

Merkblatt DVS 1208

Brennerintegrierte Schweißrauchabsaugung – Technische und normative Anforderungen

Ausschuss für Technik im DVS

Arbeitsgruppe Q6 „Arbeitssicherheit und Umweltschutz“

Diese Veröffentlichung wurde von einer Gruppe erfahrener Fachleute in ehrenamtlicher Gemeinschaftsarbeit erstellt und wird zur Beachtung empfohlen. Der Anwender muss jeweils prüfen, wie weit der Inhalt auf seinen speziellen Fall anwendbar und ob die ihm vorliegende Fassung noch gültig ist. Eine Haftung des DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V. und derjenigen, die an der Ausarbeitung beteiligt waren, ist ausgeschlossen.

Inhalt:

1.	Anwendungsbereich.....	3
2.	Ausgangssituation.....	3
3.	Funktionsprinzip.....	3
4.	Erfassungsgrad.....	4
5.	Berechnen der induzierten Luftgeschwindigkeit.....	6
6.	Mindestwerte für die induzierte Luftgeschwindigkeit.....	7
7.	Erforderlicher Absaugvolumenstrom.....	8
8.	Herstellerpflichten.....	9
9.	Schrifttum.....	10

1. Anwendungsbereich

Das Merkblatt informiert über den Aufbau und das Funktionsprinzip dieser Form der Punktabsaugung beim Metall-Schutzgasschweißen (MSG). Es werden Einflussgrößen wie Absaugvolumenstrom, Leckagen und Brennerposition behandelt. Auch Anforderungen aus der internationalen Normung an derartige Absaugsysteme werden dargestellt und erläutert.

Das Beiblatt 1 informiert über am Markt verfügbare Absaugbrenner. Deren individuelle Betriebsparameter werden angeführt, um diese Absaugbrenner mit einem passenden Absauggerät kombinieren und optimal betreiben zu können.

2. Ausgangssituation

Bei der schweißtechnischen Verarbeitung metallischer Werkstoffe werden sehr häufig MSG-Schweißverfahren eingesetzt. Deren Einsatz ist allerdings auch mit wesentlichen Gefahrstoffemissionen verbunden. Die TRGS 528 „Schweißtechnische Arbeiten“ stuft MSG-Schweißverfahren in die Emissionsgruppe „hoch“ ein.

Durch Schutzmaßnahmen, vor allem durch den Einsatz gefahrstoffarmer Schweißverfahren, Werkstoffe und Zusatzwerkstoffe, durch Lüftungstechnische und bauliche Maßnahmen, durch organisatorische und hygienische Maßnahmen und durch persönliche Schutzmaßnahmen kann die Exposition von Beschäftigten gegenüber Gefahrstoffen vermieden oder signifikant verringert werden.

Die Atemluft der Beschäftigten ist von Gefahrstoffen frei zu halten, beziehungsweise die aktuellen Grenzwerte sind einzuhalten. Kann eine Exposition von Beschäftigten gegenüber Gefahrstoffen durch Substitutionsmaßnahmen nicht erreicht werden, sind Lüftungstechnische Maßnahmen zu ergreifen. Beim Schweißen von Hand ist gemäß TRGS 528 grundsätzlich eine geeignete Erfassung der Gefahrstoffe im Entstehungsbereich erforderlich. Damit werden nicht nur der Schweißer selbst, sondern auch weitere, im Umfeld tätige Personen geschützt. Saubere Luft am Arbeitsplatz dient nicht nur der Sicherheit der Beschäftigten, sondern erhöht auch die Produktivität.

3. Funktionsprinzip

Brennerintegrierte Systeme, sogenannte Schweißrauchabsaugbrenner oder auch Absaugsets zur Nachrüstung von Standardschweißbrennern sind mit Absaugdüsen ausgestattet, die den entstehenden Schweißrauch dicht oberhalb der Schweißstelle erfassen (**Bild 1**).

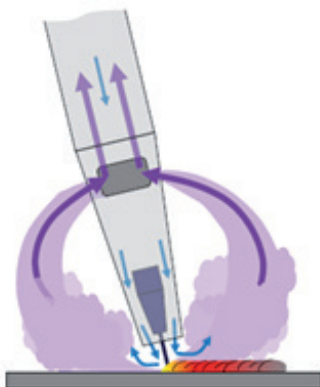


Bild 1: Funktionsweise eines Schweißrauchabsaugbrenners (Quelle: Département Ingénierie des Procédés INRS)

Gemäß TRGS 528 gilt: „Die Absaugung der Gefahrstoffe hat vorrangig im Entstehungsbereich zu erfolgen. Je näher an der Entstehungsstelle abgesaugt wird, desto effizienter ist die Erfassung der Gefahrstoffe.“

Ein Vorteil von Absaugbrennern ist es, dass sich die Absaugung zwangsläufig immer sehr nahe an der Schweißstelle befindet. Im Gegensatz dazu müssen z. B. Absaughauben, die an beweglichen Armen befestigt sind, regelmäßig vom Schweißer nachgeführt werden.

Allerdings wird ein Absaugbrenner durch die zusätzlichen Absaugdüsen ggf. auch etwas unhandlicher, so dass enge Schweißstellen schwerer zugänglich sind. Durch den Handgriff und das Schlauchpaket muss neben dem Schutzgas, dem Schweißdraht, dem Schweißstrom und dem Kühlmittel nun auch die mit dem Schweißrauch abgesaugte Luft geführt werden. Damit wird auch das Schlauchpaket zwangsläufig etwas schwerer und unflexibler.

Gerade in den letzten Jahren hat sich bei der Entwicklung von Absaugbrennern jedoch viel getan. Heutige Absaugbrenner sind mit den Exemplaren von vor 10 Jahren nicht mehr zu vergleichen. Gerade in der Werftindustrie mit vielen langen Schweißnähten werden Absaugbrenner bereits verbreitet eingesetzt. In der sonstigen metallverarbeitenden Industrie ist die Technologie jedoch noch nicht so verbreitet im Einsatz.

4. Erfassungsgrad

Der mit einem Absaugbrenner in der Praxis erreichbare Erfassungsgrad hängt von mehreren Einflussfaktoren ab. Wesentlichen Einfluss haben:

- Absaugvolumenstrom
- Brennergeometrie
- Anstellwinkel
- Schweißrichtung (stechend oder schleppend)
- Schweißposition
- Schutzgasvolumenstrom
- Kontur des Werkstückes (z. B. Blech oder Gitterrost)

Wissenschaftliche Untersuchungen über die mit Absaugbrennern realisierbaren Erfassungsgrade erfolgten vor einigen Jahren in Frankreich am Nationalen Forschungsinstitut für Berufskrankheiten und -Unfälle (INRS).

Die Untersuchungen des INRS zeigen, dass der Erfassungsgrad zunimmt je steiler der Anstellwinkel des Brenners und je größer der abgesaugte Volumenstrom und damit die induzierte Luftgeschwindigkeit an der Schweißstelle ist (**Bild 2**).

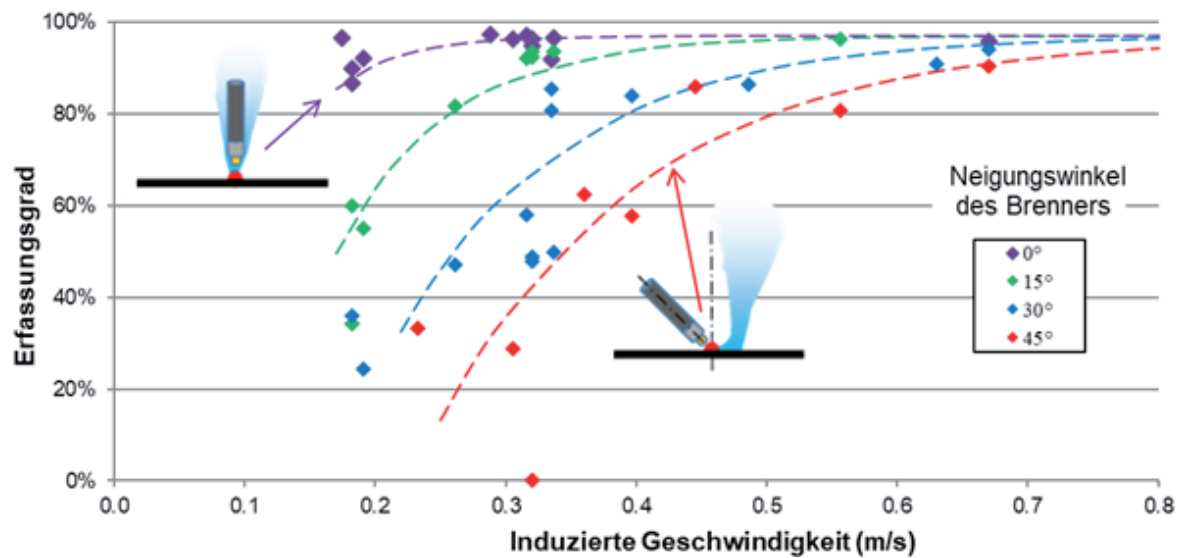


Bild 2: Beispiel für den Zusammenhang zwischen Anstellwinkel, induzierter Luftgeschwindigkeit und gemessenem Erfassungsgrad. (Die eingetragenen Messpunkte wurden durch praktische Versuche ermittelt und die Trendlinien eingerechnet) (Quelle: Département Ingénierie des Procédés INRS)

Der Erfassungsgrad nimmt zu, je näher sich die Ansaugöffnung an der Brennerspitze und damit an der Schweißstelle befindet und je mehr Luft dort abgesaugt wird. Mit zunehmender Luftgeschwindigkeit durch die Absaugung steigt jedoch die Gefahr, den Schutzgasmantel zu stören. Sie wird auch größer, wenn man sich mit der Schweißstelle z. B. einer räumlichen Ecke nähert. Daher sind einige Absaugbrenner mit Nebenluftöffnungen versehen, die üblicherweise verschlossen sind, sich vom Schweißer jedoch schnell öffnen lassen. Hierdurch wird ein Teil der Luft durch diesen Bypass abgesaugt und die Absauggeschwindigkeit an der Schweißstelle reduziert. So wird die Schutzgasglocke geringer beeinflusst.

Kann das Schutzgas in Austrittsrichtung frei weiterströmen, z. B. beim Schweißen an Gitterrosten oder Baustahlmatten, reißt es dabei den entstehenden Schweißrauch mit und verringert so den möglichen Erfassungsgrad.

5. Berechnen der induzierten Luftgeschwindigkeit

Um sich der Erfassungsgeschwindigkeit an der Schweißstelle zahlenmäßig nähern zu können, hat das INRS zunächst drei Annahmen/Definitionen getroffen:

- Die Freisetzungsstelle für den Schweißrauch (Schweißrauchentstehungsstelle) befindet sich 20 mm vor dem Stromkontaktrohr (**Bild 3**).
- Der Abstand von der Schweißrauchentstehungsstelle bis zur Hinterkante der Absaugöffnung wird als Maß „L“ bezeichnet (**Bild 3**).
- Das sich ergebende Saugfeld breitet sich kugelförmig um die Hinterkante der Ansaugöffnung herum aus (**Bild 4**).

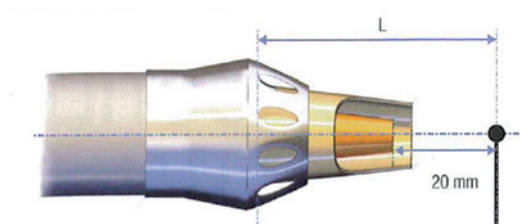


Bild 3: Schweißrauchentstehungsstelle und Maß „L“
(Quelle: Département Ingénierie des Procédés INRS)

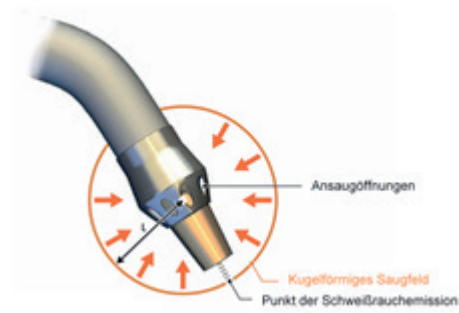


Bild 4: Kugelförmiges Saugfeld
(Quelle: Département Ingénierie des Procédés INRS)

Daraus aufbauend leiten sich die folgenden Berechnungsformeln ab:

Die Oberfläche „A“ [m²] dieses kugelförmigen Saugfeldes mit dem Radius „L“ [m] ergibt sich zu:

$$A = 4 \cdot \pi \cdot L^2$$

Bei gegebenem Volumenstrom Q_1 [m³/h] an der Absaugdüse ergibt sich die induzierte Luftgeschwindigkeit v [m/s] an der Oberfläche des kugelförmigen Saugfeldes zu:

$$v = Q_1 / (3.600 \cdot A) \quad \text{oder} \quad v = Q_1 / (3.600 \cdot 4 \cdot \pi \cdot L^2)$$

Um andersherum aus der gewünschten induzierten Geschwindigkeit und dem gegebenen Maß „L“ den erforderlichen Volumenstrom Q_1 [m³/h] an der Absaugdüse zu errechnen, gilt:

$$Q_1 = v \cdot 3.600 \cdot 4 \cdot \pi \cdot L^2$$

Die in **Bild 2** auf der x-Achse genannten Werte für die induzierten Geschwindigkeiten wurden auf diese Weise errechnet.

Die gleiche Vorgehensweise wurde auch in DIN EN ISO 21904-4:2020 „Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren – Einrichtungen zum Erfassen und Abscheiden von Schweißrauch – Teil 4: Bestimmen des Mindestluftvolumenstromes von Erfassungseinrichtungen“ übernommen.

6. Mindestwerte für die induzierte Luftgeschwindigkeit

Die DIN EN ISO 21904-1:2020: „... - Teil 1: Allgemeine Anforderungen“ fordert für Absaugbrenner mit einem maximalen Schweißstrom von

- bis zu 200 A eine induzierte Luftgeschwindigkeit an der Schweißstelle von min. 0,25 m/s
- über 200 A eine induzierte Luftgeschwindigkeit an der Schweißstelle von min. 0,35 m/s.

Der Mindestwert von 0,35 m/s für die induzierte Luftgeschwindigkeit wird in der Fachwelt derzeit kritisch hinterfragt. Aktuell werden Forschungsprojekte durchgeführt, um diese Fragen zu klären. Die Erkenntnisse daraus werden zeigen, ob bei diesem Wert bereits Beeinträchtigungen der Schutzgasglocke auftreten.

Die normgerechte Durchführung von Volumenstrommessungen an Schweißrauchabsaugbrennern ist in DIN EN ISO 21904-4:2020 beschrieben. Einfachere Methoden für eine regelmäßige, näherungsweise Überprüfung durch den Anwender dürften bei den Herstellern der Absaugbrenner in Vorbereitung sein. Solche regelmäßigen Checks sind nötig, da der abgesaugte Volumenstrom durch Verschmutzungen in Brenner und Schlauchpaket, Knickstellen oder eingebrannte Löcher im Saugschlauch oder auch durch Filtersättigung im Absauggerät reduziert sein kann.

Bei den derzeit am Markt verfügbaren Absaugbrennern reicht das Maß „L“ von ca. 50 bis 90 mm.

Die sich daraus ergebenden Volumenströme für eine induzierte Luftgeschwindigkeit von 0,25 m/s bzw. 0,35 m/s müssen nicht errechnet werden, sondern lassen sich auch aus dem nachfolgenden Diagramm ablesen (**Bild 5**).

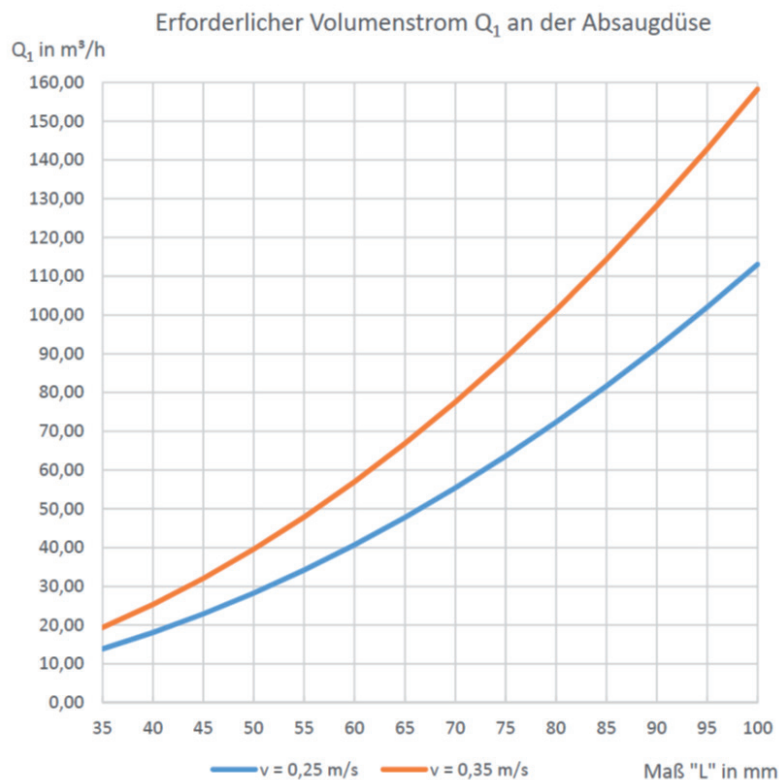


Bild 5: Erforderlicher Volumenstrom an der Absaugdüse in Abhängigkeit von „L“ (errechnet nach DIN EN ISO 21904 Teil 4) (Quelle: KEMPER GmbH)

7. Erforderlicher Absaugvolumenstrom

Am Ende des Schlauchpaketes von Absaugbrennern, also in der Nähe des Verbindungsstückes zum Schweißgerät bzw. Drahtvorschubgerät, befindet sich üblicherweise der Anschlussstutzen für die Absaugung, er wird über einen Schlauch mit dem Absauggerät verbunden.

Auf dem Weg von der Absaugdüse bis zum Absauggerät treten durch den zunehmenden relativen Unterdruck Dichteunterschiede aber auch Leckagen auf (z. B. am Taster, an der Nebenluftöffnung oder auch am Kugelgelenk zwischen Schlauchpaket und Handgriff).

Brennerspezifisch sind sowohl für den Strömungswiderstand und damit für den erforderlichen Unterdruck als auch für die Leckagen teils erhebliche Unterschiede festzustellen. Beide Effekte zusammen führen dazu, dass für das Erreichen des gewünschten Volumenstromes Q_1 an der Absaugdüse ein deutlich größerer Volumenstrom Q_2 am Anschlussstutzen abzusaugen ist.

Ein weiterer Aspekt für die Auswahl des Absauggerätes ist der Strömungswiderstand in Handgriff und Schlauchpaket des Absaugbrenners sowie in ggf. noch folgenden Schläuchen oder Rohrleitungen. Dieser Strömungswiderstand muss vom Absauggerät durch einen entsprechend hohen Unterdruck überwunden werden. Nur dann wird der benötigte Volumenstrom Q_2 auch tatsächlich abgesaugt.

Das Maß „L“, den erforderlichen Volumenstrom Q_1 an der Absaugdüse, den dafür benötigten Volumenstrom Q_2 am Anschlussstutzen und den dort benötigten Unterdruck sind beim Hersteller zu erfragen, wenn sie nicht bereits am Anschlussstück des Absaugbrenners angegeben sind.

Dazu kommen die Widerstände in etwaigen Verbindungsschläuchen, die von Qualität, Durchmesser und Länge abhängig sind.

Zum Schluss sind noch Reserven für einen höheren Strömungswiderstand durch Verschmutzung von Brenner, Schlauchpaket und zunehmende Filtersättigung einzuplanen. So erhält man die erforderlichen Leistungsdaten für das Absauggerät.

Beispielrechnung: Absaugbrenner Typ XY von Hersteller Z

- Dieser Absaugbrenner hat ein Maß L von 58 mm und ist ausgelegt für einen Schweißstrom von 270 A.
- Das liegt oberhalb der Grenze von 200 A und erfordert somit gemäß Vorgabe aus der Norm eine induzierte Geschwindigkeit von 0,35 m/s.
- Der Hersteller gibt daher einen an der Absaugdüse erforderlichen Volumenstrom Q_1 von 54 m³/h an.
- Um den zu erreichen, hat der Hersteller am Anschlussstutzen einen Volumenstrom Q_2 von 90 m³/h und einen Unterdruck von 16.500 Pa ermittelt, die er ebenfalls angibt.
- Diese Werte beziehen sich auf den Neuzustand des Brenners. Im Betrieb werden durch Verschmutzung von Absaugbrenner und Schlauchpaket der Strömungswiderstand und der damit erforderliche Unterdruck zunehmen, dafür plant der Betreiber weitere 1.000 Pa ein.
- Der Brenner soll über einen 5 m langen Saugschlauch in NW 50 an das Gerät angeschlossen werden, dieser hat nach Herstellerangabe bei 90 m³/h einen Widerstand von 1.500 Pa.
- Aus der Summe dieser Werte ergibt sich eine erforderliche Geräteleistung von 90 m³/h bei 19.000 Pa.

Die Auswahl des richtigen Absauggerätes erfolgt also anhand des ermittelten gesamten Absaugvolumenstromes inklusive der Leckagen und des erforderlichen Unterdruckes zur Überwindung der Strömungswiderstände. Entscheidend sind dabei nicht die Maximalwerte für Volumenstrom und Unterdruck, sondern die Leistung im geplanten Betriebspunkt. Das Gerät muss den nötigen Volumenstrom (in unserem Beispiel 90 m³/h) gegen den berechneten Strömungswiderstand (hier insgesamt 19.000 Pa) noch fördern können. Ein Gerät mit regelbarer Absaugleistung ist auf diese Werte einzustellen. Typischerweise gibt der Gerätehersteller die Leistung seines Gerätes ebenfalls im Neuzustand an. Daher ist bei der Geräteauswahl darauf zu achten, dass es für die im Betrieb zunehmende Filtersättigung noch eine ausreichende Leistungsreserve bietet.

Diese Zusammenhänge machen deutlich, dass es wenig sinnvoll ist, ohne Berücksichtigung der Brennerdaten und der Geräteleistung einfach einen beliebigen Absaugbrenner mit einem beliebigen oder gerade verfügbaren Absauggerät zu kombinieren. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird dieser Versuch scheitern, weil entweder der Schweißrauch wegen zu geringem Volumenstrom nicht gut erfasst wird oder durch einen zu hohen Volumenstrom die Schutzgasglocke gestört wird und sich Poren in der Schweißnaht bilden.

Daraus könnte der Anwender den voreiligen Schluss ziehen, dass eine Schweißrauchabsaugung am Brenner prinzipiell nicht funktioniert. Dabei liegt die Fehlerursache möglicherweise nur in einer fehlenden oder falschen Abstimmung der eingesetzten Komponenten.

8. Herstellerpflichten

Um dem Planer oder Betreiber die passende Kombination von Absaugbrenner und Absauggerät zu erleichtern, macht die DIN EN ISO 21904-1 klare Vorgaben sowohl an die Hersteller von Absaugbrennern als auch von Absauggeräten.

Diesbezügliche Vorgaben für Hersteller von Absaugbrennern:

- Angabe von Hersteller und Modell
- Angabe des erforderlichen Volumenstroms an der Absaugdüse
- Angabe des erforderlichen Volumenstroms am Anschlussstutzen
- Angabe des dafür erforderlichen Unterdruckes (begrenzt auf max. 18.000 Pa)
- Die Angaben haben dauerhaft und deutlich sichtbar am Verbindungsstück des Absaugbrenners zu erfolgen.
- Der Hersteller muss darüber informieren, wie der Betreiber den Volumenstrom an der Absaugdüse prüfen kann.

Diesbezügliche Vorgaben für Hersteller von Absauggeräten:

- Angabe von Hersteller und Modell
- Der Hersteller des Absauggerätes muss Angaben zu den am Anschlussstutzen des Gerätes zur Verfügung stehenden Leistungsdaten machen, z. B. in Form einer Kennlinie für Volumenstrom und Unterdruck.

Gängige am Markt verfügbare Absaugbrenner mit den jeweils einzuhaltenden Lüftungstechnischen Prozessparametern sind im Merkblatt DVS 1208 Beiblatt 1 gelistet.

9. Schrifttum

- DIN EN ISO 21904-1 Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren - Einrichtungen zum Erfassen und Abscheiden von Schweißrauch - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
- DIN EN ISO 21904-4 Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren - Einrichtungen zum Erfassen und Abscheiden von Schweißrauch - Teil 4: Bestimmen des Mindestluftvolumenstromes von Absaugeinrichtungen
- TRGS 528 Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 528 „Schweißtechnische Arbeiten“