

# Schweißen ohne Rauch

Erfassen, Absaugen und Filtern

Ein Leitfaden für mobile und stationäre Anlagen



# Schweißen ohne Rauch

Erfassen, Absaugen und Filtern

Ein Leitfaden für mobile und stationäre Anlagen



# Inhalt

## Inhalt

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Vorwort</b>   | <b>3</b>  |
| <b>1 Präambel</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2 Begriffe</b>  | <b>5</b>  |
| <b>3 Gefahrstoffe in der Schweißtechnik</b>                                    | <b>6</b>  |
| 3.1 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)  | 6         |
| 3.2 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)  | 6         |
| 3.3 Technische Regel für Gefahrstoffe<br>Schweißtechnische Arbeiten (TRGS 528) | 6         |
| <b>4 Gefährdungsbeurteilung</b>  | <b>7</b>  |
| 4.1 Vorgehensweise   | 7         |
| 4.2 Arbeiten nach VSK, EGU bzw. TRGS   | 9         |
| <b>5 Maßnahmen</b>   | <b>10</b> |
| 5.1 Brennerintegrierte Punktabsaugung  | 10        |
| 5.2 Hochvakuum-Punktabsaugung  | 11        |
| 5.3 Niedrigvakuum-Punktabsaugung   | 11        |
| 5.4 Absaughaube  | 12        |
| 5.5 Hallenlüftung  | 13        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>6 Wirksamkeitsüberprüfung</b>                                 | <b>14</b> |
| 6.1 Vorgehensweise   | 14        |
| 6.2 Arbeitsplatzgrenzwert  | 15        |
| <b>7 Luft- und Filtertechnik</b>                                 | <b>15</b> |
| 7.1 Filtertechnik  | 17        |
| 7.2 Umluft<br>(Luftrückführung nach TRGS 528 Ziffer 4.5)         | 17        |
| 7.3 Fortluft   | 18        |
| <b>8 Abfall</b>  | <b>20</b> |
| 8.1 Vorschriften<br>(Kreislaufwirtschaftsgesetz KrWG, GefStoffV) | 20        |
| 8.2 Maßnahmen  | 21        |
| <b>9 Brand- und Explosionsschutz</b>                             | <b>23</b> |
| 9.1 Vorschriften   | 23        |
| 9.2 Maßnahmen  | 23        |
| <b>10 Relevante Gesetze, Vorschriften, Verordnungen</b>          | <b>24</b> |
| <b>11 Fachabteilung Luftreinhaltung im VDMA</b>                  | <b>25</b> |
| <b>12 Autoren</b>  | <b>26</b> |

## Vorwort

### **Mensch – Arbeitsplatz – Umwelt**

Saubere und menschengerechte Arbeitsplätze sind Voraussetzungen für eine nach heutigen Maßstäben gesellschaftlich akzeptierte Lebensqualität. Sie erhöhen die Arbeitszufriedenheit, verringern krankheitsbedingte Ausfallzeiten und tragen so zu erhöhter Produktivität mit besseren Arbeitsergebnissen bei.

Dies gilt insbesondere für die Schweißtechnik mit den vielfältigen Belastungen für die dort Beschäftigten. Diese Belastungen werden jedoch nicht zuletzt aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus reduziert; sie sind auch aufgrund weiterentwickelter Anforderungen hinsichtlich des Arbeitsschutzes zu verringern.

Die Regelwerke zum Arbeitsschutz berühren in vielen Punkten die schweißtechnischen Verfahren. Der Leitfaden dient als Anhaltspunkt und Hilfestellung, u. a. werden die wichtigsten Vorschriften zur Luftreinhaltung an Schweißarbeitsplätzen und zur Entsorgung der erfassten Schadstoffe zusammengestellt.

Der Leitfaden soll den für den Arbeits- bzw. Umweltschutz Verantwortlichen in Schweißbetrieben und Behörden als Erläuterung der betreffenden aktuellen Vorschriften dienen.

Die nötige Sicherheit bei der Planung und Ausführung von Absaugsystemen für Schweißbetriebe bieten die in der Arbeitsgruppe „Schweißrauchabsaugung“ im VDMA zusammengeschlossenen Hersteller und Lieferanten.

Durch ihre Kompetenz und Erfahrung geben sie die Gewähr für die Erstellung optimaler Lösungen.

Ausdrücklich sei darauf hingewiesen, dass die jeweils aufgelisteten Punkte, Tabellen oder Listen nur einzelne Beispiele darstellen können und es insoweit auch andere Methoden und Darstellungen gibt. Der Leitfaden erhebt weder einen Anspruch auf Vollständigkeit noch auf die exakte Auslegung der bestehenden Rechtsvorschriften. Der Leitfaden darf nicht das Studium der relevanten Richtlinien, Gesetze und Verordnungen ersetzen. Weiter sind die Besonderheiten der jeweiligen Produkte sowie deren unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten zu berücksichtigen.

## 1 Präambel

Dieser Leitfaden gibt eine Übersicht über gesetzliche Anforderungen und Maßnahmen zur Luftreinhaltung an Arbeitsplätzen, an denen Arbeiten wie Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren (z. B. Löten, thermisches Spritzen) einschließlich Nebenarbeiten ausgeführt werden.

Bei diesen thermischen Verfahren entstehen Rauche (nachfolgend Schweißrauch genannt) und Gase, die gemäß dem aktuellen Regelwerk als Gefahrstoffe eingestuft sind. Der Rauch besteht überwiegend aus Partikeln mit einer Größe kleiner 10 µm. Diese Partikel sind für den Menschen sowohl einatembar (sie beaufschlagen den Nasen-Rachen-Bereich) als auch alveolengängig (sie gelangen bis an die Alveolen – Lungenbläschen – der Lunge) und können Atemwegserkrankungen verursachen.

Untersuchungen in den letzten Jahren haben gezeigt, dass Schweißrauch auch ultrafeine Partikel in vergleichsweise hohen Anzahlkonzentrationen enthält. Ultrafeine Partikel, oftmals auch als Nanopartikel bezeichnet, sind kleiner als 0,1 µm und aufgrund ihrer Größe zellgängig. Ihre toxikologischen Eigenschaften sind bislang nicht eindeutig geklärt.

Vorrangig aus Gründen des Arbeitsschutzes, teilweise aber auch aus Gründen des Umweltschutzes, sind daher Maßnahmen zur Luftreinhaltung erforderlich. Das Absaugen der Emissionen im Entstehungsbereich stellt die effizienteste Möglichkeit dar, den größten Anteil der Schweißrauchemissionen zu erfassen und unmittelbar – ohne dass sich dieser wesentlich mit der Umgebungsluft vermischt – abzuführen.

## 2 Begriffe

### Gefahrstoff

Gefährliche Stoffe oder Stoffgemische, die z. B. explosionsgefährlich, brennbar, giftig (toxisch), atemwegs- und lungenbelastend, krebserzeugend oder umweltgefährdend sind. Aktuelle Informationen und Angaben zu Gefahrstoffen befinden sich unter <http://www.baua.de> bzw. in der GESTIS-Stoffdatenbank unter <http://www.dguv.de/ifa/de/gestis/stoffdb/index.jsp>.

### E-Staub (einatembare Staub)

E-Staub ist der Anteil an luftgetragene Feststoffpartikel mit Durchmessern kleiner 100 µm, die über die Atemluft eingeatmet werden können.

### A-Staub (alveolengängiger Staub)

A-Staub ist der Anteil des einatembaren Staubes (E-Staub), der bis zu den Alveolen (Lungenbläschen) vordringt (Partikelgröße überwiegend kleiner 10 µm).

### U-Staub (ultrafeiner Staub)

U-Staub ist der Anteil an Stäube, Rauche und Nebel, mit einer Partikelgröße kleiner 0,1 µm (entspricht 100 nm, werden auch als Nanopartikel bezeichnet).

### Rauche

Rauche sind feinste, in der Luft verteilte, Staubpartikel, die durch thermische und/oder chemische Prozesse entstehen (Partikelgröße überwiegend kleiner 10 µm).

### Emissionsrate

Die Emissionsrate ist ein Maß für die Freisetzung eines Gefahrstoffes (hier: Schweißrauch bzw. Gas) pro Zeit. Für partikelförmige Stoffe wird die Emissionsrate üblicherweise in mg/s angegeben, für Gase in ml/s.

### Außenluft

Hier: Unbehandelte Luft, die von außen in ein Lüftungsgerät oder eine Öffnung einströmt.

### Zuluft

Luftstrom, der in einen Raum (oder eine Halle) eintritt.

### Umluft

Luftstrom, der aus einem Raum (oder einer Halle) stammt und der ihm nach der Behandlung in einem Filtergerät als Teil der Zuluft wieder zugeführt wird.

### Fortluft

Luftstrom, der aus einem Raum (oder einer Halle) abgesaugt und ins Freie geführt wird. Häufig auch als Abluft bezeichnet.

### Abfall

Hier: Der im Filtergerät abgeschiedene Schweißrauch einschließlich benutzter Filtermedien

Die Begriffe der Luftführung und Stoffströme für eine Schweißrauchabsaugung werden in Bild 1 erläutert.

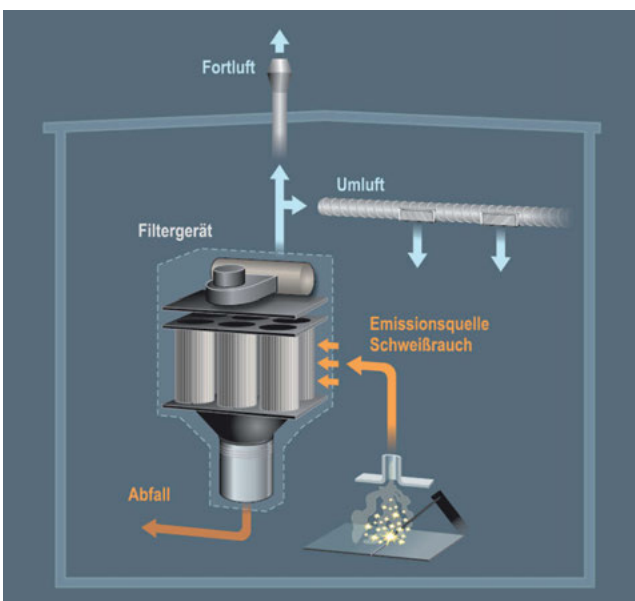


Bild 1: Luftführung und Stoffströme bei der Schweißrauchabsaugung

Quelle: ULT AG

## 3 Gefahrstoffe in der Schweißtechnik

Emissionen, die durch Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren freigesetzt werden, sind Gefahrstoffe; demzufolge gelten die nachfolgenden Gesetze, Verordnungen und Technischen Regeln.

### 3.1 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)

Aus dem ArbSchG ergibt sich die Betreiberpflicht, alle Gefahren, die mit der Ausübung einer beruflichen Tätigkeit verbunden sind, bereits vor Arbeitsaufnahme zu ermitteln und zu bewerten gegebenenfalls sind geeignete Maßnahmen zu treffen, durch die Gefährdungen beseitigt oder auf ein zumutbares Maß reduziert werden (§5 ArbSchG).

Dies betrifft auch Gefährdungen durch Gefahrstoffe. Das heißt, der Betreiber muss feststellen, ob Tätigkeiten mit Gefahrstoffen durchgeführt oder ob Gefahrstoffe bei diesen Tätigkeiten entstehen und/oder freigesetzt werden. Ist dies der Fall, darf die Tätigkeit erst dann aufgenommen werden, nachdem Schutzmaßnahmen getroffen wurden. Die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahme(n) ist anschließend zu überprüfen, gegebenenfalls nachzubessern und das Ergebnis zu dokumentieren.

### 3.2 Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)

Die GefStoffV (in der Fassung von 2010) fordert im Anhang I Nr. 2 „Partikelförmige Gefahrstoffe“ unter 2.3, Absatz 5 die Verwendung von Einrichtungen, mit denen Gefahrstoffe an ihren Freisetzungsstellen erfasst werden. Wörtlich heißt es: „Stäube sind an der Austritts- oder Entstehungsstelle möglichst vollständig zu erfassen und gefahrlos zu entsorgen. Die abgesaugte Luft ist so zu führen, dass so wenig Staub wie möglich in die Atemluft der Beschäftigten gelangt. Die abgesaugte Luft darf nur in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden, wenn sie ausreichend gereinigt ist“.

Weiterhin heißt es in Absatz 7: „Einrichtungen zum Abscheiden, Erfassen und Niederschlagen von Stäuben müssen dem Stand der Technik entsprechen. Bei der ersten Inbetriebnahme dieser Einrichtungen ist deren ausreichende Wirksamkeit zu überprüfen. Die Einrichtungen sind mindestens jährlich auf ihre Funktionsfähigkeit zu prüfen, zu warten und gegebenenfalls in Stand zu setzen. Die niedergelegten Ergebnisse der Prüfungen nach den Sätzen 2 und 3 sind aufzubewahren“.

### 3.3 Technische Regel für Gefahrstoffe Schweißtechnische Arbeiten (TRGS 528)

Die TRGS 528 konkretisiert die GefStoffV für die Verfahren der Schweißtechnik und beschreibt Schutzmaßnahmen zur Reduzierung der Gefahrstoffbelastung. Sie ersetzt die frühere Berufsgenossenschaftliche Regel Schweißrauche (BGR 220).

In Absatz 4.1 ist gefordert: „Kann bei Schweißarbeiten eine Exposition von Beschäftigten gegenüber Gefahrstoffen nicht vermieden werden, sind zur Beseitigung oder zur Minimierung der dadurch bedingten Gefährdung geeignete Schutzmaßnahmen erforderlich“.

Für die zu ergreifenden Maßnahmen gilt folgende Rangfolge:

- Auswahl von gefahrstoffarmen Verfahren und Zusatzwerkstoffen (Prüfung der Substitution),
- Lüftungstechnische Maßnahmen,
- Organisatorische und hygienische Maßnahmen und
- Persönliche Schutzmaßnahmen (Tragen von Atemschutz).

Abweichungen sind mit Begründung zu dokumentieren.



## 4 Gefährdungsbeurteilung

Aufgrund der Einstufung des Schweißrauches als Gefahrstoff ist eine Gefährdungsbeurteilung durchzuführen.

### 4.1 Vorgehensweise

Eine Vorgehensweise für die Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung für den Gefahrstoff Schweißrauch kann u. a. entsprechend der TRGS 528 erfolgen. Folgende Aspekte sind dabei zu berücksichtigen:

#### Schritt 1:

Ermittlung der Informationen über die Zusammensetzung des Schweißrauches:

- Grundwerkstoff (Werkstück),
- Beschichtungen (z. B. Lacke, Folien, galvanische Beschichtungen) oder Verunreinigungen (z. B. Öle),
- Schweißzusatzwerkstoff (Sicherheitsdatenblatt gemäß ISO 11014, Schweißrauchdatenblatt gemäß DIN EN ISO 15011-4),
- Prozessgase (z. B. Schutzgase) oder aus dem Prozess entstehende Gase (z. B. Ozon).

#### Schritt 2:

Ermittlung der gesundheitsgefährlichen Eigenschaften der Schweißrauchbestandteile z. B. gemäß TRGS 528:

- atemweg- und lungenbelastende Stoffe sind z. B. Eisenoxide, Aluminiumoxid,
- toxische oder toxisch-irritative Stoffe sind z. B. Fluoride, Manganoxid, Kupferoxid, Zinkoxid,
- krebserzeugende Stoffe sind z. B. Chrom(VI)-Verbindungen, Nickeloxid.

Weitere Informationen über stoffliche Eigenschaften bzw. über die Einstufung von Gefahrstoffen befinden sich auf der Website der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (<http://www.baua.de>) bzw. in der GESTIS Stoffdatenbank des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA) (siehe: <http://www.dguv.de/ifa/de/gestis/stoffdb/index.jsp>).

#### Schritt 3:

Ermittlung der Gefährdungsklasse in Abhängigkeit des Verfahrens. Beispiele hierfür sind in Tabelle 1 der TRGS 528 angeführt (siehe Tabelle 1, nächste Seite).

#### Schritt 4:

Ermittlung der Arbeitsbedingungen u. a.:

- räumliche Bedingungen,
- Kopf- und Körperposition in Zwangshaltung,
- Schweißdauer.

#### Schritt 5:

Anhand der Gefährdungsklasse (Schritt 3) und der Arbeitsbedingungen (Schritt 4) erfolgt die Gesamtbeurteilung der Gefährdung.

Die Gefährdung kann beispielsweise bei einer langen Schweißdauer und/oder einer Zwangshaltung erhöht sein.

Dagegen kann bei geringen Schweißzeiten, Schweißarbeiten im Freien die Gefährdung reduziert sein.

Weitere Informationen sind in der TRGS 528, Kapitel 3.2.4 enthalten.

| Beurteilung der Verfahren anhand von Emissionsraten unter Berücksichtigung werkstoffspezifischer Faktoren bzw. Wirkungen; Zuordnung zu Gefährdungsklassen (entnommen aus TRGS 528) |                                       |                                       |   |                        |
|--|---------------------------------------|---------------------------------------|---|------------------------|
| Verfahren  | Emissionsrate <sup>1</sup><br>in mg/s | Gefährdungsklassen der Verfahren      |   |                        |
|  |                                       | Atemwegs- und lungenbelastende Stoffe | Toxische oder toxisch-irritative Stoffe | Krebserzeugende Stoffe |
| UP <sup>2</sup>  | < 1                                   | niedrig                               | niedrig                                 | niedrig                |
| Gasschweißen (Autogenverfahren)  | < 1                                   | niedrig                               | niedrig                                 | –                      |
| WIG <sup>3</sup>   | < 1                                   | niedrig                               | mittel                                  | mittel                 |
| Laserstrahlschweißen ohne Zusatzwerkstoff  | 1 bis 2                               | mittel                                | hoch                                    | hoch                   |
| MIG/MAG (energiearmes Schutzgasschweißen)  | 1 bis 4                               | niedrig                               | mittel                                  | mittel bis hoch        |
| LBH, MIG (allgemein)   | 2 bis 8                               | hoch                                  | hoch                                    | hoch                   |
| MAG (Massivdraht), Fülldrahtschweißen mit Schutzgas, Laserstrahlschweißen mit Zusatzwerkstoff  | 6 bis 25                              | hoch                                  | hoch                                    | hoch                   |
| MAG (Fülldraht), Fülldrahtschweißen ohne Schutzgas   | > 25                                  | sehr hoch                             | sehr hoch                               | sehr hoch              |
| Löten  | < 1 bis 4                             | niedrig                               | mittel                                  | mittel                 |
| Autogenes Brennschneiden   | > 25                                  | sehr hoch                             | sehr hoch                               | sehr hoch              |
| Lichtbogenspritzen   | > 25                                  | sehr hoch                             | sehr hoch                               | sehr hoch              |

TRGS 528

<sup>1</sup> Erfahrungswerte, die im Einzelfall durch Optimierung der Prozessparameter noch reduziert werden können.<sup>2</sup> Automatisiertes Verfahren<sup>3</sup> Nach Expositionsbeschreibung in BGI 790-12

Tabelle 1

Anschließend sind in Abhängigkeit von den Gefährdungsklassen die Schutzmaßnahmen, gemäß Kapitel 5 dieses Leitfadens, festzulegen.

Bei mittleren, hohen und sehr hohen Gefährdungsklassen sind Lüftungstechnische Maßnahmen zu ergreifen. Darüber hinaus können auch zusätzliche Maßnahmen zum Schutz des Schweißers erforderlich sein, z. B. das Tragen von persönlichem Atemschutz. Bei niedriger Gefährdungsklasse ist zu prüfen, ob Lüftungstechnische Maßnahmen erforderlich sind. Entsprechendes gilt für Arbeiten mit geringer Exposition (weniger als eine halbe Stunde je Schicht und weniger als zwei Stunden pro Woche).

**Hinweis:**

Eine Hilfestellung für die Auswahl von Schutzmaßnahmen liefert die Berufsgenossenschaft Holz und Metall mit der Onlineberechnung „Bewertung der Schweißrauchexposition mittels Berechnung einer Gefährdungszahl“; siehe: <http://www.bghm.de/arbeitsschuetzer/fachinformationen/schweissen-und-verwandte-verfahren/schadstoffe-in-der-schweisstechnik/berechnungen.html>.

## 4.2 Arbeiten nach VSK, EGU bzw. TRGS

Werden Arbeitsverfahren und Schutzmaßnahmen angewendet, die in einem Verfahrens- und stoffspezifischem Kriterium (VSK) entsprechend TRGS 420 oder in einer „Empfehlung Gefährdungsermittlung der Unfallversicherungsträger (EGU) nach GefStoffV“ (früher mit BG/BIA- oder BG/ BGIA-Empfehlungen bezeichnet) beschrieben sind, kann davon ausgegangen werden, dass die Anforderungen der GefStoffV hinsichtlich der zu treffenden Schutzmaßnahmen erfüllt sind.

Für die Verfahren der Schweißtechnik liegen zurzeit u. a. folgende EGU vor:

- BGI 790-014 für das Weichlöten,
  - BGI 790-012 für das WIG-Schweißen.
- (siehe: [http://www.dguv.de/ifa/de/pra/bg\\_bgia\\_empfehlungen/liste/index.jsp](http://www.dguv.de/ifa/de/pra/bg_bgia_empfehlungen/liste/index.jsp))

Bei Anwendung eines in einem VSK oder in einer EGU beschriebenen Verfahrens bzw. bei Umsetzung von in einer stoffspezifischen TRGS genannten Schutzmaßnahme (z. B. TRGS 505 „Blei“) ist eine Gefährdungsbeurteilung entsprechend der zuvor genannten Schritte 1 bis 5 nicht erforderlich.

## 5 Maßnahmen

In diesem Leitfaden werden ausschließlich lufttechnische Maßnahmen behandelt, mit denen Schweißrauche erfasst und abgeschieden werden. Bei der Auswahl von Maßnahmen sind Aspekte wie Schweißverfahren, Art des Arbeitsplatzes (mobil/ortsveränderlich oder stationär/ortsgebunden) und Größe der zu bearbeitenden Werkstücke zu berücksichtigen.

Lufttechnische Maßnahmen zur Schweißrauch- erfassung werden in Bild 2 dargestellt.



Bild 3: Schweißbrenner mit integrierter Absaugdüse

Quelle: ESTA Apparatebau GmbH & Co. KG

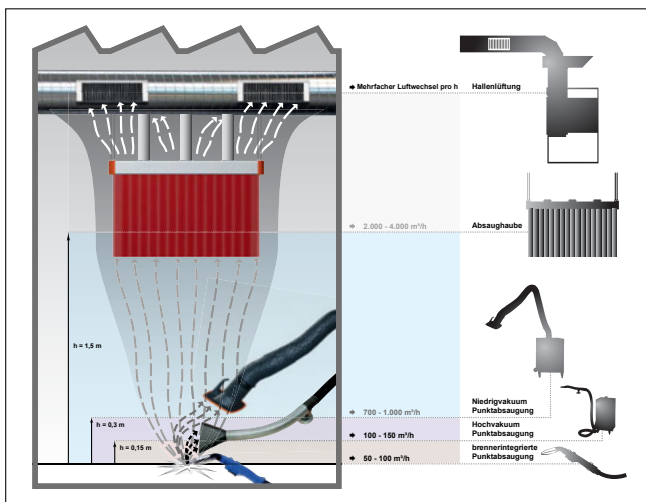


Bild 2: Möglichkeiten der Gefahrstoff erfassung Quelle: KEMPER GmbH

### 5.1 Brennerintegrierte Punktabsaugung

Für eine Erfassung der Schweißrauche unmittelbar an der Entstehungsstelle sind Schweißbrenner sowohl mit integrierter Absaugdüse als auch mit einem auf den Brenner aufgesetzten, kleinen Absaugrohr erhältlich (siehe Bild 3).

Brennerintegrierte Punktabsaugungen benötigen wegen ihrer unmittelbaren Nähe zur Schweißstelle im Vergleich zu anderen Erfassungssystemen geringste Luftvolumenströme. Jedoch ist aufgrund der geringen Querschnitte in Saugschlauch und Düse ein sehr hoher Unterdruck (von 10 000 Pa und mehr) im Absaugsystem erforderlich.

Nachteile des Systems gibt es hinsichtlich der Handhabung des Schweißbrenners und Einschränkungen bei einigen Schweißpositionen.

## 5.2 Hochvakuum-Punktabsaugung

Durch den Einsatz von trichter- oder schlitzförmigen Saugdüsen (siehe Bild 4) ist die Gefahrstoff- erfassung bis zu einem Abstand von 150 mm möglich. Die Absaugdüsen werden in der Regel durch Magnete in ihrer Position gehalten.

Der Anschluss an das Absaugsystem erfolgt üblicherweise über Schläuche mit einer Nennweite von ca. 45 mm. Erforderlich ist ein Luftvolumenstrom von ca. 100 bis 150 m<sup>3</sup>/h bei einem relativen Unterdruck im Absaugsystem von min. 6 000 Pa. Wegen der geringen Saugreichweite der Düsen erfassen sie den Rauch nur in einen begrenzten Bereich. Daher müssen sie oft neu positioniert werden.



Bild 4: Hochvakuum-Punktabsaugung Quelle: KEMPER GmbH



Bild 5: Absaughaube einer Niedrigvakuum- Punktabsaugung

Quelle: KEMPER GmbH

## 5.3 Niedrigvakuum-Punktabsaugung

In der Praxis werden Niedrigvakuum-Punkt- absaugungen sicherlich am häufigsten eingesetzt. Die Gefahrstoff- erfassung erfolgt über Absaug- hauben (siehe Bild 5) und flexible Absaugarme in Nennweiten von ca. 150 mm und in Längen bis etwa 10 m.

Durch ihre Bauart sind die Absaughauben frei positionierbar und behalten die eingestellte Posi- tion freitragend bei.

Je nach Form und Größe der Absaughaube sind zur Gefahrstoff- erfassung Luftvolumenströme von etwa 700 bis 1 000 m<sup>3</sup>/h bei einem Unterdruck von etwa 800 bis 1 200 Pa erforderlich. Mit den Systemen werden Schweißrauche auch in einem Abstand von etwa 300 bis 400 mm noch gut erfasst.

Achten sollte man auf die Leichtgängigkeit der Absaugarme. Leichtgängige Absaugarme erleichtern die Anwendung und verbessern die Akzeptanz bei Schweißern wesentlich.

Sinnvoll ist auch die Ausrüstung der Absaughaube mit einer Beleuchtung. Sie verbessert nicht nur die Lichtverhältnisse im Arbeitsbereich, sondern führt dazu, dass der Schweißer den Absaugarm kontinuierlich nachführt.

## 5.4 Absaughaube

Diese Art der Gefahrstofferrfassung wird typischerweise für die Absaugung an Roboter-Schweißplätzen und sonstigen automatisierten Schweißprozessen eingesetzt. Die Schweißrauche gelangen durch den thermischen Auftrieb in den Erfassungsbereich der Absaughaube (siehe Bild 6). An den Hauben können zusätzlich seitliche Lamellenvorhänge angebracht sein, die den Einfluss von störenden Querströmungen (z. B. unkontrollierte Luftströmungen im Raum) reduzieren und somit die Rauchfassung verbessern.

Größe und Form der Absaughaube richten sich nach dem jeweiligen Arbeitsbereich des Schweißroboters. Der Luftvolumenstrom ist so zu bemessen, dass der gesamte von der Schweißstelle

ausgehende Thermikstrom erfasst wird. Üblich sind Luftvolumenströme im Bereich von 2 000 bis 4 000 m<sup>3</sup>/h. Der im Absaugsystem erforderliche Unterdruck beträgt nur wenige 100 Pa.

Für manuelle Schweißprozesse eignen sich diese Systeme kaum, da sie die Gefahrstoffbelastung im Atembereich des Schweißers nicht reduzieren würden.



Bild 6: Absaughaube über Schweißroboter

Quelle: TEKA Absaug- und Entsorgungstechnologie GmbH



## 5.5 Hallenlüftung

Diese Systeme werden zur Unterstützung der o. g. Verfahren eingesetzt, oder aber wenn diese nicht einsetzbar sind. Man unterscheidet grundsätzlich zwischen Schichtlüftung und Mischlüftung. Abgesaugt wird zumeist in einer Höhe von 4 bis 6 m.

Bei beiden Verfahren erfolgt die Erfassung der Schweißrauche eher zufällig. Die lufttechnischen Anlagen werden vorwiegend aus energetischen Gründen im Umluftbetrieb betrieben. Das pro Stunde umzuwälzende Luftvolumen beträgt in der Regel ein Mehrfaches des Hallenvolumens. Darüber hinaus ist Kapitel 7.2 dieses Leitfadens zu beachten. Berechnungsgrundlagen zur Auslegung von Hallenlüftungen finden sich u. a. in der VDI/DVS 6005.

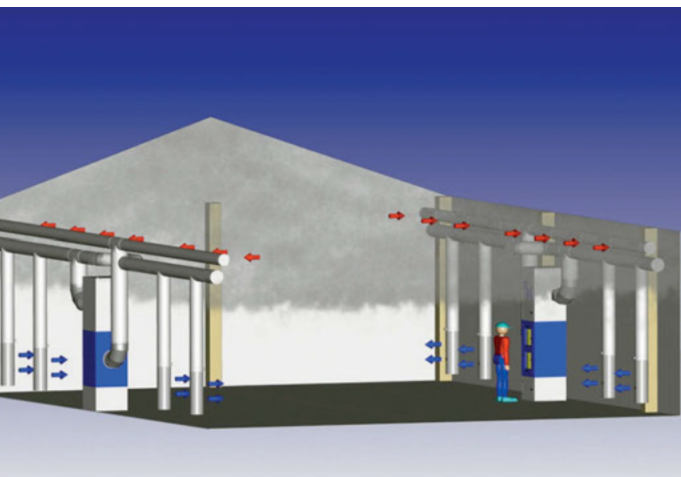


Bild 7: Schematische Darstellung der Schichtlüftung

Quelle: TEKA Absaug- und Entsorgungstechnologie GmbH

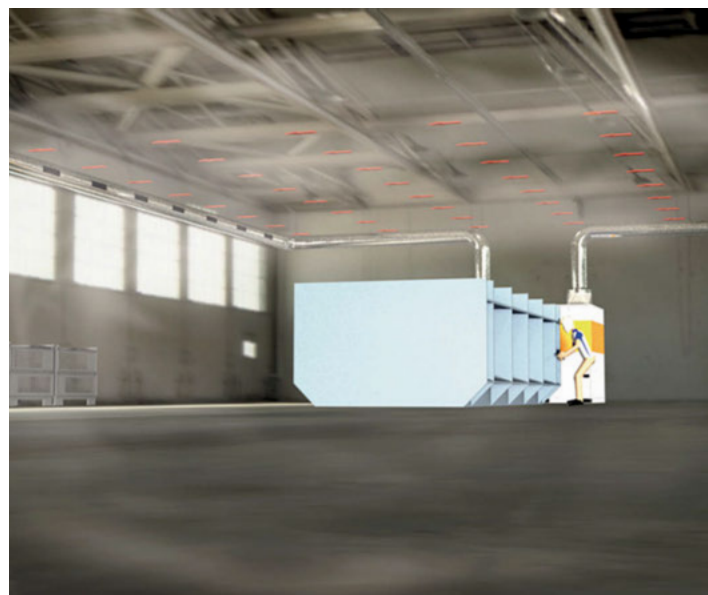


Bild 8: Schematische Darstellung der Mischlüftung

Quelle: KEMPER GmbH

Bei der Schichtlüftung (siehe Bild 7) wird die Zuluft dem Raum im Bereich der Schweißplätze durch bodennahe Quellauslässe impulsarm zugeführt. So wird der Auftrieb der Schweißrauche unterstützt und die Luftqualität im Umfeld der Quellauslässe spürbar verbessert.

Bei der Mischlüftung (siehe Bild 8) wird die Zuluft dem Raum über Lüftungsgitter oder Weitwurfdüsen im oberen Hallenbereich zugeführt. Hierdurch wird eine Durchmischung der Hallenluft bewirkt. Ein Verschleppen von Gefahrstoffen in unbelastete benachbarte Arbeitsbereiche ist unzulässig.

## 6 Wirksamkeitsüberprüfung

### 6.1 Vorgehensweise

Die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahme(n) ist zu überprüfen, gegebenenfalls nachzubessern und das Ergebnis zu dokumentieren.

Die Ermittlung der Belastung der Mitarbeiter (Exposition) gegenüber Schweißrauch und Gase erfolgt durch Messung der Gefahrstoffkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz (siehe TRGS 402).

Für schweißtechnische Verfahren, bei denen unlegierte/niedriglegierte Werkstoffe (d. h. Grund- und Zusatzwerkstoffe, deren Anteile an Chrom, Nickel, Kobalt, Mangan, Kupfer, Barium, Fluoride niedriger als 5 Gew.-% sind) bearbeitet werden/verarbeitet werden können bzw. für Verfahren, bei denen im Schweißrauch keine mutagenen, krebserzeugenden, fibrogenen, toxischen oder allergisierenden Stoffe enthalten sind, ist es ausreichend, die Schweißrauchkonzentration unspezifisch in der alveolengängigen Staubfraktion zu bestimmen.

Beim thermischen Spritzen sowie bei Mischarbeitsplätzen (Schweißen und Schleifen) kann die einatembare Fraktion (E-Staub) zusätzlich zur alveolengängigen von Bedeutung sein. Hier ist auch die Staubkonzentration in der einatembaren Fraktion zu bestimmen.

Werden durch ein schweißtechnisches Verfahren Chrom- oder Nickelverbindungen (z. B. Schweißen von Chrom-Nickel-Stahl) oder andere Stoffe mit besonderen toxischen Eigenschaften (z. B. Zink-, Kupfer-, Manganoxid) freigesetzt, so sind deren Konzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz gesondert zu ermitteln.

Neben den messtechnischen Ermittlungsmethoden lässt die TRGS 402 auch andere Ermittlungsmethoden wie Berechnungen, das Übertragen von Messergebnissen, die an Arbeitsplätzen mit vergleichbaren Arbeitsbedingungen ermittelt wurden, sowie die Berücksichtigung von Ergebnissen aus arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen zu.

Die so ermittelten Expositionsdaten sind – soweit möglich – mit Arbeitsplatzgrenzwerten (AGW) (siehe Kapitel 6.2 dieses Leitfadens) zu vergleichen. Sollte eine Überschreitung eines AGW vorliegen, so muss der Arbeitgeber unverzüglich weitere bzw. geeignete Schutzmaßnahmen ergreifen und die Gefährdungsbeurteilung erneut durchführen. Die Ergebnisse der Wirksamkeitsüberprüfungen sind zu dokumentieren.



## 6.2 Arbeitsplatzgrenzwert

Welche Arbeitsplatzgrenzwerte für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren anzuwenden sind, ist abhängig von den zu verarbeitenden Materialien.

Für die Beurteilung der Expositionen gegenüber Eisenoxiden, Aluminiumoxid (außer Rauch), Magnesiumoxid (außer Rauch) und Titandioxid gilt der Allgemeine Staubgrenzwert gemäß TRGS 900. Bei Drucklegung dieses Leitfadens galten folgenden Werte:

- alveolengängige Staubfraktion (A-Staub) = 3 mg/m<sup>3</sup>
- einatembare Staubfraktion (E-Staub) = 10 mg/m<sup>3</sup>

Für Stoffe mit besonderen toxischen Eigenschaften gelten die jeweiligen stoffspezifischen AGW (z. B. Mangan = 0,5 mg/m<sup>3</sup> gemäß TRGS 900).

Für krebserzeugende Gefahrstoffe wie Chrom(VI)-Verbindungen und Nickeloxid (werden z. B. beim Schweißen von Chrom-Nickel-Stählen freigesetzt) sind keine AGW festgelegt. Gemäß § 7 (4) GefStoffV hat hier der Arbeitgeber Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit von Beschäftigten bei Tätigkeiten mit solchen Gefahrstoffen auszuschließen. Ist dies nicht möglich, hat er sie auf ein Minimum zu reduzieren.

Werte nach dem Stand der Technik sind in der Tabelle 2 der TRGS 528 genannt. Die hier für Chrom(VI)-Verbindungen und für Nickeloxid genannten Werte können ersatzweise und bis zum Vorliegen von Toleranz- und Akzeptanzwerten (siehe: <http://www.baua.de>; Bekanntmachung 910) zur Beurteilung von Chrom- und Nickelpositionen bei schweißtechnischen Arbeiten herangezogen werden.

| Beispiel – Stand der Technik aus Expositionsdaten bei schweißtechnischen Arbeiten <sup>1,2</sup> (entnommen aus TRGS 528)<br>Die Angaben beziehen sich auf Arbeitsplätze mit Schweißrauchsabsaugung. |  |   |  |  |                               |                                    |
|--|--|---|--|--|-------------------------------|------------------------------------|
| Verfahren  | Schweißzusatzwerkstoff<br>bzw. Werkstoff | Schweißrauch<br>in mg/m <sup>3</sup>      | Chrom(VI)-Verbindungen<br>in mg/m <sup>3</sup> | Nickel und seine<br>Verbinden in mg/m <sup>3</sup> | Ozon<br>in mg/m <sup>3</sup>  | Stickoxide<br>in mg/m <sup>3</sup> |
| Gasschweißen<br>(Autogenschweißen)   | unlegierte, niedriglegierte<br>Stähle    | partikelförmige Emissionen nicht relevant | partikelförmige Emissionen nicht relevant      | Nicht relevant                                     | Nicht angegebbar <sup>3</sup> | Nicht angegebbar <sup>3</sup>      |
|  | unlegierte, niedriglegierte<br>Stähle    |   |  |  |                               |                                    |
| LBH  | hochlegierte Stähle                      | ≤ 3 (A)<br>≤ 10 (E)                       | ≤ 0,03 (E)                                     | ≤ 0,05 (E)   | Nicht angegebbar <sup>3</sup> | Nicht angegebbar <sup>3</sup>      |
|  | unlegierte, niedriglegierte<br>Stähle    | ≤ 3 (A)<br>≤ 10 (E)                       | Nicht relevant                                 | Nicht relevant                                     | ≤ 0,2                         | Nicht angegebbar <sup>3</sup>      |
| MAG / MIG  | hochlegierte Stähle                      | ≤ 3 (A)<br>≤ 10 (E)                       | ≤ 0,02 (E)                                     | ≤ 0,1 (E)  | Nicht relevant                | Nicht relevant                     |
|  | unlegierte, niedriglegierte<br>Stähle    | ≤ 1 (A)                                   | Nicht relevant                                 | Nicht relevant                                     | ≤ 0,1                         | Nicht angegebbar <sup>3</sup>      |
| UP-Schweißen   |  | ≤ 1 (A)                                   | ≤ 0,01 (E)                                     | ≤ 0,01 (E)   | Nicht relevant                | Nicht relevant                     |
| WIG-Schweißen <sup>4</sup>   |  | ≤ 2 (E)                                   | Nicht relevant                                 | Nicht relevant                                     | Nicht relevant                | Nicht relevant                     |
| Widerstandsschweißen   |  | ≤ 2 (A)<br>≤ 4 (E)                        | Nicht relevant                                 | Nicht relevant                                     | Nicht relevant                | Nicht relevant                     |
| Thermisches Spritzen<br>(Flamm-, Lichtbogen-,<br>Plasmaspritzen)   |  | ≤ 2 (A)<br>≤ 10 (E)                       | ≤ 0,01 (E)                                     | ≤ 0,05 (E)   | Nicht angegebbar <sup>3</sup> | Nicht angegebbar <sup>3</sup>      |
| Brennschneiden   |  | ≤ 3 (A)<br>≤ 10 (E)                       | Nicht relevant                                 | Nicht relevant                                     | Nicht angegebbar <sup>3</sup> | NO: ≤ 2,5<br>NO <sub>2</sub> : ≤ 2 |

TRGS 528

Tabelle 2

<sup>1</sup> Branchen- und arbeitsplatzspezifische Abweichungen sind möglich.<sup>2</sup> Für die Angaben in Tabelle 2 gilt folgende Voraussetzung: Es finden weniger als 5% expositionsrelevante Nebenarbeiten wie Schleifen, Trennen, Putzen, Polieren statt.<sup>3</sup> Stand der Technik nicht angegebbar, da Daten zur Festlegung eines Wertes nicht in ausreichender Menge vorliegen. Es gilt Nummer 5.1 Abs. 9.<sup>4</sup> siehe auch BGI 790-012

## 7 Luft- und Filtertechnik

### 7.1 Filtertechnik

Für die Abscheidung von Gefahrstoffen sind geeignete Filtersysteme einzusetzen. Für die Auswahl der Filtersysteme sind das Gefährdungspotenzial und die Quantität der Gefahrstoffe zu berücksichtigen.

Mobile und stationäre Filtersysteme verfügen über wirksame Abscheideeinrichtungen, so dass Anforderungen hinsichtlich des Arbeits- bzw. Umweltschutzes (Umluft bzw. Fortluft) erfüllt werden können. Verschiedene mechanische und elektrostatische Filtersysteme stehen zur Verfügung.

Für die Filtration von Schweißrauch können abreinigbare Oberflächenfilter eingesetzt werden (siehe Bild 9).

Die Abscheidung von Gasen ist mit den genannten Filtersystemen nicht möglich. Hierzu können Adsorptionsabscheider verwendet werden.

### 7.2 Umluft (Luftrückführung nach TRGS 528 Ziffer 4.5)

Bei Umluftbetrieb (Luftrückführung) ist die Gesundheitsgefährdung durch die Gefahrstoffe, die nicht in Filtersystemen abgeschieden wurden, zu berücksichtigen.

Abgesaugte Luft darf somit nur in den Arbeitsbereich zurückgeführt werden, wenn sie ausreichend gereinigt ist.

Lufttechnische Anlagen mit Rückführung dürfen eingesetzt werden, wenn sie bauartgeprüft sind oder wenn durch Einzelmessungen die erforderliche Wirksamkeit überprüft wurde.

Jede Umluftführung erfordert auch die Zufuhr von „schadstofffreier“ Zuluft (i. d. R. Außenluft). Diese Luftzufuhr dient der Verdünnung und Verdrängung von Gefahrstoffen, insbesondere von Gasen, in der Raumluft. Festlegungen über das Verhältnis Außenluft / Umluft enthält die BGR 121 sowie die Richtlinie VDI 2262 Blatt 3.

Für Gefahrstoffe mit AGW sieht diese Richtlinie ein Außenluft- / Umluft-Verhältnis  $\geq 0,43$  vor; d.h. in einen Raum müssen mindestens  $430 \text{ m}^3/\text{h}$  Außenluft pro  $1000 \text{ m}^3/\text{h}$  Umluft zugeführt werden.

An Arbeitsplätzen, an denen Schweißarbeiten oder verwandte Verfahren mit Emission von krebserzeugenden, erbgutverändernden oder fruchtbarkeitsgefährdenden Stoffen der Kategorie 1 oder 2 durchgeführt werden (insbesondere bei Verwendung von chrom- und nickelhaltigen Werkstoffen)

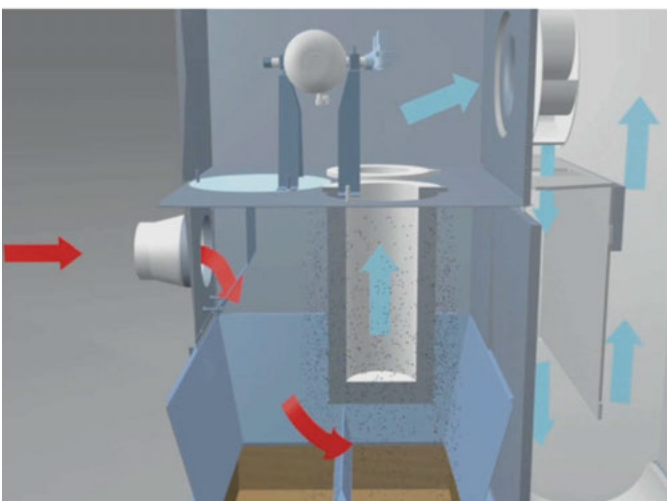


Bild 9: Funktionsschema abreinigbarer Oberflächenfilter

Quelle: ESTA Apparatebau GmbH & Co. KG

darf dort abgesaugte Luft nicht zurückgeführt werden. Das gilt nicht, wenn bauartgeprüfte Schweißrauchabsauggeräte der Schweißrauchabscheideklasse W2 oder W3 verwendet werden. Hinweise zu den Schweißrauchabscheideklassen, siehe DIN EN ISO 15012-1.

Für Gefahrstoffe mit solcher Einstufung muss, gemäß oben genannter Richtlinie, das Verhältnis Außenluft / Umluft  $\geq 1$  betragen; d. h. werden einem Raum 1 000 m<sup>3</sup>/h Umluft zugeführt, so sind zusätzlich wenigstens 1 000 m<sup>3</sup>/h Außenluft zuzuführen.

### 7.3 Fortluft

Geräte und Anlagen zum Absaugen von Schweißrauch, bei denen die Fortluft ins Freie geführt wird, sind nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Regel nicht genehmigungsbedürftig.

Zum Schutz der Allgemeinheit und der Nachbarschaft vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen ist u. a. die Technische Anleitung Luft (TA Luft) zu berücksichtigen.

Gemäß dem Anwendungsbereich der TA Luft sind schädliche Umwelteinwirkungen zu vermeiden oder, falls unvermeidbar, nach dem Stand der Technik auf ein Mindestmaß zu beschränken.

Die im Zusammenhang mit Schweißrauch wichtigsten Anforderungen der TA Luft vom 24.7.2002 sind:

#### **Gesamtstaub, einschließlich Feinstaub (Kapitel 5.2.1 TA Luft)**

Die in der Fortluft enthaltenen Staubemissionen dürfen den Massenstrom von 0,20 kg/h oder die Massenkonzentration 20 mg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten.

Auch bei Einhaltung oder Unterschreitung eines Massenstromes von 0,20 kg/h darf in der Fortluft die Massenkonzentration 0,15 g/m<sup>3</sup> nicht überschritten werden.

#### **Staubförmige anorganische Stoffe (Kapitel 5.2.2 TA Luft)**

Die nachfolgend genannten staubförmigen anorganischen Stoffe dürfen, auch bei Vorhandensein mehrerer Stoffe derselben Klasse, insgesamt folgende Massenkonzentrationen oder Massenströme im Abgas nicht überschreiten:

...

##### **Klasse II:**

Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Ni Massenstrom 2,5 g/h oder Massenkonzentration 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

##### **Klasse III:**

Chrom und seine Verbindungen, angegeben als Cr Massenstrom 5 g/h oder Massenkonzentration 1 mg/m<sup>3</sup>.

**Krebserzeugende Stoffe (Kapitel 5.2.7 TA Luft)**

Für krebserzeugende Chrom- bzw. Nickelverbindungen gibt es schärfere Anforderungen als in Kapitel 5.2.2 TA Luft. Die nachstehend genannten Stoffe dürfen, auch bei dem Vorhandensein mehrerer Stoffe derselben Klasse, als Mindestanforderung insgesamt folgende Massenkonzentrationen oder Massenströme im Abgas nicht überschreiten:

**Klasse I:**

Chrom-(VI)-Verbindungen, angegeben als Cr (außer Bariumchromat und Bleichromat; für diese Verbindungen gilt Kapitel 5.2.2 TA Luft).

Massenstrom 0,15 g/h oder Massenkonzentration 0,05 mg/m<sup>3</sup>.

**Klasse II:**

Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Ni (außer Nickelmetall, Nickellegierungen, Nickelcarbonat, Nickelhydroxid und Nickeltetracarbonyl; für diese Verbindungen gilt Kapitel 5.2.2 TA Luft).

Massenstrom 1,5 g/h oder Massenkonzentration 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

## 8 Abfall

### 8.1 Vorschriften (Kreislaufwirtschaftsgesetz KrWG, GefStoffV)

Nach der Absaugung von Schweißrauch können im Filtersystem die folgenden Abfallarten auftreten:

- mit Staub beaufschlagte Filtermaterialien,
- abgereinigter und abgeschiedener Staub in Entstaubungsanlagen,
- Schlamm (z. B. nach Nassabreinigung des Elektrofilters).

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) aus dem Jahr 2012 mit seinen dazu gehörenden Verordnungen liefert die Grundlage für die Entsorgung von Schweiß- und Brennstaub sowie Schlamm. Die Vermeidung von Abfall hat die höchste Priorität, dann folgt die stoffliche, die energetische Verwertung und die umweltverträgliche Beseitigung. Die Abfallarten sind in der Abfallverzeichnisverordnung herkunftsorientiert gelistet.

| Abfallarten nach der Abfallverzeichnisverordnung |   |                           |
|--|---|---------------------------|
| Abfallschlüssel                                  | Beschreibung nach der AVV   | Abfalltyp                 |
| 10 02 07*  | feste Abfälle aus der Abgasbehandlung,<br>die gefährliche Stoffe enthalten  | gefährlicher Abfall       |
| 10 02 08   | feste Abfälle aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen, die unter 10 02 07 fallen  | nicht gefährlicher Abfall |
| 10 02 13*  | Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung, die gefährliche Stoffe enthalten   | gefährlicher Abfall       |
| 10 02 14   | Schlämme und Filterkuchen aus der Abgasbehandlung mit Ausnahme derjenigen die unter 10 02 13 fallen                                     | nicht gefährlicher Abfall |
| 12 01 02   | Eisenstaub und -teile   | nicht gefährlicher Abfall |
| 15 01 10   | Verpackungen, die Rückstände gefährlicher Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind                              | gefährlicher Abfall       |
| 15 02 02*  | Aufsaug- und Filtermaterialien, einschl. Ölfilter a.n.g., Wischtücher u. Schutzkleidung, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind | gefährlicher Abfall       |
| 15 02 03   | Aufsaug- und Filtermaterialien, Wischtücher und Schutzkleidung mit Ausnahme derjenigen, die nicht unter 15 02 02 fallen                 | nicht gefährlicher Abfall |

\* Abfallschlüssel mit einem Sternchen treffen für gefährlichen Abfall zu.

## 8.2 Maßnahmen

Verantwortlich für den Abfall ist der Abfallbesitzer, also in der Regel der Abfallerzeuger. Der Abfallerzeuger ist verantwortlich für die schadlose und ordnungsgemäße Entsorgung (Verwertung oder Beseitigung) des Abfalls. Der Abfall muss in einem geschlossenen Gebinde entsorgt werden.

### „Abfallerzeuger“

der Anlagenbetreiber einer Filteranlage, der den abgeschiedenen Staub als Abfall entsorgen muss.

### „Abfall“

Stoffe oder Gegenstände, deren sich ihr Besitzer entledigt, entledigen will oder muss.

### „geschlossenes Gebinde“

damit der abgeschiedene Staub:

- nicht in die Atmosphäre (Umwelt) gelangt,
- nicht ins Grundwasser gelangt (Wassergefährdung, Umwelt),
- nicht mit dem Menschen in Berührung kommt: Atemwege, Mund (Magen-, Darmtrakt), Hautresorption.

### „Entsorgung“

Verwertung oder Beseitigung von Abfall.

### „Verwertung“

- stoffliche Verwertung (Gewinnung oder Nutzung von Stoffen aus Abfällen),
- energetische Verwertung (Einsatz von Abfällen als Ersatzbrennstoff).

### „Beseitigung“

grundsätzlich alle Verfahren, bei denen es sich nicht um eine Verwertung handelt, oftmals Deponierung oder Verbrennung ohne Energiegewinnung.

### „ordnungsgemäß“

konform mit rechtlichen Vorschriften.

### „schadlos“

keine Beeinträchtigung der Allgemeinheit und Umwelt.

Der Abfallbesitzer kann in Erfüllung seiner Pflichten auch Dritte, z. B. Entsorgungsunternehmen, beauftragen. Entsorgungsfachbetriebe erfüllen bestimmte Qualitätsstandards und sind zertifiziert.

Der Abfallerzeuger ist aber für die gesamte Entsorgungskette verantwortlich. Von der Abfallentstehung über den Transport bis zur Entsorgung.

Bei der Klassifizierung des Staubs besteht die zentrale Frage darin, den Staub richtig einzuordnen. Hilfestellung gibt die Abfallverzeichnis-Verordnung (siehe Tabelle 3).

Unproblematisch ist es, wenn in einem Betrieb nur „schwarzes“ Material (un- oder niedriglegierte Stähle) verarbeitet oder der Betrieb den Staub nach „schwarzem“ und „weißem“ Material (hochlegierte Stähle) trennen kann.

Dem „schwarzen Material“ kann der Abfallschlüssel 120102 zugeordnet werden. Dieser nicht gefährliche Abfall unterliegt gemäß § 2 der Nachweisverordnung grundsätzlich keiner Nachweispflicht, allerdings gemäß § 23 der Nachweisverordnung der Registerpflicht. Das Material kann z. B. wie Eisenschrott wiederverwertet werden.

Wenn aber der Schweißstaub Nichteisenmetalle enthält, insbesondere gefährliche Chrom-/Nickel-Anteile, dann kann bei Überschreiten der Grenzwerte aus § 3 der Abfallverzeichnisverordnung der gefährliche Abfallschlüssel (mit Sternchen) gemäß Tabelle 3 zutreffend sein.

Sicherheit über die Zusammensetzung des Staubes bieten Deklarations- und Identifikationsanalysen (siehe auch Abfallablagerungsverordnung aus dem Jahr 2001).

Aus Kostengründen sind Betriebsabläufe so zu gestalten, dass die unterschiedlichen Staubarten getrennt gesammelt werden. Sie sind umweltsicher zu lagern.



## 9 Brand- und Explosionsschutz

### 9.1 Vorschriften

Die GefStoffV beinhaltet in §11 und im Anhang I, Nr. 1 Bestimmungen zur Vermeidung von Brand- und Explosionsgefahren. Danach gilt:

- gefährliche Mengen oder Konzentrationen von Gefahrstoffen vermeiden,
- Zündquellen vermeiden,
- Auswirkungen durch Brände und Explosionen auf Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten verringern.

### 9.2 Maßnahmen

Schweißrauche von metallischen Werkstoffen sind in der Regel durchoxidiert und nicht brennbar.

Einzelne Verfahren, insbesondere Verfahren mit Verwendung inerter Schutzgase können jedoch auch nicht oxidierte Metallpartikel freisetzen. Diese sind brennbar.

Öle, Fette, Lacke, metallische Beschichtungen (z. B. Verzinkungen) und Folien auf Werkstücken fördern die Brennbarkeit der Schweißrauche.

Liegen Staub-/Luft-Gemische in kritischen Konzentrationen vor, können bei Vorhandensein von Zündquellen (z. B. Funken) oder statischen Entladungen explosionsartige Verbrennungen auftreten.

Hinweise zu Brenn- und Explosionskenngrößen diverser Stäube/Rauche liefert die GESTIS-Staub-Ex-Datenbank des Instituts für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA). Für die Anwendung der dort hinterlegten

Explosionskenngrößen sind die Grenzen der Anwendbarkeit zu berücksichtigen. Im Zweifelsfall sind Untersuchungen nach anerkannten Verfahren mit den betreffenden Stäuben / Rauchpartikel durchzuführen.

Als vorbeugende Maßnahmen zur Risikominimierung werden empfohlen:

- Staubablagerungen in der Rohrleitung vermeiden bzw. beseitigen,
- Brennbarkeit des Schweißrauches durch die Zugabe von inertem Feststoff reduzieren,
- Funkenvorabscheider zur Vermeidung des Funkeneintrags im Absaugsystem.

Sind diese vorbeugenden Maßnahmen nicht ausreichend, so sind zusätzlich Maßnahmen, wie der Einbau einer Löschanlage, zu ergreifen.

Detaillierte Hinweise zu Maßnahmen beim Einsatz von Schweißrauchabscheider beschreiben z. B. der VDMA-Leitfaden „Entstaubungsanlagen – Brand- und Explosionsschutz“, das Einheitsblatt VDMA 24180 sowie die VDI 2263 Blatt 6 und auch VDS 3445.

## 10 Relevante Gesetze, Vorschriften, Verordnungen

### **Abfallablagungsverordnung (AbfAbIV)**

Verordnung über die umweltverträgliche Ablagerung von Siedlungsabfällen

### **Abfallverzeichnisverordnung (AVV)**

Verordnung über das Europäische Abfallverzeichnis

### **Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG)**

Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit

### **Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)**

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen

### **BGI 790-012**

Wolfram-Inertgas-Schweißen (WIG-Schweißen)

### **BGI 790-014**

Weichlöten mit dem LötKolben an elektrischen und elektronischen Baugruppen oder deren Einzelkomponenten (Kolbenlöten)

### **BGR 121**

Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische Maßnahmen

### **BGR 220**

Schweißrauche

### **DIN EN ISO 15011-4**

Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Verfahren – Laborverfahren zum Sammeln von Rauch und Gasen – Teil 4: Rauchdatenblätter

### **DIN EN ISO 15012-1**

Arbeits- und Gesundheitsschutz beim Schweißen und bei verwandten Prozessen – Einrichtungen zum Erfassen und Abscheiden von Schweißrauch – Teil 1: Anforderungen an den Abscheidegrad sowie Prüfung und Kennzeichnung des Abscheidegrades

### **GESTIS-STAUB-EX**

Datenbank Brenn- und Explosionskenngrößen von Stäuben <http://www.dguv.de/ifa/de/gestis/expl/index.jsp>

### **GESTIS-Stoffdatenbank**

Gefahrstoffinformationssystem der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung <http://www.dguv.de/ifa/de/gestis/stoffdb/index.jsp>

### **ISO 11014**

Sicherheitsdatenblatt für chemische Produkte – Inhalt und Gliederung

### **Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG)**

Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen

### **Technische Anleitung Luft (TA Luft)**

Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft)

### **TRGS 402**

Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen: Inhalative Exposition

### **TRGS 505**

Technische Regel für Gefahrstoffe – Blei

**TRGS 528**

Schweißtechnische Arbeiten

**TRGS 900**

Arbeitsplatzgrenzwerte

**VDI 2262 Blatt 3**

Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz; Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe

**VDI 2263 Blatt 6**

Staubbrände und Staubexplosionen – Gefahren – Beurteilung – Schutzmaßnahmen – Brand- und Explosionsschutz an Entstaubungsanlagen; Beispiele

**VDI/DVS 6005**

Lüftungstechnik beim Schweißen und bei den verwandten Verfahren

**VDMA 24180**

Entstaubungsanlagen – Brand- und Explosionsschutz

**VDS 3445**

Merkblatt zur Schadenverhütung – Brandschutz in Entstaubungsanlagen

## 11 Fachabteilung Luftreinhaltung im VDMA

In die Fachabteilung Luftreinhaltung sind etwa 90 Unternehmen eingebunden, die vor dem Hintergrund des Arbeitsschutzes und Umweltschutzes Absauganlagen und -geräte für ganz unterschiedliche Anwenderbranchen herstellen. Dieser Industriezweig Luft- und Entstaubungstechnik entwickelt ständig innovative technische Lösungen zur Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben. Er bietet eine breite Palette von Möglichkeiten zur Abscheidung von Stäuben, Rauchen, Aerosolen und Gasen an.

Die Firmen arbeiten unter dem Dach des VDMA in verschiedenen Arbeitskreisen zusammen: z. B. die Arbeitsgruppen Aerosole, Schweißrauchabsaugung, Entstaubungstechnik, Holzstaubabsaugung mit verschiedenen Untergruppen. Ungeachtet ihrer Rolle als Wettbewerber am Markt greifen die Mitgliedsunternehmen in diesen Gre-

mien gleichartige aktuelle und langfristige Probleme des betrieblichen Alltags auf, diskutieren diese und versuchen zu gemeinsamen Lösungen zu kommen. Sie erarbeiten Informationsbroschüren, VDMA-Einheitsblätter und geben Stellungnahmen zu Richtlinien und Normungsvorhaben ab. Sie nutzen ihren Zusammenschluss als Forum zu gegenseitigem Informations- und Erfahrungsaustausch. Auch dienen die regelmäßigen Sitzungen der Fortbildung von Firmenmitarbeitern, denn die Geschäftsstelle lädt immer wieder externe Referenten zu verschiedenen Themen ein.

Neben diesem Leitfaden Schweißen ohne Rauch veröffentlicht die Geschäftsstelle die folgenden Publikationen:

- Lieferverzeichnisse
- Leitfaden Luftrückführung
- Leitfaden Erfassen luftfremder Stoffe
- Leitfaden Kühlschmierstoffe – Frische Luft am Arbeitsplatz
- Leitfaden Entstaubungsanlagen – Brand- und Explosionsschutz
- Faltblatt Auslegung von Absauganlagen für Holzstaub und -späne
- VDMA Luftfilterinformation (2012-06) Filterklassen der Raumluft- und Entstaubungstechnik im Überblick
- Grundlagenpapier Entrauchung (2012-09)
- VDMA Einheitsblatt 24177 Ventilatoren zur Rauch- und Wärmefreihaltung von Gebäuden im Brandfall
- VDMA Einheitsblatt 24180 Entstaubungsanlagen – Brand- und Explosionsschutz
- VDMA Einheitsblatt 24188 Rauchschutzmaßnahmen in Treppenträumen – Rauchableitung, Rauchverdünnung, Rauchfreihaltung
- ATEX-Leitfaden Explosionsschutz an Entstaubungsanlagen – Filternde Abscheider –
- Prüfbuch Absaug- und Filteranlagen
- Entstaubungstechnik: Liste relevanter Normen und Richtlinien
- Positionspapier zur Anwendung der Maschinen-Richtlinie (2006/42/EG) auf Systeme der Luftreinhaltung (12/2009)
- Tagungsberichte, z. B. „Aktueller Stand der Entrauchung“
- Geschäftsberichte „Fachabteilung Luftreinhaltung“

## 12 Autoren

An der Erarbeitung des Leitfadens haben im Wesentlichen mitgewirkt:

Horst Baierl  
UAS United Air Specialists – Inc., Bad Camberg

Günter Füchtenkötter  
Füchtenkötter GmbH, Luft- und Filtertechnik, Marienfeld

Klaus Gärtner  
TEKA Absaug- und Entsorgungstechnologie GmbH, Velen

Arno Goebel  
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA), St. Augustin

Joachim Haußmann  
Keller Lufttechnik GmbH & Co. KG, Kirchheim unter Teck

Dr. Christian Jakschik  
ULT AG, Löbau

Hans Kotas  
Nederman GmbH, Köngen

Manfred Könning  
KEMPER GmbH, Vreden

Christine Montigny  
VDMA Fachverband Allgemeine Lufttechnik, Frankfurt am Main

Klaus Rabenstein  
Herding GmbH Filtertechnik, Amberg

Frederik Schaub  
ESTA Apparatebau GmbH & Co. KG, Senden

## **Impressum**

### **Fachlicher Träger**

VDMA  
Allgemeine Lufttechnik  
Lyoner Str. 18  
60528 Frankfurt am Main  
E-Mail [alt@vdma.org](mailto:alt@vdma.org)  
Internet [www.lufttechnik.vdma.org](http://www.lufttechnik.vdma.org)

### **Fachliche Auskünfte**

Christine Montigny (M.Sc.),  
VDMA Luftreinhaltung  
Telefon +49 69 6603-1860  
Fax +49 69 6603-2860  
E-Mail [christine.montigny@vdma.org](mailto:christine.montigny@vdma.org)

### **Gesamtherstellung**

H. Reuffurth GmbH  
Mühlheim am Main  
Internet [www.reuffurth.net](http://www.reuffurth.net)

### **Umschlagbild**

ESTA Apparatebau GmbH & Co. KG  
Für Inhalt und Form zeichnen  
die Autoren verantwortlich.

6. Auflage  
© 2012 by VDMA Allgemeine Lufttechnik, Frankfurt

**VDMA**

Allgemeine Lufttechnik

Lyoner Straße 18

60528 Frankfurt am Main

Telefon +49 69 6603-1860

Fax +49 69 6603-2860

E-Mail [alt@vdma.org](mailto:alt@vdma.org)

Internet [www.lufttechnik.vdma.org](http://www.lufttechnik.vdma.org)