

Luftreinhaltung



Leitfaden

Erfassen luftfremder Stoffe

Frische Luft am Arbeitsplatz



Inhalt

Vorwort	3
1 Einleitung	3
2 Rechtliche Grundlagen	4
3 Strömungstechnische Grundlagen	5
3.1 Strömungsprofile	5
3.2 Zusammenhang Luftstrom und Unterdruck	7
3.3 Erfassungsgrad	7
4 Wirkungsgrad des Absaugsystems	8
5 Freisetzung luftfremder Stoffe	10
6 Störströmungen	12
7 Erfassungseinrichtungen	13
7.1 Geschlossene Bauart	13
7.2 Halboffene Bauart	14
7.3 Offene Bauart	14
7.4 Direkte Erfassung an Maschinen	15
7.5 Hinweise zur Konzeptionierung	15
8 Inbetriebnahme, Betrieb und wiederkehrende Prüfungen	19
9 Weiterführende Literatur	20
10 Quellennachweis	20
11 Autoren	21
Anhang	22
Impressum	27



Der Leitfaden zeigt Herstellern als auch Betreibern von Erfassungseinrichtungen die wichtigsten Prinzipien, Randbedingungen und Kriterien für das Erfassen von Gefahrstoffemissionen aus Fertigungsprozessen auf. Er beschreibt auch ggf. auftretende Probleme, liefert Hinweise zu möglichen Lösungswegen und Informationen für die Planung. Er erhebt weder einen Anspruch auf Vollständigkeit noch auf die exakte Auslegung der bestehenden Rechtsvorschriften. Er darf nicht das Studium der relevanten Richtlinien, Gesetze und Verordnungen ersetzen. Weiter sind die Besonderheiten der jeweiligen Produkte, sowie deren unterschiedliche Einsatzmöglichkeiten zu berücksichtigen.

Vorwort

Der vorliegende Leitfaden soll anschaulich und verständlich die wichtigsten Prinzipien, Randbedingungen und Kriterien für das Erfassen von Gefahrstoffemissionen aus Fertigungsprozessen aufzeigen. Er beschreibt auch ggf. auftretende Probleme und liefert Hinweise zu möglichen Lösungswegen. Ziel der Publikation ist es, dem Anwender leicht verständliche Informationen zu liefern, ohne vertieft wissenschaftlich in die

Materie einzusteigen. Der Leitfaden gliedert sich in die Kapitel rechtliche und strömungstechnische Grundlagen, Wirkungsgrad des Absaugsystems, Freisetzung luftfremder Stoffe, Störströmungen, Erfassungseinrichtungen, Inbetriebnahme, Betrieb und wiederkehrende Prüfungen. Den Abschluss bilden Hinweise auf weiterführende Literatur und ein Anhang mit Beispielen ausgeführter Lösungen.

1 Einleitung

Viele industrielle und gewerbliche Prozesse setzen Stoffe in Form von Gasen, Dämpfen, Nebel, Rauchen und Stäuben frei. Verfahrensbedingt lassen sich diese Emissionen oftmals nicht vermeiden. Von diesen Stoffen gehen häufig Gesundheitsgefahren aus, so dass die Gefahrstoffverordnung zu berücksichtigen ist. Diese fordert unter anderem, diese sogenannten „luftfremden Stoffe“ möglichst direkt an ihrer Entstehungs- bzw. Austrittsstelle zu erfassen und gefahrlos zu entsorgen. Das Erfassen erfolgt in der Regel durch Absaugen. Die Stoffe werden vom Luftstrom mitgenommen und üblicherweise über eine Rohr- oder Schlauchleitung einem Abscheider zugeführt (siehe Bild 1).

Um die Erfassung, den Stofftransport und die Abscheidung hinreichend zu gewährleisten, ist das gesamte Absaugsystem zu konzipieren.

Dabei sind u. a. die Prozessparameter zu berücksichtigen, denn die Absaugung soll die Emissionen des Prozesses erfassen, ohne den Prozess zu beeinträchtigen (Beispiel: Eine Einrichtung

zum Erfassen von Schweißrauch soll den Rauch und die Gase erfassen, nicht jedoch das für den Prozess erforderliche Schutzgas). Dieser Leitfaden liefert Informationen für die Planung von Erfassungseinrichtungen.

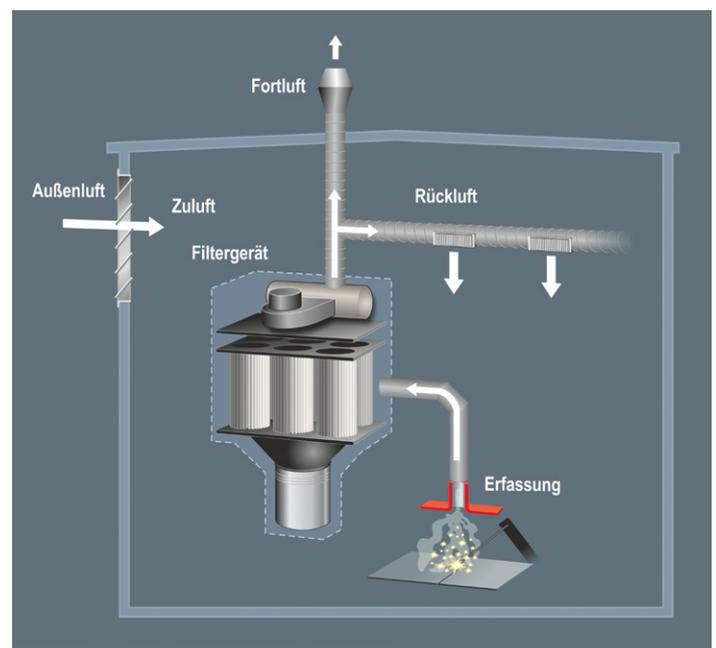


Bild 1: Absaugsystem

2 Rechtliche Grundlagen

Das Arbeitsschutzgesetz schreibt vor, dass Arbeitgeber Arbeitsprozesse so gestalten und gegebenenfalls Maßnahmen treffen müssen, dass die Sicherheit und Gesundheit der Beschäftigten gewährleistet ist. Diese Maßgabe gilt auch für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen bzw. Gefahrstoffgemischen (siehe Gefahrstoffverordnung, §7 Grundpflichten). Eine hinreichende Sicherheit ist üblicherweise gegeben, wenn die Gefahrstoffkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz geringer ist als der relevante Arbeitsplatzgrenzwert bzw. die Exposition-Risiko-Beziehung. Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) sind in der TRGS 900 oder in stoffspezifischen technischen Regeln (z. B. Holzstaub siehe TRGS 553) definiert. Für Stoffe, die z. B. als krebserzeugend eingestuft sind, gelten die Expositions-Risiko-Beziehungen (ERB) nach TRGS 910 mit Akzeptanz- und Toleranzkonzentrationen sowie Beurteilungsmaßstäben.

Bei der Auswahl von Maßnahmen ist die in der Gefahrstoffverordnung vorgegebene Rangfolge gemäß dem **STOP**-Prinzip zu beachten. Entsprechend dieser Rangfolge ist zu prüfen:

- 1) ob emissionsfreie Materialien, oder Materialien mit einem geringeren Gefährdungspotenzial bzw. emissionsarme Verwendungsformen, oder auch emissionsärmere Verfahren und Arbeitsmittel eingesetzt werden können (**S**ubstitution),
- 2) ob durch Anwendung kollektiv wirksamer Schutzmaßnahmen ein hinreichender Schutz erreicht werden kann. Dazu gehören lüftungstechnische Maßnahmen wie Absaugung und Raumlüftung sowie organisatorische Maßnahmen. Darunter fallen z. B. die Organisation von Arbeitsprozessen sowie regelmäßige Überprüfungen des technischen Zustandes von Arbeitsmitteln (**T**echnisch / **O**rganisatorisch),

- 3) sofern mithilfe der Maßnahmen nach den Nummern 1 und 2 die Gefährdungen nicht ausreichend reduziert werden können, sind individuell wirksame Schutzmaßnahmen zu treffen, z. B. das Tragen von Atemschutzgeräten. Hinweise hierzu enthält die DGUV Regel 112-190 ‚Benutzung von Atemschutzgeräten‘ (**P**ersönliche Schutzausrüstung).

Für lüftungstechnische Maßnahmen schreibt die Gefahrstoffverordnung im Anhang I Nummer 2.3, Abs. (5) vor, dass Stäube an ihren Entstehungs- oder Austrittsstellen möglichst vollständig zu erfassen sind. Die hierfür abzusaugende Luft ist so zu führen, dass so wenig luftfremde Stoffe wie möglich in die Atemluft der Beschäftigten gelangen. Üblicherweise werden dazu mobile oder stationäre Absaug- und Filtergeräte bzw. -anlagen eingesetzt. Maßnahmen zur Raumlüftung können dabei unterstützend wirken.

3 Strömungstechnische Grundlagen

3.1 Strömungsprofile

Vor Ansaug- und nach Ausblasöffnungen bilden sich unterschiedlich geformte Strömungsprofile aus.

Nach einer Ausblasöffnung bildet sich ein sogenannter Freistrah, der umgebende Luft mitreißt, wodurch die Größe des Freistrahls zunimmt. Vor einer Ansaugöffnung wird die Luft aus der unmittelbaren Umgebung angesaugt. Entsprechend den physikalischen Gesetzmäßigkeiten einer sogenannten Strömungssenke bildet sich ein Saugfeld aus, dessen Größe und Tiefenwirkung deutlich kleiner ist als das Strömungsprofil eines Freistrahls.

Dieser Zusammenhang wird in Bild 2 anhand der Strömungsprofile aufgezeigt, die sich an der Ansaug- und der Ausblasöffnung eines Ventilators ausbilden. Das Strömungsprofil kann mit Linien gleicher Strömungsgeschwindigkeit, den sogenannten Isotachen beschrieben werden.

Im Bild 2 wird als Beispiel der Vergleich der 30 %-Isotache in Abhängigkeit des Abstands mit 0,5 d im Saugfeld als auch mit 10 d beim Freistrahls gegenübergestellt.

Aus Bild 2 kann gefolgert werden, dass luftfremde Stoffe mit einer Erfassungseinrichtung nur dann erfasst werden, wenn die Stoffe in das Saugfeld gelangen bzw. wenn die Erfassungseinrichtung nahe an der Entstehungs- oder Freisetzungsstelle platziert ist.

Kanten an Saugöffnungen führen zu Verwirbelungen, die die Größe des Saugfeldes verkleinern und die Strömungsgeschwindigkeiten reduzieren. Abhilfe schafft ein Flansch mit strömungsgünstigem Übergang zum Rohr (häufig mit Düsenplatte bezeichnet). Der Vorteil ist ein Saugfeld mit größerer Tiefen- und Breitenwirkung (siehe Bild 3).

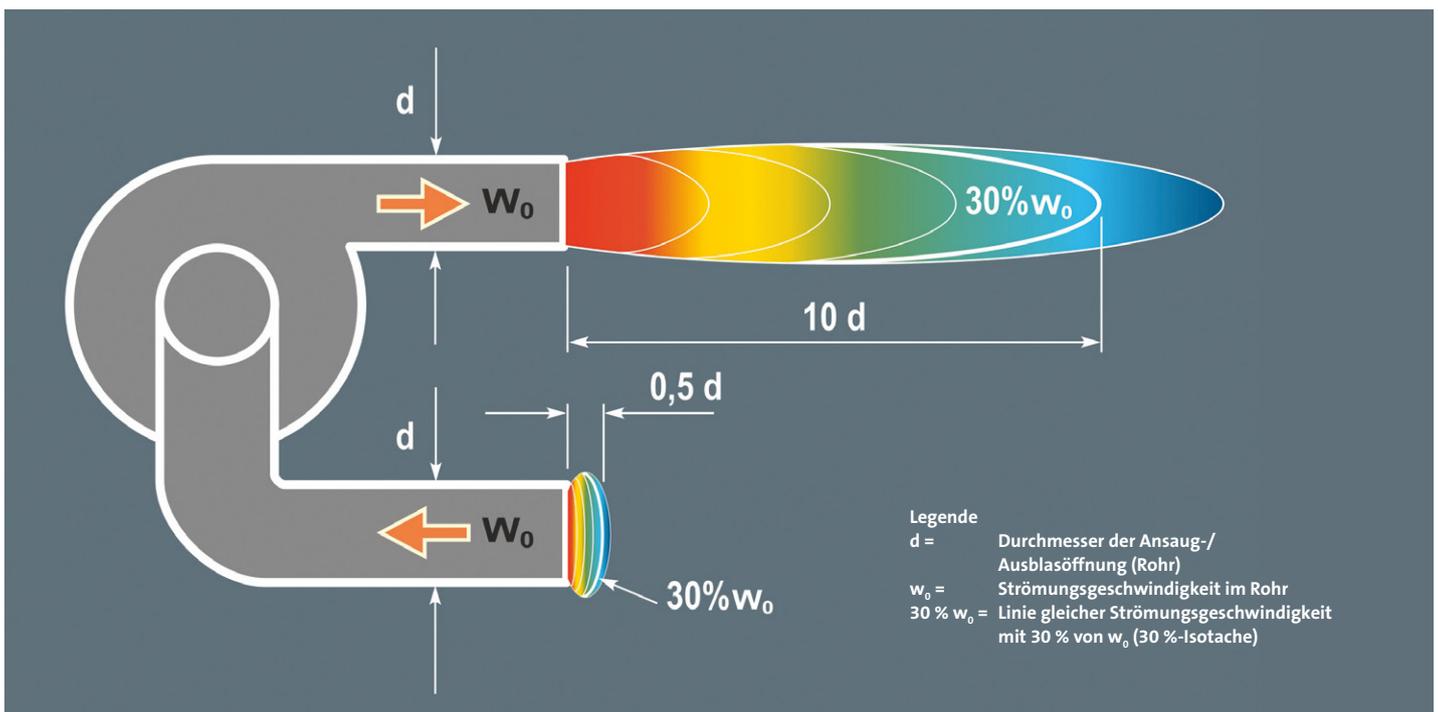


Bild 2: Vergleich der Strömungsprofile eines Freistrahls und eines Saugfeldes (Senke)

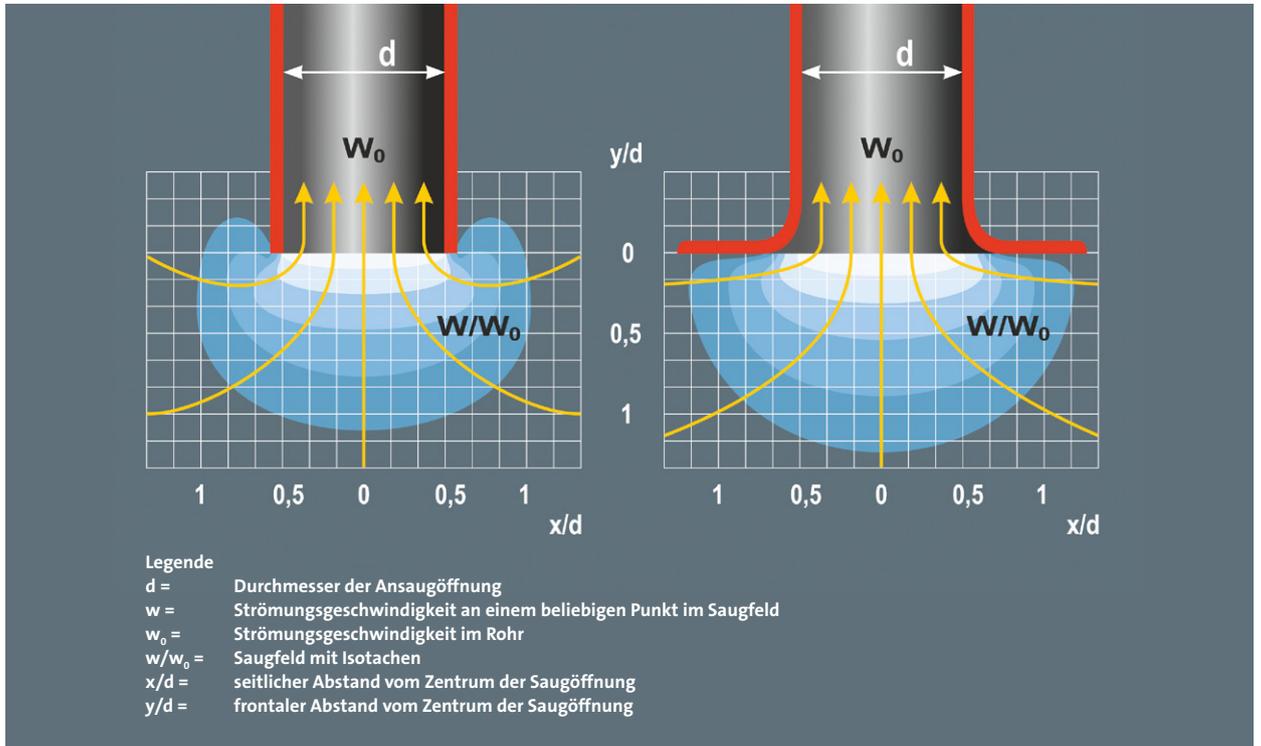


Bild 3: Vergleich der Saugfelder eines Rohres und einer Düsenplatte

Werden zwei gegenüberliegende Saugöffnungen in entsprechendem Abstand zueinander mit einer teilweise geschlossenen Abdeckung verbunden (siehe Bild 4), rotiert die tangential nachströmende Luft um eine gedachte Achse und bildet eine Wirbelsenke aus. Im Zentrum der

Wirbelsenke bilden sich axiale Strömungen in Richtung der Saugöffnungen aus. Der Kern des Wirbels weist in seiner Längsrichtung eine gleichförmige Druckverteilung auf, die eine gleichmäßige Nachströmung über die gesamte Wirbel-länge bewirkt.

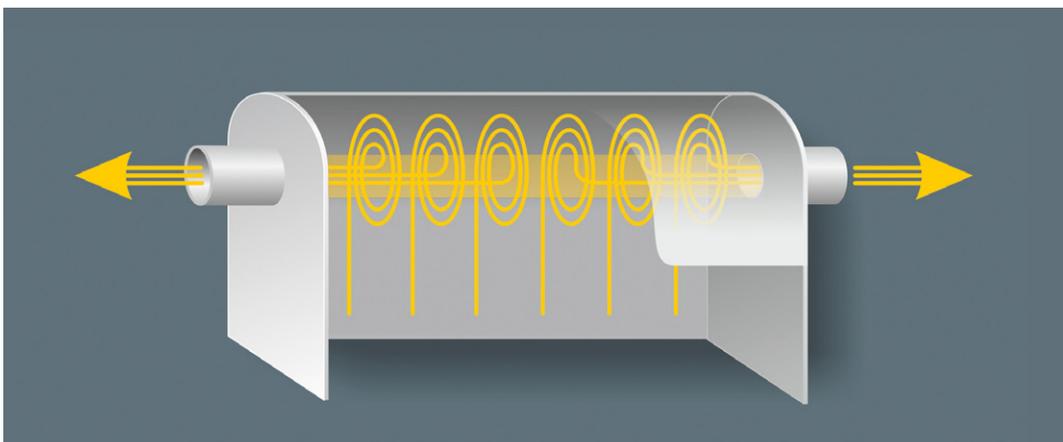


Bild 4: Wirbelsenke

3.2 Zusammenhang Luftstrom und Unterdruck

Das Erfassen von Gefahrstoffen erfordert generell eine Luftströmung in Richtung der Ansaugöffnung einer Erfassungseinrichtung.

Bewegte Luft bewirkt Strömungswiderstände z. B. in Erfassungseinrichtungen, Rohrleitungen, flexiblen Schläuchen und Filteranlagen. Zu ihrer Überwindung ist eine Strömungsmaschine (Ventilator) erforderlich, die einen dem Strömungswiderstand entsprechenden Unterdruck (relativ zum Umgebungsdruck) erzeugt.

Die Strömungswiderstände sind u.a. abhängig von Bauform, Länge, Umlenkungen, Querschnitt, und Oberflächenbeschaffenheit von Luftleitungen, sowie von der Filterbelegung. Maßgeblichen Einfluss hat jedoch die Strömungsgeschwindigkeit. Eine Verdoppelung der Strömungsgeschwindigkeit bewirkt eine Vervierfachung des Strömungswiderstandes und eine Verachtfachung der benötigten Energie.

Den für eine Verbesserung der Erfassung erforderlichen höheren Luftstrom erreicht man daher effizienter durch eine Verringerung der Strömungswiderstände (größerer Querschnitt, weniger Luftumlenkungen o.ä.) als durch Erhöhung des Unterdruckes bzw. Energieeinsatzes.

Damit die mit der Erfassungseinrichtung angesaugten partikelförmigen Stoffe in der Rohrleitung bis zur Filteranlage nicht sedimentieren, muss in der Rohrleitung eine Mindest-Luftgeschwindigkeit gegeben sein. Diese liegt je nach Art (Dichte) und Größe des zu transportierenden Stoffes zwischen 10 m/s und 30 m/s.

3.3 Erfassungsgrad

Der Erfassungsgrad ist das Verhältnis der erfassten zu den freigesetzten luftfremden Stoffen (nach VDI 2262 Blatt 2).

Abhängig von dem Prozess und den Bedingungen vor Ort,

- Menge und physikalische Eigenschaften des Stoffes,
- Ausbreitungsrichtung,
- Ausbreitungsgeschwindigkeit,
- Störströmungen,
- ...,

ist für einen hohen Erfassungsgrad eine Erfassungseinrichtung mit entsprechender Erfassungsgeschwindigkeit erforderlich. Die Erfassungsgeschwindigkeit hängt von der Ausführung der Erfassungseinrichtung und dem Luftstrom ab.

Abhängig von der Ausführung der Erfassungseinrichtung,

- Bauform,
- Größe,
- Position,
- Ausrichtung,
- ...,

kann der erforderliche Luftstrom gemäß der VDI 2262 Blatt 2 ermittelt werden.

4 Wirkungsgrad des Absaugsystems

Ein Absaugsystem besteht in der Regel aus Erfassungseinrichtung, Rohrleitung, Abscheider und Unterdruckerzeuger.

Um an Arbeitsplätzen die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Luftreinhaltung zu verbessern, werden häufig Abscheider mit einem höheren Abscheidegrad eingesetzt. Der Gedanke, den Wirkungsgrad durch eine Verbesserung der Erfassung zu erreichen, wird oftmals gar nicht oder nur zu wenig verfolgt.

Der Gesamtwirkungsgrad eines Absaugsystems ergibt sich aus der Multiplikation der Einzelwirkungsgrade von Erfassung und Abscheidung.

Anhand der nachstehenden Bilder 5 bis 7 werden die Auswirkungen auf den Gesamtwirkungsgrad eines Absaugsystems bei Veränderung der Erfassungs- und Abscheidegrade dargestellt.

Bild 5 zeigt eine Kombination aus niedrigem Erfassungsgrad und niedrigem Abscheidegrad. Der daraus resultierende Wirkungsgrad ist erwartungsgemäß gering und somit verbleiben viele luftfremde Stoffe in der Luft am Arbeitsplatz.

Die Auswirkungen auf den Gesamtwirkungsgrad durch Austausch des Filters im Abscheider gegen einen höherwertigeren ist in Bild 6 dargestellt. Die Maßnahme führt durchaus zu einer Steigerung des Gesamtwirkungsgrades, der Effekt ist jedoch vergleichsweise gering.

Eine deutliche Steigerung des Gesamtwirkungsgrades wird erreicht, wenn auch die Erfassung verbessert wird (siehe Bild 7).

Die Bilder 5 bis 7 zeigen, dass das größte Potenzial zur Steigerung des Gesamtwirkungsgrades in der Optimierung der Erfassung liegt.

Um einen hohen Erfassungsgrad zu erreichen, sind für die Auslegung der Erfassungseinrichtung sowohl die Kenntnis der Bedingungen vor Ort als auch Expertenwissen und Erfahrung erforderlich. Dazu ist eine enge Zusammenarbeit zwischen dem Betreiber und dem Hersteller als Experte für Absaugtechnik erforderlich.

5 Freisetzung luftfremder Stoffe

Bei Transport, Verarbeitung, Aufbereitung und sonstiger Behandlung von Werkstoffen kommt es häufig zur Freisetzung von luftfremden Stoffen. Diese werden u.a. durch ihren Aggregatzustand und ihre Dichte charakterisiert.

Bezüglich des Aggregatzustands wird unterschieden:

- Feste Stoffe können als Staub beim Umgang mit Schüttgütern (z. B. Umfüllvorgänge), bei mechanischen Prozessen (z. B. Schleifen, Trennen, Strahlen, Drehen) oder als Rauch bei thermischen Prozessen (z. B. Schweißen, thermisches Trennen) freigesetzt werden.
- Flüssige Stoffe können als Nebel bei mechanischen (z. B. Farbnebel beim Nasslackieren, Kühlschmierstoffe bei der Zerspanung) und bei thermischen Prozessen, bei denen Flüssig-aerosole oftmals aus der Dampfphase auskondensieren (z. B. Erodieren, Härten), freigesetzt werden.
- Gasförmige Stoffe können z. B. als Lösungsmittel beim Umgang mit Lacken, Klebern, Harzen und Reinigungsmitteln, oder auch aus chemischen und thermischen Prozessen als Abgase oder technische Gase freigesetzt werden.

Neben der Dichte sind Größe und Geometrie zu berücksichtigen.

Bei der Freisetzung von flüssigen und festen Stoffen (Nebel, Rauch, Staub) ist die Tröpfchen- bzw. Partikelgröße zu betrachten. Abhängig von ihrer Größe, Geometrie und ihrer Dichte sinken sie langsamer oder schneller zu Boden. Feine und leichte Partikel können sehr lange in der Luft schweben. Bei gasförmigen Stoffen ist nur der Dichteunterschied zur umgebenden Luft zu berücksichtigen.

Die Freisetzung und Ausbreitung luftfremder Stoffe wird durch die vier treibenden Kräfte bestimmt: Dichteunterschiede, Druckunterschiede, äußere Kräfte und Diffusion. Diese führen zu unterschiedlichen Strömungsausprägungen und sind somit Ausgangspunkt und Grundlage bei der Planung und Auslegung von Erfassungseinrichtungen.

In Tabelle 1 werden die Freisetzungs- und Ausbreitungsvorgänge anhand von Beispielen beschrieben.

Tabelle 1

Übersicht der Freisetzungs- und Ausbreitungsvorgänge

Treibende Kraft	Strömungsausprägungen mit Beispielen
Dichteunterschiede	Fallströmung durch gas- und dampfförmige luftfremde Stoffe mit höherer Dichte als die der Umgebungsluft <ul style="list-style-type: none"> • unbeheizte Lösemittelbäder • Klebstoffdämpfe • niedrigsiedende Flüssigkeiten
	Auftriebsströmung durch luftfremde Stoffe mit höherer Temperatur (Thermik) oder geringerer Dichte als die der Umgebungsluft <ul style="list-style-type: none"> • an/über erwärmten Maschinen • beim Schweißen • beim Gießen • beim Warmumformen • Härtebäder
Druckunterschiede	Luftströmung durch entweichenden Überdruck aus Behältern, Rohrleitungen <ul style="list-style-type: none"> • Befüllen von Fässern, Tanks oder Silos • Schüttprozesse und Materialfördervorgänge
	Luftströmung durch Überdruck, erzeugt durch chemische Prozesse <ul style="list-style-type: none"> • Verbrennungsprozesse (z. B. Abgase aus Verbrennungsmotoren in Kfz.-Werkstätten oder in Garagen) • Schäumen von Kunststoffen
	Luftströmung durch arbeitsprozessbedingten Überdruck <ul style="list-style-type: none"> • Overspray bei Sprüh- und Spritzprozessen (z. B. Lacke, Pulver, Trennmittel) • Strahlprozesse (z. B. Sandstrahlen)
Äußere Kräfte	Luftströmung durch Bewegung fester Körper, Kraftübertragung auf abgetragene Partikel <ul style="list-style-type: none"> • Bewegung von Werkstücken, Spannvorrichtungen, Werkzeugen • rotierende oder lineare Bewegungen von Werkstücken oder Werkzeugen (z. B. beim Bürsten, Schleifen, Trennen)
	Luftströmung durch Blasstrahl <ul style="list-style-type: none"> • Druckluftstrahl beim Reinigen („Ausblasen“)
	Luftströmung beim Fallen von Schüttgütern <ul style="list-style-type: none"> • Übergabestelle bei Förderbändern • Befüllen von Behältnissen
	Störende Luftströmung im Raum <ul style="list-style-type: none"> • Impulsreiche Zuluft aus Heizgebläse • Luftbewegung durch Kühlluftgebläse zur Abfuhr von Prozesswärme, auch Kühlluftströmung an Elektromotoren • natürliche Lüftung (z. B. Tor, Tür, Fenster)
Diffusion	Luftströmung durch Ausgleich von Konzentrationsunterschieden (geringe Bedeutung gegenüber Raumluftbewegung) <ul style="list-style-type: none"> • Nahbereich von offenen Bädern und Behältnissen • Nahbereich an Oberflächen vergossener oder ausgelaufener Flüssigkeiten

6 Störströmungen

Für das Erfassen luftfremder Stoffe ist eine Luftströmung erforderlich, mit der diese Stoffe auf die Ansaugöffnung zubewegt werden. Das ließe sich am leichtesten umsetzen, wenn es im Raum außer der Absaugströmung keine Luftbewegungen gäbe. In der Realität bilden sich in Räumen aber immer Luftbewegungen aus, die das Ausbilden der gewünschten Absaugströmung beeinflussen. Luftbewegungen, in Richtung der Absaugöffnung, begünstigen das Erfassen der luftfremden Stoffe, quer oder entgegengesetzt verlaufende Luftbewegungen hingegen beeinträchtigen die Erfassung. Daher werden sie als Störströmungen bezeichnet. Die Auswirkungen von Störströmungen auf das Erfassen luftfremder Stoffe zeigt Bild 8.

Beispiele für Störströmungen sind:

- Die impulsreiche Zuluft aus Heiz- oder Kühl- luftgebläsen reißt die Luft aus der Umgebung mit und bewirkt das für die Lüftung durchaus gewünschte Umwälzen der Raumluft.

- Kühlgebläse an Aggregaten, z. B. Kompressoren, Hydraulikanlagen, Laserstrahlquellen, Schweißstromquellen, auch Kühlluftströmungen durch Lüfterräder an Elektromotoren.
- Luftbewegung durch Produktionseinrichtungen, z. B. Flurfördereinrichtungen, Roboterarme, Maschinenschlitten.
- Thermikströme an heißen oder kalten Oberflächen von Bauteilen, Maschinen und Wänden.
- Freie Lüftung durch offenstehende Fenster, Türen oder Tore sowie andere Öffnungen.

Wegen ihres oft erheblichen Einflusses auf die für die Erfassung erforderliche Luftströmung, sind die Störströmungen bei der Planung, Auslegung und Positionierung von Erfassungseinrichtungen zu berücksichtigen (siehe Bild 9). Oft lässt sich dazu die Quelle der luftfremden Stoffe durch feste Wände oder Lamellenvorhänge abschirmen oder man muss die Störströmungen bei der Anordnung der Erfassungseinrichtung oder der Festlegung der erforderlichen Luftströme einkalkulieren.

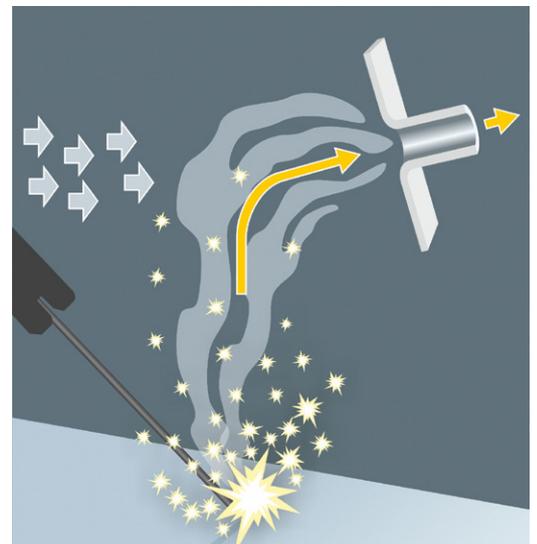
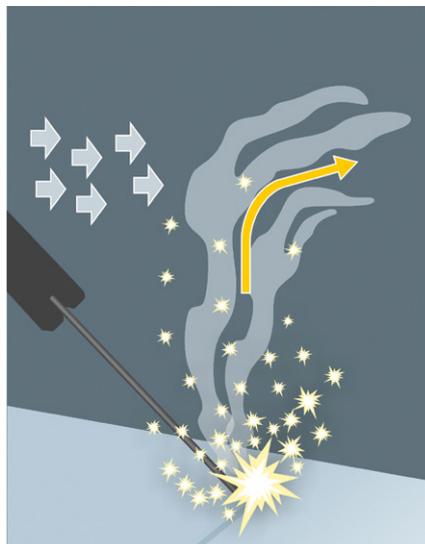


Bild 8: Rauchfreisetzung an einer Schweißstelle mit und ohne Störströmung

Bild 9: Positionierung einer Erfassungseinrichtung unter Berücksichtigung der Störströmung

7 Erfassungseinrichtungen

Erfassungseinrichtungen werden anhand der Art ihrer Umschließung der Emissionsquellen unterschieden in:

- geschlossen,
- halboffen,
- offen.

Einige Maschinen und Geräte sind bereits herstellerseitig mit einer integrierten Erfassung und einem Saugstutzen ausgerüstet, so dass sie direkt an eine Absauganlage angeschlossen werden können.

Bei einer geschlossenen Erfassungseinrichtung ist der geringste Luftstrom erforderlich. Je offener die Erfassungseinrichtung gestaltet wird, umso größer ist der erforderliche Luftstrom.

Der Luftstrom darf jedoch nicht so hoch sein, dass der Produktionsprozess behindert oder beeinträchtigt wird (z. B. Absaugen von Schutzgasen, Kühlschmierstoffen, Trennmitteln, Schüttgütern).

Die Erfassungseinrichtungen sollen den Arbeitsablauf nicht behindern und sind der Art und Position der Emissionsquelle sowie den Stofffreisetzung- und Ausbreitungsvorgängen anzupassen.

7.1 Geschlossene Bauart

Die geschlossene Bauart ist dadurch gekennzeichnet, dass die Emissionsquelle allseitig von der Erfassungseinrichtung umschlossen ist (siehe Bild 10). Typische Beispiele sind Einhausungen und Kapselungen (z. B. Glovebox).

Der erforderliche Absaugluftstrom ist so zu dimensionieren, dass die Luft durch verbleibende Öffnungen so schnell nachströmt, dass ein Ausreten von Gefahrstoffen verhindert wird. Absaug- und Nachströmöffnungen sind so zu positionieren, dass der abgeschlossene Raum möglichst schnell und vollständig durchströmt wird (siehe Bild 10).

Bei der Auslegung der Absaugung ist auch das geplante bzw. ungeplante Öffnen der Einrichtung, z. B. bei Werkstück- und Werkzeugwechsel, zu berücksichtigen. Das heißt, entweder ist der Luftstrom so groß dimensioniert, dass auch bei geöffneter Einhausung Luft aus dem Arbeitsumfeld in die Einhausung strömt, oder eine Anlagensteuerung dafür sorgt, dass sich die Einhausung erst nach Austausch der schadstoffbelasteten Luft öffnen lässt.

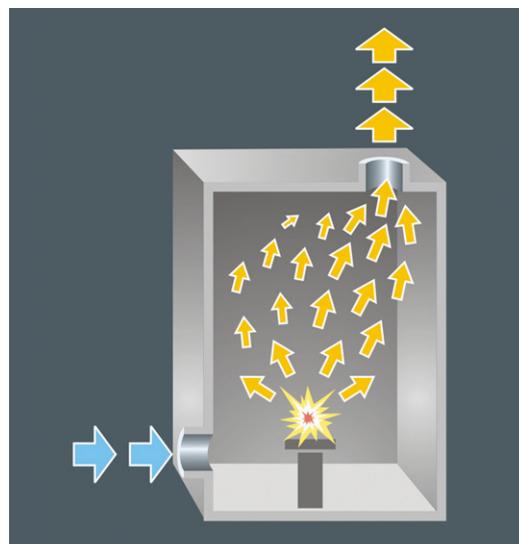


Bild 10: Geschlossene Bauart

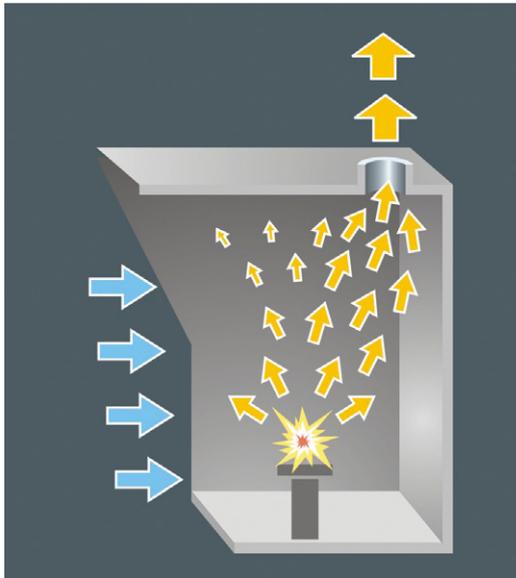


Bild 11: Halboffene Bauart

7.2 Halboffene Bauart

Bei der halboffenen Bauart befindet sich die Emissionsquelle ebenfalls innerhalb der Erfassungseinrichtung. Im Gegensatz zur geschlossenen Bauart ist die halboffene Erfassungseinrichtung an mindestens einer Seite offen (siehe Bild 11). Beispiele sind Arbeitstische und Arbeitskabinen mit Absaugung.

Die halboffene Erfassungseinrichtung ist so zu konzipieren, dass in der freien Öffnung Luft aus dem Arbeitsumfeld mit so großer Geschwindigkeit nachströmt und damit luftfremde Stoffe nicht austreten.

7.3 Offene Bauart

Bei der offenen Bauart besteht zwischen Emissionsquelle und Erfassungseinrichtung ein räumlicher Abstand (siehe Bild 12). Kann eine geschlossene oder halboffene Bauart nicht eingesetzt werden, ist die offene Bauart zu verwenden, bei der ausschließlich das erzeugte Saugfeld wirkt. Die Erfassung erfolgt durch Saugöffnungen unterschiedlicher Formen. Beispiele sind Düsenplatte, Saugschlitz, Absaughaube.

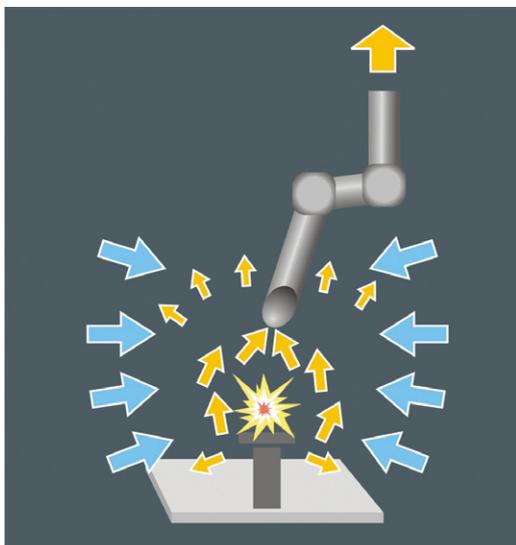
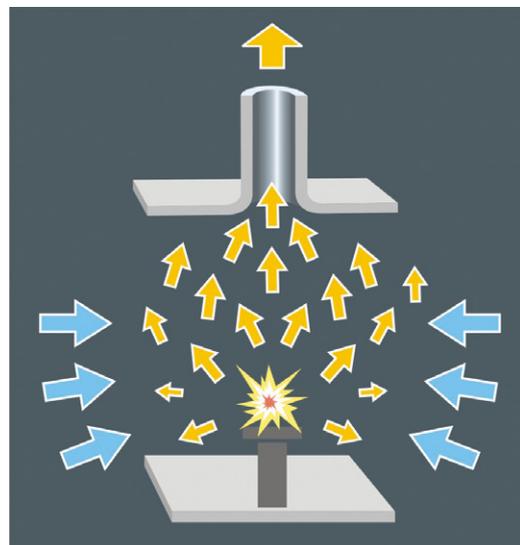


Bild 12: Offene Bauart



7.4 Direkte Erfassung an Maschinen

Typische Maschinen sind stationäre (z. B. Werkzeugmaschinen, Tischkreissägen) und handgeführte Maschinen (z. B. Winkelschleifer, Handkreissäge). Viele Hersteller solcher Maschinen rüsten ihre Produkte mit Saugstutzen aus, so dass diese über eine feste oder flexible Leitung an eine Absauganlage angeschlossen werden können. Um eine hinreichende Erfassung der luftfremden Stoffe zu erzielen, sollten Anwender die Angaben zu den technischen Daten der Maschinen prüfen bzw. beim Hersteller die Luftstrom- und Unterdruckdaten abfragen. Der Luftstrom und der dafür erforderliche Unterdruck sind ggf. an die Betriebspunkte der Maschine anzupassen.

7.5 Hinweise zur Konzeptionierung

Die Erfassungseinrichtung sollte den Arbeitsprozess so wenig wie möglich behindern. Die Ausführung der Erfassungseinrichtung ist auf den jeweiligen Arbeitsprozess und die Bedingungen vor Ort abzustimmen. Eine einfache Handhabung und ein störungsfreies Arbeiten sind Voraussetzungen für die Akzeptanz beim Anwender. Die physikalisch beste Lösung mit einer optimalen Erfassung ist wertlos, wenn sie wegen ihrer Arbeitseinschränkung vom Bediener nicht benutzt wird.

Der an einer Erfassungseinrichtung abzusaugende Luftstrom muss so groß sein, dass die Emissionen möglichst vollständig erfasst werden. Zur Überprüfung kann die Luftströmung z. B. mit Rauchröhrchen sichtbar gemacht, sowie die Luftgeschwindigkeit im Saugfeld oder die Gefahrstoffkonzentration in der Arbeitsbereichsluft gemessen werden.

Um einen hohen Erfassungsgrad zu erreichen, sind für die Auslegung der Erfassungseinrichtung sowohl die Kenntnis der Bedingungen vor Ort als auch Expertenwissen und Erfahrung erforderlich. Dazu ist eine enge Zusammenarbeit von Betreiber, Anwender und Hersteller erforderlich.

Ein optimal konzipiertes Absaugsystem, üblicherweise bestehend aus Erfassungseinrichtung, Absaugleitung, Abscheider und Strömungsmaschine (Ventilator, Gebläse), erfordert eine komplexe Auslegung, wobei das Maximum an Arbeitsschutz mit Einhaltung der relevanten Gefahrstoffgrenzwerte im Vordergrund stehen sollte. Maßnahmen zur Reduzierung des Luftstroms sind durchaus von Wichtigkeit. Durch sie können Investitionskosten und der Energiebedarf (Betriebskosten) reduziert werden. Doch dieser Aspekt sollte nur zweitrangig sein.

Die Auslegung der Bauform (geschlossen, halboffen oder offen) und die Größe der Erfassungseinrichtung sind im Allgemeinen abhängig von folgenden Faktoren:

- Menge der pro Zeiteinheit freigesetzten Gefahrstoffe (Emissionsrate),
- Ausbreitungsrichtung,
- Ausbreitungsgeschwindigkeit,
- Abstand von der Emissionsquelle zur Erfassungseinrichtung (siehe Bild 13),
- Luftströmungen im Raum und deren Auswirkungen auf das Saugfeld.

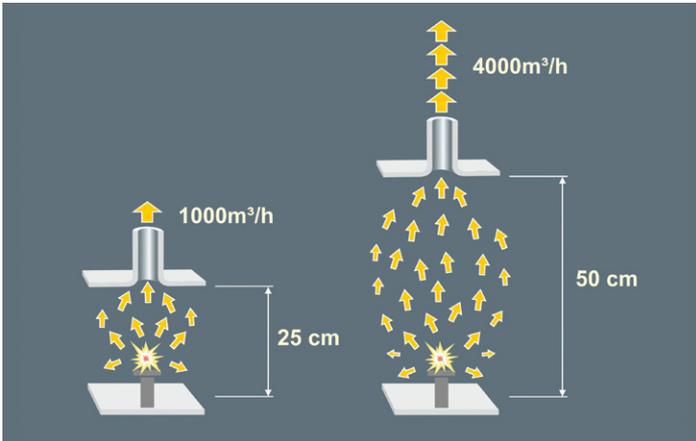


Bild 13: Einfluss der Entfernung von der Emissionsquelle

Zur Optimierung des erforderlichen (Erfassungs-) Luftstroms ist die Erfassungseinrichtung:

- möglichst nahe an der Emissionsquelle zu positionieren (doppelter Abstand erfordert vierfachen Luftstrom) (siehe Bild 13),
- möglichst in der Ausbreitungsrichtung der luftfremden Stoffe anzuordnen (siehe Bild 14),
- der arbeitsbedingt erforderlichen Flexibilität anzupassen (siehe Bild 15).

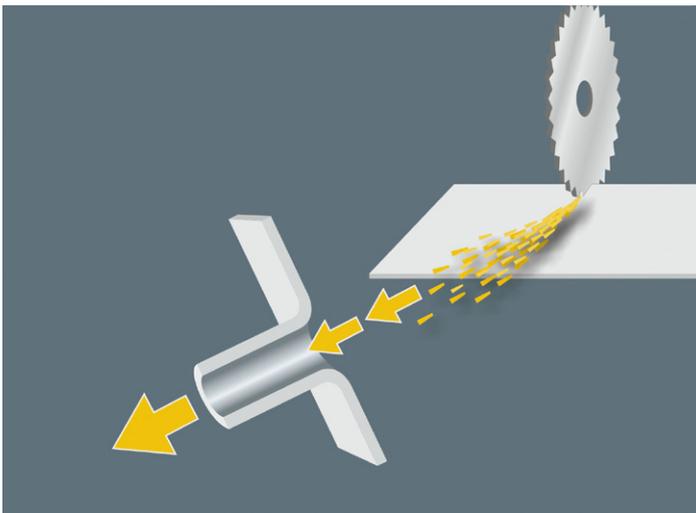


Bild 14: Beispiel für das Erfassen einer gerichteten Emission

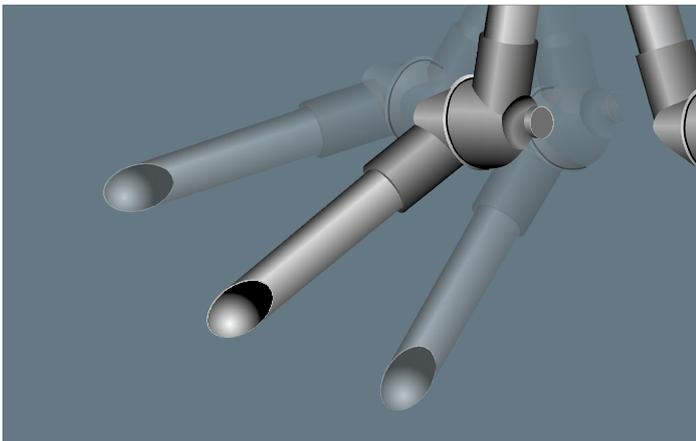


Bild 15: Beispiel für eine bewegliche Erfassungseinrichtung

Für eine wirksame Erfassung der luftfremden Stoffe:

- muss die Geschwindigkeit der Luft im abgesaugten Luftstrom größer sein als die Ausbreitungsgeschwindigkeit der luftfremden Stoffe,
- sind störende Luftströmungen vom Saugfeld der Erfassungseinrichtung mit Abtrennungen im Arbeitsbereich (z. B. Stellwände) fernzuhalten,
- sind unterstützende Luftströmungen im Raum durch die Position der Erfassungseinrichtung zu nutzen,
- kann durch gezielt eingebrachte, unterstützende Luftströmungen der Transport der luftfremden Stoffe zur Erfassungseinrichtung begünstigt werden. Das erfordert allerdings sorgfältig von Fachleuten ausgelegte Konstruktionen, um negative Nebenwirkungen wie Verwirbelungen oder Stoffaustag aus dem Saugfeld zu vermeiden,
- können Luftströmungen, die sich an Grenzflächen (Oberflächen) anlegen, genutzt werden, um die Reichweite des Saugfelds zu erhöhen (siehe Bild 16),

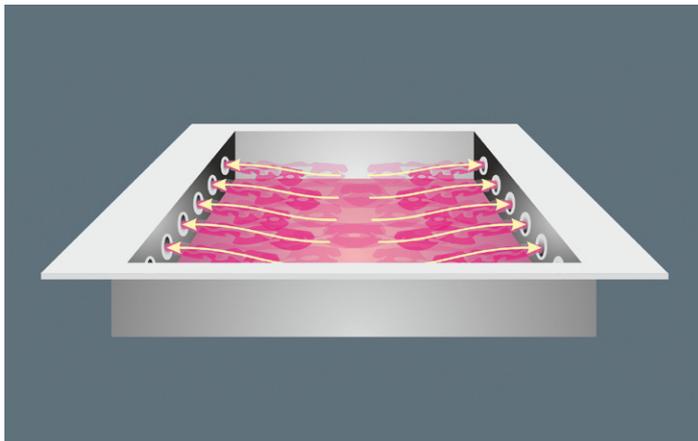


Bild 16: Saugfeld an einer Badoberfläche

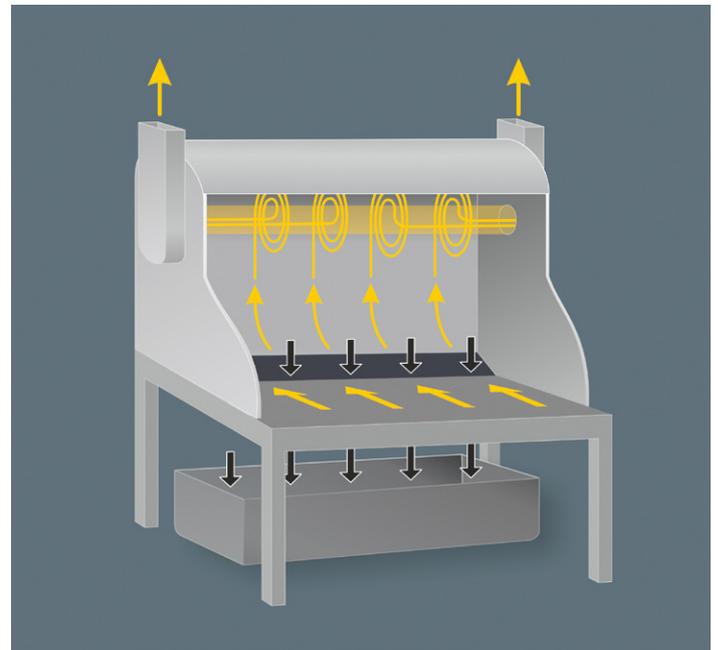
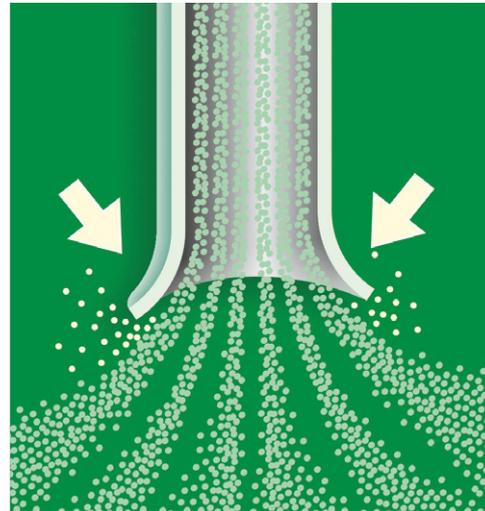


Bild 17: Arbeitstisch mit Wirbelhaube

- stellt auch die Wirbelhaube eine gute Praxislösung dar, die den Effekt der Wirbelsenke nutzt. Durch eine Einhausung des Bereichs auf drei Seiten zwischen den zwei Düsenplatten, strömt die mit luftfremden Stoffen belastete Luft tangential in diesen Bereich ein und fördert die Ausbildung der Wirbelsenke. Vor der Ansaugöffnung der Wirbelhaube bildet sich ein nahezu homogenes Saugfeld aus. Schwere Partikel (siehe Bild 17, schwarze Pfeile) werden im unteren Bereich der Wirbelhaube abgeschieden. Diese können durch eine Öffnung in der Wirbelhaube nach unten ausgetragen werden.



Bild 18: Geometrie der Einströmöffnung



Bei der Konzeptionierung von Erfassungseinrichtungen können auch weitere Aspekte von Bedeutung sein, z. B. die Geräuschbildung an einer Erfassungseinrichtung und die Materialeigenschaften wie elektrische Ableitfähigkeit, Temperatur- und Abrasionsbeständigkeit.

- Die Strömung erzeugt ein Geräusch, das durch eine aerodynamisch optimierte Form reduziert werden kann (siehe Bild 18),

- Die verwendeten Werkstoffe müssen für die jeweilige Aufgabenstellung geeignet sein, z. B. Verschleißfestigkeit, elektrische Ableitfähigkeit (siehe Bild 19).

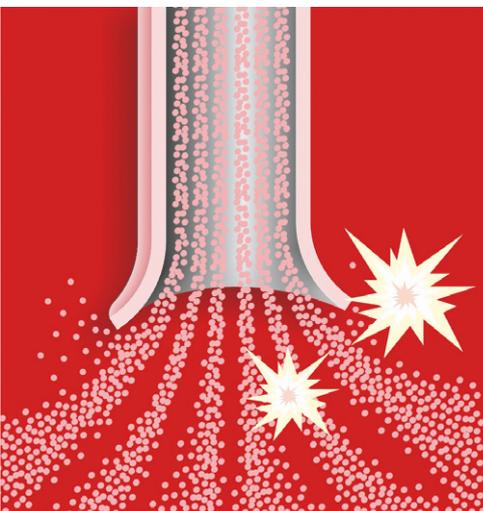


Bild 19: Ableitfähigkeit der Erfassungseinrichtung



8 Inbetriebnahme, Betrieb und wiederkehrende Prüfungen

Da Absaugsysteme dem Gesundheitsschutz der Mitarbeiter dienen, der in der Regel durch Gefahrstoffgrenzwerte definiert wird, sind bei Inbetriebnahme, Betrieb und wiederkehrenden Prüfungen einige Punkte zu beachten. Diese Punkte sollten in einer Aufgabenverteilung bereits bei Auftragserteilung zwischen Lieferant(en) und Betreiber festgelegt werden. Die Forderungen der Gefahrstoffverordnung sind zu erfüllen.

8.1 Inbetriebnahme

Gemäß Gefahrstoffverordnung, Anhang I Nummer 2.3 Absatz 7 ist die Wirksamkeit von Einrichtungen zum Erfassen und Abscheiden von Gefahrstoffen bei der Inbetriebnahme zu überprüfen. Für diese Prüfungen sind in den Absaugleitungen Messstellen vorzusehen, an denen der Luftstrom ermittelt und anhand diesem der projektierte Wert eingeregelt werden kann. Der Messwert des eingeregelteten Luftstroms ist zu dokumentieren.

Für Absaugsysteme sind neben der Gefahrstoffverordnung noch weitere Verordnungen anzuwenden (z. B. Betriebssicherheitsverordnung, Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung) und deren Prüfungen auszuführen.

8.2 Betrieb

Absaugsysteme müssen bestimmungsgemäß verwendet und vor Arbeitsbeginn auf ihre Funktionsfähigkeit überprüft werden. Sie dürfen nicht unbefugt außer Betrieb genommen werden. Bewegliche Erfassungseinrichtungen sind möglichst dicht an die Entstehungsstelle der Luftverunreinigungen heranzuführen. Bei der Positionierung ist die Bewegungsrichtung der Luftverunreinigungen zu berücksichtigen. Bewegliche Erfassungseinrichtungen sind so nachzuführen, dass Luftverunreinigungen sicher erfasst und nicht durch die Atembereiche der Beschäftigten geführt werden.

Da Absaugsysteme auf den Prozess der Emissionsfreisetzung abgestimmt sein müssen, sind sie bei Prozessänderungen bzw. Erweiterungen an die neuen Gegebenheiten anzupassen.

8.3 Wiederkehrende Prüfungen

Die Gefahrstoffverordnung fordert vom Betreiber, dass Absaugsysteme regelmäßig durch qualifiziertes Personal zu überprüfen sind. Deren Wirksamkeit, Funktionsfähigkeit und Zustand sind mindestens einmal jährlich zu prüfen und gegebenenfalls in Stand zu setzen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

Sind für Absaugsysteme noch weitere Verordnungen anzuwenden, so sind auch diese Prüfungen durch entsprechend qualifiziertes Personal auszuführen.

9 Weiterführende Literatur

GefStoffV

Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen
(Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)

TRGS 900

Technische Regel für Gefahrstoffe –
Arbeitsplatzgrenzwerte

TRGS 910

Technische Regel für Gefahrstoffe –
Risikobezogenes Maßnahmenkonzept für
Tätigkeiten mit krebserzeugenden Gefahrstoffen

DGUV Regel 109-002

Arbeitsplatzlüftung – Lufttechnische
Maßnahmen

VDI 2262 Blatt 2

Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Minderung
der Exposition durch luftfremde Stoffe – Erfassen
luftfremder Stoffe (vormals VDI 2262 Blatt 4)

VDMA e.V.

Schweißen ohne Rauch – Erfassen, Absaugen und
Filtern

10 Quellennachweis

Quellennachweis / Bildquellen

Titelbild:

Keller Lufttechnik GmbH & Co. KG,
Kirchheim unter Teck

Bilder 1-19:

ULT AG,
Löbau

Anhang:

Bild A.1:
Filtration Group GmbH,
Öhringen

Bild A.2:
ifs – Industriefilter-Service GmbH,
Bad Honnef

Bild A.3:
ILT Industrie-Luftfiltertechnik GmbH,
Ruppichteroth

Bild A.4:
indusa GmbH,
Neu-Anspach

Bild A.5:
Keller Lufttechnik GmbH & Co. KG,
Kirchheim unter Teck

Bild A.6:
Kemper GmbH,
Vreden

Bild A.7:
TEKA Absaug- und
Entsorgungstechnologie GmbH,
Coesfeld

Bild A.8:
ULT AG,
Löbau

Bild A.9:
VALCO GmbH Entstaubungstechnik,
Mettmann

Bild A.10:
Institut für Arbeitsschutz der Deutschen
Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),
Sankt Augustin

11 Autoren

Autoren

An der Erarbeitung dieses Leitfadens haben mitgewirkt:

Christian Acker

indusa GmbH,
Neu-Anspach

Falk Dietze

Filtration Group GmbH,
Öhringen

Norbert Frank

Keller Lufttechnik GmbH + Co. KG,
Kirchheim unter Teck

Klaus Gärtner

TEKA Absaug- und
Entsorgungstechnologie GmbH,
Coesfeld

Arno Goebel

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen
Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),
Sankt Augustin

Manfred Könning

Kemper GmbH,
Vreden

Ulf Kruse

ILT Industrie-Luftfiltertechnik GmbH,
Ruppichteroth

Filipe de Lima

VALCO GmbH Entstaubungstechnik,
Mettmann

Christine Montigny

VDMA Fachverband Allgemeine Lufttechnik,
Frankfurt

Klaus Rabenstein

Herding GmbH Filtertechnik,
Amberg

Wolfgang Richter

ULT AG,
Löbau

Falco Riemer

ILT Industrie-Luftfiltertechnik GmbH,
Ruppichteroth

Reinhard Stockmann

Institut für Arbeitsschutz der Deutschen
Gesetzlichen Unfallversicherung (IFA),
Sankt Augustin

Markus Völker

ifs – Industriefilter-Service GmbH,
Bad Honnef

Anhang



Bild A.1: Beispiel für eine Schleifkabine (halboffene Bauart) mit rückwärtiger Erfassung und Zuluftunterstützung
Quelle: Filtration Group

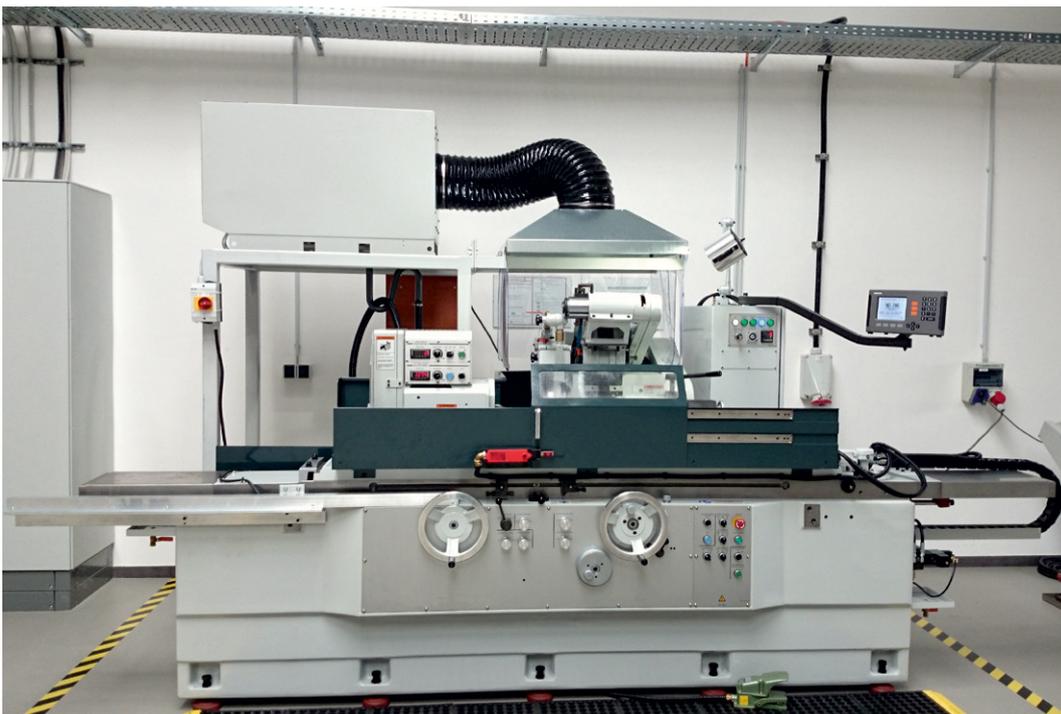


Bild A.2: Beispiel für eine Absaughaube mit Lamellenvorhang an einer Rundscheifmaschine bei Nassbearbeitung
Quelle: ifs



Bild A.3: Beispiel für eine Kühlschmierstoff-Absaugung (halboffene Bauart) mit Unterstützung durch Erzeugung eines Luftvorhangs (Blasstrahl) oberhalb der Emissionsquelle
Quelle: ILT



Bild A.4: Beispiel für eine Erfassung von Emulsionsnebel aus einer oben offenen Bearbeitungsmaschine mit Zuluftunterstützung
Quelle: indusa



Bild A.5: Beispiel für eine Erfassung mittels Düsenplatten über Schweißrobotern

Quelle: Keller Lufttechnik



Bild A.6 Beispiel für eine (integrierte) Erfassung der Rauche beim Plasmaschneiden in einem Schneidisch mit segmentweiser Absaugung

Quelle: Kemper



Bild A.7: Beispiel für eine Erfassung von Schweißrauch mit einer Absaughaube an einem flexiblen Absaugarm
Quelle: TEKA



Bild A.8: Beispiel für eine Staubabsaugung mittels Ringspalterfassung an einer Einfüllereinrichtung

Quelle: ULT



Bild A.9: Beispiel für eine Raucherfassung mittels Wirbelhaube

Quelle: VALCO



Bild A.10: Beispiel für eine Stauberfassung mittels integrierter Absaugeinrichtung an einer Schleifmaschine
Quelle: DGUV Institut für Arbeitsschutz (IFA)

Impressum

VDMA e.V.

Luftreinhaltung

Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

Kontakt

Christine Montigny
Telefon +49 69 6603-1860
Fax +49 69 6603-2860
E-Mail christine.montigny@vdma.org
Internet vdma.org/luftreinhaltung

Redaktion

Christine Montigny (M.Sc.)

Layout und Satz

VDMA Verlag GmbH

Druck

Druck- und Verlagshaus Zarbock GmbH & Co. KG,
Frankfurt am Main

Stand

Mai 2021

© Copyright by Allgemeine Lufttechnik

VDMA

Luftreinhaltung

Lyoner Straße 18
60528 Frankfurt am Main

Kontakt

Christine Montigny

Telefon +49 69 6603-1860

Fax +49 69 6603-2860

E-Mail christine.montigny@vdma.orgInternet vdma.org/luftreinhaltung

vdma.org/luftreinhaltung