaschen, falls diese in der Werkstatt aufgestellt werden. Die Lüftungsanlagen und die Einrichtungen zum Lärmschutz sowie zum Strahlenschutz erfordern zusätzlichen Platz.

## 6 Gaseversorgung

In der Autogentechnik wird als Brenngas überwiegend Acetylen verwendet, daneben aber auch Flüssiggas (Propan-Butan-Gemische) und Erdgas. Zusätzlich benötigt man Sauerstoff, meist auch Druckluft. Unter den Schutzgasen und Plasmagasen – oft in Form von Mischgasen – sind insbesondere Argon, Kohlendioxid und Helium – alle unbrennbar – zu nennen. Zum Wurzelschutz findet Formiergas (meist als brennbares Stickstoff-/Wasserstoff-Gemisch) Anwendung.

Bei geringem Gasbedarf ist eine **Versorgung aus einzelnen Druckgasflaschen** (Einzelflaschenanlagen) zweckmäßig. Die Vorratshaltung erfolgt in einem Gasflaschenlager gemäß Nr. 5 TRG 280. Dieses Lager wird in einem gesonderten Raum oder im Freien angelegt, in der Regel nicht unter Erdgleiche. Es muss bestimmten baulichen Anforderungen genügen, gut natürlich gelüftet und gegen Zutritt Unbefugter gesichert sein.

Bei größerem Bedarf empfiehlt sich eine **zentrale Gaseversorgung**, also die Einspeisung an einem zentralen Punkt und die Fortleitung durch ein Rohrsystem zu den Verbrauchsstellen. Die Lagerung der Gase kann – außer bei Acetylen und Erdgas – in ortsfesten Druckbehältern erfolgen, deren Aufstellung in TRB 600 und TRB 610 geregelt ist. Besonders Druckbehälter für Flüssiggas und für Sauerstoff (Kaltvergaseranlagen) unterliegen einschränkenden Bestimmungen (Aufstellen möglichst nur im Freien, auf Betonsockel, keine Bodenvertiefungen oder -öffnungen im Aufstellbereich, von Prallpfosten gesichert, Schutzbereiche).

Erdgas wird üblicherweise aus dem öffentlichen Versorgungsnetz entnommen.

Häufig werden bei der zentralen Versorgung die Gase – außer Erdgas und Druckluft – in **Flaschenbatterien** bereitgestellt, die wiederum aus an eine Hochdruck-Sammelleitung angeschlossenen Einzelflaschen oder aus Flaschenbündeln bestehen. Diesbezügliche Bestimmungen finden sich allgemein in Nr. 8 TRG 280 und in § 34 und § 36 BGV D 1, für Acetylen jedoch in TRAC 206 und DIN EN ISO 14114. Generell sollten Flaschenbatterien nicht in Arbeitsräumen, sondern in besonderen Aufstellungsräumen oder im Freien untergebracht werden. Für Acetylen ist dies bei mehr als sechs zur gleichzeitigen Gasentnahme zusammengeschalteten Flaschen, für Flüssiggas bei mehr als acht Flaschen verbindliche Forderung. In Aufstellungsräumen für Acetylenflaschenbatterien dürfen Flaschen mit anderen brennbaren Gasen gar nicht und Sauerstoffflaschen nur unter Vorbehalt vorhanden sein.

In anderen Aufstellungsräumen sind Flaschenbatterien unterschiedlicher Gasarten gleichzeitig, jedoch nach Gasarten getrennt, zulässig.

Aufstellungsräume für Flaschenbatterieanlagen müssen – wie Flaschen-Lagerräume – mindestens feuerhemmende Wände, eine gegen Flugfeuer und strahlende Wärme widerstandsfähige Dacheindeckung sowie einen festen, ebenen und schwer entflammbaren Fußboden haben. Die Räume sind ausreichend zu be- und entlüften. Die Lagerung brennbarer Stoffe ist dort verboten. Für Batterien mit brennbaren Gasen sind Schutzbereiche zu beachten. Zweckmäßige Feuerlöscher und Gefahren-Hinweisschilder müssen angebracht sein.

Zusätzlich zu den genannten Anforderungen gibt es für Acetylenflaschenbatterien einige weitere Bestimmungen hinsichtlich Bau und Ausrüstung. So ist vor dem Hauptdruckminderer im Regelfall eine Schnellschlusseinrichtung anzubringen, dazu hinter dem Druckminderer eine Zerfallsperre, sofern es sich hierbei nicht um eine Kleinanlage im Arbeitsraum handelt.

**Rohrleitungen** für den Transport der Gase von der Gasquelle zur Entnahmestelle werden aus Rohren mit Gütevorschrift hergestellt. Schweißverbindungen dürfen nur durch nach DIN EN 287-1 ausgebildete Schweißer erstellt werden. Besondere Bestimmungen bestehen bezüglich Rohrleitungen für Sauerstoff (§§ 9 – 12 BGV B 7) und für Acetylen (TRAC 204).

Für Sauerstoffleitungen kommen als Werkstoffe Kupfer, Chrom-Nickel-Stahl, aber bei den hier üblichen Beanspruchungen auch unlegierte und niedriglegierte Stähle in Frage. Acetylenleitungen müssen aus Rohren guter und gesicherter Qualität nach DIN 1629 oder mindestens gleicher Güte hergestellt werden. Der Innendurchmesser der Acetylenleitung bestimmt den höchstzulässigen Betriebsüberdruck, z. B.

- Ø bis 50 mm: 1,5 bar;
- Ø 80 mm: 0,8 bar;
- Ø über 150 mm: 0,2 bar.

Rohrleitungen für technische Gase (möglichst als Ringleitungen) sind zu verlegen

- möglichst oberirdisch
- sonst übereinander in begehbaren, gut belüfteten Kanälen
- oder in Sandbettung und -abdeckung nebeneinander in nicht begehbaren Kanälen
- oder isoliert und in Sandbettung nebeneinander im Erdreich mit mindestens 0,60 m Erddeckung, dazu nicht verrottbares Warnband in etwa halber Tiefe

Bei Leitungsverlegung über- oder nebeneinander muss ihr Abstand eine gegenseitige Gefährdung bei Instandhaltungsarbeiten ausschließen. Entnahmestellen und nicht bedeckte Rohrleitungen sind je nach Gasart durch Farbanstrich oder Schilder zu kennzeichnen (siehe DIN 2403).

Die Entnahmestellen von Brenngasleitungen (Acetylen, Flüssiggas, Erdgas und andere) müssen jeweils mit einer Gebrauchsstellenvorlage gegen Gasrücktritt und Flammendurchschlag abgesichert sein. Rohrleitungen für

Sauerstoff und für Schutzgase benötigen in den meisten Fällen an jedem Gasabgang einen Entnahmestellen-Druckminderer.

Die Rohrleitungen sind vor der ersten Inbetriebnahme oder vor Wiederinbetriebnahme nach wesentlichen Änderungen sachgemäß auf Festigkeit und auf Dichtheit zu prüfen.

## **7 Stromversorgung**

Für die Stromversorgung von Schweißwerkstätten lassen sich nur einige generelle Hinweise nennen, da eine bedarfsgerechte Auslegung wegen der Verfahrensvielfalt immer nur auf den Einzelfall bezogen möglich ist. Schweißwerkstätten haben einen überdurchschnittlich hohen Verbrauch an elektrischer Energie. Die Auslegung sollte daher großzügig erfolgen. Es ist in jedem Fall empfehlenswert, die erforderlichen Maßnahmen vorab gemeinsam mit dem zuständigen Energieversorgungsunternehmen festzulegen. Insbesondere ist zu klären, ob die Entnahme aus dem allgemeinen Stromnetz direkt möglich ist oder ob eine eigene Transformatorenstation zwischengeschaltet werden muss.

Bei der Abschätzung des erforderlichen Energiebedarfs ist zu berücksichtigen, dass gleichzeitig mit den Schweißarbeiten andere Tätigkeiten unter Zuhilfenahme von Elektrowerkzeugen durchgeführt werden. Wegen des stoßartigen Einschaltvorgangs und der meist kurzzeitigen Belastung sollte die Energieversorgung für schweißtechnische Geräte und Anlagen und die für Beleuchtung und andere permanente Verbraucher über getrennte Stromkreise erfolgen. Es ist bei der Planung auch darauf zu achten, dass vor allem an ortsgebundenen Schweißarbeitsplätzen genügend viele und gut erreichbare Netzanschlüsse vorhanden sind, um unnötig lange Stromzuleitungen zu vermeiden.

Für Arbeitsplätze zum Lichtbogenhand- und MIG-/MAG-Schweißen ist mit Anschlusswerten von jeweils 15 bis 30 kVA zu rechnen; hinzu kommt der Bedarf für Hilfsgeräte und Elektrowerkzeuge. Die Einschaltdauer der Schweißstromquellen liegt allerdings beim Lichtbogenhandschweißen unter 30 % und beim MIG-/MAG-Schweißen unter 50 %. Auch tritt die Höchstbelastung nicht an allen Schweißarbeitsplätzen gleichzeitig auf. Für den Anschluss der Schweißstromquellen sind in der Regel 380 V Drehspannung, für die Hilfsgeräte meist 220 V Wechselspannung erforderlich. Bei der Ausführung der Stromzuleitungen und -anschlüsse sind die einschlägigen DIN-EN- und DIN-VDE-Bestimmungen zu beachten.

## **8 Raumbegrenzungen**

Für alle Raumbegrenzungen von Schweißwerkstätten (Fußböden, Decken, Wände, Fenster, Türen, Tore) gelten die allgemeinen Anforderungen an Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung, Arbeitsstätten-Richtlinien, §§ 18 - 49 BGV A 1). Zusätzlich müssen hier Raumbegrenzungen – und Abschirmungen an Arbeitsplätzen – so beschaffen sein, dass Reflexion und Durchlässigkeit optischer Strahlung weitgehend vermieden werden (§ 5 BGV D 1). Dies ist insbesondere in der Nähe von Arbeitsplätzen der Lichtbogentechnik (Lichtbogenhandschweißen, Schutzgasschweißen, Plasmaverfahren und andere) wichtig und wird erreicht durch möglichst raue, nicht glänzende, nicht hellfarbige Oberflächen aller Teile von Raumbegrenzungen einschließlich der Fensterflächen. Anstriche mit Ultraviolettstrahlen absorbierenden Farben werden empfohlen.



**Fußböden und Fußbodenbeläge** in Schweißwerkstätten müssen fest und eben, stand- und trittsicher, rutschhemmend und leicht zu reinigen sein. Sie sollen keine Stolperstellen aufweisen. Darüber hinaus haben sich solche Bodenbeläge bewährt, die aus abriebfestem, feuerbeständigem und elektrisch schlecht leitendem Werkstoff bestehen.

**Raumdecken** von Schweißwerkstätten müssen reflexionsarm hinsichtlich Strahlung und Schall sein. Maßnahmen zum Vermeiden der Reflexion optischer Strahlung sind besonders an etwa vorhandenen Oberlichtern notwendig. Zur Schallabsorption im Deckenbereich eignen sich untergehängte spezielle Dämmelemente. Schon bei der Planung sollte berücksichtigt werden, dass sich eine – natürliche oder technisch unterstützte – Luftabführung durch den Decken-/Dachbereich in Schweißbetrieben bewährt hat.

Die Anforderungen an **Wände** von und in Schweißwerkstätten entsprechen weitgehend denen an Decken. Eine befriedigende Schall- und Strahlenabsorption der Umfassungs- und der Innenwände lässt sich durch unverputztes oder rau verputztes Mauerwerk erreichen. Trennwände zu Flaschenlager- oder Batterieräumen sollen wegen der notwendigen Gasdichtheit beidseitig verputzt sein. Der Schallschutz kann durch – mindestens schwer entflammbare – Dämmelemente verbessert werden. Die vor allem zur Strahlungsbegrenzung notwendige Trennung der Lichtbogenschweißplätze voneinander und von anderen Bereichen ist durch feste Wände, aber auch durch Stellwände, Schutzplanen oder lichtdurchlässige Abschirmungen möglich. Die letztgenannten Lösungen haben – bei ausreichender Bodenfreiheit – gegenüber festen Wänden den Vorteil eines besseren Luftzutritts zum Schweißplatz und der größeren Mobilität bei späteren betrieblichen Änderungen.

**Fenster** dienen der natürlichen Beleuchtung, der Sichtverbindung zwischen innen und außen und oft zusätzlich auch der Lüftung. Die prinzipiell erwünschte Sichtverbindung nach außen ist im Bereich von Arbeitsplätzen der Lichtbogentechnik nicht praktikabel, weil die Strahlendurchlässigkeit und -reflexion unbehandelter Fensterflächen zur Blendung Unbeteiligter und zu Haut- und Augenschädigungen der Schweißer führen kann. Die Fensterflächen müssen daher mit einem matten, Ultraviolettstrahlen absorbierenden Farbanstrich versehen werden. Schon bei der Planung von Fenstern und Türen ist die Beeinflussung der Luftströmung durch geöffnete Flächen zu bedenken.

**Türe und Tore** von Schweißwerkstätten müssen ihrer Anzahl und Anordnung nach ermöglichen, dass von jeder Stelle des Raumes eine Entfernung von 35 m zum nächstgelegenen Ausgang ins Freie oder auf Rettungswege oder in andere Brandabschnitte nicht überschritten wird. In unmittelbarer Nähe von Toren für den Fahrzeugverkehr müssen Türen für Fußgänger vorhanden sein. Pendeltüren und -tore sind nur durchsichtig oder mit Sichtfenster versehen zulässig. Schiebetüren und -tore müssen gegen Ausheben und Herausfallen, nach oben öffnende Türen und Tore gegen Herabfallen gesichert sein. Zusätzliche Anforderungen bestehen für kraftbetätigte Türen und Tore.

**Notausgänge** und Türen im Verlauf von Rettungswegen sind deutlich und

dauerhaft zu kennzeichnen. Sie müssen in Fluchtrichtung aufschlagen und von innen ohne fremde Hilfsmittel leicht zu öffnen sein, solange sich Personen im Raum befinden.

## **9 Beleuchtung und Farbgebung**

Schweißer benötigen wegen des raschen und starken Helligkeitswechsels und der eingeschränkten Beobachtungsmöglichkeit durch die Schweißerschutzfilter eine gute Arbeitsplatzbeleuchtung. Die Beleuchtungsstärke in der gesamten Werkstatt wie am einzelnen Arbeitsplatz ist abhängig von Anzahl, Verteilung, Leistung, Alterung und Verschmutzung der Leuchten mit den darin enthaltenen Lampen. Zu geringe Beleuchtungsstärke bewirkt Leistungsabfall, Ermüdung und erhöhte Unfallgefahr der Arbeitnehmer.

Meist wird die Schweißwerkstatt mit Bändern von Leuchtstofflampen als Raumbelichtung ausgerüstet, während einzelne Arbeitsplätze, insbesondere Schweißkabinen, zusätzlich mit Einzelbeleuchtung ausgestattet sind. Am Schweißplatz soll die Nenn-Beleuchtungsstärke mindestens 300 Lux betragen. Hierbei ist zu beachten, die Unterschiede der Leuchtdichte im Gesichtsfeld, die Kontraste, nicht zu groß werden zu lassen, um die Blendwirkung zu begrenzen. Andererseits ist eine gewisse Schattenwirkung erforderlich, um Gegenstände im Raum plastisch erkennen zu können. Um dies zu erreichen, ist ein Lichteinfall seitlich von oben günstig, der bei richtig gewählter Beleuchtungsstärke zu einer guten Ausleuchtung des Arbeitsbereiches führt.

Zu allgemeinen Anforderungen an Beleuchtungseinrichtungen, Lichtschalter und mögliche Sicherheitsbeleuchtung siehe Arbeitsstättenverordnung, Arbeitsstätten-Richtlinien und § 19 BGV A 1.

Für die optische Wahrnehmung ist neben dem Helligkeits- auch der Farbkontrast von Bedeutung. Die Farbgebung in einer Werkstatt sollte daher nicht eintönig sein. Bunte Farbkombinationen schaffen zudem eine angenehme Arbeitsatmosphäre. Schmutzig graue oder sehr dunkle Farben wirken dagegen bedrückend. Umgekehrt kann übertriebene Buntheit als unruhig empfunden werden. Großflächige Anstriche sollten leicht gedeckt, nicht in grellen Farben ausgeführt werden. In Lichtbogenschweißwerkstätten ist immer darauf zu achten, dass die Ultraviolett-Reflexion möglichst gering gehalten wird.

## **10 Lüftung**

Ständiger Luftaustausch am Arbeitsplatz gehört zu den Grundforderungen des Arbeitsschutzes. Gute, weitgehend zugfreie Lüftungsmaßnahmen sind bei hoher körperlicher Belastung des Schweißers, vor allem aber bei der Bildung gefährlicher Schadstoffkonzentrationen am Arbeitsplatz notwendig. Daher müssen Schweißarbeitsplätze – nach § 24 Abs. 1 BGV D 1 – unter Berücksichtigung von Verfahren, Werkstoffen und Einsatzbedingungen so eingerichtet sein, dass die Atemluft der Arbeitnehmer von gesundheitsgefährlichen Stoffen soweit wie möglich freigehalten wird. TRK- und MAK-Werte sollten nicht nur eingehalten, sondern soweit als möglich unterschritten werden. Dies wird erreicht durch örtliche Absaugung im Entstehungsbereich oder technische Lüftung (maschinelle Raumlüftung) oder freie Lüftung (natürliche Raumlüftung) oder andere geeignete Einrichtungen (etwa Wasserbadanlagen). Auch eine Kombination aus den vorgenannten Einrichtungen ist möglich.

Die Forderungen nach § 24 Abs. 1 BGV D 1 werden in der zugehörigen Durchführungsanweisung (DA) durch zwei Tabellen konkretisiert, in denen für die wichtigsten Verfahrens-/Werkstoff-Kombinationen die im Regelfall notwendige und ausreichende Lüftungsart angegeben ist. Diesen Tabellen liegen die Ergebnisse zahlreicher Luftmessungen an betrieblichen Schweißarbeitsplätzen zugrunde. So wird eine Absaugung im Entstehungsbereich der Schadstoffe – also dicht am oder besser über dem Lichtbogen – zum Beispiel an ortsgebundenen Arbeitsplätzen beim Lichtbogenhand-, MIG- und MAG-Schweißen sowie beim Plasmaschneiden verlangt. Abweichend von den Tabellenangaben kann intensivere Lüftung erforderlich oder – bei messtechnischem Nachweis – geringere Lüftung ausreichend sein, wofür in der DA zu § 24 Abs. 1 BGV D 1 Beispiele aufgeführt sind.

Lüftungsmaßnahmen in engen Räumen (Tanks, Kessel, Behälter usw.) sind in § 29 BGV D 1 behandelt; auf sie wird hier nicht eingegangen.

Bei der technischen Lüftung erfolgt der Austausch von Raumluft gegen Außenluft mit Hilfe von Ventilatoren. Meist muss die Abluftanlage durch eine entsprechende Zuluftanlage ergänzt werden. Wegen der Thermik beim Schweißen sollen Zuluftöffnungen möglichst tief, Abluftöffnungen möglichst hoch angeordnet sein. Beim Brennschneiden und Plasmaschneiden gilt dies allerdings nicht. Zuluftanlagen sollen in der Regel mit Einrichtungen zum Reinigen und Erwärmen der Außenluft ausgerüstet sein (siehe DIN 1946-2). Abluftfilterung ist bei größeren Schweißrauchmengen vorzusehen sowie dann, wenn kritische, umweltbelastende Stoffe – etwa Chromate, Nickelverbindungen oder Blei – im Rauch enthalten sind.

Hilfestellung bei der Auslegung der technischen Raumlüftung gibt die DVS-Richtlinie 1202 „Raumlüftungstechnische Anlagen für Schweißwerkstätten“. Hier wurden erstmalig Schadstoff-Leitkomponenten für die Schweißtechnik zusammengestellt, also dem Verfahren und Werkstoff die jeweils dominierenden Schadstoffe zugeordnet. Diese Kenntnis ist für die Messung und Beurteilung der Schadstoffsituation von großem Vorteil. Die Richtlinie informiert ferner über Wärmeentwicklung, Luftstrombemessung, Schadstoffmassenströme, Erfassungsgrade der örtlichen Absaugeinrichtungen und über die Auswahl von Schweißrauchabscheidesystemen.

Als wirksamste Lüftungsart gilt die örtliche Absaugung der Schadstoffe dicht an ihrer Entstehungsstelle, und zwar beim Schweißen möglichst schräg nach vorne oben vom Schweißer weg. Dies ist durch stationäre Anlagen auf vielfältige Weise machbar, jeweils der Aufgabe und den Möglichkeiten angepasst. Informationen und Beispiele vermittelt das Merkblatt DVS 1201 „Absaugung an Schweißerarbeitsplätzen“. Hierin werden zugleich auch die Einsatzmöglichkeiten für instationäre Schweißrauchabsaugeräte aufgezeigt, wie sie sich besonders an wechselnden Arbeitsplätzen bewährt haben.

Der Umluftbetrieb, also die Rückführung der abgesaugten, durch einen Abscheider gefilterten Luft in die Werkstatt, ist bei technischer Lüftung und häufiger noch bei Absauganlagen und -geräten problematisch. Der Umluftbetrieb dient bei stationären Anlagen vor allem der Energieeinsparung, bleibt aber bei instationären Absauggeräten in aller Regel die einzige tech-

nische Möglichkeit. § 24 Abs. 1 BGV D 1 (DA) verlangt, dass die abgesaugte Luft nur dann Arbeits- und Verkehrsbereichen wieder zugeführt werden darf, wenn die Konzentration der (im Abscheider nicht verbliebenen) Stoffe in der rückgeführten Luft ein Viertel des jeweiligen MAK-Wertes nicht überschreitet. Enthalten Schweißrauche krebserzeugende Anteile – wie Chromate oder Nickeloxid –, gelten die stark einschränkenden Bestimmungen der TRGS 560.

Mögliche Alternativen zum Umluftbetrieb können – bei ortsfesten Lüftungsanlagen – Wärmerückgewinnungssysteme sein, bei denen nur die Wärme (anteilig) zurückgeführt wird, nicht aber die mit Schadstoffresten belastete Luft.

Beim thermischen Trennen werden Rauche und Stäube verfahrensbedingt meist nach unten ausgetrieben. Daher benötigen Geräte und Anlagen zum Plasmaschneiden und auch Brennschneidmaschinen spezielle Untertischabsaugungen. Das Brennschneiden über einem Wasserbad und insbesondere das Plasmaschneiden unter Wasserabdeckung sind weitere bewährte technische Lösungen.

Betriebsausfälle oder Störungen der Lüftungs- und Absauganlagen müssen akustisch oder optisch angezeigt werden.

Der durch die Lüftungsanlagen verursachte Schall darf den vorhandenen allgemeinen Schallpegel nicht unzulässig erhöhen.

## **11 Schweiß- arbeitsplätze**

In Schweißwerkstätten sollen Arbeitsplätze und Verkehrswege möglichst eindeutig voneinander abgegrenzt sein. Verkehrswege müssen in solcher Anzahl vorhanden und so beschaffen und bemessen sein, dass sie je nach ihrem Bestimmungszweck sicher begangen oder befahren werden können und neben den Wegen beschäftigte Personen durch den Verkehr nicht gefährdet werden. Für kraftbetriebene oder schienengebundene Beförderungsmittel ist ein Sicherheitsabstand von mindestens 0,50 m zu beiden Seiten des Verkehrsweges zu gewährleisten. Verkehrswege für Fahrzeuge müssen in einem Abstand von mindestens 1 m an Türen, Toren, Durchgängen, Durchfahrten und Treppenaustritten vorbeiführen. Die Begrenzungen der Verkehrswege sollen gekennzeichnet sein. Verkehrswege sind während der Dauer ihrer Benutzung ausreichend und sachgemäß zu beleuchten (Beleuchtungsstärke mindestens 15 Lux). Das schnelle und sichere Verlassen von Arbeitsplätzen und Räumen muss durch Anzahl, Lage, Bauart und Zustand von Rettungswegen und Ausgängen gewährleistet sein. Rettungswege und Notausgänge müssen deutlich und dauerhaft gekennzeichnet sein und auf möglichst kurzem Wege ins Freie oder in einen gesicherten Bereich führen. Verkehrswege und Rettungswege sowie Ausgänge und Notausgänge können identisch sein.

Flurförderzeuge haben den Bestimmungen der Berufsgenossenschaftlichen Vorschrift „Flurförderzeuge“ (BGV D 27) zu entsprechen. Für Hebezeuge gelten die Vorschriften „Winden-, Hub- und Zuggeräte“ (BGV D 8), „Krane“ (BGV D 6) und „Lastaufnahmeeinrichtungen im Hebezeugbetrieb“ (VBG 9 a). Personen, die in der Nähe von Schweißarbeitsplätzen mit Fahrzeugen, Flurförderzeugen und Hebezeugen arbeiten, sind durch geeignete Filter-

sichtscheiben gegen gefährliche optische Strahlung (Blendwirkung, Verblitzen) abzuschirmen.

Bei der Bemessung und Einrichtung von Schweißarbeitsplätzen ist der zusätzlich für Werkstück-/Bauteilbewegungen benötigte Raum angemessen zu berücksichtigen. Ausreichende Bewegungsfreiheit des Schweißers sowie Ausweichmöglichkeit gegenüber Lasten im Fahrzeug- oder Hebezeugbetrieb zählen zu den notwendigen Randbedingungen für diese Arbeitsplätze. Die allgemeine Forderung nach Sicherheit am Arbeitsplatz umfasst alle Probleme hinsichtlich Material, Geräumigkeit, Festigkeit, Standsicherheit, Oberfläche, Trittsicherheit, Beleuchtung, Belüftung und Gefahren von außen. Von Sonderfällen abgesehen wird allgemein für jeden Arbeitnehmer eine freie Bewegungsfläche von mindestens 1,50 m<sup>2</sup> mit mindestens 1 m Breite verlangt. Für den Schweißarbeitsplatz insgesamt ist eine Grundfläche nicht unter 4 m<sup>2</sup> anzusetzen, die je nach Werkstück, Arbeitstisch oder Werkstückaufnahme, Schweißgerät, Gasversorgung usw. auch erheblich größer sein kann. An Schweißkabinen für die Lichtbogentechnik müssen etwa vorhandene seitliche Metallwände mehr als 2 m Abstand voneinander aufweisen, da sonst erhöhte elektrische Gefährdung besteht.

Lüftung, Abschirmung gegen optische Strahlung und Schalldämmung sind Forderungen, die am Schweißarbeitsplatz oft nur schwer auf einen Nenner gebracht werden können. Denn beim Schweißen erfolgt der Luftzutritt – möglichst zugfrei – im unteren Raumbereich, so dass Abschirmungen gegen optische Strahlung oder Schall nicht bis zum Boden reichen dürfen. Um eine schädliche Einwirkung optischer Strahlung auf Unbeteiligte zu vermeiden, muss jeder ortsgebundene Arbeitsplatz der Lichtbogentechnik von Stellwänden, Schutzplanen oder lichtdurchlässigen Abschirmungen umgeben sein. Letztgenannte müssen DIN EN 1598 genügen und entsprechend gekennzeichnet sein. Der Schutz muss mindestens von 0,6 bis 1,8 m über Flur reichen. An nicht ortsgebundenen Plätzen sind jeweils ortsbewegliche Strahlenabschirmungen anzubringen. Der Schallschutz lässt sich zumindest an ortsgebundenen Arbeitsplätzen durch schwer entflammbare Dämmelemente verbessern.

Allgemein gilt auch für Schweißwerkstätten, dass der Schallpegel so niedrig zu halten ist, wie es nach Art des Betriebes möglich ist. Arbeitsverfahren sind so auszuwählen oder zu gestalten, dass eine Lärmgefährdung der Schweißer und benachbarter Personen so weit wie möglich verringert wird. Dabei haben in allen Fällen organisatorische und technische Maßnahmen Vorrang vor dem Einsatz von persönlichem Gehörschutz. Bereiche, in denen Lärm mit einem ortsbezogenen Beurteilungspegel von 85 dB (A) und mehr auftritt, müssen als Lärmbereiche gekennzeichnet werden.

Werden – zum Beispiel in kleineren Werkstätten – technische Gase direkt den Gasflaschen entnommen, so sind diese am Arbeitsplatz gegen Umfallen und übermäßige Erwärmung geschützt aufzustellen. Bei zentraler Gasversorgung sind die Rohrleitungen meist an der Innenseite einer Werkstattwand verlegt; von den Entnahmestellen führen dann entsprechend der Gasart farblich gekennzeichnete Schläuche zu den Arbeitsplätzen. Das Anbringen von Schlauchaufrollern erleichtert die Handhabung und ist zu empfehlen. In größeren Schweißwerkstätten haben sich über die Halle ver-

teilte Gasversorgungsstützpunkte bewährt, die jeweils mehrere Schweißarbeitsplätze mit technischen Gasen versorgen. Auch Anschlüsse für den elektrischen Strom zum Schweißen und Beleuchten können hier integriert sein.

Kleine Werkstücke lassen sich auf Schweißtischen schweißen, die heute auch in lärmarmen Ausführung angeboten werden. Ein Werkstückhalter kann dort ebenso wie die Brenner- oder Elektrodenhalter-Aufhängung und der Köcher für den Schweißzusatz angebracht sein. Größere Werkstücke und Bauteile werden, vor allem bei anspruchsvollen Schweißaufgaben, auf Vorrichtungen gelegt oder gespannt. Hier seien insbesondere Rollenböcke, Drehtische und Wendetische genannt.

Kann die Arbeit ganz oder teilweise sitzend verrichtet werden, sind den Schweißern am Arbeitsplatz Sitzgelegenheiten zur Verfügung zu stellen. Diese sollen sicherheitstechnisch einwandfrei, ergonomisch günstig und mit Rückenlehne und Verstellrichtung ausgerüstet sein. Arbeitsdrehstühle nach DIN 68877 erfüllen diese Bedingungen. Wo Sitzen nicht möglich ist, sollten Stehhilfen benutzt werden. Prinzipiell ist bei jeder Arbeit ein Bewegungswechsel zwischen Sitzen, Stehen und Gehen anzustreben.

An den Schweißarbeitsplätzen oder in ihrer Nähe müssen Abfallbehälter – möglichst nach Abfallarten getrennt – zu Verfügung stehen.

Feuerlöscheinrichtungen sind in geeigneter Art und Zahl an leicht erreichbaren, gekennzeichneten Stellen bereitzustellen und gebrauchsfertig zu erhalten. Wo notwendig, müssen weitere Sicherheitskennzeichen in der Schweißwerkstatt angebracht werden. Die zur ersten Hilfe erforderlichen Mittel sind im Betrieb leicht zugänglich bereitzuhalten; die Aufbewahrungsorte sind zu kennzeichnen. Die geltenden Berufsgenossenschaftlichen Vorschriften sind an geeigneter Stelle auszulegen.

Bäder zum Entfetten von Werkstücken sollen nicht in der Nähe von Schweißarbeitsplätzen aufgestellt werden.

## **12 Geräte und Maschinen**

An Schweißarbeitsplätzen ist der Raumbedarf für die benötigten Geräte und Maschinen rechtzeitig zu berücksichtigen. Die Zuleitungen und Anschlüsse für technische Gase und elektrische Energie sind entsprechend vorzusehen.

Geräte und Maschinen der Schweißtechnik müssen den Bestimmungen der Vorschrift „Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren“ (BGV D 1) – bei Acetylen auch den Forderungen der „Technische Regeln für Acetylenanlagen und Calciumcarbidlager“ (TRAC) – und im Allgemeinen auch den Festlegungen der DIN- und DIN-VDE-Normen entsprechen.

Für die Druckregelung von Gasen der Autogentechnik, der Schutzgas- und der Plasmatechnik werden Druckminderer benutzt, die bei Einzelflaschenanlagen direkt am Flaschenventil angeschlossen sind. Für diese Flaschendruckminderer gilt DIN EN ISO 2503. Druckminderer für Acetylen müssen ein staatliches Bauartzulassungskennzeichen, Flaschendruckminderer für Sauerstoff ein berufsgenossenschaftliches Prüfzeichen „1 BG ...“ tragen.

Die Fortleitung der technischen Gase vom Flaschendruckminderer oder der Rohrleitungs-Entnahmestelle erfolgt durch Gasschläuche nach DIN EN 559, DIN 8541-2 oder DIN 8541-3. Auf die richtige Zuordnung der Schläuche gemäß ihrer Farbe und auf die Kennzeichnung mit Hersteller, Druckklasse und Norm ist zu achten. Brenngasschläuche und Sauerstoffschläuche zwischen Flaschendruckminderern und Brennern müssen mindestens 3 m lang sein.

In Acetyleneinzelflaschenanlagen wird – durch TRAC 208 – die Verwendung einer Sicherheitseinrichtung gegen Gasrücktritt und Flammendurchschlag gefordert, wenn der Schweißer während der Gasentnahme die Flasche nicht im direkten Sicht- und Zugriffsbereich hat. Dies trifft regelmäßig auf Autogenarbeiten an wechselnden Arbeitsplätzen zu. Verwendet werden entweder trockene Gebrauchsstellenvorlagen zwischen Druckminderer und Schlauch oder Einzelflaschensicherungen zwischen Schlauch und Brenner. Für alle Gase – einschließlich Sauerstoff und Druckluft – besteht die Forderung auf Einsatz einer Einzelflaschensicherung – für Acetylen wahlweise auch einer Gebrauchsstellenvorlage –, wenn als Brenner kein Injektorbrenner (Saugbrenner), sondern ein Druckgasbrenner oder ein Brenner mit gasemischender Düse Verwendung findet. Alle genannten Sicherungen sind in DIN EN 730 genormt. Ihr Einsatz ist dann nicht erforderlich, wenn der jeweilige Brenner nur mit Brenngas und aus der Umgebung angesaugter Luft, also nach dem Bunsen-Prinzip, betrieben wird.

Handbrenner für Brenngas/Sauerstoff und Brenngas/Druckluft – zum Gas-schweißen, Flammwärmen, Flammrichten, Brennschneiden und zu ähnlichen Verfahren – sind in DIN EN ISO 5172 geregelt, Luftansaugbrenner – für Brenngas und angesaugte Luft – in DIN EN 731. Für länger dauernde Wärmearbeiten müssen lärmarme Brenner, also solche mit Mehrlochdüse oder mit Luftansaugung, verwendet werden. Zuverlässige Ablege- oder Aufhängeeinrichtungen für Brenner sind vorzusehen. Bewährt haben sich Brenner-Ablegeeinrichtungen mit selbsttätiger Gasabspernung. Ihre Vorteile: sparsamer Gasverbrauch, verminderte Bildung nitroser Gase und geringere Brandgefahr.

In der Lichtbogentechnik werden unterschiedliche Schweißstromquellen verwendet. Deren Auswahl nach Stromart, Kennlinienverlauf und Stromstärke hängt vom Schweißverfahren, vom Grundwerkstoff und von der zu schweißenden Blechdicke ab. Sicherheitstechnisch entscheidend ist neben der Stromart die zulässige Leerlaufspannung, festgelegt in § 15 BGV D 1. Unterschieden wird dabei vor allem, ob unter Normalbedingungen gearbeitet wird oder ob es sich um Schweißen unter „erhöhter elektrischer Gefährdung“ handelt, also in feuchter oder heißer Umgebung oder auf oder zwischen elektrisch leitfähigen Teilen in Zwangslage. Stromquellen für das Schweißen unter erhöhter elektrischer Gefährdung tragen das Zeichen  $\boxed{S}$  (früher:  $\textcircled{42V}$  oder  $\boxed{K}$ ).

Stabelektrodenhalter und Lichtbogenbrenner (Schutzgas- und Plasmabrenner) müssen so beschaffen sein, dass kein direktes Berühren aktiver Teile möglich ist und dass Verbrennungen, zum Beispiel der Hände, vermieden werden. Genormt sind Stabelektrodenhalter in DIN EN 60974-11, Lichtbogenschweißbrenner in DIN EN 60974-7.

Schweißstromleitungen, auch Schweißstromrückleitungen, müssen isoliert sein, einen ausreichenden Querschnitt besitzen und den betrieblich zu erwartenden Beanspruchungen standhalten. Außerdem müssen Schweißstromrückleitungen direkt und übersichtlich geführt und gut leitend am Werkstück oder an der Werkstückaufnahme anzuschließen sein. In der Nähe der Schweißstelle muss – leicht erreichbar – eine Einrichtung zum schnellen Abschalten der Schweißspannung vorgesehen werden.

Wenn beim Schweißen mit erhöhter elektrischer Gefährdung zu rechnen ist, müssen für die Schweißer isolierende Zwischenlagen zur Verfügung stehen.

Zum thermischen Trennen werden – neben Handschneidbrennern – vor allem Brennschneidmaschinen und Plasmaschneidmaschinen eingesetzt. Beide gibt es in ortsfester und in ortsbeweglicher Ausführung.

Für ortsbewegliche, handgeführte Maschinen gelten hinsichtlich der Versorgung mit technischen Gasen und elektrischer Energie die vorher genannten Anforderungen. DIN EN 874 enthält Festlegungen für Maschinenschneidbrenner (zum Brennschneiden), DIN EN 50192 für Plasmabrenner.

Ortsfeste Brennschneidmaschinen und Plasmaschneidmaschinen haben oft große Abmessungen. Für ihre Brenner und im Prinzip auch für die Versorgung mit Gasen und elektrischem Strom gilt das oben Gesagte. Mögliche Quetschstellen müssen durch sicherheitsgerechte Gestaltung vermieden oder durch Verdeckungen gesichert sein. Weiter sei hier auf die zutreffenden Regelungen der Normen DIN VDE 0100, DIN EN 60204-1/A 1 und DIN EN 50178 verwiesen. Ortsfeste Brennschneidmaschinen sollten, Plasmaschneidmaschinen müssen mit Absaugungen ausgerüstet sein, die Rauche und Stäube nach unten abziehen.

Bewährt haben sich die – allerdings aufwendigen – Wasserbadanlagen beim Plasmaschneiden. Hier findet der Schneidvorgang unter Wasserabdeckung statt, wodurch Schall und optische Strahlung nur noch sehr gedämpft auftreten und Rauche und Stäube sich im Wasserbecken ablagern. Dessen Entsorgung kann von Zeit zu Zeit gefahrlos vorgenommen werden.



Die nachfolgende Auflistung gibt wichtige Verordnungen, Vorschriften und Regeln zum Thema an, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

## 13 Verordnungen, Vorschriften und Regeln

### Staatliche Verordnungen und Regeln

#### Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV)

*Arbeitsstätten-Richtlinien (ASR), insbesondere*

ASR 5	Lüftung
ASR 6/1, 3	Raumtemperaturen
ASR 7/1	Sichtverbindung nach außen
ASR 7/3	Künstliche Beleuchtung
ASR 8/1	Fußböden
ASR 10/1	Türen, Tore
ASR 13/1, 2	Feuerlöscheinrichtungen
ASR 17/1, 2	Verkehrswege
ASR 25/1	Sitzgelegenheiten
ASR 39/1, 3	Mittel und Einrichtungen zur ersten Hilfe

#### Verordnung über Acetylenanlagen und Calciumcarbidlager (Acetylenverordnung – AcetV)

*Technische Regeln für Acetylenanlagen und Calciumcarbidlager (TRAC), insbesondere*

TRAC 001	Allgemeines, Aufbau und Anwendung der TRAC
TRAC 204	Acetylenleitungen
TRAC 206	Acetylenflaschenbatterieanlagen
TRAC 207	Sicherheitseinrichtungen
TRAC 208	Acetyleneinzelflaschenanlagen

#### Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter und Füllanlagen (Druckbehälterverordnung – DruckbehV)

*Technische Regeln Druckbehälter (TRB), insbesondere*

TRB 001	Allgemeines – Aufbau und Anwendung der TRB
TRB 600	Aufstellung der Druckbehälter
TRB 610	Druckbehälter – Aufstellung von Druckbehältern zum Lagern von Gasen

*Technische Regeln Druckgase (TRG), insbesondere*

TRG 001	Allgemeines – Aufbau und Anwendung der TRG
TRG 280	Betreiben von Druckgasbehältern

## **Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)**

### *Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), insbesondere*

TRGS 001	Allgemeines, Aufbau, Anwendung und Wirksamwerden der TRGS
TRGS 101	Begriffsbestimmungen
TRGS 102	Technische Richtkonzentrationen (TRK) für gefährliche Stoffe
TRGS 402	Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen
TRGS 403	Bewertung von Stoffgemischen in der Luft am Arbeitsplatz
TRGS 560	Luftrückführung beim Umgang mit krebserzeugenden Gefahrstoffen
TRGS 900	Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz – Luftgrenzwerte

## **Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Regeln**

### *Berufsgenossenschaftliche Vorschriften (BGV), insbesondere*

BGV A 1	Allgemeine Vorschriften
BGV A 2	Elektrische Anlagen und Betriebsmittel
BGV A 5	Erste Hilfe
BGV A 8	Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz
BGV B 2	Laserstrahlung
BGV B 3	Lärm
BGV B 6	Gase
BGV B 7	Sauerstoff
BGV D 1	Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren
UVV VBG 5	Kraftbetriebene Arbeitsmittel

### *BG-Regeln, insbesondere*

BGR 117	Richtlinien für Arbeiten in Behältern und engen Räumen
BGR 121	Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz an Arbeitsplätzen mit Arbeitsplatzlüftung
BGR 133	Regeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern
BGI 509	Erste Hilfe im Betrieb
BGI 523	Broschüre: Mensch und Arbeitsplatz
BGI 548	Sicherheitslehrbrief für Elektrofachkräfte
BGI 553	Sicherheitslehrbrief für Lichtbogenschweißer
BGI 554	Sicherheitslehrbrief für Gasschweißer
BGI 560	Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz
BGI 563	Merkblatt: Brandschutz bei Schweiß- und Schneidarbeiten
BGI 593	Broschüre: Schadstoffe in der Schweißtechnik
BGI 692	Merkblatt: Sicherheitseinrichtungen gegen Gasrücktritt und Flammendurchschlag in Einzelflaschenanlagen

BGI 678	Lärmschutz-Arbeitsblatt LSA 02-234; Geräuschminderung in Fertigungshallen; Anwendungsbeispiele raumakustisch optimierter Fertigungsräume
BGI 679	Lärmschutz-Arbeitsblatt LSA 02-300; Geräuschminderung bei der Fertigung; Lärmarme Technologien und Arbeitsverfahren; Metallerzeugung und -verarbeitung
BGI 682	Lärmschutz-Informationsblatt LSI 01-200; Geräuschminderung an Arbeitsplätzen; Bezugsquellen für Werkstoffe, Bauelemente und Werkzeuge
BGI 743	Merkblatt über nitrose Gase beim Schweißen, Schneiden und bei verwandten Verfahren
ZH 1/455	Richtlinien für die Verwendung von Flüssiggas
ZH 1/494	Richtlinien für kraftbetätigte Fenster, Türen und Tore
ZH 1/521	Sicherheitsregeln für die Odorierung von Sauerstoff zum Schweißen und Schneiden

## **DIN-Normen**

### *DIN EN 559*

Gummi-Schläuche für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren

### *DIN EN 560*

Schlauchanschlüsse für Geräte und Anlagen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren

### *DIN EN 561*

Schlauchkupplungen mit selbsttätiger Gassperre für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren

### *DIN EN 562*

Manometer für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren

### *DIN EN 730*

Einrichtungen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren – Sicherheitseinrichtungen für Brenngase und Sauerstoff oder Druckluft – Allgemeine Festlegungen, Anforderungen und Prüfungen

### *DIN EN 731*

Handbrenner für angesaugte Luft – Anforderungen und Prüfungen

### *DIN EN 874*

Maschinenschneidbrenner mit zylindrischem Schaft für Brenngas/Sauerstoff – Bauarten, allgemeine Anforderungen, Prüfverfahren

### *DIN EN 961*

Hauptstellendruckregler für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren bis 200 bar

### *DIN EN 1598*

Durchsichtige Schweißvorhänge, -streifen und -abschirmungen für Lichtbogenschweißprozesse

*DIN EN ISO 2503*

Druckminderer für Gasflaschen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren bis 300 bar

*DIN EN ISO 5172*

Handbrenner für Gasschweißen, Schneiden und Wärmen – Anforderungen und Prüfungen

*DIN EN ISO 14114*

Acetylenflaschen-Batterieanlagen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren – Allgemeine Anforderungen

*DIN EN 50060/A 1*

Schweißstromquellen zum Lichtbogenhandschweißen für begrenzten Betrieb

*DIN EN 50178*

Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln

*DIN EN 50192*

Lichtbogenschweißeinrichtungen; Plasmaschneidsysteme für Handbetrieb

*DIN EN 60204-1/A 1*

Sicherheit von Maschinen – Elektrische Ausrüstung von Maschinen – Allgemeine Anforderungen

*DIN EN 60974-1*

Lichtbogenschweißeinrichtungen; Teil 1: Schweißstromquellen

*DIN EN 60974-7*

Lichtbogenschweißeinrichtungen; Teil 7: Brenner zum Lichtbogenschweißen

*DIN EN 60974-11*

Lichtbogenschweißeinrichtungen; Teil 11: Stabelektrodenhalter

*DIN EN 60974-12*

Lichtbogenschweißeinrichtungen; Teil 12: Steckverbindungen für Schweißleitungen

*DIN VDE 0100*

Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V

*DIN VDE 0250*

Bestimmungen für isolierte Starkstromleitungen

*DIN 1946-2*

Raumlufttechnik; gesundheitstechnische Anforderungen (VDI-Lüftungsregeln)

*DIN 2403*

Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff

DIN 68877

Arbeitsdrehstuhl; Sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung

### **DVS-Richtlinien und -Merkblätter**

*Merkblatt DVS 0211*

Druckgasflaschen in geschlossenen Kraftfahrzeugen

*Merkblatt DVS 0212*

Umgang mit Druckgasflaschen

*Richtlinie DVS, 1102*

Planung und Einrichtung von DVS,-Kursstätten

*Merkblatt DVS 1201*

Absaugung an Schweißerarbeitsplätzen

*Richtlinie DVS 1202*

Raumlufttechnische Anlagen für Schweißwerkstätten  
(gleichlautend als VDI-Richtlinie 2084 veröffentlicht)

### **BAuA-/DVS-Faltblätter „Arbeitsschutz beim Schweißen“**

Faltblatt 1	„Gasschweißen und Flammwärmen“
Faltblatt 2	„Lichtbogenschweißen mit hochlegierten Stabelektroden“
Faltblatt 3	„Metall-Aktivgasschweißen mit Massivdrahtelektroden“
Faltblatt 4	„Metall-Inertgasschweißen mit Massivdrahtelektroden“
Faltblatt 5	„Wolfram-Inertgasschweißen“
Faltblatt 6	„Schweißen beschichteter Werkstücke“
Faltblatt 7	„Brennschneiden“
Faltblatt 8	„Schweißen in engen Räumen“
Faltblatt 9	„Schweißen in brandgefährdeten Bereichen“
Faltblatt 10	„Lichtbogenschweißen unter erhöhter elektrischer Gefährdung“
Faltblatt 11	„Schadstoffe und ihre Gefahren“
Faltblatt 12	„Erkrankungen und Vorsorgemaßnahmen“
Faltblatt 13	„Flammlöten“
Faltblatt 14	„Flammspritzen“
Faltblatt 15	„Lichtbogenhandschweißen mit unlegierten/niedrig legierten Stabelektroden“
Faltblatt 16	„Plasmaschneiden“
Faltblatt 17	„Persönliche Schutzausrüstung“
Faltblatt 18	„Umgang mit Druckgasflaschen“
Faltblatt 19	„Schweißen an Behältern mit gefährlichem Inhalt“
Faltblatt 20	„Absaugung an Schweißarbeitsplätzen“

### **Bezugsquellen**

Staatliche Verordnungen und Regeln:

Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln

Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Regeln:  
Berufsgenossenschaften oder  
Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Str. 449, 50939 Köln

DIN-Normen:  
Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin

DVS-Richtlinien und -Merkblätter  
Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag GmbH,  
Postfach 101965, 40010 Düsseldorf

BAuA-/DVS-Faltblätter „Arbeitsschutz beim Schweißen“  
Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Friedrich-Henkel-  
Weg 1-25,  
44149 Dortmund

## 14 Schrifttum

*Grothe, I., G. Kraume:* Arbeitsschutz beim Schweißen – Unfallverhütung und Gesundheitsschutz in der Schweißtechnik. Fachbuchreihe Schweißtechnik Bd. 29. Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1996

Zentrale Versorgung von Betrieben mit technischen Gasen zum Schweißen, Schneiden und für verwandte Verfahren. Fachbuchreihe Schweißtechnik Bd. 37. Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1989

*Kraume, G., A. Zober:* Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz in der Schweißtechnik. Fachbuchreihe Schweißtechnik Bd. 105. Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1989

Unterweisung von Schweißern im Arbeitsschutz. Fachbuchreihe Schweißtechnik Bd. 115 (Tageslichtfolien im Ringordner, Begleitheft). Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1992

Video-Film „Arbeitsschutz beim Schweißen“; Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren, DVS-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1992  
Computerdisketten „Arbeitsschutz beim Schweißen“  
Diskette 1 „Gasschweißen und Flammwärmen“  
Diskette 2 „Lichtbogenhandschweißen mit umhüllten Stabelektroden“  
Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1992

*Christoph, H.:* Einrichtung von Schweißwerkstätten. Ein Leitfaden für Planung und Schweißaufsicht. Schweißtechnische Praxis Bd 21. Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1987

*Eichhorn, F., F. Trösken, T. Oldenburg:* Untersuchung der Entstehung gesundheitsgefährdender Schweißbrauche beim Lichtbogenhandschweißen und Schutzgasschweißen. Forschungsberichte Humanisierung des Arbeitslebens der Schweißer Bd. 2. Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1981

*Feilcke, F., G. Hölzel, R. König:* Verbesserung von Be- und Entlüftungsanlagen in Ausbildungsschweißwerkstätten. Forschungsberichte Humanisierung des Arbeitslebens der Schweißer Bd. 5. Verlag für Schweißen und verwandte Verfahren DVS-Verlag GmbH, Düsseldorf, 1982

*Winkler, A., J. Dietmann, R. Middeldorf:* Lärminderung durch rückschlagfreie Hämmer bei der Dünnblechverarbeitung. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 20. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1987

*Winkler, A., J. Dietmann, R. Middeldorf:* Lärminderung beim Handschleifen. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 21. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1987

*Kirchner, A., J.-H. Kirchner:* Arbeitssitze und ihr Einsatz an Arbeitsplätzen im Produktionsbereich. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 37. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1988

*Windberg, H.-J., U. Rademacher:* Entlastung an Steharbeitsplätzen. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 54. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1988

*Kurze, U. J., H. Horns:* Lärminderung durch Schweißvorrichtungen zum Vermeiden von Richtarbeiten. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 57. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1988

*Kurze, U. J., H. Horns:* Lärminderung bei Richt- und Schleifarbeiten. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 58. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1988

*Kasper, K.-H., H. Nürnberger:* Lärminderung an einer Kreissägemaschine für Leichtmetallprofile durch Verwendung bedämpfter Sägeblätter. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 60. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1988

*Kirchner, A., J.-H. Kirchner:* Handgeschobene Wagen. Auswahl und Einsatz im innerbetrieblichen Transport sowie als Einkaufswagen und als Kofferkulis. Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse Nr. 81. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1990

*Hahne, H.:* Farbe am Arbeitsplatz. Hinweise für die praktische Farbgestaltung. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Dortmund, 1990

Sitzen am Arbeitsplatz. Bundesverband der Betriebskrankenkassen, Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Essen/Dortmund, 1991

Weitere Literaturhinweise

bietet die Bibliothek/Dokumentation der

**Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin**

u. a. in Form von

– **individuellen Recherchen** in hauseigenen Literaturdatenbanken oder

– **Informationsdiensten**

(über unten angegebene Internet-Adresse)

zu verschiedenen Themen an.

Nähere Informationen über die Dienstleistungen und Entgelte sowie ein Bestellformular erhalten Sie unter:

**Tel.: 02 31 / 90 71 – 305**

**Fax: 02 31 / 90 71 – 435**

**<http://www.baua.de/info/index.htm>**