

suva



Brenngas-Sauerstoff- Anlagen

Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren

Inhalt

1 Einleitung	5	6 Störungen an Brenngas-Sauerstoff-Brennern	28
2 Die gebräuchlichsten Brenngas-Sauerstoff-Anlagen	6	6.1 Flammenrückzündung bei unvollständig geöffnetem Sauerstoff-Brennerventil	29
3 Technische Gase und Gasflaschen	8	6.2 Flammenrückzündung durch falsches Ausserbetriebsetzen	29
3.1 Grundsätzliches	8	6.3 Flammenrückzündung wegen verstopfter oder überhitzter Schweiss(Wärm-)düse	30
3.2 Brenngase	8	7 Schutzmassnahmen und sicherheitsgerechte Gestaltung des Arbeitsplatzes	32
3.2.1 Acetylen	8	7.1 Arbeitskleidung und Augenschutz	32
3.2.2 Flüssiggas	10	7.2 Lüftung	33
3.2.3 Weitere Brenngase	13	7.3 Brandverhütung	34
3.3 Sauerstoff	13	7.4 Schutzmassnahmen bei Brand an Gasflaschen oder in deren Bereich	35
3.3.1 Sauerstoffanreicherung	13	7.5 Aufstellen der Gasflaschen	36
3.3.2 Sauerstoffmangel	14	7.6 Ablegen der Brenner und Schläuche	37
3.3.3 Sauerstoffbrände von Armaturen	14	7.7 Aufbewahrung von Brennern und Zubehör	40
3.3.4 Sauerstoffflaschen	15	8 Instandhaltung	42
4 Armaturen und Gemischbrenner	17	8.1 Dichtheitskontrolle	42
4.1 Druckreduzierventile	17	8.2 Instandhaltung der Schweiss(Wärm-)düsen	42
4.2 Sicherheitseinrichtungen	18	8.3 Prüfen der Saugwirkung des Injektorbrenners	43
4.3 Gasschläuche	18	8.4 Periodische Kontrollen/Checklisten	44
4.3.1 Anforderungen an Gasschläuche	19	9 Bezugsquellen für Publikationen	45
4.3.2 Befestigung der Gasschläuche	19	10 Zusammenfassung	46
4.4 Gemischbrenner	20		
5 Richtiges Inbetriebnehmen und Ausserbetriebsetzen von Schweissposten	24		
5.1 Inbetriebnehmen	24		
5.1.1 Anschliessen der Druckreduzierventile	24		
5.1.2 Öffnen der Gasflaschenventile	24		
5.1.3 Einstellen des Sauerstoff-Arbeitsdrucks	25		
5.1.4 Einstellen des Acetylen-Arbeitsdrucks	26		
5.1.5 Warum sind die Arbeitsdrücke vorschriftsgemäss und keinesfalls zu hoch einzustellen?	26		
5.1.6 Öffnen des Sauerstoff- und des Brenngasventils am Brenner	27		
5.2 Ausserbetriebsetzen	27		
5.2.1 Schliessen der Ventile am Brenner	27		
5.2.2 Entleeren der Gasschläuche	27		

1 Einleitung

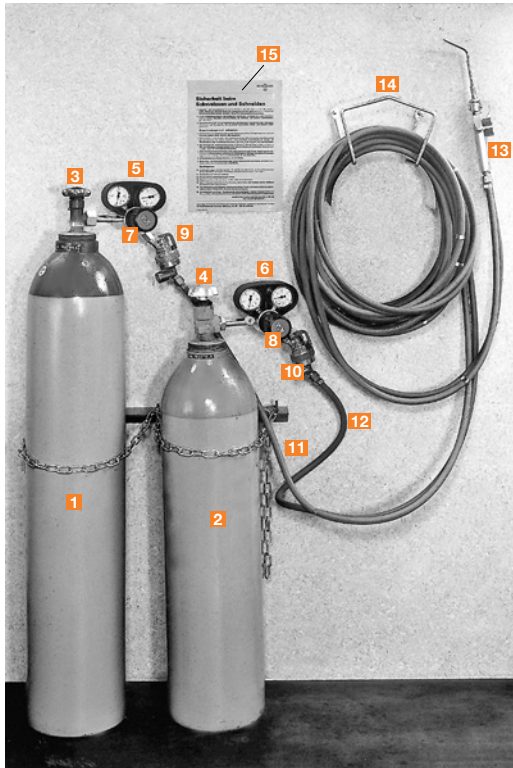
Zum Schweißen, Löten, Brennschneiden, Flämmen und Wärmen von Werkstoffen werden überwiegend Brenngas-Sauerstoff-Brenner verwendet. In den rund 40 000 beim Inspektorat des Schweizerischen Vereins für Schweisstechnik (SVS) registrierten Betrieben sind beinahe 200 000 solche Brenner in Gebrauch. Bei ihrer Verwendung ereignen sich immer wieder Unfälle und Schadenfälle.

Die Anforderungen bezüglich Sicherheit und Schutz der Gesundheit der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer sind in der EKAS-Richtlinie 6509 «Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren zum Bearbeiten metallischer Werkstoffe», www.suva.ch/6509.d, festgehalten.

Dieses Heft vermittelt Grundkenntnisse über die Funktionsweise sowie die richtige Handhabung und Instandhaltung von Brenngas-Sauerstoff-Anlagen und informiert über Gefahren und die erforderlichen Sicherheitsmassnahmen. Damit soll ein Beitrag zur Verbesserung der Arbeitssicherheit geleistet werden.

2 Die gebräuchlichsten Brenngas-Sauerstoff-Anlagen

Die Anlagen werden nach ihrem Verwendungszweck als Schweiß-, Schneid-, Löt- oder Wärmeanlagen (oder -posten) bezeichnet. Dabei handelt es sich grundsätzlich immer um ähnliche Anlagen. Die Bilder 1 bis 3 zeigen die drei gebräuchlichsten Brenngas-Sauerstoff-Anlagen und ihre jeweiligen Bestandteile.



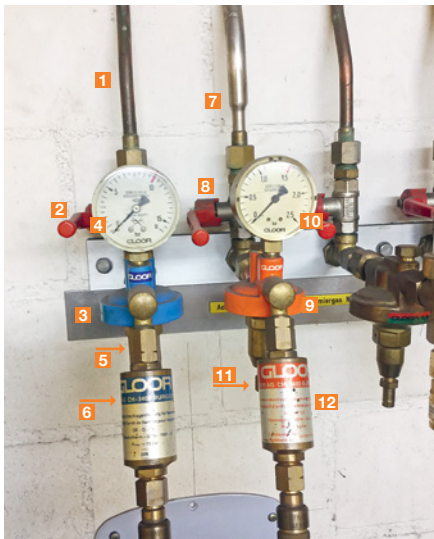
- 1 Sauerstoffflasche
- 2 Acetylenflasche
- 3 Flaschenventil für Sauerstoff
- 4 Flaschenventil für Acetylen
- 5 Druckreduzierventil für Sauerstoff
- 6 Druckreduzierventil für Acetylen
- 7 Regulierschraube des Druckreduzierventils für Sauerstoff
- 8 Regulierschraube des Druckreduzierventils für Acetylen
- 9 Sicherheitseinrichtung für Sauerstoff
- 10 Sicherheitseinrichtung für Acetylen
- 11 Sauerstoffschlauch
- 12 Acetylschlauch
- 13 Gemischbrenner
- 14 Schlauchsattel
- 15 Anschlag «Sicherheit beim Schweißen»

Bild 1
Acetylen-Sauerstoff-Anlage.



- 1 Sauerstoffflasche
- 2 Propanflasche
- 3 Flaschenventil für Sauerstoff
- 4 Flaschenventil für Propan
- 5 Druckreduzierventil für Sauerstoff
- 6 Druckreduzierventil für Propan
- 7 Regulierschraube des Druckreduzierventils für Sauerstoff
- 8 Regulierschraube des Druckreduzierventils für Propan
- 9 Sicherheitseinrichtung für Sauerstoff
- 10 Sicherheitseinrichtung für Propan
- 11 Sauerstoffschlauch
- 12 Propanschlauch
- 13 Gemischbrenner

Bild 2
Propan-Sauerstoff-Anlage.



- 1 Sauerstoffzuleitung
- 2 Absperrventil für Sauerstoff
- 3 Druckreduzierventil für Sauerstoff
- 4 Manometer für Sauerstoff-Arbeitsdruck
- 5 Regulierschraube des Druckreduzierventils für Sauerstoff
- 6 Sicherheitseinrichtung für Sauerstoff
- 7 Acetylenzuleitung (Stahl)
- 8 Absperrventil für Acetylen
- 9 Druckreduzierventil für Acetylen
- 10 Manometer für Acetylen-Arbeitsdruck
- 11 Regulierschraube des Druckreduzierventils für Acetylen
- 12 Sicherheitseinrichtung für Acetylen

Bild 3
Entnahmestelle bei zentraler Gasversorgung.

3 Technische Gase und Gasflaschen

3.1 Grundsätzliches

Die für das Gasschweißen und für verwandte Verfahren charakteristische Brennflamme wird durch ein Brenngas gespeist, z. B. durch Acetylen, Flüssiggas, Erdgas oder Wasserstoff. Zur Verbrennung dieses Gases wird immer Sauerstoff benötigt. Dieser wird bei Gemischbrennern unter Überdruck zugeführt. Treten Brenngase oder Sauerstoff zur falschen Zeit oder an der falschen Stelle aus, so kann es zu Bränden, Verpuffungen oder gar Explosionen kommen.

Da sich die Gase unterschiedlich verhalten, ist es notwendig, ihre sicherheitstechnischen Eigenschaften zu kennen.

3.2 Brenngase

3.2.1 Acetylen

Eigenschaften des Acetylens

Wegen seiner hohen Verbrennungstemperatur und -geschwindigkeit ist Acetylen nach wie vor das wichtigste Brenngas in der Autogentechnik. Das Gas hat einen typischen Geruch und ist etwas leichter als Luft. Ausströmendes Acetylen entweicht somit nach oben. Es hat eine niedrige Zündtemperatur (335 °C bei Mischung mit Luft bzw. 295 °C bei Mischung mit Sauerstoff) und einen breiten Zündbereich (2,4 bis 80 Volumenprozent bei Mischung mit Luft bzw. 2,4 bis 93 Volumenprozent bei Mischung mit Sauerstoff). Das bedeutet, dass eine Mischung von Acetylen mit Luft oder Sauerstoff in fast jedem Mischungsverhältnis zündfähig ist. Zur Zündung eines solchen Gemischs braucht es nur wenig Energie; ein kleiner Schaltfunke oder eine glimmende Zigarette genügt dazu.

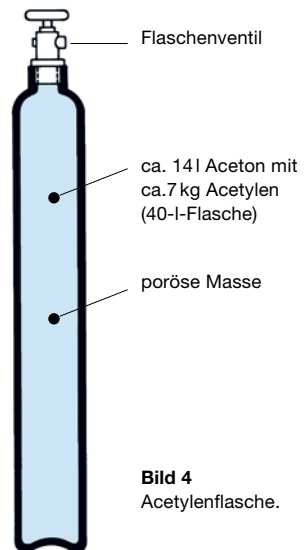
Acetylenzerfall und Explosion

Acetylen ist ein chemisch instabiles Gas; unter bestimmten Druck- und Temperaturbedingungen zerfällt es ohne äussere Zündung in seine Bestandteile Kohlenstoff und Wasserstoff. Dieser sogenannte Acetylenzerfall (siehe auch Kap. 7.4) läuft exotherm ab, d. h. es wird Wärme frei, die wiederum zur Druckerhöhung mit explosionsartigen Auswirkungen führt. Dies kann geschehen, ohne dass Luft oder Sauerstoff vorhanden ist. Es handelt sich also nicht um einen normalen Verbrennungsvorgang. Behälter und Leitungen für Acetylen sind somit stärker gefährdet als solche für andere Brenngase, denn bei diesen muss zuerst Luft oder Sauerstoff eindringen, bevor es zu einer Zündung und als Folge davon zu einer Explosion kommen kann. Wegen dieser Eigenschaften des Acetylens ist der höchstzulässige Arbeitsdruck in den Verteilleitungen für Acetylen auf 1,5 bar begrenzt.

Wo Acetylen mit Kupfer oder Silber (z. B. in Silberhartloten) in Berührung kommt, können Acetylide entstehen, die zum spontanen explosiven Zerfall des Acetylens führen können. Daher sind bei Acetylenanlagen Teile aus Kupferlegierungen mit mehr als 70 % Kupfergehalt (ausgenommen Messing) nicht zulässig. Ebenfalls zu vermeiden ist die Verwendung von Silberloten. Als Schlauchverbinder dürfen keinesfalls Kupferrohre verwendet werden, sondern ausschliesslich passende handelsübliche metallene Schlauchverbinder.

Acetylenflaschen

Acetylenflaschen (Bild 4) sind keine normalen Hohlkörper wie z. B. Sauerstoffflaschen. Sie sind mit einer porösen Masse gefüllt, in deren Poren sich ein Lösungsmittel – meist Aceton – befindet. Dieses Lösungsmittel kann das Acetylen in gelöster Form in grösseren Mengen aufnehmen – ähnlich wie das Mineralwasser die Kohlensäure. Üblicherweise erfolgt die Füllung bei Kühlung der Flasche unter einem sich einstellenden Überdruck von 15 bis 17 bar bei einer Temperatur von 15 °C. Anschliessend wird der Inhalt durch Wägen kontrolliert. Diese Fülltechnik macht eine sichere und wirtschaftliche Acetylenstorage in Gasflaschen möglich.



3.2.2 Flüssiggas

Eigenschaften

Als Flüssiggase (LPG, Liquefied Petroleum Gas) werden Propan, Butan und deren Gemische bezeichnet, weil diese Gase in verflüssigtem Zustand gelagert und transportiert werden. Entnahme und Verbrauch zum Brennschneiden, Anwärmen, Flammlöten und für ähnliche Verfahren erfolgen aber überwiegend in der Gasphase, d. h. im gasförmigen Zustand. Flüssiggas hat einen Zündbereich von etwa 2 bis 9,5 Volumenprozenten bei Mischung mit Umgebungsluft und etwa 2,5 bis 55 Volumenprozenten bei Mischung mit Sauerstoff. Die bei der Erdöldestillation als geruchlose Gase gewonnenen Flüssiggase werden mit einem Geruchsstoff versehen, damit ausgetretenes Gas (zum Beispiel bei Leckagen) wahrzunehmen ist und Gegenmassnahmen ergriffen werden können.

Gefährlich ist Flüssiggas vor allem wegen seines hohen spezifischen Gewichts; in gasförmigem Zustand sind Flüssiggase etwa 1,5- bis 2-mal schwerer als Luft. Das Gas sammelt sich also im Falle eines Ausströmens im Bodenbereich an und ist bestrebt – ähnlich wie eine ausgeschüttete Flüssigkeit – in Vertiefungen einzudringen (z. B. in Kellerabgänge, Schächte, Gruben). Häufig kommt es in solchen Fällen durch Zündung zu einem Brand oder einer Explosion. Flüssiggas soll deshalb nur dort verwendet werden, wo keine Bodenvertiefungen vorhanden sind (Bild 5).

Flaschen für Flüssiggas

Flüssiggasflaschen dürfen nie ganz gefüllt werden. Das unter Druck verflüssigte Gas benötigt mindestens ein Gaspolster von 20 Prozent des Flaschenvolumens. So kann ein Bersten der Flasche bei hoher Temperatureinwirkung vermieden werden. Komplet gefüllte Gasflaschen könnten bereits durch eine geringfügige Temperaturerhöhung (zum Beispiel Sonneneinstrahlung im Sommer) zum Bersten gebracht werden (Bild 6). Bei der Gasentnahme müssen die Flaschen aufrecht stehen, da sonst austretende Flüssigphase die Schläuche beschädigen kann und der Druckminderer nicht ordnungsgemäss arbeitet.

Entnimmt man der Flasche durch Öffnen des Flaschenventils Gas, so sinkt der Gasdruck in der Flasche ab und die flüssige Phase beginnt zu siedeln. Durch Verdampfen wird neues Gas produziert, bis sich wieder ein Gleichgewicht zwischen flüssiger und gasförmiger Phase einstellt. Aus einem Liter flüssigem Propan entwickeln sich 311 Liter gasförmiges Propan.



Bild 5

Weil Flüssiggas (Propan und Butan) schwerer ist als Luft, besteht die Gefahr, dass es sich in Vertiefungen sammelt oder in Schächte und Abläufe eindringt.



Bild 6

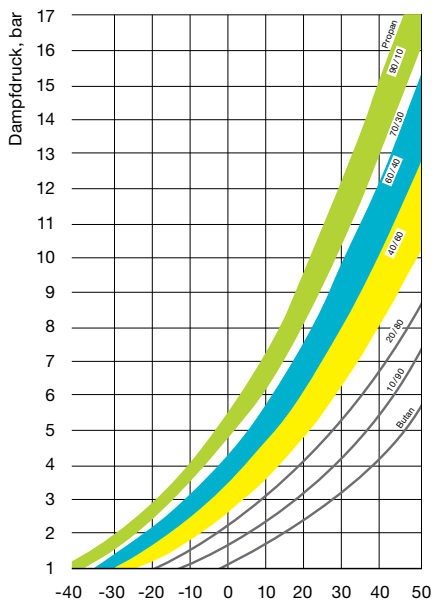
Schnitt durch eine Kleinflasche (Spenglerflasche).

Der Druck in der Flüssiggasflasche hängt nur von der Umgebungstemperatur ab und nicht vom Flascheninhalt. Das Befüllen von Flüssiggasflaschen wird gravimetrisch kontrolliert, durch Wägen der Flaschen auf speziellen Abfüllanlagen. Davon ausgenommen sind Spezialflaschen mit Peilrohr (Spenglerkleinflaschen, Gasflaschen für Ballonfahrer) oder Gastankflaschen mit Füllstopp. Die Dampfdruckkurven von Propan und Butan (Bild 7) geben den Zusammenhang zwischen Umgebungstemperatur und Gasdruck in der Flasche wieder.

Bei Flüssiggasflaschen, die in Gebrauch stehen, tritt oft eine Vereisung des unteren Teils der Flaschenoberfläche ein. Dies ist eine Folge der übermässigen Gasentnahme aus der Flasche. Die in der Umgebungsluft vorhandene Feuchtigkeit schlägt sich als Rauheis an der Flasche nieder. Anhand der Vereisung lässt sich feststellen, wo im Flascheninnern die Flüssigphase und die Gasphase zusammentreffen.

Flüssiges Propan darf wegen dieser Kälteeinwirkung nie mit der Haut in Berührung kommen; schmerzhaft lokale Erfrierungen wären die Folge.

Für das volumetrische Abfüllen von Kleinflaschen sind Tauchrohrflaschen einzusetzen. Hinweise zum richtigen Vorgehen beim Flaschenwechsel sind im Suva-Faltprospekt «Flüssiggas: Kein Brand beim Flaschenwechsel», www.suva.ch/84016.d, zu finden.



Zusammensetzung Propan:

- Äthan 2,5 Gew. %
- Propan 96,0 Gew. %
- i-Butan 1,5 Gew. %

Zusammensetzung Butan:

- n-Butan 70,0 Gew. %
- i-Butan 30,0 Gew. %

- Propan
- empfohlene Winterermischung
- empfohlene Sommermischung

Bild 7
Dampfdruckkurven von Propan und Butan.

3.2.3 Weitere Brenngase

Neben den bereits erwähnten Brenngasen Acetylen und Flüssiggas werden auch Erdgas und Wasserstoff zum Betreiben von Gemischbrennern eingesetzt. Erdgas ist ein Gasgemisch, das vorwiegend Methan enthält. Es wird in der Regel aus den öffentlichen Gasversorgungsnetzen entnommen und ähnlich wie Flüssiggas mit einem Geruchsmittel versehen, damit ein unbeabsichtigtes Ausströmen rechtzeitig festgestellt wird. Der Zündbereich in Luft liegt zwischen 5 und 15, in Sauerstoff zwischen 4 und 60 Volumenprozenten. Wasserstoff hingegen hat in Luft einen gefährlich weiten Zündbereich von 4 bis 75, in Sauerstoff zwischen 4 und 96 Volumenprozenten. Dieses Brenngas wird in der Autogentechnik nur noch selten eingesetzt. Es findet jedoch nach wie vor Anwendung in speziellen Branchen, z. B. bei Goldschmieden.

Wasserstoff ist das leichteste Gas überhaupt; kleinste Lecks führen schon zu grösseren Gasverlusten. Äusserst kleine Zündenergien können zu Explosionen führen.

3.3 Sauerstoff

Reines Sauerstoffgas ist etwas dichter als Luft. Es kann sich deshalb unvermischt in Bodenbereichen ansammeln. Sauerstoff selbst ist nicht brennbar, fördert jedoch jeden Verbrennungsvorgang stark. Auch vermeintlich unbrennbare Stoffe, wie kompakte Metalle, können unter Einwirkung von reinem Sauerstoff heftig reagieren. Dies ist der Grund für den bevorzugten Einsatz von Sauerstoff beim Gasschweißen, zugleich aber auch die Ursache für viele, zum Teil sehr schwere Verbrennungsunfälle. In der Luft kommt Sauerstoff mit einem Anteil von etwa 21 Volumenprozenten vor.

3.3.1 Sauerstoffanreicherung

Die Sauerstoffanreicherung der Umgebungsluft um wenige Procente lässt eine Verbrennung bereits erheblich schneller und vor allem mit höheren Temperaturen ablaufen. Selbst schwer entflammbare Schutzkleidung brennt in einer Umgebung mit erhöhter Sauerstoffkonzentration.

Aus diesem Grund darf Sauerstoff niemals zum Abblasen der Kleidung oder zur «Luftverbesserung» in Räumen oder Behältern benutzt werden. Eine erhöhte Sauerstoffkonzentration kann beispielsweise entstehen durch undichte Geräte, Schläuche, Armaturen usw. oder auch durch technische Verfahren, bei denen Sauerstoff in Mengen verwendet wird, die eine chemische Bindung des Sauerstoffs verunmöglichen, zum Beispiel beim Brennschneiden, Fugenhobeln und bei Anwendung des Sauerstofflanzenverfahrens (Beton schneiden).

3.3.2 Sauerstoffmangel

Von Sauerstoffmangel spricht man, wenn die Umgebungsluft weniger als 18 Volumenprozent Sauerstoff enthält. Jede Brenngasflamme, auch solche mit Flaschensauerstoffversorgung (in diesem Fall spricht man von zweistufiger Verbrennung), verbraucht Sauerstoff aus der Luft. Ungenügende Frischluftzufuhr kann – besonders in Behältern und engen Räumen – zu lebensgefährlichem Sauerstoffmangel führen. Abgesehen davon bilden Brenngase bei unvollständiger Verbrennung infolge Sauerstoffmangels hochgiftiges Kohlenmonoxid, das schon in geringen Konzentrationen zum Tod führt.

3.3.3 Sauerstoffbrände von Armaturen

Druckstöße in Gassystemen erzeugen Kompressionswärme. Solche Druckstöße treten zum Beispiel im Druckreduzierventil auf, wenn das Ventil der vorgeschalteten Druckgasflasche schlagartig geöffnet wird. In einem Sauerstoffsystem sind Druckstöße gefährlich. Denn Stoffe, die in der Sauerstoffatmosphäre brennbar sind, können durch die Kompressionswärme entzündet werden (zum Beispiel Öl- oder Fettspuren). Eine solche Zündung in Sauerstoffatmosphäre führt zum Ausbrennen ganzer Geräte (Bild 8). Dabei kann herumspritzende Metallschmelze (flüssiges Messing) Personen schwer verletzen und Brände verursachen.

Die Verwendung von Öl und Fett ist daher an Sauerstoffleitungen und -armaturen streng verboten. Das gefährliche, schlagartige Öffnen von Sauerstoffflaschenventilen kann vermieden werden, wenn zum Drehen des Ventilhandrads beide Hände benützt werden. Dadurch wird ein sanftes Öffnen der gegebenenfalls schwergängigen Flaschenventile erreicht.

Beim Öffnen des Sauerstoffflaschenventils steht man vorsichtigerweise immer seitlich neben der Armatur. Druckreduzierventile sind so an das Flaschenventilgewinde anzuschrauben, dass der Federdeckel mit den Entlastungslöchern nach unten gerichtet ist.



Bild 8
Ausgebrannte Sauerstoffarmatur

3.3.4 Sauerstoffflaschen

Bei Sauerstoffflaschen und bei Gasflaschen, die andere komprimierte Gase enthalten, kann aufgrund des Flaschendrucks und des Flaschenvolumens der Gasinhalt errechnet werden.

Gasinhalt (Liter) = Flaschenvolumen (Liter) × Druck (bar).

Das Flaschenvolumen (in Liter) ist auf den Gasflaschen angegeben. Der Flaschendruck (in bar) ist am Hochdruckmanometer des Druckreduzierventils abzulesen.

Frisch gefüllte Gasflaschen enthalten bei 300 bar Fülldruck den 300-fachen Gasinhalt des Flaschenvolumens. Eine Gasflasche von 40l Inhalt und 50 bar Manometerdruck enthält noch $40l \times 50 = 2000l$ Gas.

Eine 50-l-Gasflasche wiegt ungefähr 60 kg. Stehende Gasflaschen – sowohl volle als auch leere – sind gegen Umfallen zuverlässig zu sichern. Dazu sind Schellen und Ketten geeignet (Bild 9). Die Gasflaschen sind gegen Schläge, Stöße und Erschütterungen zu schützen. Dies gilt besonders bei tiefen Temperaturen, weil dann die Sprödbruch-

empfindlichkeit des Flaschenwerkstoffs zunimmt. Gasflaschen müssen generell sorgsam behandelt werden. Sie dürfen nicht vom Transportwagen heruntergeworfen oder liegend gerollt werden. Die Flaschen dürfen nur mit aufgeschraubter Ventilschutzkappe gelagert und befördert werden. Ausgenommen hiervon ist der Transport von montierten Gasflaschen auf einer fahrbaren Schweissanlage (Schweisswagen).



Bild 9
Mit Ketten gesicherte Gasflaschen. Bei der Flasche in der Mitte fehlt die Schutzkappe.

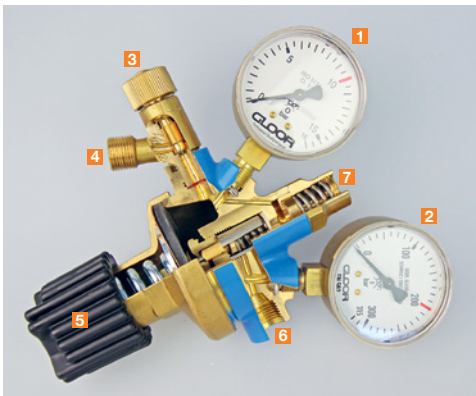
4 Armaturen und Gemischbrenner

4.1 Druckreduzierventile

Alle Gemischbrenner benötigen Sauerstoff (bzw. Druckluft) und Brenngas mit jeweils konstantem Arbeitsdruck. Die Drücke in den Gasflaschen und Verteilungen sind aber variabel und in der Regel zu hoch. Für einen konstanten Arbeitsdruck ist deshalb ein Druckreduzierventil erforderlich (Bild 10).

Für die verschiedenen Gasarten werden unterschiedliche Druckreduzierventile verwendet. Der Grund dafür liegt in den unterschiedlichen Flaschen- und Arbeitsdrücken sowie in der Werkstoffverträglichkeit. Zum Beispiel ist Kupfer für Sauerstoff gut geeignet, es kann aber mit Acetylen gefährlich reagieren (Kupfer-Acetylidbildung).

Die Gasart ist auf dem Druckreduzierventil angegeben. Damit beim Anschliessen von Armaturen keine Verwechslungen entstehen, sind die Gewindeanschlüsse verschieden. Wenn ein Druckreduzierventil nicht auf die Gasflasche passt, ist es für dieses Gas ungeeignet, oder es entspricht nicht den geltenden Normen und darf nicht verwendet werden.



- 1 Arbeitsdruckmanometer (Hinterdruck), konstant
- 2 Flaschendruckmanometer (Vordruck), variabel
- 3 Absperrventil
- 4 Gewindeanschluss für Gasschlauch
- 5 Regulierschraube
- 6 Anschluss für Gasflasche
- 7 Sicherheitsventil

Bild 10
Druckreduzierventil mit Gewindeanschluss.

4.2 Sicherheitseinrichtungen

Sicherheitseinrichtungen (Bild 11) schützen die Gasflasche (Gasquelle) auf unterschiedliche Weise. Sie verhindern nicht nur das Zurückströmen des Gases sondern sind zusätzlich Flammen- und Rückbrandsicherung. Sicherheitseinrichtungen beinhalten meistens unterschiedliche Dichtmaterialien, die dem Verschleiss unterliegen. Deshalb sind die Anweisungen des Herstellers für Wartung, Instandhaltung und Austausch zu beachten. Wenn keine Angaben des Herstellers dazu vorhanden sind, sind die Sicherheitseinrichtungen spätestens nach 10 Jahren zu ersetzen.

4.3 Gasschläuche

In den Betrieben sieht man oft Gasschläuche, die bei den Schlauchtüllen am Brennerhandgriff rissig oder sonstwie beschädigt sind. Die Schläuche werden an dieser Stelle infolge Biegebeanspruchung mechanisch stark belastet; die Druckfestigkeit nimmt ab. Visuell handelt es sich scheinbar um Kleinigkeiten. Wenn man aber berücksichtigt, dass Flammenrückzündungen mit grossem Druckanstieg im Schlauch häufig vorkommen, sind solche Schwachstellen nicht mehr harmlos, zumal sie sich an Stellen befinden, die nahe beim Benutzer sind. Schlauchdefekte sind Ursache vieler Verbrennungen.

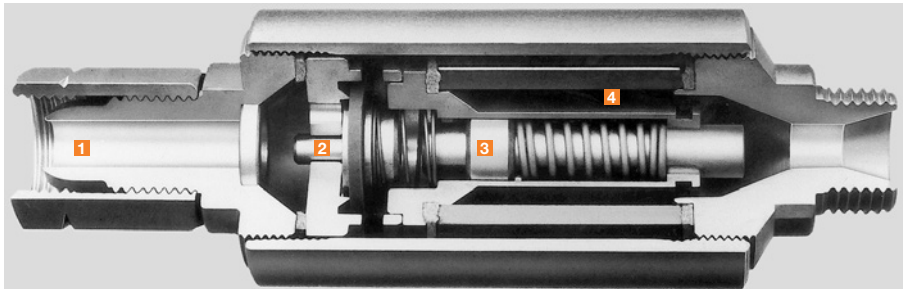


Bild 11
Beispiel einer Sicherheitseinrichtung für Acetylen.

- 1 Anschluss für Brenngas oder Sauerstoff, verwechslungssicher wegen unterschiedlicher Gewinde.
- 2 Gasrücktrittventil.
Der federbelastete Ventilteller verhindert schleichenden oder schlagartigen Gasrücktritt.
- 3 Temperaturgesteuerte Nachströmsperre.
Ventil, das durch ein Schmelzlot offen gehalten wird und bei unzulässiger Erwärmung schliesst.
- 4 Flammensperre.
Hochporöser Hohlzylinder aus gesintertem Chrom-Nickel-Stahl. Eine vom Brenner her kommende Flammenrückzündung wird hier aufgehalten.

4.3.1 Anforderungen an Gasschläuche

Schläuche für Schweiß- und Schneidbrenner müssen unterschiedlichen Anforderungen genügen. Diese sind heute in Normen festgelegt. Die Schlauchmaterialien sind gas-spezifisch aufgebaut und müssen Vorgaben zur Druckfestigkeit einhalten. Den unterschiedlichen Gasen ist eine spezifische Schlauchfarbe zugewiesen. So lässt sich anhand der Schlauchfarbe die verwendete Gasart und die damit verbundene Gefährdung leicht erkennen. Zudem ist gewährleistet, dass das Schlauchmaterial auf die jeweiligen Gaseigenschaften abgestimmt ist.

Rot	für Brenngase (ausgenommen Flüssiggas)
Orange	für Flüssiggas (Propan, PG)
Blau	für Sauerstoff
Schwarz	für alle übrigen nichtbrennbaren Gase, z. B. Druckluft

4.3.2 Befestigung der Gasschläuche

Es ist besonders wichtig, die Gasschläuche durch Briden (geschraubt oder geklemmt) ausreichend gegen Abgleiten von den Schlauchtüllen zu sichern. Nur zugelassene Befestigungsmittel (Briden) dürfen dafür eingesetzt werden. Keinesfalls sind Drähte, Kabelbinder oder andere provisorische Befestigungssysteme zu verwenden. Zu leicht kann es sonst – etwa bei Druckstößen – zu einem Abrutschen des Schlauchs von der Tülle kommen. Das ausströmende Gas kann sich leicht entzünden.

4.4 Gemischbrenner

Gemischbrenner haben die Aufgabe, das Brenngas mit dem Sauerstoff im richtigen Verhältnis zu mischen und an der Schweiss(Wärm-)düse zu verbrennen. Durch konstruktive Massnahmen wird erreicht, dass der Brenner auch in extremen Anwendungseinsätzen sicher arbeitet, d. h. bei korrekter Arbeitsweise für den Benützer keine Gefahr darstellt.

Der Injektorbrenner (Saugbrenner) ist dadurch gekennzeichnet, dass der Sauerstoff unter einem merklich höheren Druck als das Brenngas zugeführt wird. Im Injektor wird der Sauerstoffdruck in Geschwindigkeit umgesetzt. Dadurch entsteht im Brenngasraum ein Unterdruck und das Brenngas wird angesaugt. Im Mischrohr erfolgt dann eine homogene Durchmischung von Sauerstoff und Brenngas. An der Schweiss(Wärm-)düse kann das zündfähige Gasgemisch gezündet werden. Im Injektorschweissbrenner müssen die richtigen Druckverhältnisse eingestellt werden (Kapitel 5.1.3), damit die Flamme nicht zurück in den Brenner wandert und den Brenner oder nachfolgende Einrichtungen zerstört.

Injektor, Mischdüse, Mischrohr und Schweiss(Wärm-)düse bilden jeweils eine Einheit, den sogenannten Brenneinsatz, der bei unterschiedlichem Wärmebedarf (Flammengrösse) als Ganzes ausgetauscht wird. Das Einregulieren des Brenners auf das gewünschte Flammenbild (neutral, Sauerstoff- oder Brenngasüberschuss) erfolgt am Brenngasventil.

Wichtig

Die Brennerflamme der Brenngas-Sauerstoff-Anlage ist in eine Primär- und eine Sekundärverbrennung aufgeteilt. Die Primärverbrennung wird vollständig durch den Sauerstoff der Anlage gespiesen. Die Sekundärverbrennung benötigt zusätzlichen Sauerstoff aus der Umgebung für eine vollständige Verbrennung.

Gefährlich sind Schweiss- oder Brennschneidarbeiten an Hohlkörpern, wo es aufgrund von Sauerstoffmangel in der Sekundärverbrennung zur Ansammlung von unverbrannten Gasen kommen kann. Diese bilden bei entsprechender Durchmischung mit Luft eine explosive Atmosphäre, die durch die Brennerflamme oder andere Zündquellen gezündet werden kann.

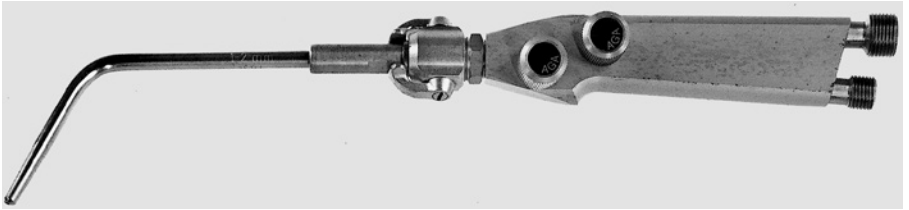


Bild 12
Injektorschweissbrenner (Saugweissbrenner).

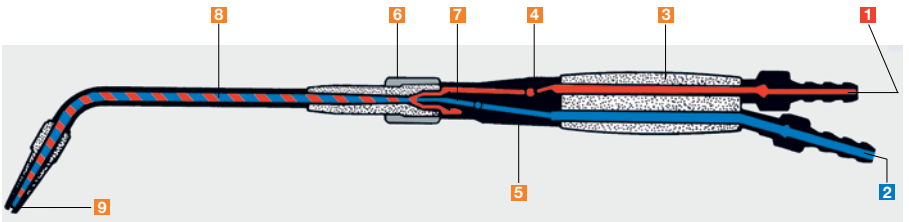


Bild 13
Schnitt durch einen Injektorschweissbrenner

Sauerstoff
 Brenngas

- 1 Brenngasanschluss
- 2 Sauerstoffanschluss
- 3 Handgriff
- 4 Brenngasventil
- 5 Sauerstoffventil
- 6 Überwurfmutter für Handanzug
- 7 Injektordüse
- 8 Mischrohr
- 9 Schweiss(Wärm-)düse

Beim Injektor-Schneidbrenner ist der Heizteil grundsätzlich gleich aufgebaut wie beim Schweißbrenner, doch hat der Brenner noch eine besondere Schneidsauerstoff-Zuleitung, die zur Mündung des Brenners führt (Bilder 14 und 15, Pos. 13). Der Schneidbrenner wird sowohl als kompletter Brenner als auch als Einsatz zum Schweißbrennerhandgriff geliefert. Der Dreirohr-Schneidbrenner arbeitet ohne Injektor; das Brenngas und der Heizersauerstoff werden in der Schneiddüse gemischt.

Die Gefahren, die sich aufgrund der besonderen Konstruktion von Injektorbrennern ergeben können, und die richtige Handhabung werden in Kapitel 5 beschrieben.

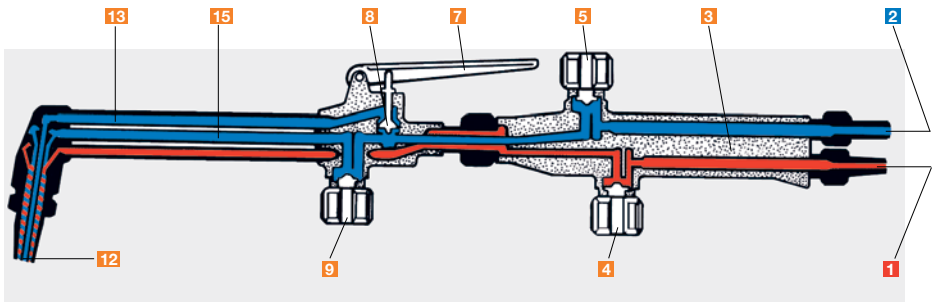
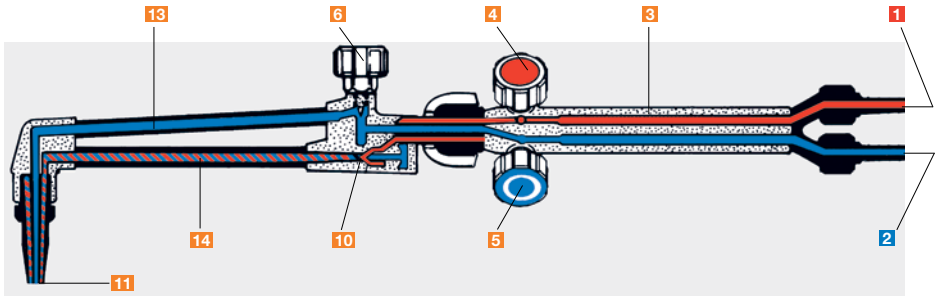


Bild 14 und 15

Oben: Schnitt durch einen Zweirohr-Schneidbrenner

Unten: Schnitt durch einen Dreirohr-Schneidbrenner



- 1 Brenngasanschluss
- 2 Sauerstoffanschluss
- 3 Handgriff
- 4 Brenngas-Absperrventil
- 5 Sauerstoff-Absperrventil
- 6 Schneidsauerstoff-Absperrventil
- 7 Schneidsauerstoff-Hebel
- 8 Schneidsauerstoff-Ventil
- 9 Heizesauerstoff-Ventil
- 10 Injektor
- 11 Schneiddüse
- 12 Schneiddüse (gasemischend)
- 13 Schneidsauerstoff
- 14 Gasmisch (Brenngas-Sauerstoff)
- 15 Heizesauerstoff

5 Richtiges Inbetriebnehmen und Ausserbetriebsetzen von Schweissposten

5.1 Inbetriebnehmen

5.1.1 Anschliessen der Druckreduzierventile

Die beiden Druckreduzierventile werden montiert. Dabei ist darauf zu achten, dass die nötigen Dichtungen beim Anschluss vorhanden und intakt sind. Anschluss und Dichtflächen müssen sauber und trocken sein.

5.1.2 Öffnen der Gasflaschenventile

Das Ventil der Sauerstoffflasche wird langsam und ruckfrei geöffnet. Man benützt dafür zweckmässigerweise beide Hände, der Brenner soll also noch nicht in der Hand gehalten werden. Nach dem Öffnen des Flaschenventils zeigt das Vordruckmanometer des Reduzierventils den Flaschendruck an. Es wird nun kontrolliert, ob die Schraubverbindung zwischen Flaschenventil und Druckreduzierventil dicht ist. Undichtigkeiten sind durch Nachziehen der Verbindung oder Ersatz der Dichtung sofort zu beheben.

Nun wird auch das Brenngasflaschenventil langsam geöffnet. Falls dieses Flaschenventil mit einem Vierkant-Steckschlüssel geöffnet wird, bleibt der Steckschlüssel aufgesteckt, bis das Flaschenventil wieder geschlossen wird. So steht der Schlüssel im Falle von Unregelmässigkeiten jederzeit zum Schliessen der Flasche zur Verfügung.

Empfehlung

Überprüfen Sie die Anlage immer vor Arbeitsbeginn mit einer Dichtheitskontrolle. Setzen Sie dafür das System bis zum geschlossenen Brennergriff unter Druck und schliessen Sie die Gasflaschen wieder.

Wenn am Betriebsdruckmanometer nach etwa 5 Minuten ein Druckverlust feststellbar ist, muss die Anlage instand gesetzt werden.

5.1.3 Einstellen des Sauerstoff-Arbeitsdrucks

Der Sauerstoffarbeitsdruck ist je nach Brennerfabrikat und Düse unterschiedlich. Die Angaben zum Sauerstoffarbeitsdruck sind jeweils am Brennerhals zu finden. Angegeben ist in der Regel der maximale Sauerstoffbetriebsdruck (Fließdruck), der bei geöffnetem Brenner am Sauerstoffdruckregler eingestellt werden muss (Bild 16).



Bild 16
Brennereinsätze mit Angabe des erforderlichen Sauerstoff-Arbeitsdrucks

Bei den Schneidbrennern ist der erforderliche Sauerstoff-Arbeitsdruck auf den Düsen eingeprägt (Bild 17).



Bild 17
Düse für Schneidbrenner mit eingepprägter Angabe des erforderlichen Sauerstoff-Arbeitsdrucks

Wenn keine Angaben über den Sauerstoff-Arbeitsdruck am Brenner abgelesen werden können, sind die Arbeitsdrücke der Betriebsanleitung zu entnehmen. Fehlt diese, so erkundigt man sich beim Hersteller oder Lieferanten.

5.1.4 Einstellen des Acetylen-Arbeitsdrucks

An der Regulierschraube des Acetylen-Druckreduzierventils wird der Brenngasarbeitsdruck eingestellt. Dieser beträgt höchstens 0,8 bar. Er sollte im Normalfall auf 0,5 bar eingestellt werden.

5.1.5 Warum sind die Arbeitsdrücke vorschriftsgemäss und keinesfalls zu hoch einzustellen?

Damit der Brenner im optimalen und sicheren Arbeitsbereich betrieben werden kann und um Schlauchexplosionen zu verhindern, ist es wichtig, dass die Drücke an den Druckreduzierventilen möglichst niedrig, d. h. nach den Angaben in der Betriebsvorschrift, einreguliert werden. Der Explosionsdruck beträgt ein Vielfaches des Drucks des brennbaren Gasgemischs vor der Zündung. Der Explosionsdruck für Acetylen-Luft-Gemische beispielsweise beträgt das 5- bis 10-fache des Gasgemischdrucks, der Explosionsdruck für Acetylen-Sauerstoff-Gemische sogar das 10- bis 20-fache.

Entscheidend ist, dass der Acetylenarbeitsdruck (Anzeige am Arbeitsdruckmanometer) nicht zu hoch eingestellt wird. Die folgende Tabelle zeigt die maximalen Explosionsdrücke, die sich bei verschiedenen Acetylenarbeitsdrücken zusammen mit dem Sauerstoff ergeben können (Angaben in bar Überdruck):

Acetylenarbeitsdruck	Maximaler Explosionsdruck
0,5 bar	29 bar
0,8 bar	35 bar
1,05 bar	40 bar
2,0 bar	59 bar

Acetylenarbeitsdrücke über 0,8 bar sind unter allen Umständen zu vermeiden. Wenn der Brenner bei max. 0,8 bar Acetylendruck und richtig eingestelltem Sauerstoffdruck nicht ordnungsgemäss arbeitet, ist eine Störung im Brenner oder in der Anlage vorhanden. Die Anlage darf erst wieder in Betrieb genommen werden, wenn diese Störung beseitigt ist.

5.1.6 Öffnen des Sauerstoff- und des Brenngasventils am Brenner

Nach dem Einstellen der Arbeitsdrücke an den beiden Druckreduzierventilen ist stets zuerst das Sauerstoffventil und bei Schneidbrennern auch kurz das Ventil für den Schneidsauerstoff zu öffnen. Erst nachher darf das Brenngasventil aufgedreht und das austretende Gasgemisch entzündet werden.

Danach ist die Flamme direkt am Brenner einzuregulieren (Feinjustierung). Gegebenenfalls muss auch das Druckreduzierventil nochmals nachjustiert werden. Schneidbrenner sind bei offenem Schneidsauerstoffventil nachzustellen.

Diese Reihenfolge ist bei Acetylen-Sauerstoff-Anlagen und bei Anlagen mit Wasserstoff als Brenngas zwingend einzuhalten. Davon ausgenommen sind Anlagen mit Flüssig- oder Erdgas als Brenngas. Hier muss vorab das Brenngasventil geöffnet und die Gasflamme mit dem Brenngas gezündet werden. Das Sauerstoffventil wird anschliessend geöffnet und die Brennerflamme einreguliert.

5.2 Ausserbetriebsetzen

5.2.1 Schliessen der Ventile am Brenner

Brennerflammen werden gelöscht, indem man der Flamme den Brennstoff entzieht, d. h. man schliesst das Brenngasventil am Handgriff immer zuerst. Wenn man zuerst das Sauerstoffventil schliesst, entzieht man der Flamme zwar den Flaschensauerstoff, nicht aber den Luftsauerstoff. Deshalb brennt die Flamme stark russend weiter (unvollständige Verbrennung).

5.2.2 Entleeren der Gasschläuche

Wird der Schweissposten bei längeren Arbeitsunterbrüchen – zum Beispiel mittags und abends – ausser Betrieb gesetzt, sind – bei abgestellter Flamme – zuerst die Flaschenventile bzw. die Zapfstellenventile zu schliessen und dann die Gasschläuche und Druckreduzierventile drucklos zu machen. Beim Entleeren der Gasschläuche dürfen die Brennerventile für die beiden Gase nie gleichzeitig offen sein. Wenn also das Brenngasventil am Brenner zum Entleeren geöffnet wird, muss das Sauerstoffventil am Brenner geschlossen bleiben. Und umgekehrt muss das Brenngasventil am Brenner geschlossen bleiben, wenn das Sauerstoffventil am Brenner geöffnet wird (siehe dazu Kap. 6.2).

Danach sind mit den Regulierschrauben die Membranen in den Druckreduzierventilen zu entlasten.

6 Störungen an Brenngas-Sauerstoff-Brennern

Die während des Betriebs am häufigsten auftretenden Störungen an Brenngas-Sauerstoff-Brennern sind Rückzündungen ins Brennerinnere. Sie können sich als sogenannte «Abknaller» oder als «Flammenrückschlag» auswirken.

Abknallen des Brenners

Von «Abknallen» spricht man, wenn die Flamme in die Schweiss(Wärm-)düse verschwindet und dabei abknallt, d.h. erlöscht. Diese Störung ist vor allem unangenehm, weil dabei die Verbrennungsgase die Düse stossartig verlassen und den schmelzflüssigen Teil der Schweissstelle wegschleudern.

Es kann auch vorkommen, dass der Brenner maschinengewehrartig knattert. In diesem Fall entzündet sich – nach dem Ausstossen der Verbrennungsgase der Flamme – das wieder ausströmende zündfähige Gasgemisch an der noch glühenden Schweissstelle, worauf die Flamme sofort wieder in die Düse zurückschlägt und abknallt. Die Wiederholung dieses Vorgangs führt zum knatternden Geräusch.

Eine weitere Ursache solcher Rückzündungen sind überhitzte Brennerspitzen. Bei beengten Verhältnissen können die Flammgase die Brennerspitze über die Zündtemperatur erhitzen und so das Brenngas-Sauerstoff-Gemisch im Mischrohr entzünden. Der Brenner ist so zu führen, beziehungsweise einzustellen, dass die Flammgase an der Düse gut abströmen können und es zu keiner Rückzündung oder Zündung im Mischrohr des Brenners kommen kann.

Flammenrückschlag

Wenn die Flamme nach der Rückzündung nicht abknallt, sondern im Mischrohr weiterbrennt, spricht man von einem «Flammenrückschlag». Er ist immer von einem pfeifenden oder zischenden Geräusch begleitet und führt, wenn man nicht augenblicklich richtig reagiert, zur Zerstörung des Brenneinsatzes.

6.1 Flammenrückzündung bei unvollständig geöffnetem Sauerstoff-Brennerventil

Weil die Acetylen-Sauerstoff-Flamme mit einer Zündgeschwindigkeit von ungefähr 13,5 m/s brennt, das Gasgemisch aber mit 80 bis 150 m/s aus der Schweiss(Wärme-)düse strömt, kann die Flamme im Normalfall nicht ins Mischrohr zurücktreten.

Die Differenz zwischen der Gemischaustritts- und der Zündgeschwindigkeit bestimmt also die Sicherheit gegen Flammenrückzündungen. Erst wenn die Gasmenge und damit die Austrittsgeschwindigkeit erheblich abfallen, ist eine Flammenrückzündung möglich.

Hauptursache für zu geringe Austrittsgeschwindigkeiten und damit für Flammenrückzündungen beim Inbetriebnehmen von Brennern sind falsch eingestellte, d. h. zu wenig geöffnete Sauerstoff-Brennerventile. Es ist deshalb wichtig, dass die Sauerstoff-Brennerventile immer ausreichend geöffnet werden. Die Gasdrücke müssen mit Hilfe der Druckreduzierventile richtig, das heisst nicht zu hoch einreguliert werden.

6.2 Flammenrückzündung durch falsches Ausserbetriebsetzen

Die Ursache einer Flammenrückzündung kann auch darin liegen, dass der Brenner falsch ausser Betrieb gesetzt wurde.

Werden die Schläuche bei geschlossenen Flaschenventilen – unter Missachtung der in Ziffer 5.2.2 genannten Regeln – durch gleichzeitiges Öffnen des Acetylen- und Sauerstoffventils am Brennerhandgriff entlastet, wird Sauerstoff in den Acetylen-schlauch zurückgesaugt. Beim Wiederinbetriebnehmen der Anlage bildet sich im Acetylen-schlauch ein brennbares Sauerstoff-Acetylen-Gemisch. Tritt beim Anzünden noch eine Flammenrückzündung ein, so breitet sich die Flammenfront unter starker Druckerhöhung im Acetylen-schlauch in Richtung Druckreduzierventil fort. Es kommt zu einer äusserst heftigen Explosion, der auch der beste Schlauch nicht standhält.

Unfallbeispiel

Ein Schlosser wollte Wärmarbeiten ausführen und setzte dazu die Gasschweissanlage wie gewohnt in Betrieb: Sauerstoffdruck etwa 4 bar; Acetylendruck etwa 0,5 bar. Beim Anzünden des Brenners erfolgte ein Knall. Die beiden Schläuche wurden vom Brennerhandgriff abgerissen. Anschliessend entstand durch ausströmendes Acetylen ein Brand am Acetylen Schlauch. Bei der Explosion wurde das Überkleid des Schlossers an der Brust und am Arm zerfetzt, und der Schlosser zog sich an diesen Stellen Verbrennungen zu.

Unfallursache

Die Gasschweissanlage war falsch ausser Betrieb gesetzt worden. Weil der Sauerstoffschlauch und der Acetylen Schlauch gleichzeitig entlastet wurden, entstand im Acetylen Schlauch ein explosives Gasgemisch. Da bei der Wiederinbetriebnahme der Handbrenner sofort gezündet wurde, kam es zur Flammenrückzündung.

Flammenrückzündungen durch falsches Ausserbetriebsetzen lassen sich dadurch vermeiden, dass bei der Inbetriebnahme der Anlage mit dem Zünden des ausströmenden Gasgemischs etwas zugewartet wird. Dadurch wird ein allfälliges explosives Acetylen-Sauerstoff-Gemisch im Acetylen Schlauch durch nachströmendes Acetylen verdrängt, und der Brenner kann anschliessend gefahrlos gezündet werden.

6.3 Flammenrückzündung wegen verstopfter oder überhitzter Schweiss(Wärm-)düse

Zu einer Flammenrückzündung kann es auch kommen, wenn der Brenner ungeschickt gehandhabt wird, beispielsweise wenn ein Benutzer die Brennermündung ungewollt aufs Arbeitsstück oder ins Schmelzbad drückt und dadurch die Austrittsöffnung teilweise oder ganz abgedeckt und der Gasaustritt behindert wird. Die Flamme kann abknallen oder auch in den Brenner zurückzünden.

Zu einer Rückzündung kommt es, wenn die gestoppte Gassäule durch das glühende Arbeitsstück in Brand gehalten wird oder die Geschwindigkeit des Gasgemischs unter die Zündgeschwindigkeit abfällt. Wegen des gehemmten Gasaustritts wirkt sich der Druck, der durch die Verbrennung im Mischrohr entsteht, gegen die Schläuche aus. Er kann sowohl den Brenngas- wie auch den Sauerstoffschlauch zum Bersten bringen.

Das Gleiche kann geschehen, wenn bei einer Überhitzung des Schmelzbads Metallspritzer weggeschleudert werden, welche die Düsenmündung treffen und sie teilweise oder ganz (unter Umständen nur kurzzeitig) verstopfen.

Wird mit dem Brenner in einer Ecke, in einem Knotenpunkt und dergleichen gearbeitet, kann durch zurückgelenkte Flammen und abgestrahlte Wärme die Brennerspitze so heiss werden, dass sich das Gasgemisch im Mischrohr entzündet (Abknallen des Brenners) und sogar im Injektor weiterbrennt, was am starken Pfeifton rasch zu erkennen ist. In diesem Fall sind sofort die Brennerhähne zu schliessen, weil sonst in einigen Sekunden das Mischrohr durchschmilzt (Bild 18, Pos. 4). Danach ist der Brenner bei leicht geöffnetem Sauerstoffhahn in Wasser zu kühlen.



Bild 18
Schneideinsatz mit durchgebranntem Mischrohr.

- 1 Kupplungsstück für Anschluss des Handgriffs
- 2 Sauerstoffregulierventil für Heizflamme
- 3 Schneidsauerstoffventil
- 4 Mischrohr, durchgebrannt
- 5 Schneidsauerstoffrohr
- 6 Schneidsauerstoffkopf
- 7 Schneiddüse, beschädigt

7 Schutzmassnahmen und sicherheitsgerechte Gestaltung des Arbeitsplatzes

7.1 Arbeitskleidung und Augenschutz

Da beim Gasschweissen und Brennschneiden mit glühenden Metallspritzern und herabfallenden Tropfen zu rechnen ist, muss sich der Schweißer mit geeigneter Kleidung gegen Brandverletzungen schützen. Die Arbeitskleidung soll wegen der erhöhten Brandgefahr öl- und fettfrei sein. Eng schliessende Ärmelabschlüsse und über den Schuhschaft gezogene Hosenbeine verhindern Verletzungen durch eindringendes Schweißmaterial. Zumindest bei Brennschneidarbeiten sollte eine Lederschürze als Rumpfschutz getragen werden.

Um die Auswirkungen eines möglichen Brandes wenigstens etwas zu mildern, sollte jede mit Schweissarbeiten in engen Räumen beschäftigte Person schwerbrennbare Schutzkleidung tragen, denn bei Autogenarbeiten in engen Räumen kommt es zu einer Häufung und Verstärkung der Gefahren.

Die Augen des Schweißers müssen gegen die von der Schweißflamme und der Schweißstelle ausgehende sichtbare Lichtstrahlung und die gleichzeitig auftretende Strahlung im ultravioletten und infraroten Bereich geschützt werden. Damit lassen sich Blendungen, Augenentzündungen und Augenverletzungen vermeiden. Beim Gasschweissen und verwandten Verfahren sind Schweißerschutzbrillen mit Sichtscheiben der Schutzstufen 2 bis 8 zu tragen, je nach Grösse des Brenners und Strahlungsintensität.

7.2 Lüftung

Räume, in denen Arbeiten mit offener Flamme ausgeführt werden, müssen immer gut gelüftet sein, so dass keine Sauerstoffanreicherung und kein Sauerstoffmangel entstehen kann und eine Verschmutzung der Luft mit gesundheitsgefährdenden Stoffen vermieden wird.

Die natürliche Lüftung in der Werkstatt durch Fenster, Türen, Oblichter und besondere Lüftungsöffnungen muss bei Schweissarbeiten gegebenenfalls durch künstliche Lüftung unterstützt werden. Die Abluft ist so abzuführen, dass die Abgase sich schadlos verflüchtigen können. Bei Lüftungsanlagen mit Luftrückführung ist eine unzulässige Schadstoffanreicherung im Raum zu verhindern. Treten Schadstoffe in gesundheitsgefährdender Konzentration auf, sind sie an ihrer Entstehungsstelle abzusaugen. Ausführliche Informationen zu diesem Thema finden Sie in der Suva-Publikation «Schweissen und Schneiden. Schutz vor Rauchen, Stäuben, Gasen und Dämpfen», www.suva.ch/44053.d.

Von grosser Wichtigkeit ist eine gute Entlüftung bei Schweissarbeiten in engen Räumen. Als enge Räume gelten z. B. Stollen, Schächte, kleine Kellerräume, begehbare Rohrleitungen, Behälter und dergleichen. In engen Räumen dürfen keine Gasflaschen vorhanden sein. Sie sind immer ausserhalb der engen Räume gesichert aufzustellen. Bei längeren Arbeitsunterbrüchen, z. B. Arbeitspausen, müssen Brenner und Schläuche unbedingt aus dem engen Raum entfernt werden. Auf diese Weise kann einer möglichen Sauerstoffanreicherung der Raumluft oder gar der Bildung eines explosionsfähigen Brenngas-Luft-Gemischs durch undichte Autogenanlagen vorgebeugt werden. Weitere Hinweise dazu gibt die Suva-Richtlinie über das «Arbeiten in Behältern und engen Räumen», www.suva.ch/1416.d, und der Suva-Faltprospekt über das «Schweissen in Behältern und engen Räumen», www.suva.ch/84011.d.

7.3 Brandverhütung

Sobald Schweiß-, Schneid- oder Wärmarbeiten ausserhalb der dafür eingerichteten Werkstatt Räume ausgeführt werden, besteht erhöhte Brandgefahr. Brennbare Stoffe können direkt durch die Flamme oder indirekt durch Schweißfunken, glühende Metallteilchen, heisse Gase oder Wärmeübertragung entzündet werden. Nicht nur Millionenschäden entstehen Jahr für Jahr durch leichtsinniges Arbeiten mit Gasschweißsposten, sondern auch Menschenleben sind zu beklagen.

Die wichtigsten Massnahmen, die immer zu beachten sind, lassen sich in wenigen Stichworten zusammenfassen:

- **Entfernen** von allen brennbaren oder gar explosionsfähigen festen und flüssigen Stoffen, sowohl im Schweißbereich als auch in der Umgebung, z. B. in angrenzenden Räumen.
- Einholen einer schriftlichen **Schweisserlaubnis**. In der Bewilligung müssen die vorzukehrenden Schutzmassnahmen aufgeführt sein.
- **Abdecken** aller brennbaren oder gefährlichen Teile, die sich nicht aus dem Gefahrenbereich entfernen lassen.
- **Abdichten** aller vorhandenen Öffnungen, Ritzen, Fugen, Rohrdurchführungen und offenen Rohrleitungen, die in der Nähe der Arbeitsstelle in andere Räume führen. Zum Abdichten sind nichtbrennbare Stoffe zu verwenden (Lehm, Gips, Mörtel, feuchte Erde).
- **Brandwache** mit Löschgerät während der gesamten Schweißarbeit an der Arbeitsstelle einsetzen.
- **Nach Arbeitsschluss mehrmalige Kontrolle** im gefährdeten Bereich und gegebenenfalls in angrenzenden Räumen durchführen. Kontrolle auf Glimmnesten, Rauchbildung oder verdächtige Erwärmung.
- **Ausweichen auf andere Verfahren**, wenn Feuerarbeiten als zu gefährlich erkannt werden.

Weitergehende Hinweise enthält die Publikation «Brandschutz beim Schweißen, Schneiden und verwandten Verfahren».* Der Suva-Faltprospekt «Brandschutz beim Schweißen», www.suva.ch/84012.d, eignet sich bestens für die Abgabe an die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

* Bezugsadresse für diese Publikation: siehe Seite 45.

7.4 Schutzmassnahmen bei Brand an Gasflaschen oder in deren Bereich

Wenn ausströmendes Gas am Flaschenventil, am angeschlossenen Druckreduzierventil oder aus dem geplatzten Schlauch brennt, sollte das Flaschenventil, sofern möglich, sofort geschlossen werden, um die Gaszufuhr zu unterbinden. Die Benützung eines Handschuhs wird empfohlen.

Strömt unverbranntes Brenngas aus, kann es zur Zündung und Explosion im Raum kommen. Deshalb müssen alle potenziellen Zündquellen im Gefahrenbereich (Strom, Anlagen) sofort ausgeschaltet oder beseitigt werden. Der Sicherungskasten darf sich nicht im Gefahrenbereich befinden.

Im Falle eines Brandes in der Umgebung von Gasflaschen sind diese so schnell wie möglich aus dem brandgefährdeten Bereich wegzuschaffen, weil sonst mit dem Bersten der Flaschen zu rechnen ist. Ist diese Räumung nicht möglich, müssen die Gasflaschen mit einem ausreichend grossen Wasserstrahl aus sicherer Entfernung und geschützter Position gekühlt werden. Die Feuerwehr ist über das Vorhandensein von Gasflaschen zu informieren.

Verheerende Wirkung kann die Explosion einer Acetylenflasche haben. Die Explosion kann verursacht werden durch Acetylenzerfall (Acetylen zerfällt unter Wärmeentwicklung in seine chemischen Bestandteile Kohlenstoff und Wasserstoff). Ursachen dafür können sein:

- Flammenrückzündung
- Brand am Flaschenventil oder am Druckreduzierventil oder
- äussere Erwärmung der Acetylenflasche.

Der Acetylenzerfall ist am fühlbaren Temperaturanstieg der Flaschenwandung zu bemerken und – bei geöffnetem Flaschenventil – am Austritt von Russ und Qualm. Bei Bränden am Ausgang des Acetylenflaschenventils oder bei einer Flammenrückzündung ist das Flaschenventil, sofern möglich, sofort zu schliessen.

Anschliessend wird die Flasche mit den blossen Händen von oben nach unten auf Erwärmung abgetastet. Ist die Flasche heiss oder erwärmt sie sich schnell, muss sofort die Feuerwehr aufgebeten werden. Ausserdem muss versucht werden, die Flasche von einem sicheren Ort aus mit einem Wasserstrahl zu kühlen. Es empfiehlt sich, die Flaschen an einen sicheren Ort ins Freie zu bringen, wo eine Intervention möglich ist.

7.5 Aufstellen der Gasflaschen

Gasflaschen müssen vor übermässiger Wärmeeinwirkung (z. B. Öfen, offenes Feuer) geschützt werden, da es sonst zu einem unzulässigen Druckanstieg in den Flaschen kommen kann.

Die Gasflaschen sind auch gegen mechanische Beschädigungen, z. B. durch Fahrzeuge oder schwebende Lasten an Hebezeugen, zu schützen. Stehende Gasflaschen sind zuverlässig gegen Umfallen zu sichern; dazu eignen sich u. a. Schellen und Ketten (siehe Bild 9 auf Seite 16). Auch bei provisorischer Aufstellung der Gasflaschen sind Sicherungen gegen das Umfallen der Flaschen anzubringen. Liegende Gasflaschen sind gegen Wegrollen zu sichern.

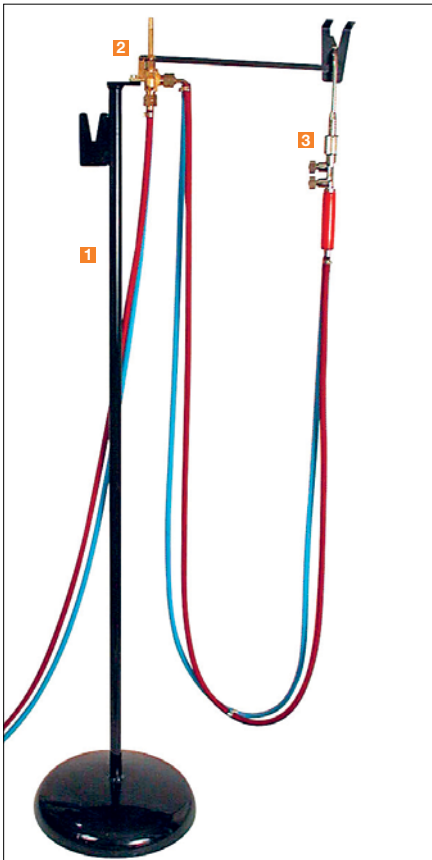
Nicht angeschlossene Gasflaschen sind immer mit aufgeschraubter Ventilschutzkappe zu schützen. Zu leicht könnte das ungeschützte Flaschenventil beschädigt werden, insbesondere das Anschlussgewinde. Ein gasdichter Anschluss des Druckreduzierventils wäre dann nicht mehr gewährleistet (siehe Bild 9).

In Fluchtwegen, Korridoren, Treppenhäusern und engen Durchgängen dürfen keine Gas-schweissposten und Druckgasflaschen aufgestellt werden.

7.6 Ablegen der Brenner und Schläuche

Angeschlossene Brenner dürfen nie in Schubladen, neben Hohlräumen oder auf Arbeitskleidern abgelegt werden. Unbemerkt ausströmendes Gas hat in solchen Fällen schon für böse Überraschungen gesorgt.

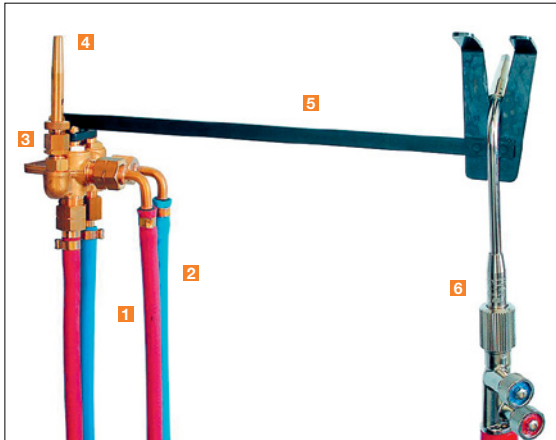
Für Brenner sollte nach Möglichkeit ein Brennerständer (Bild 19) vorhanden sein. Bei häufigen Arbeitsunterbrüchen ist ein Gassparapparat vorteilhaft (Bild 20). Damit wird die Zufuhr von Brenngas und Sauerstoff beim Einhängen des Brenners abgestellt und beim Abheben wieder freigegeben. An der Pilotflamme kann man das dem Brenner entströmende Gasgemisch wieder entzünden, ohne die Flamme ein- oder nachregulieren zu müssen. Der Gasparapparat hat zudem den Vorteil, dass die schädliche Stickoxidbildung und damit die Schadstoffbelastung der Luft klein gehalten wird.



- 1 Ständer
- 2 Sicherheitsbügel
- 3 Brenner

Bild 19
Brennerständer.

Das Anhängen der Brenner und Schläuche an Gasflaschen und ihren Armaturen ist nicht gestattet. Bei Schlauchbränden besteht die Gefahr, dass die Gasventile nicht gefahrlos geschlossen werden können und die Armaturen und Gasflaschen beschädigt werden.



- 1 Brenngasschlauch
- 2 Sauerstoffschlauch
- 3 Sparventile für Brenngas und Sauerstoff
- 4 Pilotflamme
- 5 Einhängbügel für Brenner
- 6 Brenner

Bild 20
Gassparapparat.

Die Brennerschläuche sollten über einen Schlauchsattel (Bild 21) gehängt und gegebenenfalls der Brenneinsatz bei längerer Nichtbenützung vom Brennerhandgriff abgenommen werden. Zum Schutz der Gewindegänge wird anschliessend eine Überwurfmutter aufgeschraubt.

Für sehr lange Schlauchpaare sind im Handel auch Schlauchaufröller erhältlich. Die Schläuche können damit platzsparend und geordnet z. B. an die Decke gehängt werden.

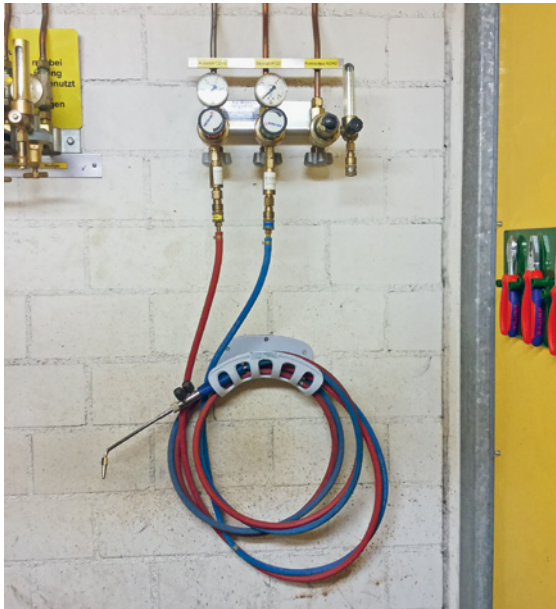


Bild 21
Gasentnahmestelle für Acetylen und Sauerstoff mit Schlauchsattel.

7.7 Aufbewahrung von Brennern und Zubehör

Die Autogengeräte sind sorgfältig zu behandeln und vor mechanischen Beschädigungen und Verschmutzungen zu schützen. Es ist daher sinnvoll, Brenner und Brennerzubehör in geeigneten Schubladen, besonderen Wandkästen (Bild 22) oder in Brennerkoffern aufzubewahren. Hier sind die empfindlichen Schweiss(Wärm-)düsen, Kupplungsteile und die Dichtungen geschützt. Der geeignete Brenneinsatz lässt sich mühelos auffinden.

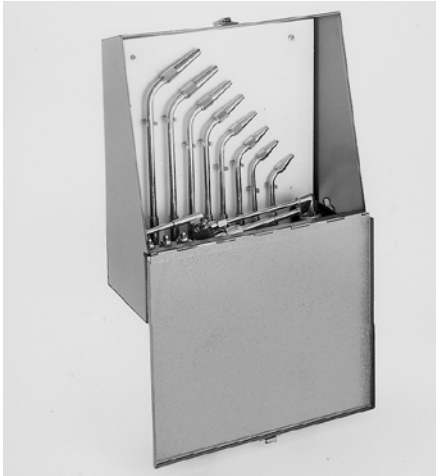


Bild 22
Wandkasten für Schweiss- und
Schneidgeräte.

Für Autogenanlagen auf Montageplätzen eignen sich besondere Montagekisten, in denen ausser den Brennern auch die Schläuche und die Druckreduzierventile eingeordnet werden können (Bild 23).

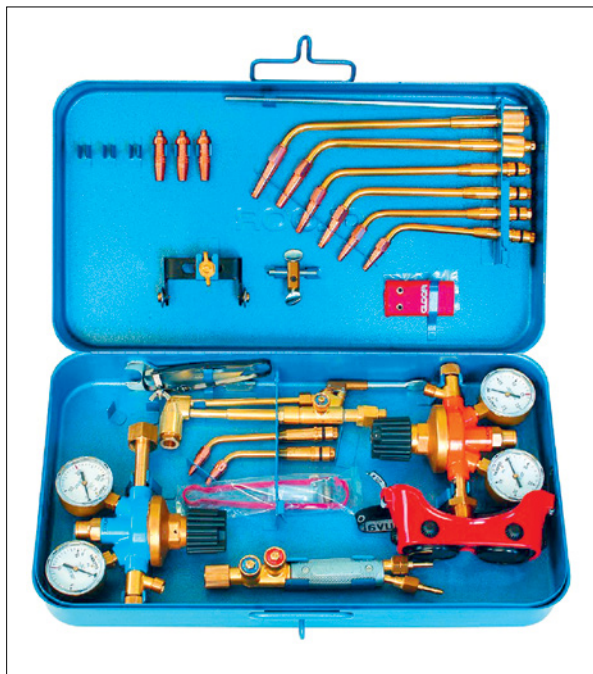


Bild 23
Montagekiste mit vollständiger
Schweis- und Schneidausrüs-
tung.

8 Instandhaltung

8.1 Dichtheitskontrolle

Eine wichtige Massnahme zur Vermeidung von Unfällen mit Brenngasanlagen ist, die Dichtheit der Anlage regelmässig zu überprüfen. Leckstellen am Brenner oder an den Armaturen können mit Hilfe von Seifenwasser oder eines blasenbildenden Sprays aufgespürt werden.

Es ist zu kontrollieren, ob sich die Gasschläuche in einem guten Zustand befinden und ob sie sicher auf den Schlauchtüllen befestigt sind. Besonders kritisch sind die Schlauchenden bei den Brennern, wo infolge Biegebeanspruchung oft Risse auftreten und die Textileinlage beschädigt ist. Erfahrungsgemäss bersten die Schläuche bei Schlauchexplosionen meistens an dieser Stelle, was oft zu Brandverletzungen an Händen und Armen führt. Deshalb sind defekte Schlauchenden abzuschneiden und die Schläuche wieder mit Briden zuverlässig auf den Schlauchtüllen zu befestigen.

8.2 Instandhaltung der Schweiss(Wärm-)düsen

Mit Spritzern belegte oder verschmutzte Schweiss(Wärm-)düsen sind vorsichtig mit der zu jeder Düse gehörenden Düsennadel (Bild 24) zu reinigen. Scharfkantige Gegenstände wie Bohrer, Reibahlen und dergleichen dürfen nicht benützt werden. Eine Beschädigung der glatten Innenwand der Schweiss(Wärm-)düsen wie auch eine durch Gebrauch verschlissene Düsenmündung können zu Flammenrückzündungen führen.

Beschädigte Schweiss(Wärm-)düsen dürfen nicht nachgefeilt werden; sie sind zu ersetzen.

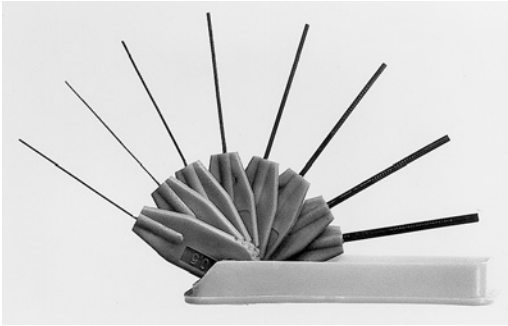


Bild 24
Zweckmässige Düsennadeln.

8.3 Prüfen der Saugwirkung des Injektorbrenners

Das richtige Funktionieren und damit die Sicherheit des Injektorbrenners kann bei Brennern mit lösbarem Schlauchanschluss durch eine «Saugprobe» (Bild 25) überprüft werden. Dazu löst man den Brenngasschlauch am Brenngas-Eintrittsstutzen des Brennerhandgriffs, öffnet das Sauerstoffflaschenventil und die Brennerventile und legt einen Finger auf die Brenngastülle. Wenn nun eine deutlich feststellbare Saugwirkung erfolgt, ist der Brenner in Ordnung, zumindest hinsichtlich seines Saugverhaltens. Ist die Saugwirkung sehr schwach oder wird sogar Sauerstoff herausgedrückt, so ist der Brenner schadhaft und muss repariert werden. Vorzugsweise werden defekte Brenner zur Instandsetzung an das Lieferwerk gesandt.

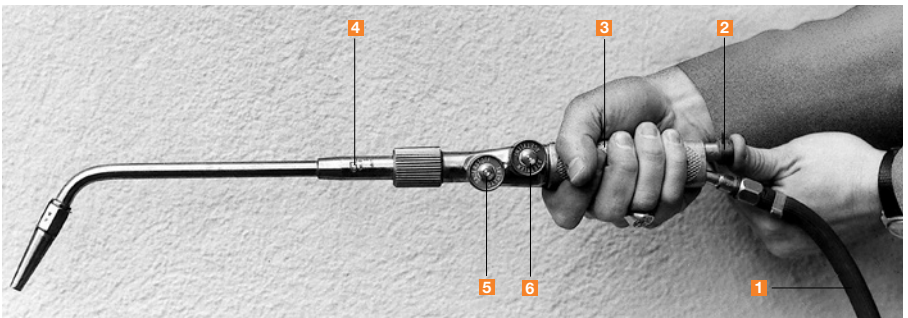


Bild 25
Kontrollieren der Saugwirkung eines Injektorbrenners.

- 1 Sauerstoffschlauch
- 2 Brenngas-Eintrittsstutzen (Schlauch abgeschraubt)
- 3 Brennerhandgriff
- 4 Brenneinsatz
- 5 Sauerstoffventil
- 6 Brenngasventil

8.4 Periodische Kontrollen/Checklisten

Brenngasanlagen sind in regelmässigen Abständen systematisch zu überprüfen. Ein geeignetes Hilfsmittel dafür sind Checklisten. Die Information «Schweissen» IS10 d des Inspektorats des Schweizerischen Vereins für Schweisstechnik* zeigt, worauf bei diesen regelmässigen Kontrollen zu achten ist.

Brennerausrüstungen, die viel gebraucht werden, sollte man mindestens einmal jährlich vom Hersteller revidieren lassen. Bei weniger oft benützten Geräten ist eine solche Revision entsprechend ihrem Zustand alle 2 bis 3 Jahre sinnvoll.

* Bezugsadresse siehe Seite 45.

9 Bezugsquellen für Publikationen

EKAS und Suva, Richtlinien, Informationsschriften und Merkblätter:

www.suva.ch

Publikationen des **Inspektorats des Schweizerischen Vereins für Schweisstechnik (SVS)** und Broschüre «Brandschutz beim Schweißen, Schneiden und verwandten Verfahren»:

Inspektorat des Schweiz. Vereins
für Schweisstechnik (SVS)

4052 Basel

www.svs.ch

10 Zusammenfassung

Zum Schweißen, Löten, Brennschneiden, Flämmen und Wärmen sind in der Schweiz rund 200 000 Brenngas-Sauerstoff-Brenner in Betrieb. Beim Umgang mit Brenngas-Sauerstoff-Anlagen ereignen sich immer wieder Unfälle und Schadenfälle. Dabei kommt es häufig wegen Flammenrückzündungen zu Schlauchexplosionen, was oft zu schweren Verletzungen führt. Vereinzelt explodieren auch Druckgasflaschen.

Das vorliegende Heft vermittelt Grundkenntnisse über Funktionsweise sowie Handhabung und Instandhaltung von Brenngas-Sauerstoff-Anlagen und informiert über Gefahren und die erforderlichen Sicherheitsmassnahmen.

Zuerst werden die gebräuchlichsten Brenngas-Sauerstoff-Anlagen vorgestellt, die Eigenschaften von Sauerstoff und der am meisten verwendeten Brenngase (Acetylen, Propan usw.) beschrieben, die Besonderheiten der verschiedenen Gasflaschen aufgezeigt sowie die Funktionsweise der Armaturen und der Brenner erklärt. Danach wird gezeigt, wie sich Flammenrückzündungen vermeiden lassen. Es ist insbesondere darauf zu achten, dass die Ventile der Brenner und der Flaschen in der richtigen Reihenfolge geöffnet und wieder geschlossen werden, dass beim Arbeiten das Sauerstoff-Brennerventil vollständig geöffnet ist und die Gasaustrittsöffnung des Brenners nicht verstopft oder überhitzt wird. Das Ventil der Sauerstoffflasche darf nicht ruckartig geöffnet und die Arbeitsdrücke müssen vorschriftsgemäss eingestellt werden.

Weitere Kapitel beschäftigen sich mit den Schutzmassnahmen, der Lüftung am Arbeitsplatz, der Brandverhütung und dem richtigen Verhalten bei Flaschenbränden, dem Aufstellen der Gasflaschen, dem Ablegen und Aufbewahren der Brenner sowie der Instandhaltung.

Das Modell Suva Die vier Grundpfeiler



Die Suva ist mehr als eine Versicherung; sie vereint Prävention, Versicherung und Rehabilitation.



Gewinne gibt die Suva in Form von tieferen Prämien an die Versicherten zurück.



Die Suva wird von den Sozialpartnern geführt. Die ausgewogene Zusammensetzung des Suva-Rats aus Vertreterinnen und Vertretern von Arbeitgeberverbänden, Arbeitnehmerverbänden und des Bundes ermöglicht breit abgestützte, tragfähige Lösungen.



Die Suva ist selbsttragend, sie erhält keine öffentlichen Gelder.

Suva

Postfach, 6002 Luzern

Auskünfte

Bereich Chemie, Physik und Ergonomie
Tel. 058 411 12 12
kundendienst@suva.ch

Download

www.suva.ch/sba128.d

Titel

Brenngas-Sauerstoffanlagen

Abdruck – ausser für kommerzielle Nutzung – mit Quellenangabe gestattet.

Erstausgabe: Juli 1978

Überarbeitete Ausgabe: September 2019

Publikationsnummer

SBA 128.d (nur als PDF erhältlich)