

Absaugen von Holzstaub und -spänen

Spezielle Anforderungen,
Besonderheiten und Umsetzung

DGUV Information 209-205

Impressum

Herausgegeben von: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)
Glinkastraße 40
10117 Berlin
Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)
E-Mail: info@dguv.de
Internet: www.dguv.de

Sachgebiet Holzbe- und -verarbeitung des
Fachbereichs Holz und Metall der DGUV

Ausgabe: November 2025

Satz und Layout: Satzweiss.com Print Web Software GmbH, Saarbrücken

Bildnachweis
Titelbild: © BGHM; Abb. 19, 69,103: © DGUV; Abb. 20b, 47, 79b:
© DGUV – 480Hz GmbH; Abb. Tab. 40: © Linck – BGHM; Abb. 27, 29,
92a, 92b, 95, 96, 97: © Festool GmbH; Abb. 28: © Mirka GmbH;
Abb. 34a: © Luftungsland; Abb. 34b: © Mietzsch GmbH; Abb. 35b:
© MAICO-Ventilatoren; Abb. 39: © LTG Aktiengesellschaft; Abb. 46a,
46b: © ecovent – 32312 Lübbecke; Abb. 53, 60c, 94b: © Höcker
Polytechnik GmbH; Abb. 57a, 79a: © AL-Ko Therm GmbH; Abb. 60a:
© Nolting Holzfeuerungstechnik GmbH, Raumaustragung NOF;
Abb 60b, 70, 90: © Scheuch LIGNO GmbH; Abb. 62: © Dr. Födisch
Umweltmesstechnik AG; Abb. 75a, 75b: © Schuko H. Schulte-Süd-
hoff GmbH; Abb. 76a, 76b: © ZIEHL industrie-elektronik GmbH +
Co KG; Abb. 80a, 80b: © Dalap GmbH; Abb. 84: © Sandhas GmbH;
Abb. 86a: © Airflow Lufttechnik GmbH; Abb. 86b: © Electro-Mation
GmbH; Abb. 87: © Endress+Hauser; Abb. 88: © ENVEA Prozess
GmbH; Abb. 89: © CATTINAIR; Abb. 93b: © Roll GmbH;
Abb. 94a: © Kemper GmbH, Vreden; Alle weiteren Abbildungen/
Grafiken: © BGHM

Copyright: Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt.
Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit
ausdrücklicher Genehmigung gestattet.

Bezug: Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger oder
unter www.dguv.de/publikationen › Webcode: p209205

Absaugen von Holzstaub und -spänen

Spezielle Anforderungen, Besonderheiten und Umsetzung

Inhaltsverzeichnis

1	Vorbemerkung	5	5	Planung der Gesamt-Anlage	127
2	Begriffe und Definitionen	6	5.1	Bauarten von Absauganlagen.....	127
3	Rahmenbedingungen und Anforderungen	9	5.2	Definition der Anforderungen.....	139
4	Bemerkungen zur Konzeption und Dimensionierung der Komponenten	11	5.3	Dimensionierung.....	141
4.1	Stoffeigenschaften, Quellen, Freisetzungsmechanismen.....	11	6	Betrieb, Wartung, Instandhaltung und wiederkehrende Prüfungen	152
4.2	Prinzipien der Erfassung und Konstruktion von Erfassungselementen und Ausrüstung von Holzbearbeitungsmaschinen mit Erfassungseinrichtungen.....	16	6.1	Bestimmungsgemäßer Betrieb.....	152
4.3	Rohrleitungen.....	74	6.2	Wartungsarbeiten an Absauganlagen für Holzstaub und -späne.....	153
4.4	Ventilatoren.....	82	6.3	Prüfungen und Messungen	155
4.5	Abscheider.....	88	7	Literaturverzeichnis	161
4.6	Fortluft/Rückluft.....	100	8	Anhang	165
4.7	Entsorgung und Verwertung.....	105	8.1	Liste der Absaugstellen/Verbraucher/Maschinen zur Ermittlung des Absaugbedarfs (Gleichzeitigkeits-Tabelle).....	165
4.8	Steuerung, Regelung, Überwachung.....	113	8.2	Beispiel zur Ermittlung erforderlicher Luftgeschwindigkeiten zur Erfassung auch größerer Späne	166
4.9	Brand- und Explosionsschutz.....	125			

1 Vorbemerkung

Der Inhalt dieser DGUV Information stützt sich auf die grundlegenden Zusammenhänge, die in der [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ ausgeführt sind und erläutert sie **für den Gefahrstoff „Holzstaub und -späne“** im Gemisch mit Luft. Sie ist insoweit eine stoffspezifische Ergänzung zu dieser DGUV Informationen. Die nachfolgend niedergelegten Bemerkungen und Ergänzungen folgen dem strukturellen Aufbau der DGUV Information 209-200. Soweit einzelne Abschnitte der DGUV Information 209-200 hier nicht angesprochen werden, sind die allgemeinen Anforderungen – wie dort dargestellt – maßgebend und direkt anzuwenden.

Weitere DGUV Informationen, die spezielle Problematiken für den Umgang mit Holzstaub und -spänen beleuchten, sind:

- [DGUV Information 209-044](#) „Holzstaub“
- [DGUV Information 209-045](#) „Absauganlagen und Silos für Holzstaub und -späne – Brand- und Explosionsgefährdungen“
- [DGUV Information 209-083](#) „Silos für das Lagern von Holzstaub und -spänen – Bauliche Gestaltung, Betrieb“
- [DGUV Information 209-084](#) „Industriestaubsauger und Entstauber“

Wesentliche Zielgruppen der vorliegenden DGUV Information sind die an der Errichtung von Absauganlagen für Holzstaub und -späne Beteiligten:

- Betreiber von Holzbearbeitungsmaschinen und Absauganlagen
- Hersteller von Holzbearbeitungsmaschinen
- Hersteller von Holzstaub-Absauganlagen

Die Schrift soll den Beteiligten ein Grundverständnis für die Zusammenhänge zwischen den Vorgaben des Betreibers, den vom Maschinen-Hersteller zur Verfügung zu stellenden Erfassungseinrichtungen und dessen

lufttechnischen Vorgaben für ein emissionsarmes Betreiben der Maschinen sowie den vom Absauganlagen-Hersteller umzusetzenden Absaugkonzepten vermitteln.

Aufgabe der Betreibenden ist es, den anderen Beteiligten im Rahmen ihrer Gefährdungsbeurteilung zielgerichtete Vorgaben (anzuschließende Erfassungselemente, deren gleichzeitiger Betrieb, Standort innerhalb des Betriebs, etc.) als Grundlage für die Ausführung der technischen Einrichtungen zu machen, damit die Einhaltung des Arbeitsplatzgrenzwerts (AGW) für Holzstaub realisiert werden kann.

Die Hersteller von Holzbearbeitungsmaschinen und anderen Bearbeitungseinrichtungen rüsten diese Maschinen mit geeigneten Erfassungseinrichtungen aus und geben in ihrer Betriebsanleitung die lufttechnischen Vorgaben (Anschlussdurchmesser, Volumenstrom/Luftgeschwindigkeit, erforderlicher Unterdruck zur Erzielung des Volumenstroms/der Luftgeschwindigkeit bzw. des Strömungsbeiwerts) für eine wirkungsvolle Absaugung der Erfassungselemente an.

Hersteller oder Auftragnehmer und Auftragnehmerinnen der Absauganlage konzipieren und errichten auf der Grundlage von Betreiber- und Herstellervorgaben die Absauganlage von der Erfassung der anfallenden Holzstäube und -späne bis zur Abluftführung der gereinigten Luft und (Zwischen-)Lagerung des abgeschiedenen Materials unter Beachtung aller sie betreffenden gesetzlichen Vorgaben.

Darüber hinaus kann die vorliegende DGUV Information auch anderen interessierten Kreisen, wie Betriebsplanenden, Aufsichtspersonen, Fachkräften für Arbeitssicherheit oder damit im Zusammenhang stehenden Fachgebieten Hinweise zu den notwendigen Überlegungen bei der Errichtung von wirksamen Absauganlagen für Holzstaub und -späne geben.

2 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieser DGUV Information gelten die nachfolgend genannten Begriffe und Definitionen. Die Reihenfolge der Definitionen folgt im Wesentlichen dem konzeptionellen Aufbau einer Absauganlage für Holzstaub und -späne.

2.1 Absauganlage für Holzstaub und -späne

Anlage, genutzt zum Absaugen, Fördern, Abscheiden und zur zeitweiligen Lagerung von Holzstaub und Holzspänen, die bei der Holzbearbeitung entstehen. Absauganlagen bestehen in der Regel aus Absaugleitungen, Ventilatoren, Filteranlagen und Rückluftkanälen. In einfachen Fällen besteht die Absauganlage nur aus Absaugleitungen, Ventilator, Filteranlage und Späne-Sammeleinrichtung. Im Fall von Zwischenfilteranlagen ist dem Filter eine Förderanlage nachgeschaltet, die das Material in ein Silo transportiert.

2.2 Ortsfeste Anlage

Absauganlage für Außenaufstellung, die ortsfest aufgestellt und fest installiert ist.

2.3 Entstauber

Ortsveränderliches oder ortsfestes Gerät für die Innenaufstellung, das Ventilator(en), Filterelement(e) und Staubsammeleinrichtung(en) in sich vereint, mit denen Holzstäube und Holzspäne abgesaugt, gefördert, abgeschieden und gesammelt werden.

2.4 Holzspan

Holzpartikel oder Partikel holzähnlicher Werkstoffe mit einer Größe $> 0,5$ mm.

2.5 Holzstaub

Kleine Holzpartikel oder Partikel holzähnlicher Werkstoffe mit einer Größe $\leq 0,5$ mm.

2.6 Hackschnitzel

Holzspan mit einer typischen Länge von mehr als 15 mm und einer – im Vergleich zu anderen Dimensionen – geringen Dicke.

2.7 Holzähnliche Werkstoffe

Werkstoffe mit ähnlichen physikalischen/materiellen Eigenschaften wie Holz. Dazu gehören MDF (mitteldichte Holzfaserplatten), OSB (Grobspanplatten), HDF (hochdichte Faserplatten), Sperrholz, Spanplatten, Faserplatten und die genannten Werkstoffe, auch wenn sie mit Kanten/Beschichtungen aus Kunststoff oder Leichtmetall beschichtet sind.

2.8 Korngröße

Der Begriff Korngröße beschreibt die Größe einzelner Partikel (auch Körner genannt) in einem Gemenge. Die Korngrößen innerhalb des Gemenges und deren Verteilung werden durch eine Siebanalyse ermittelt.

2.9 Absaugrohrleitungs-System

Alle Teile der Rohrleitung zwischen Absaugstellen und Filter, bestehend aus Haupt- und Abzweigrohrleitungen, Absperrschiebern, Feuerschutzabschlüssen und Rückschlagklappe.

Rückschlagklappen können auch ein Teil des Filters sein.

2.10 Rückschlagklappe

Klappe, die durch den Luftstrom bei Normalbetrieb offengehalten wird und durch Unterbrechung oder Umkehr des Luftstroms selbständig schließt.

2.11 Hauptleitung

Rohrleitung zum Abscheider, an die Abzweig- oder Maschinenanschlussleitungen angeschlossen sind.

2.12 Ventilator

Komponente innerhalb des Entstaubers/der Absauganlage, die den zum Absaugen von Holzstaub und -spänen von den Holzbearbeitungsmaschinen und deren weiteren pneumatischen Transport erforderlichen Volumenstrom liefert.

2.13 Stützventilator

Zusätzlicher Ventilator zum Ausgleich eines hohen Druckverlusts.

2.14 Abscheider

Einrichtung zur Trennung von Staub und Spänen von der Transportluft. Filtereinheiten und Zyklone sind Beispiele für Abscheider.

2.15 Filtereinheit

Einrichtung zum Entfernen von partikelförmigen Verunreinigungen aus der Luft, bestehend aus Gehäuse, Ein- und Auslässen, Filterelementen und Abreinigungs- bzw. Regenerationseinrichtung.

2.16 Filterelement

Teil der Filtereinheit bestehend aus einem Filtermedium, zum Beispiel Nadelfilz, sowie daraus hergestellter Teil der Filtereinheit, zum Beispiel Filterschlauch zum Abscheiden von Staub und Spänen aus der Luft.

2.17 Filter-Regenerations-/Abreinigungseinrichtung

Einrichtung, um die Staubschicht auf den Filterelementen zu verringern. Die Abreinigung/Regeneration kann zum Beispiel durch mechanische Rüttelung, Spülluft oder Druckluftabreinigung erreicht werden.

2.18 Rohluftbereich

Staubbeladene innere Bereiche der Absauganlage bzw. des Entstaubers einschließlich Rohrleitung, Silo, Container, Sammelbehälter, Abscheider usw. von den Rohrleitungsanschlüssen zu den Holzbearbeitungsmaschinen bis zur Oberfläche der Abscheiderelemente, an denen die Trennung von Absaugluft und transportiertem Material stattfindet.

2.19 Reinluftbereich

Innere Bereiche der Absauganlage bzw. des Entstaubers nach dem Abscheider bis zur Ausströmung der Luft aus der Absauganlage bzw. des Entstaubers oder in Leitungen ohne Beladung (z. B. Ringleitung).

2.20 Sammelbehälter

Bewegliche Einrichtung mit einem Volumen bis zu 1,0 m³ zum zeitweiligen Lagern von Holzstaub und -spänen.

2.21 Container

Bewegliche Einrichtung mit einem Volumen über 1,0 m³ zum zeitweiligen Lagern von Holzstaub und -spänen.

2.22 Späne-Sammeltonne

Bewegliche Ausrüstung zum Sammeln von Holzstaub und -spänen. Sie dient als Behälter für die Aufnahme von Einweg-Sammelsäcken.

2.23 Transportsystem

Einrichtung, um Holzstaub und -späne von einem oder mehreren Abscheidern zu anderen Teilen der Absauganlage oder in ein oder mehrere Silo(s) zu transportieren.

2.24 Rückluft

Gereinigte Luft, die aus einer Absauganlage oder einem Entstauber in den Arbeitsbereich zurückgeführt wird.

2.25 Rückluftkanal

Kanal, durch den die gefilterte Luft in den Arbeitsbereich zurückgeführt wird.

2.26 Fortluft

Luftstrom, der ins Freie strömt.

2.27 Luftgeschwindigkeit

Durchschnittliche Geschwindigkeit der Luft innerhalb einer Rohrleitung, berechnet oder gemessen über den gesamten Querschnitt.

2.28 Nennvolumenstrom

Luftvolumenstrom im Saugstutzen eines Ventilators bzw. Rohluftstutzen eines Entstaubers der sich aus dem Stutzen-Querschnitt und der mittleren Luftgeschwindigkeit von 20 m/s ergibt, die sich beim Betrieb der Absauganlage bzw. des Entstaubers nach dem Abreinigen bzw. Wechseln der Sammeleinrichtung immer wieder einstellt.

2.29 Standard-Holzbearbeitungsmaschinen

Standard-Holzbearbeitungsmaschinen lassen sich grob nach der Art der Zerspanung in Säge-, Hobel-, Fräs- oder Schleifmaschinen aufteilen. Mit ihnen werden Holz und Werkstoffe mit ähnlichen physikalischen Eigenschaften bearbeitet.

Charakteristisch für Standardholzbearbeitungsmaschinen ist das Führen des Werkstücks per Hand mit oder ohne unterstützende Vorschubeinrichtung entlang des Werkzeugs. Die Variabilität der durchführbaren Arbeitsgänge ist je nach Maschine sehr hoch. In vielen Fällen werden die Gefahrenbereiche der rotierenden Werkzeuge durch Schutzeinrichtungen verhindert, die durch die Bedienungsperson einzustellen sind.

2.30 Mehrstufige Holzbearbeitungsmaschinen und Anlagen

In mehrstufigen Maschinen erfolgt das Teilen, Spanen, Beschichten, Formen oder Verbinden von Holz und ähnlichen Werkstoffen nach einmaliger Zuführung ohne Umsetzen von Hand. Die Werkstückzuführung bzw. das Abnehmen der Werkstücke kann manuell oder mechanisiert mit Ein- und Ausstapelanlagen erfolgen. Der Werkstückvorschub erfolgt grundsätzlich mechanisch.

2.31 Ältere Maschinen

Ältere Holzbearbeitungsmaschinen weisen zum Teil einen niedrigeren sicherheitstechnischen Stand auf als neue Maschinen, die den sicherheitstechnischen Anforderungen aktueller Richtlinien und Normen entsprechen. Die Arbeitgeber und Arbeitgeberinnen müssen im Rahmen der Gefährdungsbeurteilung für jede Maschine/Anlage im Einzelfall prüfen, ob deren Verwendung sicher ist. Sie dürfen sich nicht vollständig auf das Sicherheitsniveau berufen, das zum Beispiel zum Zeitpunkt der ersten Inbetriebnahme der Maschine gegolten hat.

3 Rahmenbedingungen und Anforderungen

Hackschnitzel, Holzspäne und Holzstaub fallen als Nebenprodukt der Zerspanung praktisch bei jeder Art von Holzbe- und -verarbeitung an. Die Gesamtmenge und der jeweilige Anteil der genannten Bestandteile an dieser Gesamtmenge hängen im Wesentlichen vom Umfang und von der Art der jeweiligen Bearbeitungen ab.

Wesentliche Arbeitsgänge mit Zerspanung in der Holzbe- und -verarbeitung sind:

- Sägen
- Fräsen
- Hobeln
- Schleifen
- Bohren
- Drehen
- Zerkleinern (Hacken, Mahlen)

Die Palette der eingesetzten Holzbe- und -verarbeitungs-
maschinen reicht

- von mechanisch beschickten, vollautomatisch arbeitenden Fertigungsstraßen
- über handbeschickte Einzelmaschinen mit automatischem Werkstück- und/oder Werkzeugvorschub
- über mit Handvorschub beschickte Standardholzbearbeitungsmaschinen
- bis hin zu handgeführten Bearbeitungsmaschinen (Elektrowerkzeuge, Druckluftwerkzeuge).

Daneben ist besonders die handwerkliche Holzbearbeitung auch durch zeitlich relativ umfangreiche Arbeiten geprägt, bei denen Holzbearbeitung mit Zerspanung direkt von Hand durchgeführt wird (z. B. Handschleifen).

Zerspanung findet nicht nur in den eigentlichen Produktionsstätten statt, sondern – wenn auch in deutlich geringerem Umfang – im Rahmen von Bau- und Montagearbeiten bei Kunden und Kundinnen (z. B. Zuschnitte und Oberflächenbearbeitung im Zuge von Anpassungen der Werkstücke an die örtlichen Gegebenheiten).

Holz ist der älteste Werkstoff in der Menschheitsgeschichte. Seine für Heizzwecke positiven Eigenschaften als Rohstoff werden einerseits von vielen Betrieben gern für den

eigenen Wärmebedarf genutzt, bringen aber andererseits in der Be- und Verarbeitung zu verwendungsfertigen Produkten auch Probleme mit sich. So gehört das Holzverarbeitende Gewerbe zu den am häufigsten von Brand- und Explosionsereignissen betroffenen Gewerbebranchen.

Holz ist grundsätzlich in allen Formen brennbar, egal ob als kompaktes Holzstück, als Hackschnitzel, als Span oder in Staubform. Je kleiner die Körner sind und je größer damit die dem umgebenden Luftsauerstoff zur Reaktion zur Verfügung stehende Oberfläche ist, desto schneller lassen sie sich entzünden und desto heftiger erfolgt der Abbrand. Holzstaub mit einer Korngröße < 0,5 mm ist im Gemisch mit Luft explosionsfähig (Näheres siehe [DGUV Information 209-045](#)).

Holzstäube sind aber auch gesundheitsschädlich und können beim Menschen in einatembarer Form (E-Fraktion: Korngröße < 0,1 mm) Nasenkarzinome (Berufskrankheit Nr. 4203 nach Berufskrankheiten-Verordnung) auslösen. Die Stäube einiger Hölzer können sensibilisierend wirken (Näheres siehe [DGUV Information 209-044](#)).

Aufgrund der gefährlichen Eigenschaften verlangen die einschlägigen staatlichen Vorschriften, besonders die Gefahrstoffverordnung, eine möglichst gefährdungsarme Herangehensweise beim Umgang mit den bei der Holzbe- und -verarbeitung anfallenden Zerspanungsprodukten.

Für den Betreiber ergibt sich im Allgemeinen die Zusatzanforderung, die Zerspanungsreste für die thermische Verwertung nutzen zu können und die Produktqualität negativ beeinflussende Verschmutzungen der Arbeitsumgebung und der Werkstücke zu vermeiden.

Die Einhaltung der genannten Vorgaben ist in der Regel nur gewährleistet, wenn die Zerspanungsreste erfasst und vom Arbeitsplatz entfernt werden. Ausnahmen sind in [Abschnitt 4.2.6.1](#) dargestellt.

Aus den genannten Gründen ergibt sich die Anforderung des Beseitigens von Hackschnitzeln und Absaugens von Holzstaub und -spänen am Entstehungsort.

Absauganlagen für Holzstaub und -späne haben die Aufgabe, Holzbearbeitungsmaschinen und andere Emissionsquellen wirksam abzusaugen, das abgesaugte Staub-Späne-Gemisch zu fördern, zu filtern und zeitweilig zu lagern, zum Beispiel in einem Silo. Zu beachten sind dabei folgende Vorgaben:

- Sicherstellung der Einhaltung eines Arbeitsplatzgrenzwerts (AGW) von 2 mg Holzstaub pro m³ Raumluft als einatembare Staub (E-Fraktion, als Schichtmittelwert) bei allen Tätigkeiten.
- Begrenzung des Reststaubgehalts bei Rückführung der gereinigten Luft (z. B. zur Wärmerückgewinnung) auf derzeit 0,1 mg Holzstaub pro m³ rückgeführter Luft ([TRGS 553:2022-07](#), [DIN EN 12779:2016-03](#), [DIN EN 16770:2018-12](#) und [DIN EN 60335-2-69:2015-07](#)).
- Begrenzung des Reststaubgehalts bei Fortführung der gereinigten Luft ins Freie nach den Vorgaben der Siebenten Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes ([BlmSchG](#)).
- Ablagerungsfreiheit des Materialtransports innerhalb von Rohrleitungen von der Emissionsstelle bis zum Abscheider.
- Staubfreie Handhabung und Lagerung des abgeschiedenen Materials; Lagerung nur in geschlossenen Behältern oder in fest zugebundenen Sammelsäcken.

Absauganlagen sind in ihrer Gesamtheit „Maschinen“ im Sinne der Richtlinie 2006/42/EG und können im Einzelfall auch Sicherheitsbauteile nach Anhang V dieser Richtlinie darstellen (siehe dazu auch Abschnitt 5.3.1 der [DGUV Information 209-200](#)). Für die Beurteilung der Konformität von neu in Verkehr gebrachten Absauganlagen für Holzstaub und -späne mit der Richtlinie existieren derzeit zwei harmonisierte europäische Maschinennormen (C-Normen):

1. **DIN EN 12779:2016-03:** „Sicherheit von Holzbearbeitungsmaschinen – Ortsfeste Absauganlagen für Holzstaub und Späne – Sicherheitstechnische Anforderungen; Deutsche Fassung EN 12779“
2. **DIN EN 16770:2018-12:** „Sicherheit von Holzbearbeitungsmaschinen – Absauganlagen für Holzstaub und Späne für Innenaufstellung – Sicherheitstechnische Anforderungen; Deutsche Fassung EN 16770“



Hinweis

Es ist zu beachten, dass die neue Maschinenverordnung (EU 2023/1230) zum Stichtag 20.01.2027 die Maschinenrichtlinie ablöst und in Kraft tritt. Von diesem Datum an müssen sämtliche in Verkehr gebrachte Maschinen der Maschinenverordnung entsprechen. Änderungen aus der neuen Verordnung werden in dieser Schrift nicht berücksichtigt.

4 Bemerkungen zur Konzeption und Dimensionierung der Komponenten

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 3

In den folgenden Abschnitten sind die in der DGUV Information 209-200 „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ beschriebenen allgemeinen Anforderungen zur Konzeption und Dimensionierung der Komponenten für das Absaugen des Gefahrstoffs „Holzstaub und -späne“ zusammengefasst und konkretisiert.

Darüber hinaus werden etwaige Besonderheiten beim Erfassen und Absaugen von Holzstaub und -spänen dargestellt und erläutert.

Außerdem enthält der Abschnitt im Einzelfall Verweise auf andere DGUV Informationen, die sich mit speziellen Problemen beim Umgang mit dem Gefahrstoff, stofftypischen Anlagen im Bereich des Absaugens und Lagerns oder mit den sich für den Betreiber aus dem Vorschriftenwerk ergebenden Pflichten zur Prüfung und Dokumentation ergeben.

4.1 Stoffeigenschaften, Quellen, Freisetzungsmechanismen

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 3.1

4.1.1 Stoffeigenschaften und Gefährdungen

Kennzeichnend für den Werkstoff Holz ist eine relativ geringe, aber stark variierende Dichte, die aber auch innerhalb einer Werkstückstruktur stark schwanken kann. Aufgrund der geringen Dichte von Holz ist es möglich, mit relativ geringen Absaugleistungen abzusaugen. Gleichzeitig führt die geringe Dichte auch dazu, dass Holzstaub auch schon bei geringen Umgebungsluftgeschwindigkeiten

- aufgewirbelt wird,
- sich lange schwebend in der Luft hält und
- somit leicht in die Atemwege eindringen kann.

Für die Gesundheit des Menschen schädlich ist dabei besonders die einatembare Fraktion (E-Fraktion, $d < 0,1 \text{ mm}$). Die einatembare Fraktion ist der Massenanteil aller Schwebstoffe, der durch Mund und Nase eingeatmet wird. Eingeatmete Holzstäube können zu bösartigen Erkrankungen der Nasenschleimhaut führen. Adenokarzinome der Nasenhaupt- und Nasennebenhöhlen durch Stäube von Eichen- oder Buchenholz sind in der Liste der Berufskrankheiten unter der Nummer 4203 aufgeführt.

Holzstäube können sensibilisierend auf die Atemwege oder Haut wirken. Auch wenn diese Stäube wirksam abgesaugt werden, können allergische Reaktionen auftreten.

Als Schüttdichte bezeichnet man die Dichte der Holzpartikel untereinander im Verhältnis zu der dazwischenliegenden Luft auf einem bestimmten Raum. Die Schüttdichte üblicher Holzarten liegt zwischen 150 kg/m^3 und 600 kg/m^3 . Sie ist stark abhängig von der Partikelgröße. Je feiner die Partikel sind, desto größer ist die Schüttdichte. Die Schüttdichte ist die maßgebliche Größe für die Massennahmen bei der Auslegung von Absauganlagen und Lagerbehältern (Silos) und wird „umgangssprachlich“ auch als Schüttgewicht bezeichnet.

Holzpartikel sind brennbar. Bei einer Verbrennung gehen sie eine exotherme Reaktion mit dem umgebenden Luftsauerstoff ein. Um die Reaktion in Gang zu bringen, bedarf es einer wirksamen Zündquelle mit ausreichender Zündenergie. Das Auftreten solcher Zündquellen ist in der normalen Arbeitsumgebung nie vollkommen auszuschließen.

Holzstäube ($d < 0,5 \text{ mm}$) können im Gemisch mit Luft Explosionen auslösen, wenn das Holzstaub-Luft-Gemisch die untere Explosionsgrenze (UEG) überschreitet (siehe DGUV Information 209-045). Daher ist für die Auslegung der Anlagen bei Holzstäuben im Regelfall nur die UEG zu berücksichtigen.

Die Brennbarkeit, das Reaktionsverhalten und die benötigte Zündenergie sind in starkem Maße abhängig von der Oberfläche eines Partikels (siehe Tabelle 1 am Beispiel eines Holzwürfels).

Tabelle 1 Auswirkungen auf das Brandverhalten bei unterschiedlicher Korngröße am Beispiel eines Holzwürfels

	Gesamt- oberfläche	Wirksame Zündquelle	Auswir- kung
Kompakt- würfel	6 cm ²	z. B. sehr starke Flamme	brennt nur sehr schwer
zerteilt in Späne	bis zu 600 cm ²	z. B. einfache Flamme	brennt sehr gut
als Fein- staub ab- gelagert	je nach Korn- größe ca. 6.000 bis 60.000 cm ²	z. B. Funke, heiße Oberfläche	Glimm- brand, offener Brand
als Fein- staub auf- gewirbelt	je nach Korn- größe ca. 6.000 bis 60.000 cm ²	z. B. Funke, stat. Entladung, sehr geringe Zünd- energie	Verpuf- fung, Explosion

Das Explosionsverhalten von Holzstäuben ist also in starkem Maße abhängig von der Feinheit. Feinere Stäube sind leichter entzündbar und reagieren heftiger als gröbere.

Ein höherer Anteil an groben Spänen oder Hackschnitzeln in einer Staubprobe führt nur zur Abschwächung des Explosionsablaufs, verhindert aber nicht eine mögliche Explosion. Solange der Staubanteil im Gemisch mit Luft oberhalb seiner unteren Explosionsgrenze liegt, ist im Allgemeinen eine Staubexplosion möglich. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass in der Praxis aus den verschiedensten Gründen aus grobem Material durch Abrieb und anhaftende kleine Partikeln Staub entstehen kann.

Grundsätzlich nehmen mit steigendem Wassergehalt die Zündempfindlichkeit und die Reaktionsfreudigkeit von Holzstäuben ab. Dieser Einfluss spielt bis zu einem Wassergehalt von etwa 10 Gew.-% nahezu keine Rolle. Lediglich die Aufwirbelbarkeit der Stäube kann gemindert werden. Erst oberhalb von 20 Gew.-% bis 30 Gew.-% Wassergehalt reduzieren sich p_{max} und K_{st} deutlich. Ab einem Wassergehalt von 50 Gew.-% gelten Holzstäube als im Gemisch mit Luft nicht mehr explosionsfähig.¹ In der

Praxis ist allerdings zu beachten, dass feuchte Holzstäube besonders bei Ablagerungen im Aufstellungsbereich oder Ablagerungen auf horizontalen Flächen innerhalb von Anlagenteilen (z. B. Silos) unter Wärmeeinwirkung nachtrocknen und bei Aufwirbelung somit wieder explosionsfähige Holzstaub-Luft-Gemische bilden können.

In Schüttungen von Holzstäuben und -spänen mit einer Holzfeuchtigkeit über 15% wie in Silos kann durch chemische Oxidationsreaktionen (Gärprozesse) innerhalb der Schüttung Wärme erzeugt werden, die nicht vollständig nach außen abgegeben werden kann. Bei langfristiger Lagerung oder erhöhten Einlagerungstemperaturen können sich innerhalb der Schüttung sogenannte „Hotspots“ bilden, die im weiteren Verlauf unter Bildung von Schwelgasen zu einer Selbstentzündung des Materials und der Entstehung von kaum zu detektierenden Glutnestern führen. Die Gefahr der Selbstentzündung steigt mit zunehmender Umgebungs- bzw. Einlagerungstemperatur und zunehmender Größe des Schüttvolumens (Silogröße).

Nähere Informationen zum Brand- und Explosionsverhalten von Holzstäuben sowie den bei der Auslegung von Absauganlagen anzuwendenden Brenn- und Explosionskenngrößen können der [DGUV Information 209-045](#) und der öffentlich zugänglichen Datenbank [GESTIS-STAU-EX](#) der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) entnommen werden.

4.1.2 Quellen der Freisetzung

Als Quellen für die Freisetzung von Holzpartikeln im Betrieb sind anzusehen:

1. Stationäre Bearbeitungsmaschinen
2. Handgeführte Bearbeitungsmaschinen (z. B. Elektrowerkzeuge)
3. Arbeiten mit Zerspanung von Hand (besonders Handschleifarbeiten)
4. Sonstige Tätigkeiten wie Reinigungsarbeiten (Kehren und Abblasen) und Handling von Werkstücken und Späne-Sammeleinrichtungen (Späne-Tonnen, etc.)
5. Undichtigkeiten in staubführenden Anlagen

¹ Gewichtsprozent an Feuchte, Ausgleichsfeuchte im Holz U und Atröfeuchte, die die objektiv gleiche Situation mit unterschiedlichen Zahlenwerten belegen. Hier ist nicht Atröfeuchte oder U gemeint, sondern Gew.-%.

Alle diese Staubquellen müssen im Regelfall von (unterschiedlichen) Absauganlagen oder Absauggeräten erfasst und beseitigt werden.

4.1.3 Freisetzungsmechanismen und Ausbreitung

Die Freisetzung in den Fällen 1–3 erfolgt nach dem Prinzip der mechanischen Staubbildung durch äußere Kräfte, im Fall 4 und 5 durch Druckunterschiede, in beiden Fällen mit punktförmiger Charakteristik.

Im Fall sich drehender Werkzeuge erfolgt die Freisetzung von abgetrennten Partikeln in Drehrichtung des Werkzeugs.

In den Fällen 4 und 5 wird ein Bewegungsimpuls (z. B. Raumluft, Druckluft) auf die umgebende Luft übertragen und die abgelagerten Partikel werden so in Bewegung gesetzt.

Größere Partikel neigen aufgrund ihres Gewichts zur Sedimentation. Eine ausreichende Dispersion in der Luft ist dabei dann oft erst nach deren (Wieder-)Aufwirbelung gegeben. Abhängig von der zur Verfügung stehenden Zeit und den Strömungsverhältnissen in der Luft lagern sich die Partikel am Boden oder auf Bauteilen (Produktions-einrichtungen) ab, die teilweise auch weit entfernt von ihrem Austrittspunkt liegen können.

Bei Partikelgrößen von weniger als 100 µm (luftgetragene Anteile) kann davon ausgegangen werden, dass die Partikel auch geringen Umgebungs-Luftströmungen annähernd ungestört folgen und sich damit im ganzen Betrieb ausbreiten. Bei größeren Partikeln bewirkt die Trägheitskraft, dass die Partikelbahnen von den Stromlinien der Luft abweichen. Diese Partikel sedimentieren innerhalb kurzer Zeit in ruhender Luft aus.

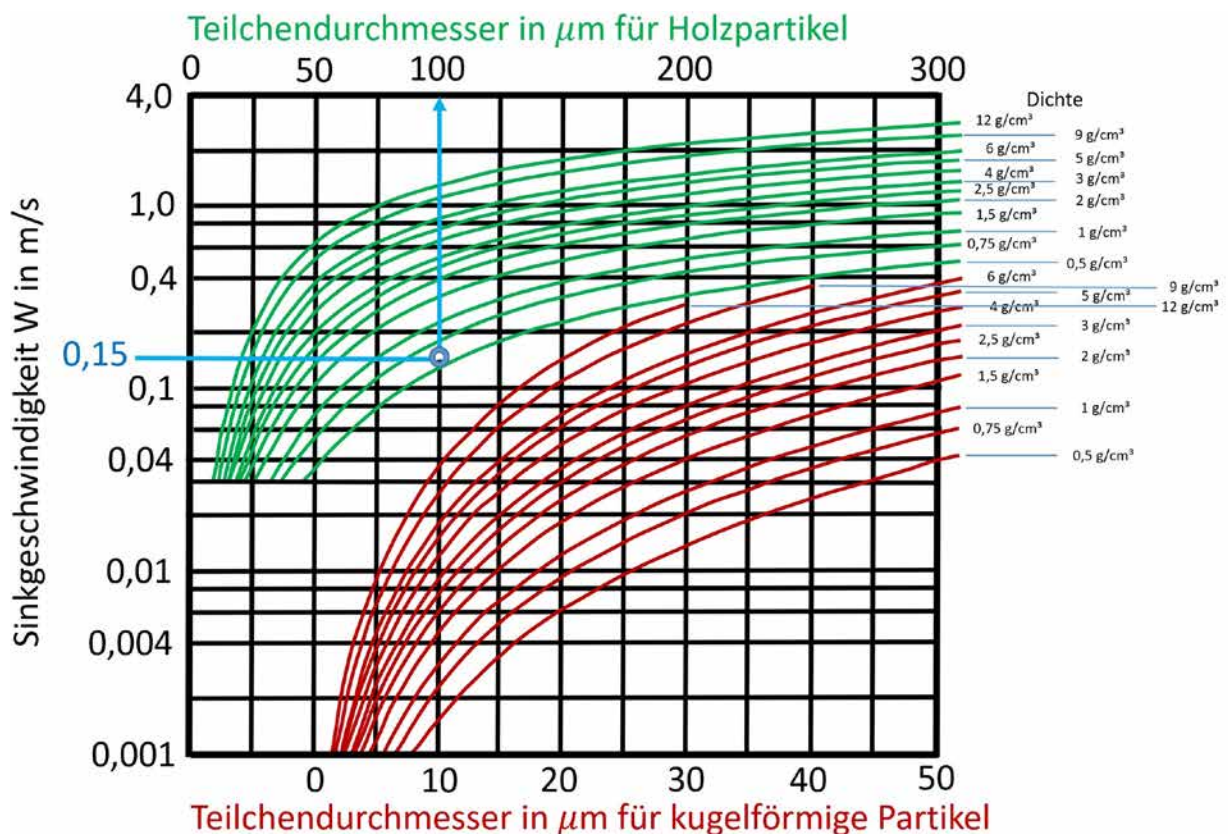


Abb. 1 Sinkgeschwindigkeit kugelförmiger Partikel in ruhender Luft nach Batel

Abbildung 1 verdeutlicht, dass die Sinkgeschwindigkeiten von kugelförmigen Partikeln (rote Linien) mit $d < 10 \mu\text{m}$ in jedem Fall kleiner als die umgebende Luftgeschwindigkeit sind und damit so gering, dass die Partikel in jedem Fall luftgetragen sind; bei Holzpartikeln (Dichte von $500 \text{ kg/m}^3 \equiv 0,5 \text{ g/cm}^3$, siehe grüne Linien und blaue Pfeile) gilt das schon für Teilchendurchmesser $\leq 100 \mu\text{m}$. Dabei wird von einer vorhandenen, im geschlossenen Raum durchaus üblichen Umgebungs-Luftströmung von $0,15 \text{ m/s}$ ausgegangen.

4.1.3.1 Partikel-Bahnkurven

Die Impulsübertragung bei der Freisetzung von größeren Partikeln (z. B. Holzspäne) durch Bearbeitungswerkzeuge führt zu hohen Geschwindigkeiten entlang einer Partikelbahn. Diese Bahnkurve eines Partikels kann exakt nur mit numerischen Verfahren berechnet werden. Zudem ist die Luftgeschwindigkeit im Erfassungselement einer Absaugung nicht konstant. Ob das Partikel tatsächlich erfasst wird, lässt sich ebenfalls nur mit numerischen Verfahren klären. Mit einem mittleren c_w -Wert lässt sich näherungsweise die Luftgeschwindigkeit abschätzen, die in einer Erfassungseinrichtung vorhanden sein muss, um ein größeres Partikel zur Umkehr zu zwingen, bevor es in den Aufenthaltsbereich der Beschäftigten gelangt (ein Beispiel zur Berechnung dieses sogenannten Umkehrpunkts siehe Anhang 8.2). Im Regelfall sind dabei deutlich höhere Luftgeschwindigkeiten und damit größere Absaugleistungen erforderlich als üblicherweise durch eine Holzstaub-Absauganlage gegeben ist.

Entstehende Schleifpartikel bewegen sich entsprechend den gewählten Bearbeitungsparametern oft auch auf unterschiedlichen Bahnen. Um möglichst viele Schleifpartikel in die Erfassungsstelle zu bringen, muss sie entsprechend angeordnet und ausgeführt sein. Eine Umlenkung der Schleifpartikel lässt sich auch nicht mit hoher Luftgeschwindigkeit realisieren (siehe auch [Abschnitt 4.2](#)).

4.1.3.2 Zirkulationsströmung von sich drehenden Bearbeitungswerkzeugen

Bei der Zerspanung kommen in der Holzbe- und -verarbeitung häufig kreisrund geformte Werkzeuge zum Einsatz, die mit hohen Drehzahlen rotieren und mit einer unterschiedlichen Anzahl von Schneidelementen ausgerüstet sein können. Beim Eingriff dieser Schneidelemente werden Teile aus dem Werkstück herausgeschnitten und aufgrund der hohen Umfangsgeschwindigkeiten aus dem Kontakt-Bereich zwischen Werkzeug und Werkstück herausgeschleudert. Je nach Größe folgen diese Teilchen (Staubpartikel, Späne) unterschiedlichen Flugbahnen und verlassen dabei die Grenz-Luftschicht, die das Werkzeug durch Mitreißen der Umgebungsluft erzeugt (Ventilator-Wirkung sich drehender Werkzeuge).

Die Vorgänge, die zum Entstehen der unterschiedlichen Partikelflugbahnen führen, wie auch die Strömungsverhältnisse um frei rotierende Werkzeuge sind vielfältig und mathematisch komplex. Daher existieren derzeit keine einfachen Lösungen, die es erlauben würden, diese Zusammenhänge in ihrer ganzen Komplexität mit einfachen mathematischen Methoden zu erfassen.

Eine Vorstellung von den Strömungsverhältnissen geben Untersuchungen des Instituts für Werkzeugmaschinen an der TU Stuttgart, bei denen Versuche an einem Fräs Werkzeug mit Durchmesser 75 mm bei einer Drehzahl von $n = 984 \text{ U/min}$ durchgeführt wurden. Danach nimmt der Einfluss des vom rotierenden Werkzeug induzierten Luftstroms mit zunehmendem Abstand des Partikels vom Werkzeug ab (siehe Abbildung 2 und Tabelle 2). Gleichzeitig nimmt der Einfluss der durch die Absaugung induzierten, an die Flugbahn des Partikels angreifenden „Erfassungsluftgeschwindigkeit“ zu.

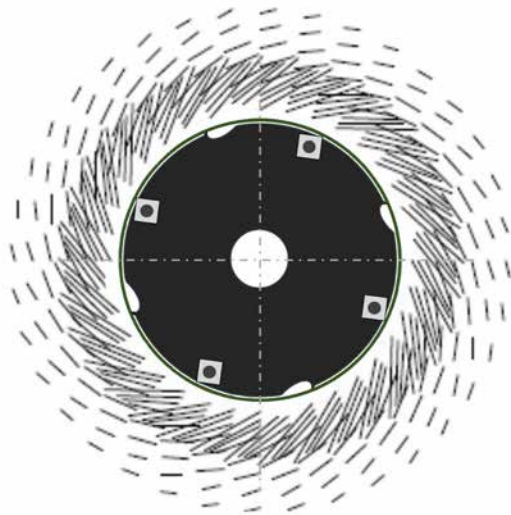


Abb. 2 Luftgeschwindigkeitsverteilung um ein rotierendes (Holzbearbeitungs-)Werkzeug am Beispiel eines Radien-Fräswerkzeugs mit Schneidplatten

Tabelle 2 Radiale und tangentielle Strömung um das in Abbildung 2 dargestellte Werkzeug mit Durchmesser 75 mm bei einer Drehzahl von $n = 984 \text{ U/min}$

Abstand vom Werkzeug	Luftgeschwindigkeit in m/s		
	in mm	Tangentiale Komponente	Radiale Komponente
3	20,4	11,2	23,5
5	16,2	8,8	18,4
7	14,6	7,1	16,2
10	12,6	4,4	13,3
15	9,5	2,8	9,9
20	7,6	1,7	7,8
25	5,4	1,6	5,6
30	4,5	1,1	4,6

Die Größe der – im Rahmen der „Ventilatorwirkung“ – vom Werkzeug auf die Partikel induzierten (Zirkulations-) Luftgeschwindigkeit ist nach den Untersuchungen abhängig von

- der Werkzeuggeometrie,
- dem Werkzeugdurchmesser,
- der Werkzeugdrehzahl,
- dem Schneidenüberstand und
- der Anzahl der Schneiden.

Die „Ventilatorwirkung“ des Werkzeugs kann dazu führen, dass Späne vom Werkzeug mitgerissen und nicht in die Umgebung freigelassen werden (Zirkulationsströmung). Das führt dazu, dass die vom Werkstück abgetrennten Partikel von der Absauganlage nur unvollständig erfasst werden.

4.1.3.3 Schlepplströmung an Schleifbändern

Die Luftströmung an bewegten Schleifbändern entsteht in der Grenzschicht. In dieser Grenzschicht wird Luft aus der ruhenden Umgebung auf die Geschwindigkeit der bewegten Oberfläche (Schleifband) beschleunigt und mitgerissen. Befinden sich in diesem Strömungsweg Hindernisse (z. B. Werkzeuge oder andere Werkstücke), wird die mit Stoffen angereicherte Luft aus der Grenzschicht in den Arbeitsbereich etc. umgelenkt.

Das Geschwindigkeitsprofil in der Grenzschicht entspricht bei Schlepplströmung dem Verlauf bei Anströmung einer ebenen Platte, wobei dort die Geschwindigkeit an der Oberfläche der Platte und nicht die Geschwindigkeit in der Umgebung „Null“ ist. Aus den Geschwindigkeitsverläufen lässt sich der mitgeführte Luftstrom berechnen.

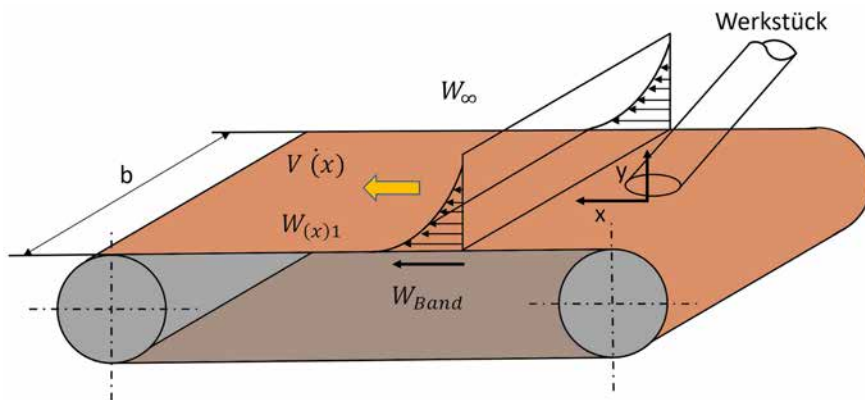


Abb. 3 Geschwindigkeitsverlauf am Schleifband

Der mitgeführte Luftvolumenstrom ergibt sich aus der Beziehung:

$$\dot{V}_x = k_3 \cdot (w_{x(Band)})^{0,8}$$

wobei der Induktionskoeffizient anzunehmen ist mit:

$$k_3 = 5,03 \cdot 10^{-3} \left[\frac{\text{m}^{0,4}}{\text{s}^{0,2}} \right]$$

4.2 Prinzipien der Erfassung und Konstruktion von Erfassungselementen und Ausrüstung von Holzbearbeitungsmaschinen mit Erfassungseinrichtungen

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 3.2

Für die Qualität der Absaugung ist vor allem die Wirksamkeit der gewählten Erfassungseinrichtung entscheidend. Mit der richtigen Auswahl der Erfassungseinrichtung kann die abzusaugende Luftmenge auf ein Minimum begrenzt werden. Damit hat die Erfassungseinrichtung wesentlichen Einfluss auf die Höhe der Gesamtinvestition und den Energiebedarf einer Absauganlage.

Die Erfassungseinrichtung soll den Arbeitsprozess so wenig wie möglich behindern. Ein einfacher Umgang und ein störungsfreies Arbeiten sind die Voraussetzung für die Akzeptanz bei den Anwendenden.

Die Erfassungseinrichtungen müssen der Art und der Position der Emissionsquelle sowie den Eigenschaften der Stofffreisetzungsvorgänge (Ausbreitungsrichtung, Quellstärke) angepasst sein. Der Erfassungsluftvolumenstrom muss so groß sein, dass Holzstäube und Holzspäne möglichst vollständig erfasst werden. Dazu muss in vielen Fällen der Emissionsstrom in die Richtung der Absaugströmung umgelenkt werden.

Die effizienteste Erfassung und der minimale Energieverbrauch sind gegeben, wenn die Erfassungsrichtung in Richtung des Ausbreitungswegs der Emission erfolgt. Bei vielen, vor allem handwerkstypischen, Arbeitsplätzen sind der Emissionsort und der Ausbreitungsweg aber nicht ortsfest und richtungsstabil. In diesen Fällen ist es für eine wirksame Erfassung als zusätzliche Randbedingung erforderlich, dass die Erfassungseinrichtung beweglich ist.

Abhängig von der jeweiligen Größe, Feuchte und Eigengeschwindigkeit der Partikel sind für Gemische aus Holzstaub und -spänen für die Luftgeschwindigkeit im Erfassungsbereich Werte von 10 m/s bis 15 m/s und mehr üblich.

Sind besonders massenbehaftete Partikel (z. B. Hackschnittel, feuchte Hobelspäne) zu erfassen und/oder werden den Partikeln durch sich drehende Werkzeuge hohe Eigengeschwindigkeiten induziert, wie es in der Holzbearbeitung aufgrund der hohen Schnittgeschwindigkeiten am Werkzeugumfang von 60 m/s und mehr üblich ist, müssen unter Umständen deutlich höhere Luftgeschwindigkeiten von 25 m/s und mehr an der

Erfassungseinrichtung anliegen, um ein ausreichend wirksames Saugfeld zu generieren.

Oft stellt die praktisch mögliche Lösung für die Gestaltung eines Erfassungselements einen Kompromiss zwischen den Forderungen nach störungsfreier Arbeitsmöglichkeit und optimalen Erfassungsbedingungen dar.

4.2.1 Prinzipielle Ausführungsvarianten von Erfassungseinrichtungen bei der Holzbearbeitung

Bei der Auslegung von Erfassungseinrichtungen sollten die folgenden praktischen Grundsätze/Randbedingungen berücksichtigt werden:

- Die Stoffströme werden auf Basis einer reinen Saugwirkung erfasst. Die Mehrzahl der technischen Lösungen in der Holzbearbeitung funktioniert nach diesem Prinzip.
- Darüber hinaus gibt es in Einzelfällen Absaugsysteme mit Zuluft-Unterstützung. Zusätzlich eingebrachte Luftströmungen unterstützen den Transport der Stoffströme zu den Erfassungseinrichtungen und erhöhen den Erfassungsgrad. Aber nur sorgfältig ausgelegte Konstruktionen verhindern dabei Verwirbelungen und die Austragung aus dem Erfassungsbereich.

Am wirkungsvollsten ist eine vollständige Einhausung der Emissionsquelle, da dann die geringsten Erfassungsluftströme erforderlich sind. Je offener die Erfassung gestaltet wird, umso größer werden die benötigten Erfassungsluftströme und umso schwieriger ist es, noch eine ausreichende Erfassung zu erzielen.

4.2.1.1 Geschlossene Erfassungseinrichtungen in Form von Kapselungen oder Einhausungen

Erfassungseinrichtungen geschlossener Bauart sind Einhausungen oder Kapselungen. Bei der Einhausung wird ein technisches Arbeitsmittel oder Arbeitsverfahren großräumig – und häufig begehbar – umkleidet, während bei der Kapselung eine relativ enge Umkleidung eines Apparats durchgeführt wird (z. B. Kapselung einer Bearbeitungsmaschine). In beiden Fällen wird der umkleidete Raum nach Möglichkeit unter Unterdruck gehalten. Richtwerte für die erforderliche Absaugmenge des umschlossenen Raums erhält man aus den Spaltflächen aus Undichtigkeiten im Gehäuse, den Zuluft-Öffnungen oder aus der

Größe der Öffnungen für den Materialtransport durch die Einhausung hindurch.

In der Holzbe- und -verarbeitung sind geschlossene Erfassungseinrichtungen in aller Regel eine zusätzliche Maßnahme zur Absaugung der anfallenden Stäube und Späne an der Entstehungsstelle. Sie erfüllen dabei auch andere Anforderungen, wie einen verbesserten Lärmschutz und eine wirksame Zugriffsverhinderung auf die vorhandenen Gefahrstellen (sicherheitstechnische Schutzmaßnahme). Im Zusammenhang mit der Emissionsvermeidung liegt ihr Nutzen vor allem in der Vermeidung der Ausbreitung nicht erfasster Staub- und Späne-Partikel in die Arbeitsumgebung.

Aufgrund der Größe der erforderlichen Öffnungen für den Werkstücktransport durch die Anlage wären die erforderlichen Absaugleistungen zur Aufrechterhaltung eines für die Erfassung der Partikel ausreichenden Unterdrucks meistens zu groß. Die Erfassung ausschließlich über Unterdruck wäre nur für Bearbeitungsformen mit ausschließlich feinen Staubpartikeln eine Alternative.

In der Praxis werden Kabinen (geschlossene Einrichtungen) häufig bei der Bearbeitung oder Beschichtung von Serienteilen mit geringen Abmessungen verwendet. Der Bearbeitungsvorgang wird automatisiert oder auch teilautomatisiert durchgeführt. Betreten Beschäftigte bei Anlagenstörungen, Kontrollen, Beschickungsvorgängen oder nach Ende des Bearbeitungsvorgangs kurzzeitig ohne Atemschutz die Kabine, können sie hohen Gefahrstoff-Belastungen ausgesetzt werden. Im Extremfall können auch Explosionsgefahren bestehen.

Einhausungen werden vor allem bei größeren, räumlich ausladenden Anlagen (z. B. bei der Türenherstellung, im Bereich der Herstellung von Karosseriebauteilen für Wohnmobile, Sägewerksanlagen, etc.) verwendet.

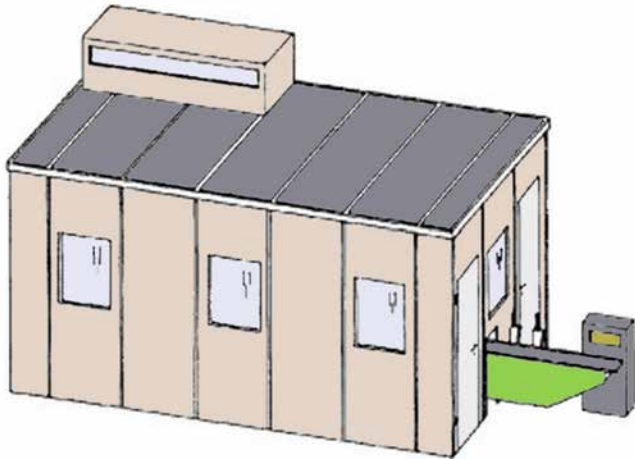


Abb. 4 Beispiel einer Maschine mit Einhausung

Gekapselte oder teilgekapselte Maschinen/Anlagen sind dagegen in der Holzbe- und verarbeitung weit verbreitet. Besonders häufig vorkommende Beispiele sind:

- Dickenhobelmaschinen
- Vierseitenfräsmaschinen
- Breitbandschleifmaschinen
- Kantenanleimmaschinen
- Doppelendprofiler
- Bearbeitungszentren

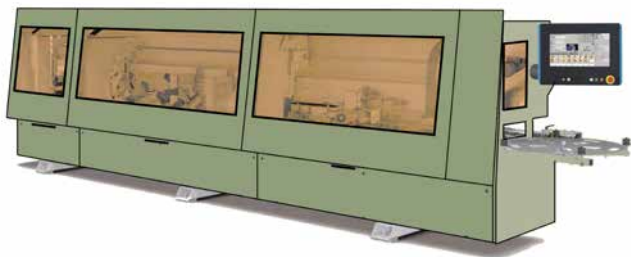


Abb. 5 Beispiel einer gekapselten Holzbearbeitungsmaschine

4.2.1.2 Halboffene Erfassungseinrichtungen wie Absaugwände, Arbeitskabinen, Arbeitstische, Maschineneinkleidungen

Halboffene Erfassungseinrichtungen werden verwendet, wenn eine vollständige Einkleidung aus Beschickungs- und Bedienungsgründen nicht möglich ist. Bei der halboffenen Bauart befindet sich die Quelle luftfremder Stoffe, wie bei der geschlossenen Bauart, innerhalb der Erfassungseinrichtung. Im Gegensatz zur geschlossenen Bauart ist die halboffene Erfassungseinrichtung an mindestens einer Seite offen.

Bei halboffenen Erfassungseinrichtungen (z. B. Arbeitskabinen) muss der Arbeitsplatz im Frischluftstrom eingerichtet sein, das heißt, Beschäftigte müssen sich im Einströmquerschnitt der Kabine aufhalten (siehe Abbildung 6). Dabei ist unzutragliche Zugluft zu vermeiden. Das wird erreicht, wenn die Geschwindigkeit der einströmenden Luft die Behaglichkeitsgrenze für den Menschen 0,2 m/s bis 0,5 m/s nicht überschreitet – abhängig von der konkreten Raumsituation.

Um diese Arbeitsweise zu unterstützen, sollte das Werkstück auf einen Drehteller oder Ähnliches aufgelegt werden. Eine Freisetzung von Partikeln mit hoher Geschwindigkeit in Richtung der Eintrittsöffnung sollte dabei vermieden werden.

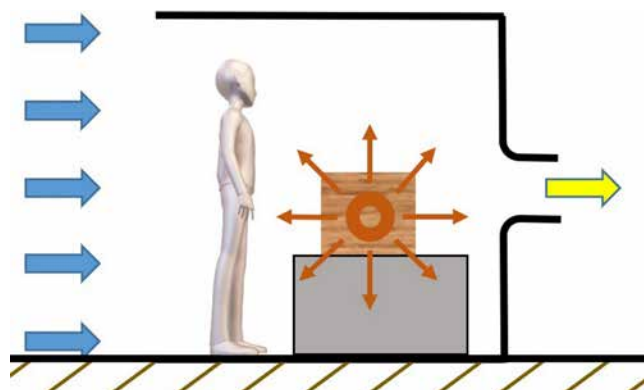


Abb. 6 Beispiel einer halboffenen Erfassungseinrichtung mit Bedienperson

Arbeitsvorgänge mit erhöhter Stauberzeugung können oft umliegende Arbeitsbereiche belasten. Wegen der Eigengeschwindigkeit der Partikel ist eine ausreichende Erfassung dabei häufig sehr schwierig. In der Holzbearbeitung trifft dies vor allem auf (Hand-)Schleifarbeiten an großen Werkstücken zu (z. B. Korpusse, Türen, Fenstern, etc.).

4.2.1.3 Offene Erfassungseinrichtungen wie Saugrohre und Absaughauben

Bei der offenen Bauart besteht zwischen Emissionsquelle und Erfassungseinrichtung ein räumlicher Abstand, die Quelle befindet sich also außerhalb der Erfassungseinrichtung. Viele Arbeitsprozesse in der Holzbe- und -verarbeitung lassen die Anwendung einer Erfassungseinrichtung geschlossener oder halboffener Bauart nicht zu. In solchen Fällen sind die offenen Bauarten anzuwenden. Die Erfassung erfolgt durch Saugöffnungen unterschiedlicher Formen (kreisförmige und rechteckige Öffnungen, Schlitz), deren Zuordnung zur Quelle luftfremder Stoffe bestimmte Konstruktionen erfordern (Hauben, Randabsaugungen).

Die Funktion der offenen Erfassungseinrichtung beruht ausschließlich auf einer Senken-Strömung innerhalb eines Saugfelds mit begrenzter Tiefenwirkung (siehe Abbildung 7)

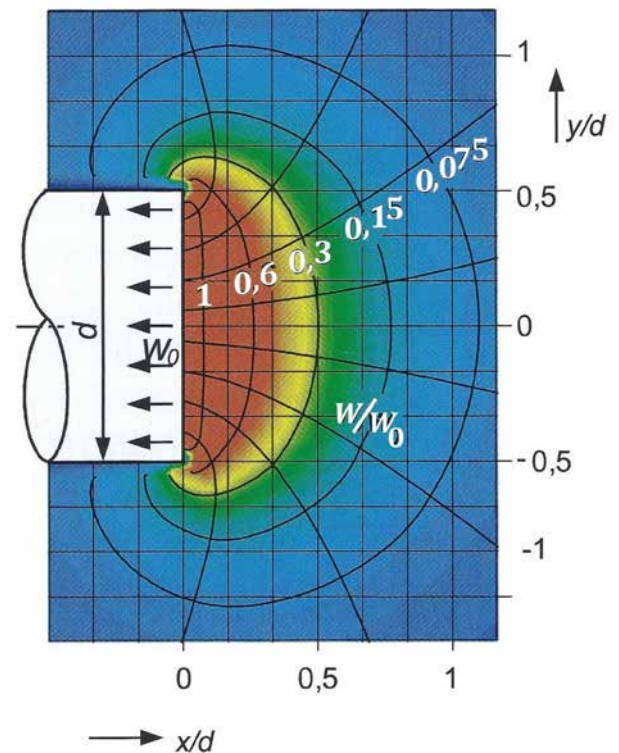


Abb. 7 Senken-Strömung vor einem offenen Rohr

Offene Erfassungseinrichtungen haben damit nur einen begrenzten Erfassungsbereich und eignen sich daher in der Regel nur für eng begrenzte Emissionsbereiche (siehe den roten Bereich in Abbildung 7). Sie müssen daher möglichst nahe an der Emissionsquelle angeordnet werden. Bewegliche Hauben müssen zu diesem Zweck häufig händisch positioniert werden.

Die erfassten Holzstäube und -späne werden mit der Trägerluft in den Rohrleitungssystemen einem Abscheider zugeführt. Diese Rohrleitungssysteme müssen so ausgelegt sein, dass sich besonders die Späne nicht ablagern können. Anderenfalls könnte der Querschnitt verringert werden, die Folge wäre eine Volumenstromabsenkung und damit verbunden eine Verschlechterung der Erfassungswirkung. Ablagerungen von Holzstaub und -spänen sind auch aus Gründen des Brand- und Explosionsschutzes zu vermeiden.

Offene Erfassungseinrichtungen sind konstruktiv auf den speziellen Anwendungsfall auszurichten, um eine möglichst hohe Effektivität der Erfassung zu erreichen. Ein

besonderes Problem besteht darin, Partikel mit hoher Masse und/oder Eigengeschwindigkeit zu erfassen.

Bei der Gestaltung offener Erfassungseinrichtungen müssen folgende Voraussetzungen berücksichtigt werden:

- Die wirksame Absaugöffnung muss, soweit technisch möglich, den gesamten Emissionsbereich überdecken.
- Die Staubquelle muss weitgehend eingekleidet sein.
- Die hohe kinetische Energie der Partikel muss zunächst durch das Erfassungselement abgebaut werden, um Rückpralleffekte zu vermeiden.
- Die Absauggeschwindigkeit muss ausreichend hoch sein; anzustreben sind im Fall von Holzstaub und -spänen in der Erfassungsoffnung mindestens 15 m/s und in der Anschlussleitung mindestens 20 m/s.
- Die Absaugluftmenge muss ausreichend groß bemessen sein, um die bei der Bearbeitung entstehenden Emissionen zu erfassen und abzutransportieren.
- Das Erfassungselement ist entweder durch ein flexibles Anschlussrohr mit dem Absaugkanal zu verbinden oder bei der Überbrückung größerer Distanzen zum Beispiel an einen Kulissen-Saugkanal anzuschließen (z. B. bei Bearbeitungszentren).

4.2.2 Spezielle Kriterien zur Staub- und Späne-Erfassung in der Holzbearbeitung

Partikel erhalten durch rotierende Werkzeuge oder andere Maschinenteile häufig einen nicht zu vernachlässigenden **Austragungsimpuls**, der in der Holzbearbeitung zum Beispiel an Kreissägen zu strahlförmigen Emissionen führt. Dieser Impuls kann zur Erfassung genutzt werden.

Befindet sich das Erfassungselement in der natürlichen Bewegungsbahn des abzusaugenden Partikels, muss es ihn gleichsam nur noch „auffangen“ und nur zum Teil mit Luftunterstützung „erfassen“. Das ist vor allem bei der spanenden Bearbeitung von Werkstoffen und in den Fällen essenziell, in denen – wie in der Holzbearbeitung üblich – große Stoffmengen in Form von Spänen und Stäuben aufzunehmen sind. In diesem Fall können nicht unerhebliche Luftmengen eingespart werden, ohne die Absaugwirkung negativ zu beeinflussen. Das ist auch aus Gründen der Energieeinsparung und des Wärmehaushalts

vernünftig, da geringere Luftmengen bewegt werden müssen.

Besonders bei der spanenden Bearbeitung in der Holzbearbeitung sollten daher bei der Anbringung und konstruktiven Ausführung von Erfassungselementen folgende Grundsätze berücksichtigt werden:

- Die Absaugöffnung sollte so weit wie möglich in Richtung des Partikelflugs angeordnet werden. Die Erfassungseinrichtung funktioniert dann gleichsam als Fänger.
- Die Erfassungselemente sollten möglichst dicht an das Werkzeug heranreichen und es bis auf die Bearbeitungsstelle umschließen.
- Die Zirkulations-Strömung um die sich drehenden Werkzeuge sollte durch Luftleitbleche in die Absaugrichtung umgeleitet werden.

Größere und kleinere Partikel haben durch die Wirkung des Werkzeugs eine bestimmte Flugrichtung. Die Änderung dieser vorgegebenen Flugrichtung durch eine Absaugung ist nur bei Teilen mit kleiner Masse und damit kleiner kinetischer Energie möglich, wie es zum Beispiel bei reinem Schleifstaub der Fall wäre. Größere Partikel mit größerer kinetischer Energie werden dagegen nicht ausreichend vom Luftstrom in ihrer Flugbahn beeinflusst und fliegen am Erfassungselement vorbei. Die Elemente sollten deshalb so angebracht werden, dass sie die vorgegebene Partikelflugrichtung ausnutzen.

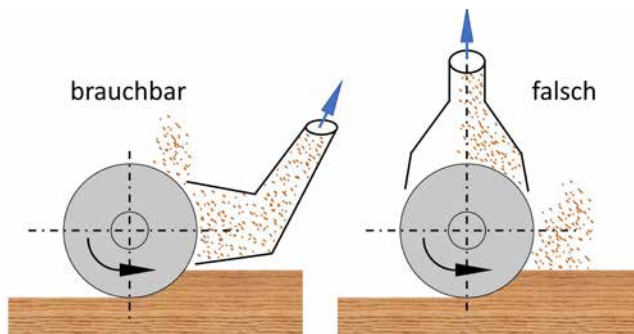


Abb. 8 Problematische Anordnung einer Absaughaube

Im Idealfall wird ein großer Teil der Partikel von der Zirkulationsströmung des rotierenden Werkzeugs mitgerissen. Auch größere Partikel werden erfasst, wenn die durch das sich drehende Werkzeug induzierten Fliehkräfte mit ausgenutzt werden.

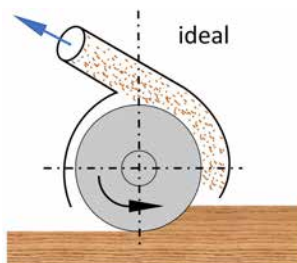


Abb. 9 Ideale Anordnung einer Absaughaube

Die Zirkulationsströmung des Werkzeugs hat aber auch den Nachteil, dass Partikel, die einer Kreisbahn um das Werkzeug folgen, innerhalb des Fängers nicht in die anschließende Rohrleitung abgegeben werden und an der Ansaugstelle wieder austreten können. Durch Einbringung von Leitblechen oder Füllelementen in das Erfassungselement kann die Zirkulationsströmung punktgenau unterbrochen werden und die zirkulierenden Partikel können in den Absauganschluss umgeleitet werden.

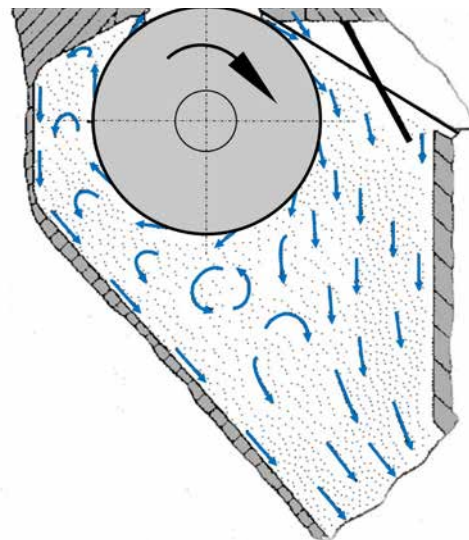


Abb. 10a Zirkulationsströmung im Bereich einer Abrichthobelwelle

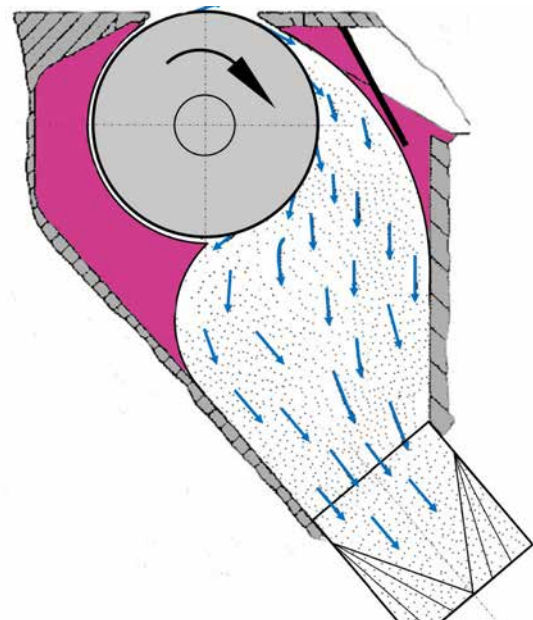


Abb. 10b Unterbindung der Zirkulationsströmung durch Einbringung eines starren Füllelements

Der Einsatz von Absaughauben ist immer dort von Vorteil, wo großflächige Emissionen auftreten oder sich drehende Werkzeuge Zirkulationsströmungen und Austragungsimpulse mit sich bringen. Das gilt auch, wenn Schwallbelastungen von abzusaugenden Stoffen auftreten, zum

Beispiel an Kreissägen. In diesen Fällen kommt der Vorteil von Absaughauben zum Tragen, nämlich die Fähigkeit, einen Puffer innerhalb der Haube bilden zu können. Sind solche Randbedingungen des Arbeitsprozesses nicht vorhanden, sind einfache Saugrohre mit Flansch häufig die bessere Lösung zur Erfassung, da bei dieser Konstruktion die eingesetzte Absaugluftströmung eine größere Reichweite und eine geringere Empfindlichkeit gegen Querströmungen besitzt.

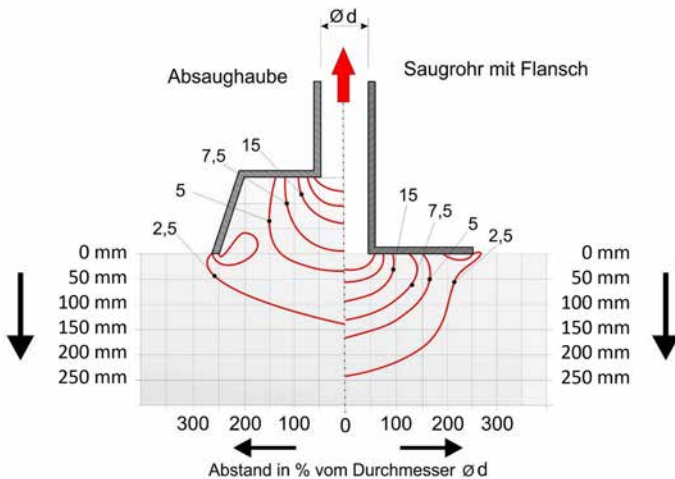


Abb. 11 Linien gleicher Luftgeschwindigkeit im Vergleich einer Absaughaube (linke Bildhälfte) mit einem Saugrohr mit Flansch (rechte Bildhälfte)

4.2.3 Spezielle Konstruktionen bei großflächiger Erfassung

Untertischabsaugung

Abgesaugte Arbeitstische ermöglichen eine effektive Absaugung bei Handarbeiten mit Zerspanung. Sie sind aber auch als zusätzliche Absaugmaßnahme bei der Arbeit mit handgeführten Bearbeitungsmaschinen wertvoll, da so nicht von der Maschinenabsaugung erfasste Partikel beseitigt werden können.

Die Wirkung der Tische kann noch weiter verbessert werden, wenn auf der Rückseite und an den Seiten geschlossene, halbhohe Wände angebracht werden. Sie dienen der Steuerung der angesaugten Außenluft und führen dazu, dass sie vermehrt aus dem Bereich hinter der

Bedienperson angesaugt wird, sodass diese im Frischluftstrom steht (siehe Abbildung 12).

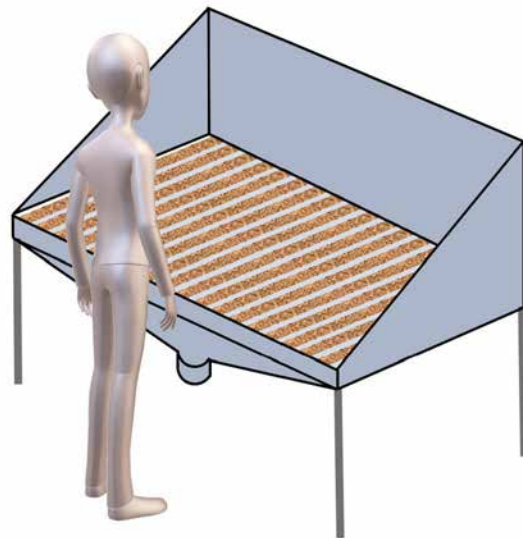


Abb. 12 Prinzip-Skizze strömungstechnisch verbesserter Arbeitstisch

Die abgesaugte Luftmenge kann $1.000 \text{ m}^3/\text{h}$ bis $1.500 \text{ m}^3/\text{h}$ je Quadratmeter Tischfläche betragen. Eine höhere Luftmenge würde zwar die Absaugwirkung verbessern, aber auch zu Zugerscheinungen und Lärmentwicklung führen.

Die Arbeitstische können über die stationäre (Niederdruck-)Absauganlage abgesaugt werden und haben häufig Absauganschluss-Durchmesser von $d = 160 \text{ mm}$ bis $d = 200 \text{ mm}$.

Beim Anschluss von abgesaugten Arbeitstischen an eine Absauganlage kann, je nach Konstruktion, von einem Strömungswiderstands-Beiwert von etwa $\zeta = 2,5$ ausgegangen werden (siehe [Abschnitt 4.2.4](#)).

Untertischabsaugung mit Zuluft

Bei Arbeitstischen mit integrierter Absaugung sollte die Zuluft über den Kopf der Beschäftigten ausgeblasen werden. Andernfalls wird eine Förderung im Kreis erzielt, ohne Luftaustausch im Kopfbereich der Beschäftigten (siehe Abbildung 13).

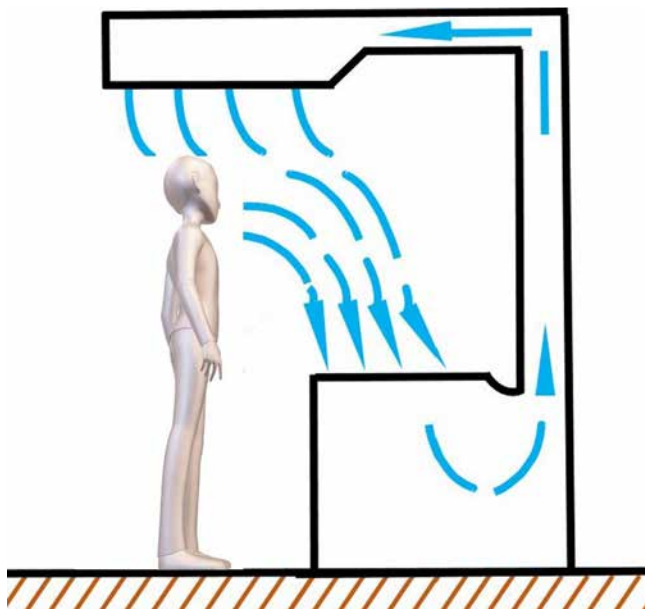


Abb. 13 Richtige Luftführung an einem abgesaugten Arbeitstisch mit integrierter Filterung nach den Anforderungen der TRGS 553

Wandabsaugungen

Zur effektiven Erfassung der Stäube in größeren Arbeitsbereichen ist eine an einer Gebäudewand stehende Absaugwand erforderlich, kombiniert mit einer Luftzuführung.

Absaugwand und Luftzuführung müssen so angeordnet sein, dass sich zwischen ihnen ein Strömungsfeld aufbaut, das die beim Arbeiten entstehenden Stäube von der Bedienperson wegtransportiert. Vorteilhaft ist eine schräg nach vorne und unten gerichtete Luftströmung. Sie wird erreicht durch

- eine Luftzufuhr im hinteren, oberen Bereich der Beschäftigten,
- eine niedrige, oberhalb des Bodens vor dem Arbeitsplatz angeordnete Absaugwand (Höhe ca. 0,5m).

Bei einer Arbeitsplatzbreite von 1,5 m wird ein Luftvolumenstrom von mindestens 2.000 m³/h benötigt. Das entspricht einer Absauggeschwindigkeit direkt an der Absaugwand von mindestens 0,75 m/s.

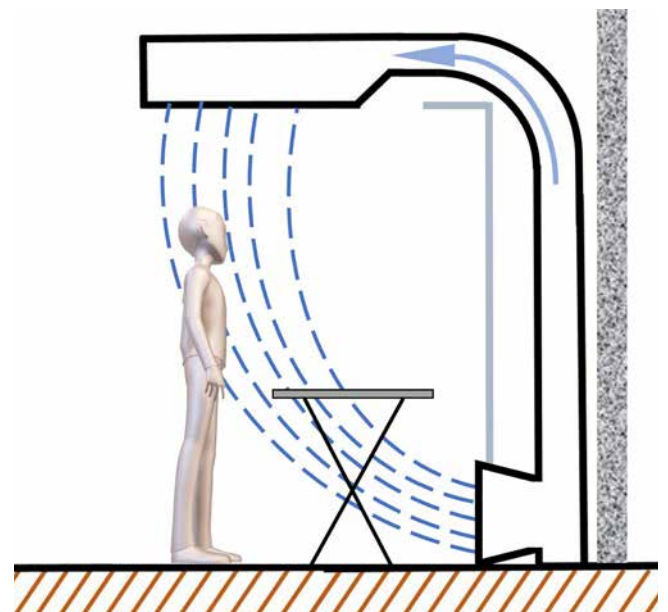


Abb. 14 Prinzipielle Luftführung bei Wandabsaugung und Zuluft über Decke

Kabinen

Eine sehr effektive Erfassung der Stäube kann durch eine Kabine in halboffener Bauweise mit Seitenteilen und Decke um die Staubquelle erzielt werden. Die Staubquelle befindet sich vollständig innerhalb der Kabine. Die Bedienperson steht im Bereich der Öffnung und somit im Frischluftstrom.

Die Absaugung muss so dimensioniert werden, dass sich eine Luftgeschwindigkeit von 0,2 m/s bis 0,5 m/s über den Querschnitt der Kabine einstellt. Um Zugluft für die Bedienperson zu vermeiden, ist für die Wahl der Luftgeschwindigkeit im konkreten Fall die Technische Regel für Arbeitsstätten [ASR A 3.6](#) „Lüftung“ zu beachten.

Die Absaugwand selbst sollte sich über die komplette Kabinenhöhe erstrecken, zumindest jedoch vom Boden bis zur Höhe des Arbeitsplatzes reichen. Unter den genannten Voraussetzungen ergibt sich – bei einer Annahme einer Luftgeschwindigkeit von 0,2 m/s – für das abgebildete Beispiel folgender Volumenstrom:

$$2,6 \text{ m} \cdot 3,5 \text{ m} \cdot 0,2 \text{ m/s} \cdot 3.600 \text{ s/h} = 6.500 \text{ m}^3/\text{h}$$

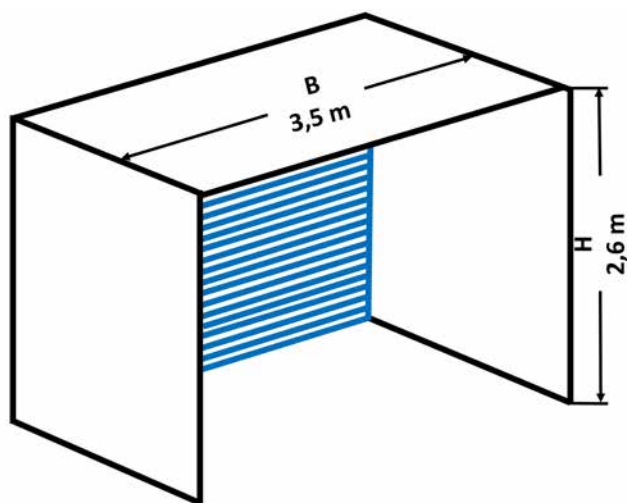


Abb. 15 Prinzipieller Aufbau einer Kabine

Unterflurabsaugung mit Zuluft

Unterflur-Absaugungen werden in ihrer Wirksamkeit durch die bei diesen Arbeiten aufgestellten Arbeitstische oder sich bewegende Personen stark beeinträchtigt. Sie sollten daher stets mit einem Zuluft-System kombiniert werden, das oberhalb des unten abgesaugten Bereichs angeordnet ist. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass die Zuluft-Menge die abgesaugte Luftmenge nicht überschreiten darf. Andernfalls ist zu befürchten, dass die staubhaltige Luft nicht erfasst, sondern durch Verdrängung im Raum verteilt wird. Damit wäre dann keine gerichtete Strömung mehr gegeben.

Die Absaugung muss so dimensioniert werden, dass sich eine mittlere, vertikale Strömungsgeschwindigkeit von 0,2 bis 0,5 m/s über der Grundfläche der Unterflurabsaugung einstellt (siehe Abschnitt „[Kabinen](#)“).

Geht man beispielsweise davon aus, dass ein Werkstück bis zu einer maximalen Größe von 1,5 m * 2,5 m bearbeitet werden soll und dass die abgesaugte Bodenfläche allseits

wenigstens 1,0 m über den Werkstückrand hinausreichen sollte, ergibt sich eine Grundfläche für die Unterflurabsaugung von 15,75 m² und unter Annahme einer mittleren Luftgeschwindigkeit von 0,3 m/s daraus ein abzusaugender Volumenstrom von

$$V = A \cdot w = 15,75 \text{ m}^2 \cdot 0,3 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 3.600 \frac{\text{s}}{\text{h}} = 17.010 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Solche Anordnungen sind allerdings sehr empfindlich gegen Störluftströmungen. Es muss daher darauf geachtet werden, dass Querluftströme durch geöffnete Türen oder andere Absaugungen im Raum vermieden werden.

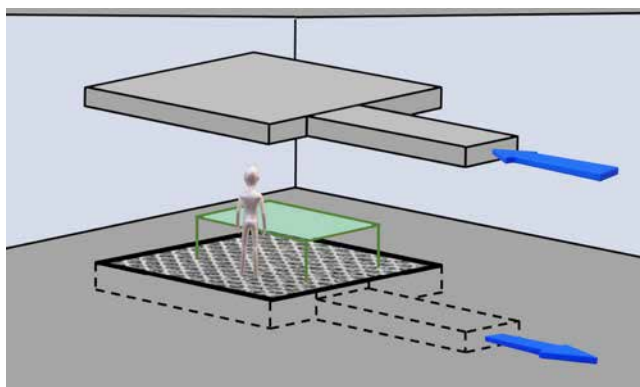


Abb. 16 Prinzip-Skizze einer Unterflurabsaugung mit Zuluft aus dem Deckenbereich

4.2.4 Strömungswiderstände offener Erfassungselemente

Siehe auch [DGV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 3.2

Bei der Durchströmung von Bauteilen ergeben sich immer Widerstände infolge von Luftreibung, die die Strömung beeinträchtigen und vom Ventilator durch den Aufbau einer (statischen) Druckdifferenz überwunden werden müssen. Diese physikalisch bedingte Notwendigkeit muss auch bei der Auslegung von Erfassungselementen berücksichtigt werden.

Physikalisch lässt sich der Strömungswiderstand über einen Beiwert ζ erfassen, der das Verhältnis zwischen dem – senkrecht zur Strömungsrichtung wirkenden – statischen Druckabfall Δp_{stat} (in Pascal) und – in

Strömungsrichtung wirkendem – dynamischem Druck p_{dyn} (in Pascal) wiedergibt. Der dynamische Druck steht in direkter Beziehung zur Luftgeschwindigkeit (w in m/s) und Luftdichte ($\rho = 1,20 \text{ kg/m}^3$) innerhalb der Erfassungseinrichtung und wird nach der Beziehung:

$$p_{dyn} = \frac{\rho_{Luft}}{2} \cdot w^2$$

berechnet. Der dimensionslose Strömungswiderstandsbeiwert ζ ist damit definiert als:

$$\zeta = \frac{\Delta p_{stat}}{p_{dyn}} = \frac{\Delta p_{stat}}{\frac{\rho_{Luft}}{2} \cdot w^2}$$

Erfassungselemente stellen anders als andere Bauteile im System „Absauganlage“ eine Verbindung zwischen dem durch die Umgebungsbedingungen definierten Außenbereich und dem strömungstechnisch beherrschten Innenbereich einer Absauganlage dar. Vor dem Element im Außenbereich herrschen andere Verhältnisse hinsichtlich des Drucks und der Luftgeschwindigkeit als innerhalb des Systems. Die Luft befindet sich außerhalb der Erfassungseinrichtung im Ruhezustand und muss erst noch auf die im System herrschende Strömungsrichtung und Strömungsgeschwindigkeit beschleunigt werden. Diese Beschleunigung wird durch den vom Ventilator bereitgestellten statischen Druckabfall erzeugt. Der Druckabfall am Erfassungselement muss bei der Definition des Strömungsbeiwerts einer Erfassungseinrichtung zusätzlich berücksichtigt werden.

Bei der Definition des Strömungsbeiwerts von Erfassungseinrichtungen werden daher folgende Komponenten zusammengefasst:

- Der statische Druckabfall, der sich aus der reinen Beschleunigung der eingesaugten Luft ergibt. Nach der Energiegleichung von Bernoulli gilt:

$$p_{stat} = -p_{dyn}$$

Da somit der statische Druck bei der Beschleunigung gleich dem resultierenden dynamischen Druck hinter dem Erfassungselement sein muss, ergibt sich für diese Komponente automatisch $\zeta = 1$.

- Der zusätzliche statische Druckabfall aus den Reibungsverlusten innerhalb des Erfassungselements
- Der Ausgleich von Höhenunterschieden (in der Praxis meist nicht relevant)

Definitionsbedingt ergibt sich bei reibungsfreier Einströmung als theoretisches Minimum ein ζ -Wert von 1,0. Messungen zeigen, dass das praktische Minimum – bei einem strömungsgünstig gestalteten Erfassungselement – etwa bei $\zeta = 1,5$ liegt.

Ist die (Bearbeitungs-)Maschine zur Kompensation hoher Erfassungswiderstände – wie es in Einzelfällen in der Holzbearbeitung durchaus vorkommt – mit einem integrierten Stützventilator ausgestattet, kann dieser Stützventilator als negativer ζ -Wert aufgefasst werden. Dadurch können sich dann im Extremfall auch *Gesamt-Widerstandsbeiwerte* $\zeta < 1,0$ ergeben.

Die Konstruktion des Erfassungselements kann sehr unterschiedliche Strömungswiderstände zur Folge haben. Geringe Strömungswiderstände erhält man zum Beispiel bei einfachen, trichterähnlichen Konstruktionen, bei denen der Öffnungsquerschnitt des Trichters A_1 etwa die 4- bis 5-fache Querschnittsfläche des angeschlossenen Absaugrohrs A_2 hat.

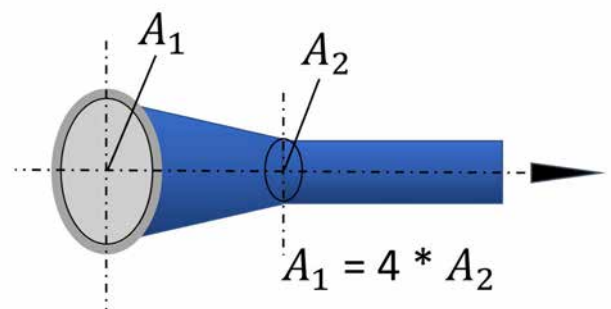


Abb. 17 Form und Querschnitt eines idealen Absaugelements

Die nachfolgende Tabelle 3 enthält einige Messwerte aus der Praxis. Bei der Interpretation dieser Werte ist zu berücksichtigen, dass die an die Erfassungselemente angeschlossenen internen Sammel- und Verteil-Rohrleitungen in den ausgewiesenen Strömungsbeiwerten enthalten sind. Die Ergebnisse beziehen sich also jeweils auf einen Messpunkt in der Absaugleitung, bei dem alle (Erfassungs-)Elemente einer komplexen Bearbeitungsmaschine zusammengefasst sind (siehe Abbildung 18).

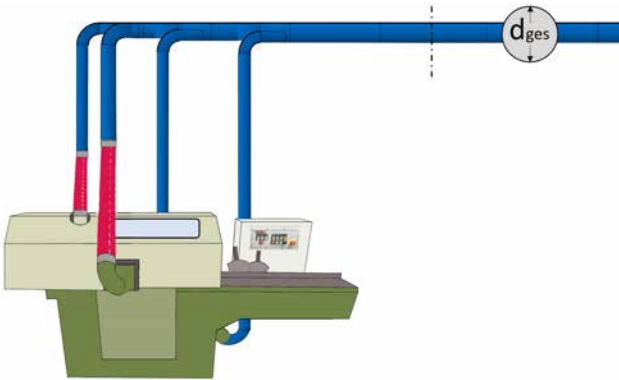


Abb. 18 Beispiel für den Referenzpunkt des Strömungsbeiwerts bei einer komplexen Bearbeitungsmaschine mit mehreren Erfassungseinrichtungen

Bei diesen Konstruktionen ist zu berücksichtigen, dass bei der Dimensionierung der Anschlüsse für die einzelnen Erfassungseinrichtungen in diesem komplexen System der sogenannte hydraulische Abgleich (siehe [Abschnitt 4.8](#)) berücksichtigt werden muss, damit das Anliegen der jeweils zur Erfassung erforderlichen Volumenströme an jedem einzelnen Erfassungselement des Systems gewährleistet ist.

In der Praxis ergeben sich für die unterschiedlichen Konstruktionen etwa folgende Strömungswiderstandsbeiwerte:

Tabelle 3 Strömungsbeiwerte für typische Erfassungskonfigurationen

Erfassungselemente-Konfiguration	Strömungsbeiwert ζ
Einfache Absaug-Hauben und -Trichter	1,5 bis 2,0
Größere gekrümmte Absaug-Hauben und Späne-Fangeinrichtungen	2,0 bis 4,0
Bearbeitungsmaschinen mit mehreren Erfassungselementen (inkl. Verrohrung bis zur Zusammenführung)	4,0 bis 6,0
Bearbeitungsmaschinen mit interner Leitungsverteilung oder komplizierter Anschlusskonfiguration (inkl. Verrohrung bis zur Zusammenführung)	6,0 bis 10,0

Die ausgewiesenen Widerstandsbeiwerte berücksichtigen dabei:

- Die Beschleunigung der Absaugluft vom Ruhezustand ($w_{x=\infty} = 0$) auf die (geforderte) Strömungsluftgeschwindigkeit (w_0)
- Die Reibungsverluste bei der Durchströmung des/der Erfassungselemente(s)
- Die Strömungsverluste bei Luftgeschwindigkeit w_0 innerhalb der Anschlussverrohrung (inkl. evtl. vorhandener Leitungsbauteile) bis zum Referenzpunkt.

4.2.5 Volumenströme zur wirkungsvollen Absaugung

Siehe auch [DGV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 3.2.3

Der Volumenstrom ist gegeben durch Luftgeschwindigkeit und Absaugstutzen-Durchmesser. Üblicherweise werden von den (Maschinen-)Herstellern Mindestluftgeschwindigkeiten angegeben.

Diese Angabe bleibt ohne Bezug auf den notwendigen Absaugstutzen-Durchmesser unzureichend. Bei der Auflistung der Absaugstutzen muss deshalb auch immer deren notwendiger Durchmesser angegeben werden. Sollte der abgesaugte Volumenstrom nicht ausreichen, ist es (aufgrund des Druckabfalls in der Maschine) in der Regel sinnvoller, den Absaugstutzen-Durchmesser etwas zu vergrößern (maximal nächste Nennweiten-Größe) als die Luftgeschwindigkeit durch zusätzliche Ventilatorleistung zu erhöhen.

Die **Mindestluftgeschwindigkeit** wird in der Vorschrift ([TRGS 553:2022-07](#) „Holzstaub“) auf **20 m/s** festgelegt. Erfahrungsgemäß bleibt eine Unterschreitung dieser Mindestluftgeschwindigkeit um etwa 10% im Regelfall ohne (bedeutend) negative Auswirkungen auf die Staubkonzentration. In der Holzbearbeitung reagieren lediglich Breitbandschleifmaschinen nach Erfahrungen aus Feldmessungen sehr empfindlich auf eine Unterschreitung der 20 m/s.

Für das Absaugen von Spänen mit einer Feuchte über 18% wird häufig eine Mindestluftgeschwindigkeit von 28 m/s vorgegeben.

Auch von einigen Maschinen-Herstellern werden höhere Luftgeschwindigkeiten als 20 m/s an den Absaugstutzen gefordert. Hinsichtlich der reinen Staubabsaugung (und „Staub“ ist im Arbeitsschutz die kritische Fraktion) können diese Forderungen im Einzelfall (Ausnahme: Bearbeitungszentren) unterschritten werden. Da die Werte in der Betriebsanleitung für die Definition des bestimmungsgemäßen Betriebs einer Maschine Bedeutung haben, sollte im Zweifelsfall mit dem Hersteller der Maschine Rücksprache genommen werden.

Für die Erfassung des gröberen Materials, wie Späne und Hackschnitzel, bringt eine Erhöhung der Luftgeschwindigkeit Vorteile. Bei sehr großer Zerspanungsmenge kann auch eine höhere Luftgeschwindigkeit zum Abtransport des Materials erforderlich sein.

Prinzipiell sollte der Absaugquerschnitt so gewählt werden, dass sich bei der erforderlichen Absauggeschwindigkeit ein ausreichender Volumenstrom einstellt.

Erfahrungsgemäß sind dazu etwa folgende Rohr-Durchmesser erforderlich:

Tabelle 4 Beispielhafte Anschlussdurchmesser für Absaugstutzen an handwerkstypischen Maschinen

Bearbeitungsaggregat	Mindest-Rohrdurchmesser
Sägeaggregate	80 mm bis 120 mm
Fräsaggregate	120 mm
Hobelaggregate	140 mm bis 180 mm

Rohr-Durchmesser unter 80 mm sollten bei stationären Maschinen mit Anschluss an eine Zentralabsaugung nicht gewählt werden.

4.2.6 Maßnahmen zur wirkungsvollen Staub- und Späne-Erfassung an Maschinen und Arbeitsplätzen der Holzbearbeitung

Um die Wichtigkeit der Einhaltung des AGW für Holzstaub herauszustellen, wurden die nachfolgend für einzelne (Maschinen-)Arbeitsplätze aufgeführten Maßnahmen im Rahmen von Messungen ermittelt. Die aufgeführten Maßnahmen entsprechen größtenteils den Angaben der [TRGS 553](#) (dem heutigen Stand der Technik). Darüber

hinaus sind in jedem Fall die Angaben des Herstellers in der Bedienungsanleitung zu berücksichtigen.

An Arbeitsplätzen, an denen dieser Stand nicht erreicht ist, müssen entsprechende Maßnahmen zur Nachrüstung vorgenommen werden (siehe auch [DGUV Information 209-044](#)). Die angegebenen Absauganschluss-Durchmesser stellen erfahrungsgemäß Mindestanforderungen zur Einhaltung des AGW für Holzstaub dar. Sie sind die Grundlage für die zu fordernden Mindestvolumenströme bei der Absaugung der einzelnen Maschinen/Arbeitsplätze. Abweichungen zu geringfügig größeren Durchmessern sind in der Praxis zulässig.



Hinweis

In verschiedenen EN-Normen zur Maschinen-Richtlinie (2006/42/EG) werden für neue Holzbearbeitungsmaschinen im Abschnitt „Emission von Spänen und Staub“ Vorgaben zur Gestaltung von Erfassungselementen, zu Volumenströmen, Luftgeschwindigkeiten in angeschlossenen Förderleitungen und Unterdrücken zwischen den Öffnungen von Spänefangereinrichtungen und dem Anschluss an die Absauganlage gemacht. Solche Forderungen werden so weit wie möglich berücksichtigt. Auf wesentliche Abweichungen im Einzelfall wird hingewiesen.

Staubemittenten im Betrieb sind:

- stationäre Holzbearbeitungsmaschinen und -anlagen
- handgeführte Bearbeitungsmaschinen (Elektro- und Druckluftwerkzeuge)
- Arbeiten mit Zerspanung von Hand (besonders Handschleifarbeiten)
- Sonstige Tätigkeiten wie Werkstückhandling, etc.

Alle diese Staubquellen müssen von (unterschiedlichen) Absauganlagen oder Absauggeräten erfasst werden. Für die Qualität der Absaugung sind vor allem

- die Konstruktion des Erfassungselements und
 - der abgesaugte Volumenstrom
- entscheidend.

4.2.6.1 Stationäre Holzbearbeitungsmaschinen

Prinzipiell müssen alle stationären Holzbearbeitungsmaschinen abgesaugt werden. Bei einigen Maschinen ist jedoch – zumindest im Holzverarbeitenden Handwerk – die Zerspanungsleistung üblicherweise so gering, dass auf eine Absaugung verzichtet werden kann, ohne gegen die Vorgabe der Einhaltung des AGW für Holzstaub zu verstoßen (siehe auch [DGUV Information 209-044](#)). Dazu zählen:

- Furnierkreissägemaschinen
- Astlochfräsmaschinen
- Kettenstemmmaschinen
- Langloch-, Dübelloch- und Reihenlochbohrmaschinen
- Ständerbohrmaschinen bei der Verwendung von Spiralbohrern

Außerdem haben in handwerklichen Betrieben einige Maschinen so geringe Laufzeiten, dass ein Verzicht auf die Absaugung sich für die Staubbelastung nicht negativ bemerkbar macht:

- Ausleger- und Gehrungskappkreissägemaschinen
- Tischbandsägemaschinen
- Tischoberfräsmaschinen

Auch bei Maschinen, die im Freien oder in offenen Hallen aufgestellt sind (z. B. Baustellenkreissägen, Gattersägemaschinen, etc.) kann unter Umständen auf eine Absaugung verzichtet werden, ohne die Anforderung nach der Einhaltung des AGW zu verletzen.

Darüberhinausgehend sind nach [TRGS 553](#) weitere organisatorische Maßnahmen zu treffen, wie beispielsweise das Tragen einer geeigneten Atemschutzmaske. Die individuelle Gefährdungsbeurteilung ist hier maßgebend.

Bei der Beschaffung neuer Maschinen wird empfohlen, solche zu bevorzugen, die von einer Akkreditierten Prüfstelle (z. B. Prüf- und Zertifizierungsstelle Holz und Metall – DGUV Test) geprüft worden sind.



Abb. 19 Exemplarisches Prüfzeichen „DGUV-Test – holzstaubgeprüft“

Wenn holzstaubgeprüfte Maschinen/Anlagen zum Einsatz kommen, sollte zusätzlich noch geprüft werden, ob

- die jeweilige Maschine entsprechend der Betriebsanleitung betrieben wird (z. B. Absenken der Schutzhaube an der Formatkreissägemaschine auf Werkstückhöhe),
- der Gesamtabaugquerschnitt \geq Summe der Einzelabaugquerschnitte an den jeweiligen Maschinen ist,
- die Luftgeschwindigkeit am Anschlussstutzen der jeweiligen Maschine den in der Betriebsanleitung angegebenen Wert erreicht (in der Regel mindestens 20 m/s).



Hinweis

Bei der Neubeschaffung von Holzbearbeitungsmaschinen sollten Betreibende darauf achten, dass nach Betriebsanleitung für die wirksame Absaugung der Maschine/Anlage keine höheren Anforderungen gestellt werden als nachfolgend dargestellt:

Standard-Holzbearbeitungsmaschinen:

- Luftgeschwindigkeit: max. 22 m/s
- Unterdruck an der Schnittstelle: max. 1.500 Pascal

Mehrstufige Holzbearbeitungsmaschinen und Anlagen:

- Luftgeschwindigkeit: max. 28 m/s
- Unterdruck an der Schnittstelle: max. 2.000 Pascal

Die Beschaffung und der nachträgliche Anschluss einer zusätzlichen Maschine können das Verhalten der bestehenden Absauganlage beeinflussen. Besonders, wenn nachträglich größere Maschinen mit nennenswerter Maschinenlaufzeit eingebunden werden sollen, müssen der zusätzliche Volumenstrom und der dafür notwendige statische Unterdruck berücksichtigt werden. Die Absauganlage muss in diesen Fällen geprüft und bei Bedarf nachgerüstet werden!

Zu den meisten in der Holzbearbeitung vorkommenden Maschinen gibt es erprobte Lösungen zur Gestaltung der Erfassungselemente sowie Erfahrungswerte zum Absaugverhalten und zu den jeweiligen Anforderungen.

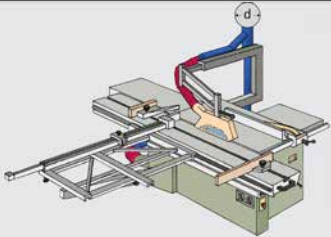
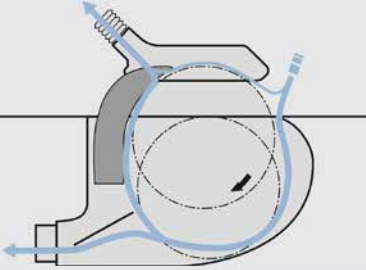
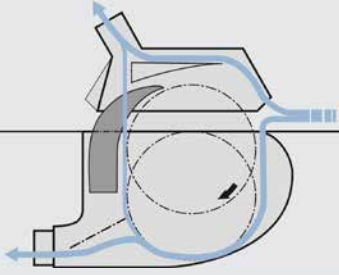
Auf den folgenden Seiten sind die Erkenntnisse der BGHM und [TRGS 553](#) zusammengestellt.

4.2.6.1.1 Kreissägemaschinen

Tisch- und Formatkreissägemaschinen:

Prinzipiell wird zusätzlich zur unteren Absaugung am Maschinenbett eine Absaugung über dem Tisch benötigt.

Tabelle 5 Beispielhafte Absaugkonfiguration an einer Tisch- und Formatkreissägemaschine

Tisch- und Formatkreissägemaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizzen
Absaugbare Schutzhaube und Absaugung unter dem Tisch		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Sägeblattdurchmesser ≤ 250 mm, Antriebsleistung $\leq 2,5$ kW (Schutzhaube am Spaltkeil)	Oben: 40 mm Unten: 80 mm Gesamtanschluss: d = 100 mm	20 m/s	560 m ³ /h	
Sägeblattdurchmesser ≤ 315 mm, (Schutzhaube am Spaltkeil)	Oben: 40 mm Unten: 100 mm Gesamtanschluss: d = 120 mm	20 m/s	820 m ³ /h	
Sägeblattdurchmesser > 315 mm, (getrennte Schutzhaube)	Oben: 80 mm Unten: 120 mm Gesamtanschluss: d = 140 mm	20 m/s	1.110 m ³ /h	

Der Widerstandsbeiwert bezogen auf den unteren Absaugstutzen liegt im Allgemeinen bei $\zeta = 2,0$ bis $3,5$. Der höhere Wert ergibt sich bei Konstruktionen, bei denen sich im Maschinengestell eine Schlauchverbindung zum Ausgleich der Schrägstellung befindet.

Bei Maschinen mit schrägstellbarem Aggregat, bei denen der Anschlussstutzen beweglich ist, muss er zur

Gewährleistung der notwendigen Beweglichkeit mit flexiblem Schlauch an die Rohrleitung angeschlossen werden.

Der Widerstandsbeiwert, bezogen auf den Punkt nach der Zusammenführung, hängt wesentlich von der Art des Anschlusses und der Länge des verbauten Schlauchs ab. Er liegt erfahrungsgemäß zwischen $\zeta = 4,5$ und $\zeta = 6,5$.

Doppelabkürzkreissägemaschinen

Die Maschinen haben mindestens 2, oft aber 3 Sägeaggregate. Aufgrund der kompletten Verrohrung muss ein

Widerstandsbeiwert von $\zeta = 7,5$, bezogen auf den Punkt nach der Zusammenführung, angenommen werden.

Tabelle 6 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Doppelabkürzkreissägemaschine an die Absaugung

Doppelabkürzkreissägemaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
Gesamt-Anschlussquerschnitt = Summe der Einzel-Anschlussquerschnitte		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugung der Sägeblätter unter dem Tisch;	d = 200 mm	20 m/s	2.260 m³/h	
Absaugung oberhalb der Sägeblätter über die Schutzhauben. Anschlusskonfiguration siehe Tisch- und Formatkreissäge	d = 250 mm	20 m/s	3.540 m³/h	

Horizontale Plattenaufteilkreissägemaschinen

Die Maschinen werden üblicherweise unten am Maschinengestell und zusätzlich direkt am Druckbalken abgesaugt. Der zusammengefasste Durchmesser beträgt je nach Maschinentyp d = 200 mm bis d = 300 mm.

Als Widerstandsbeiwert nach der Zusammenführung kann $\zeta = 5,0$ angenommen werden.

Tabelle 7 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Horizontalen Plattenaufteilkreissägemaschine an die Absaugung

Horizontale Plattenaufteilkreissägemaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
Gesamt-Anschlussquerschnitt \geq Summe der Einzel-Anschlussquerschnitte		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugung des horizontal bewegten Sägeblatts unter dem Tisch über einen mitlaufenden, das Werkzeug möglichst vollständig umschließenden Fänger;	d = 200 mm	20 m/s	2.260 m³/h	
Absaugung oberhalb des Tisches über den Druckbalken	d = 224 mm	20 m/s	2.840 m³/h	

Vertikale Plattenaufteilkreissägemaschinen

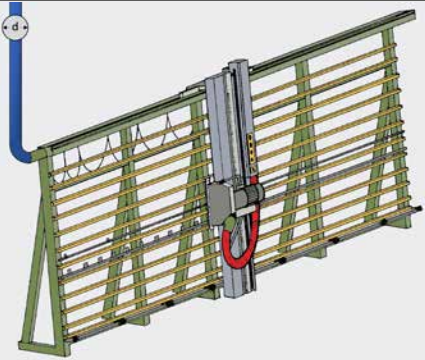
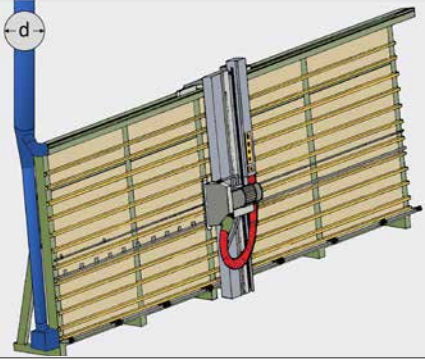
Ältere Maschinen sind lediglich mit einer Aggregatsabsaugung, neuere – staubgeprüfte – Maschinen zusätzlich mit einer Rückwandabsaugung versehen. Im Aggregat selbst ist normalerweise ein kleiner Stützventilator eingebaut, der über den Sägen-Motor angetrieben wird. Die Absaugung erfolgt üblicherweise über einen flexiblen Schlauch zum Ausgleich der vertikalen und einen Kanal mit Gummilippe zum Ausgleich der horizontalen Bewegung.

Der Stutzen befindet sich oben am Maschinengestell. Der Durchmesser beträgt $d = 100\text{ mm}$ und bei neueren Modellen $d = 120\text{ mm}$.

Da die Absaugeinrichtung sonst im Wesentlichen gleich ist, ergibt sich aufgrund des größeren abgesaugten Volumenstroms bei dem neueren Fabrikat mit $\zeta = 7,0$ ein höherer Widerstandsbeiwert als bei älteren Modellen mit $\zeta = 2,5$.

Aufgrund der üblicherweise im Handwerk geringen Laufzeit der Maschinen und des hohen Aufwands für die Nachrüstung (in Absprache mit dem Hersteller und nach durchgeführter Gefährdungsbeurteilung) kann dort auf eine Rückwandabsaugung verzichtet werden. Maschinen mit Rückwandabsaugung haben einen Absaugstutzen-Durchmesser von üblicherweise $d = 160\text{ mm}$ und einen Widerstandsbeiwert von $\zeta = 3,5$.

Tabelle 8 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Vertikalen Plattenaufteilkreissägemaschine an die Absaugung

Vertikale Plattenaufteilkreissägemaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
<p>Altmaschinen:</p> <p>Absaugung des Sägeaggregats über eine das Werkzeug vollständig umschließende Schutzverkleidung ohne Rückwandabsaugung</p>	$d = 120\text{ mm}$	20 m/s	820 m ³ /h	
<p>Neumaschinen:</p> <p>Absaugung des Sägeaggregats ($d = 120\text{ mm}$) über eine das Werkzeug vollständig umschließende Schutzverkleidung mit Rückwandabsaugung ($d = 120\text{ mm}$)</p>	$d = 160\text{ mm}$	20 m/s	1.450 m ³ /h	

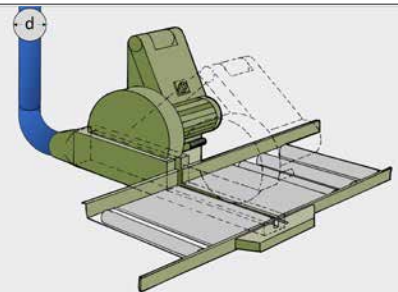
Pendelkreissägemaschinen

Die in den Betrieben vorhandenen Maschinen haben üblicherweise einen Absaugstutzen-Durchmesser von $d = 120\text{ mm}$ und einen Widerstandsbeiwert von $\zeta = 2,0$.

Da die Maschinen die Späne schräg nach unten – unter den Tisch – werfen, ist ein dort angebrachter

Späne-Leitkanal sinnvoll. Ein weiteres Verbauen des Kanals hinter dem Sägen-Schlitz, zum Beispiel mit einer nachführbaren und/oder aufrollbaren Abdeckung des Absaugkanals, wie gelegentlich vorgeschlagen, führt zu sehr hohen Widerstandsbeiwerten und sollte deshalb unterlassen werden.

Tabelle 9 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Pendelkreissägemaschine an die Absaugung

Pendelkreissägemaschine					
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze	
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom		
Absaugkanal unterhalb des Sägeblatts im Tisch, der den Luftstrom in den hinter dem Auflagetisch montierten Absaugfänger umleitet		$d = 120\text{ mm}$	20 m/s	820 m ³ /h	

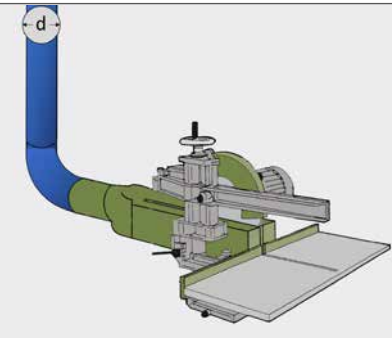
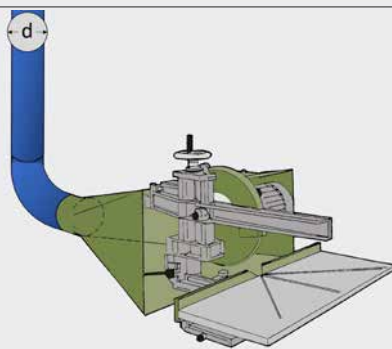
Auslegerquerkreissägemaschinen

Aufgrund der geringen Laufzeit der Maschinen in vielen Betrieben kann dort, unter der Voraussetzung, dass die Maschine maximal 30 Minuten/Arbeitsschicht im Einsatz ist, auf eine Absaugung verzichtet werden. Darüberhinausgehend sind nach TRGS 553 weitere organisatorische Maßnahmen zu treffen, wie das Tragen einer geeigneten Atemschutzmaske. Die individuelle Gefährdungsbeurteilung ist hier maßgebend.

Beim Anschluss an eine Zentralabsaugung sollte ein Anschlussdurchmesser von $d = 80 \text{ mm}$ bis $d = 100 \text{ mm}$ gewählt werden. Die Konstruktionen sind in der Praxis sehr unterschiedlich. Es muss teilweise mit sehr hohen Widerstandsbeiwerten von bis zu $\zeta = 8,0$ gerechnet werden.

Bei der im 2. Bild unten dargestellten Version mit einem einfachen Trichter hinter der Maschine beträgt der Widerstandsbeiwert ca. $\zeta = 1,5$.

Tabelle 10 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Auslegerquerkreissägemaschine an die Absaugung

Auslegerquerkreissägemaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugfänger für gerade Schnitte	$d = 80 \text{ mm}$	20 m/s	$360 \text{ m}^3/\text{h}$	
	$d = 100 \text{ mm}$	20 m/s	$560 \text{ m}^3/\text{h}$	
Absaugtrichter für beliebige Gehrungsschnitte	$d = 80 \text{ mm}$	20 m/s	$360 \text{ m}^3/\text{h}$	
	$d = 120 \text{ mm}$	20 m/s	$820 \text{ m}^3/\text{h}$	

Untertischkappkreissägemaschinen

Der Absaugstutzen-Durchmesser der Maschinen ist in der Praxis – aufgrund der unterschiedlichen Größen der Maschinen – sehr unterschiedlich ($d = 120\text{ mm}$ bis

$d = 224\text{ mm}$). Der Widerstandsbeiwert liegt aber in der Regel immer zwischen $\zeta = 2,0$ bis $\zeta = 3,0$.

Tabelle 11 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Untertischkappkreissägemaschine an die Absaugung

Untertischkappkreissägemaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
Gesamt-Anschlussquerschnitt = Summe der Einzel-Anschlussquerschnitte		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugung des Sägeblatts unter dem Tisch; Absaugung oberhalb des Tisches über die Schutzhaube	$d = 120\text{ mm}$	20 m/s	820 m ³ /h	
	$d = 140\text{ mm}$	20 m/s	1.110 m ³ /h	
	$d = 160\text{ mm}$	20 m/s	1.450 m ³ /h	
	$d = 180\text{ mm}$	20 m/s	1.840 m ³ /h	
	$d = 200\text{ mm}$	20 m/s	2.260 m ³ /h	
	$d = 224\text{ mm}$	20 m/s	2.840 m ³ /h	

Mehrblattkreissägemaschinen

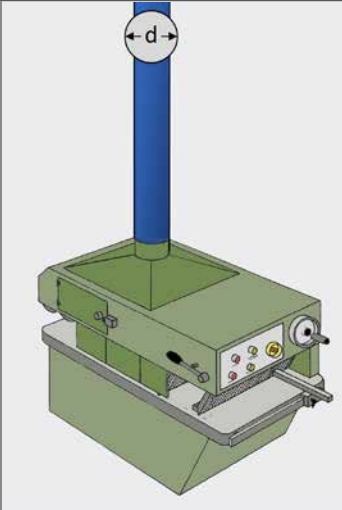
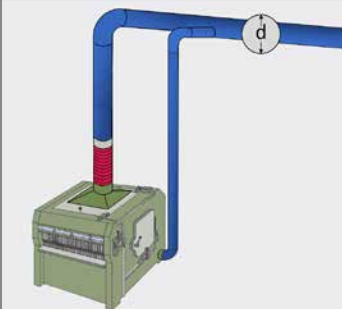
Die Maschinen kommen in unterschiedlichen Größen mit verschiedenen Absaugstutzen-Durchmessern und verschiedenen Bauformen mit unterschiedlichen Anschluss-Konfigurationen vor.

Bei Maschinen mit einem Absaugstutzen in der Haube sollte – unabhängig vom Anschluss-Durchmesser – von

einem Widerstandsbeiwert von $\zeta = 2,0$ ausgegangen werden.

Bei größeren Maschinen – mit mehreren Stutzen – sollte, wenn nichts Näheres bekannt ist ein Widerstandsbeiwert von $\zeta = 4,0$ bis $\zeta = 4,5$ nach der Zusammenführung angenommen werden.

Tabelle 12 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Mehrblattkreissägemaschine an die Absaugung

Mehrblattkreissägemaschine				
Erfassung und Absauganschluss	Mindestanforderungen		Skizze	
Absaugdurchmesser nach Vorgabe des Herstellers, Gesamt-Anschlussquerschnitt = Summe der Einzel-Anschlussquerschnitte	Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom		
Vollkapselung der gesamten Maschine, Absaugung der gesamten Kapsel bei Maschinen mit Plattenbandvorschub (oberhalb des Tisches angeordnete Sägewelle)	d = 200 mm	20 m/s	2.260 m ³ /h	
Bei Maschinen mit Walzenvorschub (unterhalb des Tisches angeordnete Sägewelle) Absaugung der Sägeblätter auch unter dem Tisch	d = 250 mm	20 m/s	3.540 m ³ /h	


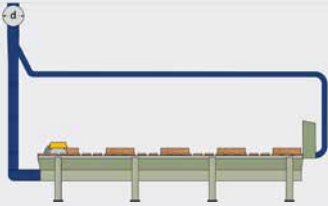
Massivholzlängskreissägemaschinen

Moderne Maschinen sind mit einem Balken mit Lamellenvorhang über dem Tisch ausgerüstet. Sie werden an beiden Enden des Balkens abgesaugt. Der Durchmesser

beträgt im Regelfall $d = 200$ mm unter dem Tisch und $d = 150$ mm beidseits am Druckbalken.

Der Widerstandsbeiwert beträgt etwa $\zeta = 5,0$.

Tabelle 13 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Massivholzlängskreissägemaschine an die Absaugung

Massivholzlängskreissägemaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
Absaugdurchmesser nach Vorgabe des Herstellers, Gesamt-Anschlussquerschnitt = Summe der Einzel-Anschlussquerschnitte		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
<p>Neumaschinen:</p> <p>Massivholzlängskreissäge mit Druckbalken und Lamellenvorhang, Untere Absaugung $d = 160$ mm, Druckbalkenabsaugung $d = 140$ mm</p>	$d = 224$ mm	20 m/s	2.840 m ³ /h	
<p>Altmaschinen:</p> <p>Massivholzlängskreissäge ohne Druckbalken und Lamellenvorhang, Untere Absaugung $d = 180$ mm, Druckbalkenabsaugung $d = 120$ mm</p>	$d = 200$ mm	20 m/s	2.260 m ³ /h	

Furnierfügekreissägemaschinen

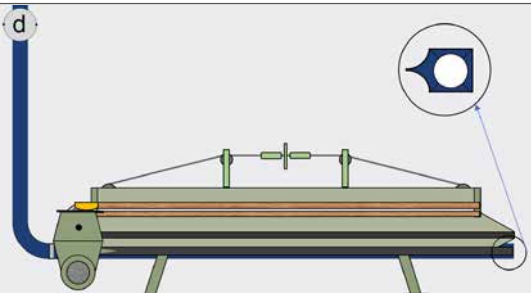
Die Maschinen werden in der Regel mit einem in der Maschine integrierten Ventilator abgesaugt. Er bläst in einen angehängten Sack, der gleichzeitig als Filter und Sammel-einrichtung dient. Die Filterwirkung dieses Sacks entspricht dabei nicht den heutigen Anforderungen (Staubklasse M). In vielen Fällen werden die Maschinen auch ganz ohne Absaugung betrieben.

Eine Umrüstung unter Handwerksbedingungen betriebener Maschinen wird aufgrund der geringen Laufzeit (siehe

[TRGS 553](#), Anhang 6) nicht empfohlen. Wenn die Maschinen an eine Zentralabsaugung angeschlossen sind, haben sie in der Regel einen abgesaugten Kanal mit Gummidichtlippe.

Der Absaugstutzen-Durchmesser sollte dann mindestens $d = 100 \text{ mm}$ betragen, der Strömungswiderstandsbeiwert wird auf $\zeta = 5,0$ geschätzt.

Tabelle 14 Beispielhafte Absaugstutzen-Konstellation zum Anschluss einer Furnierkreissägemaschine an die Absaugung

Furnierfügekreissägemaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugung über Lippenkanal, aber ohne Absaugung der oberen Verdeckung	$d = 100 \text{ mm}$	20 m/s	560 m ³ /h	

4.2.6.1.2 Band- und Gattersägemaschinen

Tischbandsägemaschinen

Aufgrund der geringen Laufzeit kann in handwerklichen Betrieben auf den Anschluss der Tischbandsäge an eine Absaugung verzichtet werden. Voraussetzung ist, dass die Maschine maximal 1 Stunde/Arbeitsschicht im Einsatz ist. Darüberhinausgehend sind nach TRGS 553 weitere organisatorische Maßnahmen zu treffen, wie beispielsweise das Tragen einer geeigneten Atemschutzmaske. Die individuelle Gefährdungsbeurteilung ist hier maßgebend.

Wenn sie angeschlossen werden kann, muss mit einem Durchmesser von $d = 100 \text{ mm}$ bis $d = 120 \text{ mm}$ gerechnet werden. Der Widerstandsbeiwert beträgt $\zeta = 1,5$.

Größere Maschinen besitzen teilweise zwei Absauganschlüsse: direkt unter dem Auflagetisch und am Gestellfuß in Bodennähe. Nach Untersuchungen liegt die Schwachstelle des bisherigen Absaugkonzepts bei den

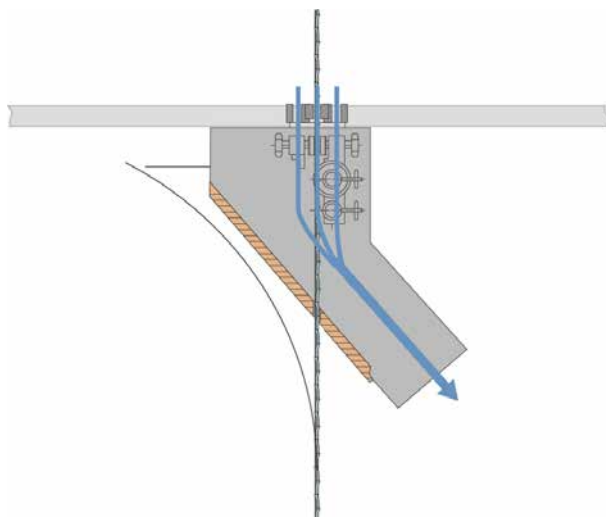
vom Band mitgerissenen Spänen. Das kann verbessert werden, wenn unterhalb des Sägetischs ein „Abstreifer“ (z. B. in Form eines geschlitzten, mit Bürstenleiste versehenen Brettchens) angeordnet und die Tischeinlage mit Bohrungen versehen wird.

Die vorgesehene Abdichtung des Absaugfängers zur unteren Rolle durch ein Holzbrett ist auf Dauer aber nicht sehr wirksam, da das Brett durch die Reibung des Sägebands schnell verschleißt.

Bei langen Maschinenlaufzeiten – wie sie etwa im Polstergestell-Bau für diese Maschinen üblich sind – sind folgende zusätzliche Maßnahmen sinnvoll:

1. Zusätzlicher Absauganschluss an der unteren Rolle
2. Zusätzliche obere Absaugung.

Anmerkung: Messtechnische Erfahrungen mit der oberen Absaugung liegen in der Praxis derzeit aber noch nicht vor.



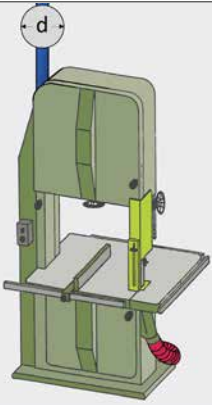
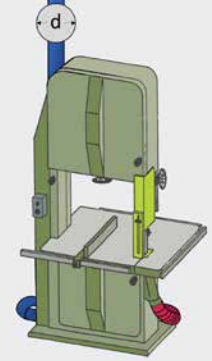
a) Unterhalb der Tischebene



b) Oberhalb der Werkstücke

Abb. 20a + b Details zur Nachrüstung an der Tischbandsägemaschine

Tabelle 15 Beispielhafte Absaugkonfigurationen zum Anschluss einer Tischbandsägemaschine an die Absaugung

Tischbandsägemaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Handwerkliche Fertigung (1 Absaugstutzen)	d = 100 mm	20 m/s	560 m ³ /h	
	d = 120 mm	20 m/s	820 m ³ /h	
<div style="background-color: #0056b3; color: white; padding: 5px; display: inline-block; border-radius: 50%; width: 20px; height: 20px; text-align: center; line-height: 20px;">!</div> Achtung Messungen an dieser Maschine belegen, dass bei umfangreicherer Nutzung der Maschine trotz eingeschalteter Absaugung die Holzstaubkonzentration in der umgebenden Luft über 2 mg/m ³ liegt.				
Industrielle Fertigung (2 Absaugstutzen)				
100 mm + 120 mm	d = 140 mm	20 m/s	1.110 m ³ /h	
Oder 2 x 120 mm	d = 160 mm	20 m/s	1.450 m ³ /h	

Trennband- und Blockbandsägemaschinen

Trennband- und Blockbandsägemaschinen werden typischerweise in Sägewerken oder ähnlichen Fertigungen verwendet.

Da Sägewerksanlagen im Regelfall relativ groß sind, mit erheblichen Schwungmassen betrieben werden und daher einen hohen Platzbedarf haben, werden zur Absaugung deutlich größere Luftmengen für eine wirksame Staubentfernung benötigt, als es von Handwerksbetrieben und den dort vorzufindenden Maschinen und Anlagen her bekannt ist.

Um diese Luftmengen zu begrenzen und die physikalisch begrenzte Reichweite eines herkömmlichen Saugfelds in seiner Wirkung zu optimieren, ist es sinnvoll, den sich innerhalb geschlossener Einhausungen durch teilweise Evakuierung realisierenden Unterdruck unterstützend zu nutzen. Größere Anlagen (Gatter, Zerspaner, Bandsägen, Kreissägen, etc.) mit mechanischem Werkstückvorschub sollten daher, sofern technisch ausführbar, mit einer Kapsel/Einhausung versehen werden, die eine möglichst geschlossene und leakagefreie Hülle um die Maschine bildet. Die infolge der Evakuierung nachströmende Luft sollte ausschließlich über die zu minimierenden Öffnungsquerschnitte im Werkstückeinlauf- und Werkstückauslauf-Bereich zugeführt werden.

Vor diese Öffnungen sollten tunnelförmige Ein- bzw. Auslässe installiert werden, deren Länge sich nach dem Öffnungsquerschnitt oder, im Idealfall, nach der Werkstücklänge richtet. Vor dem Werkstückeinlauf in diese oder dem Werkstückauslauf aus diesen „Tunneln“ sollten flexible Lamellenschürzen aus (Blei-)Gummi angebracht werden, die zum einen den Öffnungsquerschnitt begrenzen (abdichten) und zum anderen das Werkstück ohne Beeinträchtigung passieren lassen.

Die erforderlichen Luftmengen für eine optimale Entstaubung konnten im Rahmen von verschiedenen Projekten nur annähernd identifiziert werden. Bei der Auslegung dieser Luftmengen sind folgende Randbedingungen maßgebend:

- Zerspanungsleistung der Anlage
- Räumliche Ausdehnung der Anlage
- Dichtigkeit der Einhausung einschließlich der Materialein- und -auslässe
- Entscheidung, ob die Absaugung lediglich der Entstaubung oder auch der Entsorgung größerer Zerspanungsbestandteile dienen soll

Schon die Installation einer Absaugung mit lediglich einfachen Erfassungskonstruktionen (abgesaugter Trichter unterhalb der Einhausung) und eher geringer Luftleistung (ca. 7.000 m³/h Volumenstrom, 400 mm Absauganschluss-Durchmesser und ca. 15,5 m/s Luftgeschwindigkeit im Erfassungsbereich) führte bei einer größeren Blockbandsäge zu beträchtlichen Reduktionen der Staubemissionen innerhalb der Einhausung. Zudem traten deutlich geringere Staubmengen aus der Einhausung aus. Allerdings führten die genannten Maßnahmen noch nicht zum gewünschten Ergebnis einer sicheren Unterschreitung des Luftgrenzwerts von 2 mg/m³ außerhalb und einer weitgehend staubfreien Umgebung innerhalb der Einhausung.

Bei der untersuchten Blockbandsäge wäre die ursprünglich projektierte Luftmenge von ca. 12.000 m³/h für eine hinreichend wirksame Entstaubung wahrscheinlich zielführend gewesen.

Bei einem Gesamtabaugstutzen-Durchmesser von $d = 400$ mm hätte sich dann eine Luftgeschwindigkeit von 26 m/s bis 27 m/s ergeben.

Der Strömungswiderstandsbeiwert für die Einhausung/Trichter-Konstruktion liegt in diesem Fall ungefähr bei $\zeta = 4,5$.



a) Blick auf die Kapsel der Maschine oberhalb der Sägeebene mit Werkstückauslaufbereich



b) Verlauf der Anschlussrohrleitung (links) von der auf dem Hallendach positionierten Filteranlage zur Absaugung der Blockbandsäge im Bereich der Späne-Entsorgung unterhalb der Sägeebene



c) Anschluss des Absaugstutzens an die Entsorgungswanne



d) Blick vom Zugang in die Einhausung der Blockbandsäge auf die Erfassungsstelle (Gitter) und die Späne-Rutsche.

Abb. 21a-d Kapselung einer Blockbandsäge, im Zuge einer Optimierungsmaßnahme, mit mechanischem Werkstückvorschub und Anschluss der Kapsel an die Absauganlage

Verfahrbare Blockband- und Trennbandsägemaschinen ohne mechanischen Werkstückvorschub

Ist die Bearbeitungsmaschine verfahrbar und das Werkstück bleibt in fester Position, könnte grundsätzlich auch eine mit der Maschine verfahrbare Kapselung/Einhausung vorgesehen werden. Allerdings ist eine solche Konstruktion relativ aufwändig in der Umsetzung. Zusätzlich wird der Anschluss an die Absaugung erschwert.

Hier können alternativ die Erfassungselemente der einzelnen Bearbeitungswerkzeuge direkt an die Absaugung angeschlossen werden. Die Absaugung erfolgt dann an der jeweiligen Staub-Entstehungsstelle und nicht über die Herstellung einer unterdruckinduzierten Luftströmung im Umfeld der Maschine. Der Anschluss an die Absaugung aller zusammen-gefassten Erfassungselemente sollte in diesem Fall über sogenannte Lippenkanäle mit Schiffchen erfolgen (siehe dazu [Abschnitt 4.3.3](#)).

Im Fall einer horizontalen Blockbandsägemaschine muss das Sägeband über einen – in Laufrichtung des Sägebands seitlich angebrachten – Trichter entsorgt werden. Sind zusätzliche Werkzeuge für die dem Sägeband vorlaufende Bearbeitung vorhanden (z. B. Schlitz-Fräswerkzeuge zur Vorbereitung des Sägeschnitts bei Stämmen mit Rinde), sollten sie ebenfalls mit einem das Werkzeug umschließenden Erfassungselement in die Maschinen-Absaugung integriert werden.

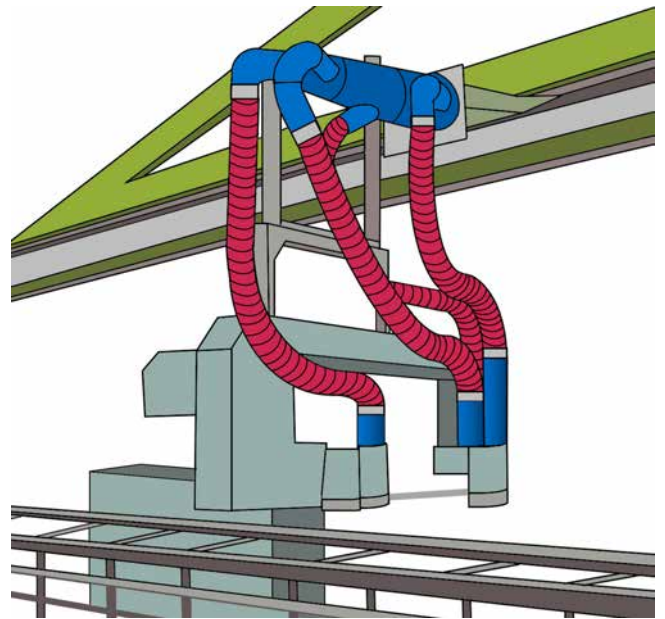


Abb. 22 Erfassungselemente und deren Anschluss an die Absaugung bei einer verfahrbaren horizontalen Blockbandsäge

4.2.6.1.3 Abricht- und Dickenhobelmaschinen

Abrichthobelmaschinen

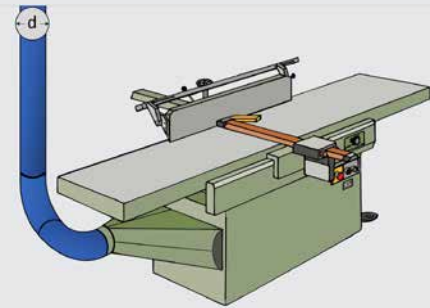
Falls ein Erfassungselement vorhanden ist, kann man davon ausgehen, dass es ausreichend gut funktioniert. Sonst muss es nachgerüstet werden.

Der Absaugstutzen-Durchmesser beträgt üblicherweise $d = 140\text{ mm}$ für Maschinen mit einer Hobelbreite

$< 520\text{ mm}$, oder $d = 160\text{ mm}$ ab 520 mm Messerwellenbreite.

Der Widerstandsbeiwert beträgt in beiden Fällen $\zeta = 3,0$ bis $\zeta = 3,5$.

Tabelle 16 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Abrichthobelmaschine an die Absaugung

Abrichthobelmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Hobelbreite:				
$\leq 410\text{ mm}$	$d = 120\text{ mm}$	20 m/s	820 m ³ /h	
$\leq 520\text{ mm}$	$d = 140\text{ mm}$	20 m/s	1.110 m ³ /h	
$> 520\text{ mm}$	$d = 160\text{ mm}$	20 m/s	1.450 m ³ /h	

Dickenhobelmaschinen

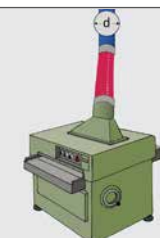
Falls ein Erfassungselement vorhanden ist, kann man davon ausgehen, dass es ausreichend gut funktioniert. Sonst muss es nachgerüstet werden.

Der Absaugstutzen-Durchmesser der Haube beträgt üblicherweise $d = 140\text{ mm}$ für Maschinen mit einer

Hobelbreite $< 520\text{ mm}$, oder $d = 160\text{ mm}$ ab 520 mm Messerwellenbreite.

Der Widerstandsbeiwert beträgt in beiden Fällen $\zeta = 2,0$ bis $\zeta = 2,5$.

Tabelle 17 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Dickenhobelmaschine an die Absaugung

Dickenhobelmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Hobelbreite:				
$\leq 410\text{ mm}$	$d = 120\text{ mm}$	20 m/s	820 m ³ /h	
$\leq 520\text{ mm}$	$d = 140\text{ mm}$	20 m/s	1.110 m ³ /h	
$> 520\text{ mm}$	$d = 160\text{ mm}$	20 m/s	1.450 m ³ /h	

Kombinierte Abricht-/Dickenhobelmaschinen

Die Fänger sind analog zu den getrennten Maschinen aufgebaut. Auch der Absaugstutzen-Durchmesser ist identisch.

Bei einigen Konstruktionen erfolgt bei der Verwendung als Abricht- oder Dickenhobelmaschine die Absaugung über einen flachen Kanal unter dem Tisch. Bei **dieser Bauform** muss mit einem **höheren Strömungswiderstand** bis zu $\zeta = 5,0$ gerechnet werden.

Tabelle 18 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer kombinierten Abricht-/Dickenhobelmaschine an die Absaugung

Kombinierte Abricht-/Dickenhobelmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
Hobelbreite:		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Abricht-Betrieb:				
≤ 410 mm	d = 120 mm	20 m/s	820 m ³ /h	
≤ 520 mm	d = 140 mm	20 m/s	1.110 m ³ /h	
> 520 mm	d = 160 mm	20 m/s	1.450 m ³ /h	
Dicken-Betrieb:				
≤ 410 mm	d = 120 mm	20 m/s	820 m ³ /h	
≤ 520 mm	d = 140 mm	20 m/s	1.110 m ³ /h	
> 520 mm	d = 160 mm	20 m/s	1.450 m ³ /h	

4.2.6.1.4 Fräsmaschinen

Tischoberfräsmaschinen

Aufgrund der geringen Laufzeit kann in handwerklichen Betrieben auf einen Anschluss an die Absaugung verzichtet werden. In Industriebetrieben darf die Maschine maximal 30 Minuten/Arbeitsschicht im Einsatz sein. Darüberhinausgehend sind nach [TRGS 553](#) weitere organisatorische Maßnahmen zu treffen, wie beispielsweise das Tragen einer geeigneten Atemschutzmaske. Die individuelle Gefährdungsbeurteilung ist hier maßgebend.

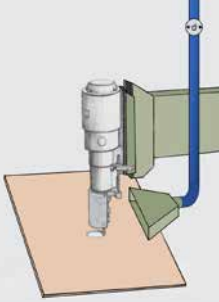
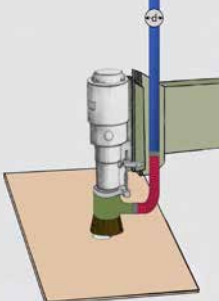
Wenn die Maschine abgesaugt werden soll, beträgt der Absaugdurchmesser $d = 120 \text{ mm}$, bei einem Widerstandsbeiwert von $\zeta = 2,5$.

Die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt hat Versuche zur Staubminimierung mit verschiedenen Nutfräswerkzeugen durchgeführt:

- mit geraden Schneiden
- spiralförmig

Bei den Versuchen zeigte sich eindeutig, dass beim Einsatz der spiralförmigen Fräswerkzeuge die Späne nach oben gezogen werden, was wesentlich zur Staubarmut beiträgt, da die Absaugung in der Regel ebenfalls nach oben erfolgt. Man kann bei Verwendung dieser Werkzeuge von einer etwa zwanzigfachen Reduktion der Staubbelastung ausgehen.

Tabelle 19 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Tischoberfräsmaschine an die Absaugung

Tischoberfräsmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugtrichter hinter dem Werkzeug	$d = 120 \text{ mm}$	20 m/s	$820 \text{ m}^3/\text{h}$	
Abgesaugter Bürstenring	$d = 120 \text{ mm}$	20 m/s	$820 \text{ m}^3/\text{h}$	

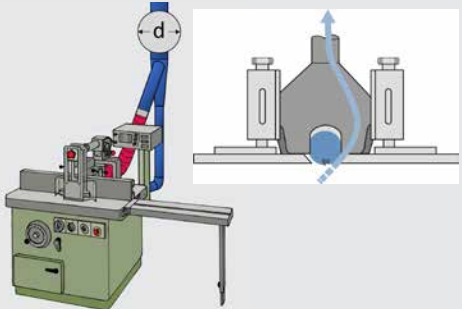
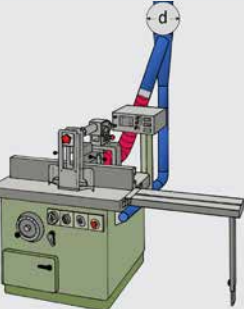
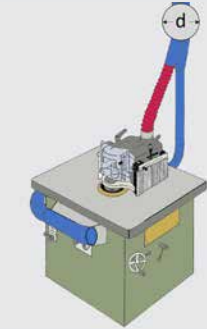
Tischfräsmaschinen

Zusätzlich zur Absaugung der Haube oberhalb des Arbeitstischs ist eine Absaugung unter dem Tisch erforderlich. Der Absaugstutzen-Durchmesser beträgt für die obere Absaugung $d = 120\text{ mm}$. Für die Absaugung unterhalb des Tisches gibt es Durchmesser von $d = 100\text{ mm}$ und $d = 120\text{ mm}$.

In beiden Fällen wird der Durchmesser nach der Zusammenführung mit $d = 160\text{ mm}$ und der Widerstandsbeiwert an dieser Stelle mit $\zeta = 3,5$ angenommen.

Für Bogenfräsarbeiten ist eine gesonderte, ebenfalls absaugbare Haube mit Absaugstutzen-Durchmesser $d = 120\text{ mm}$ erforderlich.

Tabelle 20 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Tischfräsmaschine an die Absaugung

Tischfräsmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugung ober- und unterhalb des Maschinentischs	$d = 160\text{ mm}$	20 m/s	1.450 m ³ /h	
Nachrüstung (in Absprache mit dem Hersteller und nach durchgeführter Gefährdungsbeurteilung) unter Tisch bei älterer Tischfräsmaschine				
Nachrüstung (in Absprache mit dem Hersteller und nach durchgeführter Gefährdungsbeurteilung) unter Tisch bei älterer Tischfräsmaschine mit abgesaugter Bogenfräshaube				

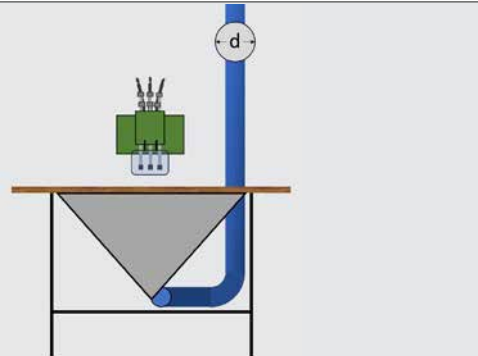
Astlochfräsmaschinen

Die Maschinen werden in Handwerksbetrieben üblicherweise nicht abgesaugt. Das ist unter den dort herrschenden Betriebsbedingungen auch nicht schädlich.

Wo es erforderlich sein sollte die Maschine an die Absaugung anzuschließen, genügt ein einfacher Trichter hinter

der Maschine (siehe auch Tischoberfräsmaschine) oder unter dem Auflagetisch. Der Anschluss-Durchmesser sollte dann $d = 120 \text{ mm}$ betragen. Der Strömungswiderstandsbeiwert kann auf $\zeta = 1,5$ bis $\zeta = 2,0$ geschätzt werden.

Tabelle 21 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Mehrfach-Astlochbohrmaschine an die Absaugung

Astlochfräsmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugtrichter unter der Werkstückauflage	$d = 120 \text{ mm}$	20 m/s	820 m ³ /h	
Alternativ besteht auch die Möglichkeit, einen Absaugtrichter hinter der Maschine anzuordnen (siehe Tischoberfräsmaschine).				

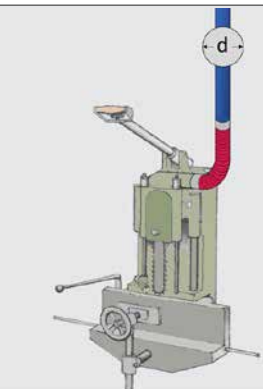
Kettenstemmmaschinen

Die Maschinen sind normalerweise mit einer rechteckigen Späneauswurf-Öffnung an der oberen Umlenkung ausgestattet. Auf den Anschluss an die Absaugung kann im Regelfall wegen der geringen Emissionen verzichtet werden. Darüberhinausgehend sind nach [TRGS 553](#) weitere organisatorische Maßnahmen zu treffen, wie beispielsweise

das Tragen einer geeigneten Atemschutzmaske. Die individuelle Gefährdungsbeurteilung ist hier maßgebend.

Wird die Maschine angeschlossen, kann man von einem Anschlussdurchmesser von $d = 60 \text{ mm}$ bei einem Widerstandsbeiwert von $\zeta = 2,5$ ausgehen.

Tabelle 22 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Kettenstemmmaschine an die Absaugung

Kettenstemmmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Mindest-Absaugdurchmesser $d = 60 \text{ mm}$; Maschinen mit kleineren Anschlüssen sind besser über Entstauber für ortsveränderlichen Betrieb abzusaugen.	$d = 60 \text{ mm}$	20 m/s	203 m ³ /h	

4.2.6.1.5 Drehmaschinen

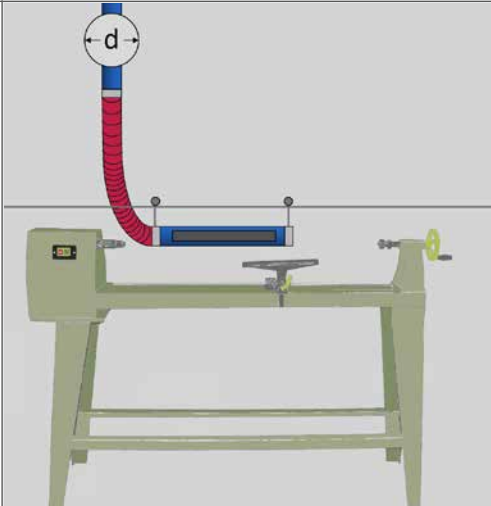
Drehselbänke

Drehselbänke werden in Schreinereibetrieben nur selten benutzt, sodass ein Anschluss an eine Absauganlage im Regelfall unter der Voraussetzung, dass die Maschine maximal 30 Minuten/Arbeitsschicht im Einsatz ist, dort nicht erforderlich ist. Darüberhinausgehend sind nach TRGS 553 weitere organisatorische Maßnahmen zu treffen, wie beispielsweise das Tragen einer geeigneten Atemschutzmaske. Die individuelle Gefährdungsbeurteilung ist hier maßgebend.

Wenn eine Drehselbank zum Beispiel in Drechslereien wegen der dortigen Bedeutung für den Fertigungsablauf abgesaugt werden muss, ist zur Erfassung der Staub-Späne-Gemische ein absaugbarer Trichter unterhalb der Spanneinrichtung und/oder ein beweglicher Absaugarm oberhalb der Bearbeitungsstelle möglich. Sinnvoll ist dabei ein Anschlussdurchmesser von jeweils mindestens $d = 120\text{ mm}$. Der Widerstandsbeiwert dieser Konstruktion wird einschließlich des flexiblen Anschluss-Schlauchs auf etwa $\zeta = 3,0$ bis $\zeta = 5,0$ geschätzt.

Darüber hinaus hängen weitere Absaugmaßnahmen (z. B. Kapselung der Maschine) sehr stark von den individuellen Fertigungsverfahren ab.

Tabelle 23 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Drehselbank an die Absaugung

Drehselbankmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Verschiebbarer Absaugtrichter im Bearbeitungsbereich	$d = 120\text{ mm}$	20 m/s	820 m ³ /h	

4.2.6.1.6 Bohrmaschinen

Unter handwerklichen Fertigungsbedingungen kann bei fast allen Bohrmaschinen (Ausnahme: Topfbandbohr- bzw. Beschlageinlassmaschine) auf die Absaugung verzichtet werden. In industriellen Fertigungen, besonders beim Polstergestell-Bau, ist das durchaus anders zu sehen.

Langloch-, Dübel-, Reihenloch-, Mehrspindel-bohrmaschine

Bei handwerklicher Einzelstückfertigung ist die Absaugung in der Regel verzichtbar, wenn Spiralbohrer verwendet werden. Wenn im Einzelfall trotzdem eine Absaugung vorgesehen ist, wird zur Nachrüstung (in Absprache mit dem Hersteller und nach durchgeführter Gefährdungsbeurteilung) ein Trichter unter oder hinter der Maschine empfohlen. Der Absaugstutzen-Durchmesser sollte mit $d = 100\text{ mm}$ bis $d = 120\text{ mm}$ gewählt werden. Als Widerstandsbeiwert kann $\zeta = 2,0$ angenommen werden.

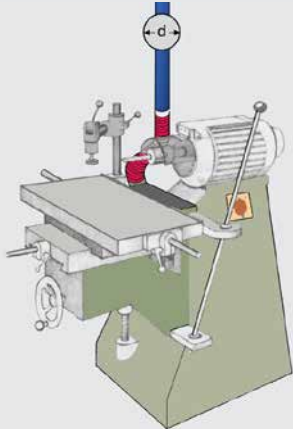
Die Serienfertigung in der Möbelherstellung setzt präzise Bohrungen und exakt positionierte Dübelverbindungen voraus. Diese Holzbearbeitungsmaschinen gibt es in unterschiedlichen Leistungsklassen. Am oberen Ende des

Spektrums stehen vollautomatische CNC-Bohrstraßen mit verschiedenen Bohrspindeln, Wendestation, Beschickung und Abstapelung.

Durchlaufbohrmaschinen werden in der Möbelindustrie eingesetzt, um definierte Lochmuster in nur einem Arbeitsgang zu bohren, zum Beispiel Dübel-, Griff-, oder Schlossbohrungen. Die Durchlaufbohrmaschine muss flexibel an kleine Losgrößen angepasst werden können. Bei automatischen Anlagen sind Spindeln und Bohrköpfe über einen Bohrsupport einzeln abrufbar.

Diese hohe Flexibilität und die kundenorientierte Ausstattung machen allgemein gültige Aussagen zur Gestaltung von Erfassungselementen und zur erforderlichen Absaugleistung schwierig. Da Bohren aber zu den wenig staubintensiven Arbeitsgängen zählt, kann als Anhaltspunkt für die Absaugleistung ein Wert von $100\text{ m}^3/\text{h}$ für jede der Bohrspindeln angenommen werden, die gleichzeitig im Eingriff sind. Die erforderliche Absaugleistung und der Gesamtstutzen-Durchmesser ergeben sich dann aus der Zahl der Bohrspindeln mit gleichzeitigem Eingriff.

Tabelle 24 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Langlochbohrmaschine an die Absaugung

Langlochbohrmaschine		Mindestanforderungen		Skizze
Erfassung und Absauganschluss		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugtrichter unterhalb des Werkzeugs	$d = 100\text{ mm}$	20 m/s	$560\text{ m}^3/\text{h}$	
	$d = 120\text{ mm}$	20 m/s	$820\text{ m}^3/\text{h}$	

Topfbandbohrmaschinen und Beschlageinlassmaschinen

Diese Maschine muss grundsätzlich abgesaugt werden. Es handelt sich streng genommen nicht um eine Bohr-, sondern um eine Fräsmaschine (Einsatz von Fräswerkzeugen, keine spiralförmigen Werkzeuge).

Zur Nachrüstung (in Absprache mit dem Hersteller und nach durchgeführter Gefährdungsbeurteilung) wird ein Trichter unter oder hinter der Maschine empfohlen. Der Absaugstutzen-Durchmesser sollte mit $d = 100\text{ mm}$ bis $d = 120\text{ mm}$ gewählt werden. Als Widerstandsbeiwert kann $\zeta = 2,0$ angenommen werden.

Zusätzlich ist eine durchsichtige Verdeckung als Prallwand für die wegfliegenden Späne sinnvoll.

Bei manchen Maschinen, die schon mit einem Absaugfänger ausgerüstet sind, wird häufig ein Rohr mit stark reduziertem Querschnitt bis dicht an die Bohrer herangeführt. Diese Konstruktion hat sehr hohe Widerstandsbeiwerte bei sehr geringem Absaugvolumenstrom zur Folge und ist daher nicht zu empfehlen. In Kombination mit einer vorderen Verdeckung sind solche Fänger trotzdem ausreichend wirksam. Der Absaugstutzen-Durchmesser sollte $d = 120\text{ mm}$ betragen.

Tabelle 25 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Beschlageinlassmaschine an die Absaugung

Topfbandbohr- und Beschlageinlassmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugtrichter hinter der Maschine	$d = 100\text{ mm}$	20 m/s	$560\text{ m}^3/\text{h}$	
	$d = 120\text{ mm}$	20 m/s	$820\text{ m}^3/\text{h}$	

4.2.6.1.7 Schleifmaschinen

Schleifmaschinen verursachen in allen Bauformen hohe Staubemissionen. Es muss daher bei diesen Maschinen besonderer Wert auf eine optimale Erfassung und eine wirkungsvolle Absaugung gelegt werden, zumal sie ausschließlich genau die für den Gesundheitsschutz und den Explosionsschutz kritischen Staubfraktionen emittieren.

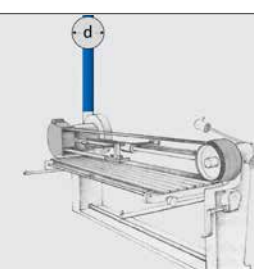
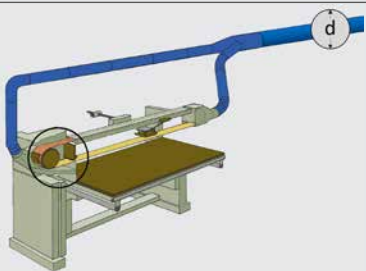
Bei allen Bandschleifmaschinen spielt die Schleppströmung eine herausragende Rolle.

Tischbandschleifmaschinen

Ältere Maschinen sind häufig nur mit einer Absaugung an der (angetriebenen) linken Rolle versehen. Der Durchmesser des Absauganschlusses beträgt $d = 160\text{ mm}$ bis $d = 180\text{ mm}$.

Zwischenzeitlich wurden alle Maschinen zusätzlich auch an der rechten Rolle abgesaugt. Neuere – auch staubgeprüfte Konstruktionen – besitzen wiederum nur eine Absaugung an der linken (angetriebenen) Rolle mit $d = 180\text{ mm}$ Durchmesser.

Tabelle 26 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Tischbandschleifmaschine an die Absaugung

Tischbandschleifmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Nur linke Rolle abgesaugt (angetriebene Rolle; Altbestand): Nachrüstung erforderlich (in Absprache mit dem Hersteller und nach durchgeführter Gefährdungsbeurteilung)	$d = 160\text{ mm}$	20 m/s	1.450 m ³ /h	
	$d = 180\text{ mm}$	20 m/s	1.830 m ³ /h	
Beide Rollen abgesaugt:				
120 mm + 120 mm	$d = 160\text{ mm}$	20 m/s	1.450 m ³ /h	
140 mm + 120 mm	$d = 180\text{ mm}$	20 m/s	1.830 m ³ /h	
160 mm + 120 mm	$d = 200\text{ mm}$	20 m/s	2.260 m ³ /h	

Folgende Nachrüstmaßnahmen (siehe Abbildung 23) werden empfohlen:

1. Die Stauberfassung optimieren, statt des Lattenrosts eine geschlossene Platte als Tischauflage verwenden.
2. Trichter an der Ansaugöffnung anbringen.
3. Obere Öffnung des Blechgehäuses so weit wie möglich abdichten.
4. Luftleitelement einbauen, das für Luftwirbel sorgt.
5. Füllkörper seitlich der Rolle anbringen.
6. Absaugstutzen an der rechten (nicht angetriebenen) Rolle anbringen.
7. Rechte Rolle analog zur linken Rolle ausstatten.

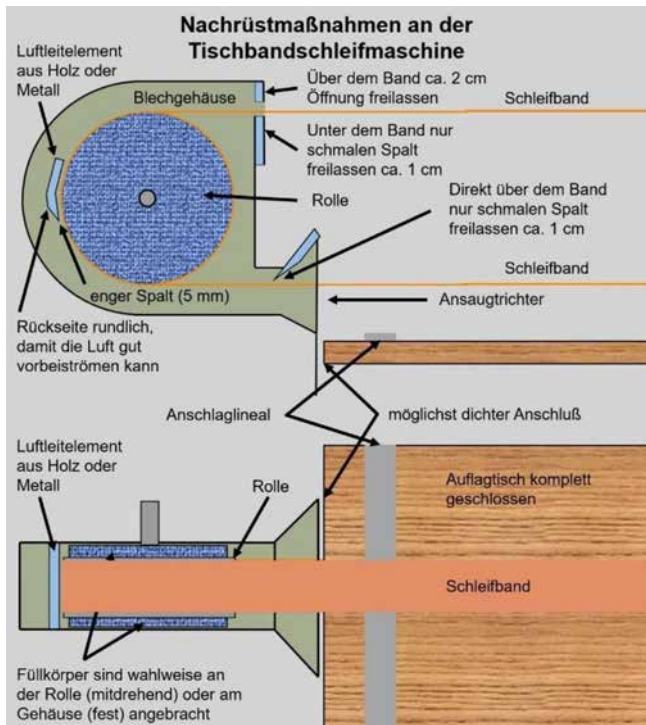


Abb. 23 Details zur Nachrüstung an der Tischbandschleifmaschine

Absauganschluss-Durchmesser: Der Mindest-Anschluss-Durchmesser beträgt bei einseitiger Absaugung der angetriebenen linken Rolle $d = 180$ mm. Bei Absaugung über beide Rollen beträgt $d = 200$ mm in der Konfiguration DN 160 mm (links) + DN 120 mm (rechts) und $d = 180$ mm in der Konfiguration DN 140 mm (links) und DN 120 mm (rechts).

Die Strömungswiderstandsbeiwerte liegen für die einfache Absaugung bei $\zeta = 1,5$ und für die Absaugung über beide Rollen bei $\zeta = 4,0$.

Kantenbandschleifmaschinen

Die Absaugwirkung an einer Kantenbandschleifmaschine ist im Allgemeinen nur dann ausreichend, wenn, zusätzlich zur angetriebenen Rolle, auch die Umlenkung an der nicht angetriebenen Rolle abgesaugt wird. Diese Haube kann als Trichter ausgeführt werden, der die Rolle umschließt. Die Vorrichtung muss allerdings demontiert werden können für den Fall, dass an der Rolle selbst Radien geschliffen werden sollen.

Die Abbildung 24 zeigt einen Absaugfänger, der direkt unter der Werkstückauflage angebracht ist und auch für Schleifarbeiten an der nicht angetriebenen, offenen Rolle verwendet werden kann.

Tabelle 27 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Kantenbandschleifmaschine an die Absaugung

Kantenbandschleifmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Beide Rollen abgesaugt:				
100 mm + 100 mm	$d = 140$ mm	20 m/s	$1.110 \text{ m}^3/\text{h}$	
120 mm + 100 mm	$d = 160$ mm	20 m/s	$1.450 \text{ m}^3/\text{h}$	

Absaugfänger für die nicht angetriebene Rolle, wenn Schleifen an der Ulenkrolle möglich bleiben soll

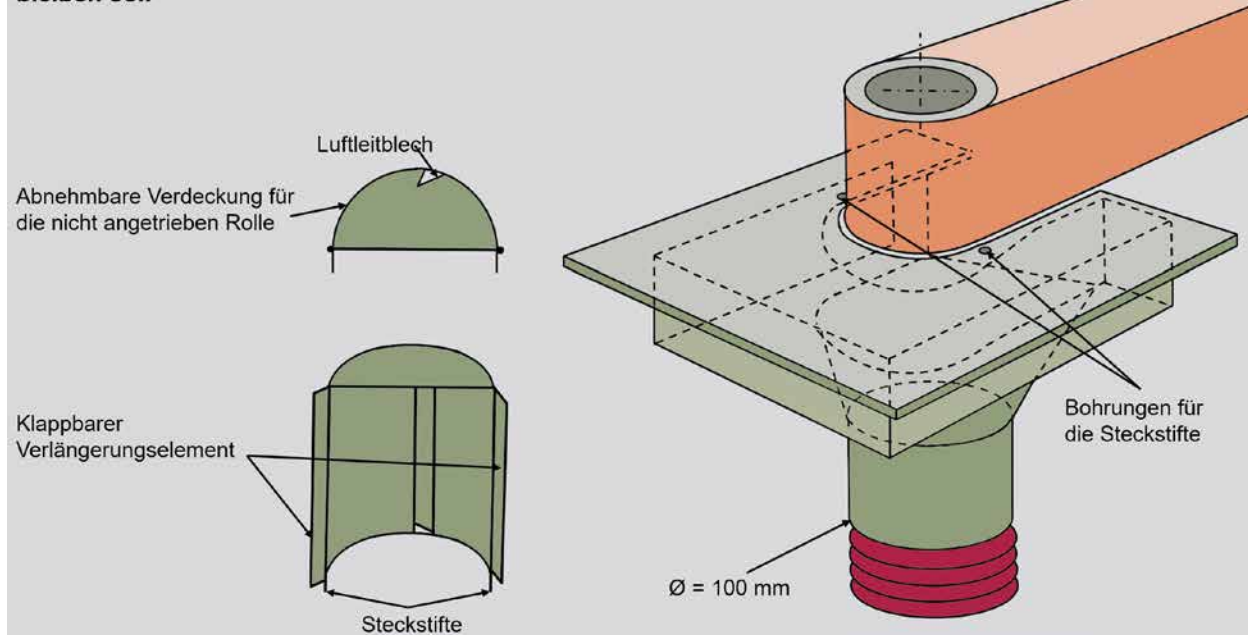


Abb. 24 Details zur Nachrüstung (in Absprache mit dem Hersteller und nach durchgeführter Gefährdungsbeurteilung) an der Kantenbandschleifmaschine

Als Gesamt-Absaugstutzen-Durchmesser an einer Kantenbandschleifmaschine sind $d = 140 \text{ mm}$ (jeweils $d = 100 \text{ mm}$ für rechts und links) ausreichend.

Der Widerstandsbeiwert nach der Zusammenführung sollte mit $\zeta = 3,5$ angenommen werden.

Breitbandschleifmaschinen

Breitbandschleifmaschinen gibt es heute in der Regel nur noch in gekapselter Ausführung. Meist sind mehrere Absaugstutzen vorhanden. Der notwendige Gesamtdurchmesser ergibt sich aus der Addition der einzelnen Absaugstutzen-Querschnitte und ist im Allgemeinen recht hoch (häufiger Wert: 4 Absaugstutzen (2 x 120 mm, 160 mm und 200 mm) geben einen Gesamtdurchmesser von $d_g = 315 \text{ mm}$. Damit ist auch der notwendige Volumenstrom für handwerkliche Verhältnisse recht hoch.

Der Widerstandsbeiwert liegt bei etwa $\zeta = 3,5$ für den Punkt nach der Zusammenführung.

Bei handwerksüblichen Breitbandschleifmaschinen muss beachtet werden, dass erfahrungsgemäß bereits bei

geringfügiger Unterschreitung der Soll-Luftgeschwindigkeit von 20 m/s eine deutliche Erhöhung der Staubkonzentrationen am Arbeitsplatz eintreten kann.

Bei Breitbandschleifmaschinen für den Kalibrierschliff, zum Beispiel in der Treppenfertigung, Leimholzfertigung oder Plattenfertigung, kann die von der Maschine erbrachte Abtragleistung so groß sein, dass innerhalb der Maschine und in der angeschlossenen Rohrleitung eine Überschreitung der unteren Explosionsgrenze für Holzstaub möglich wird. In diesen Fällen ist eine Einzelfallbeurteilung erforderlich und es sind eventuell zusätzliche Maßnahmen zur Überwachung der Absaugleistung zu treffen (Näheres dazu siehe [DGUV Information 209-045](#) und [FBHM Nr. 101:2018-05](#) „Beurteilung des Brand- und Explosionsrisikos an Breitbandschleifmaschinen zur Holzbearbeitung“). Besonders bei flächigen Werkstücken bleiben vom Schleifband erzeugte Zerspanungsreste auf der Platte liegen. Sie werden beim Handling des Werkstücks in die Umgebung freigesetzt.

Tabelle 28 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Breitbandschleifmaschine an die Absaugung

Breitbandschleifmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugung der einzelnen Schleifbänder über Fänger innerhalb einer geschlossenen Kapsel, zusätzlicher Absauganschluss für evtl. nachgeschaltete Bürstaggregate	bei Arbeitsbreite (Angabe pro Aggregat):			
	630 mm → 120 mm	20 m/s	820 m³/h	
	910 mm → 140 mm	20 m/s	1.110 m³/h	
	1.100 mm → 160 mm	20 m/s	1.450 m³/h	
	1.350 mm → 180 mm	20 m/s	1.830 m³/h	
1.600 mm → 200 mm	20 m/s	2.260 m³/h		

Tellerschleifmaschinen

Tellerschleifmaschinen besitzen in der Regel ein bis drei Erfassungselemente, die nach der Erfassung zusammengeführt werden.

Der Widerstandsbeiwert liegt zwischen $\zeta = 2,5$ und $\zeta = 4,5$. Dies entspricht Druckverlusten von 800 bis 900 Pa in der Maschine.

Der Anschlussdurchmesser beträgt – je nach Größe der Maschine – zwischen $d = 120$ mm und $d = 180$ mm.

Tabelle 29 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Tellerschleifmaschine an die Absaugung

Tellerschleifmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Angaben zum Absaugdurchmesser beziehen sich immer auf das einzelne Erfassungselement. Nach der Zusammenführung ergeben sich wesentlich größere Durchmesser für den Absauganschluss.	$d = 120$ mm	20 m/s	820 m³/h	
	$d = 140$ mm	20 m/s	1.110 m³/h	
	$d = 160$ mm	20 m/s	1.450 m³/h	
	$d = 180$ mm	20 m/s	1.830 m³/h	

Luftwalzen- und Schwabbelschleifmaschinen

Die meisten Absaugkonstruktionen an diesen Maschinen erschweren das Handling und somit die Akzeptanz auf Seiten der Anwendenden. In der Abbildung ist eine Lösungsmöglichkeit aufgezeigt, die auch als fertiger Nachrüstsatz bezogen werden kann.

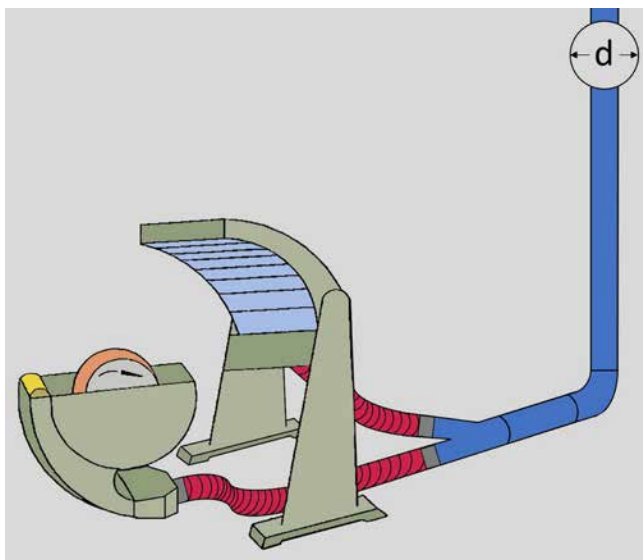


Abb. 25 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Luftwalzenschleifmaschine an die Absaugung

Hier ist die zusätzliche Hauben-Absaugung als kritisch zu beurteilen, da eine hohe Anfälligkeit gegenüber störenden Luftströmungen vorliegt. Als Ideallösung böte sich hier eine rückseitige Kabine an.

An Luftwalzen- und Schwabbelschleifmaschinen ist die Zirkulationsströmung aufgrund der Rotation der Walzen beträchtlich und führt dazu, dass Emissionen, die auf der einen Seite der Absaughaube erfasst werden, auf der anderen Seite wieder freigesetzt werden. Durch einstellbare Abweisbleche lässt sich dieser negative Effekt deutlich abmildern.

Allerdings ist gerade für gerundete Werkstücke die Bedienbarkeit umso schlechter, je tiefer die Walze in das Erfassungselement eingebettet ist.

Die in Abbildung 26 dargestellte optimierte Haube weist im Wesentlichen folgende Merkmale auf:

1. Bis auf die Bearbeitungsstelle komplette Verkleidung der Schleifwalze
2. Anpassungsmöglichkeit an den Platzbedarf bei der Bearbeitung durch verstellbare Schieber
3. Weitgehende Orientierung der Erfassungshaube in Richtung des abfliegenden Staubs
4. Gestaltung der Eintrittsquerschnitte (= Saugschlitz) mit Flanschen
5. Anbringung von Strömungsleitblechen zur Herstellung einer gerichteten Strömung
6. Möglichst geringe Öffnungsquerschnitte an den Stirnseiten der Schleiftrommel zur Verringerung von „Falschluf“-Volumenströmen
7. Wegklappbare, stirnseitige Verdeckung zur leichten Montage der Schleiftrommel
8. Auslegung der Luft-Eintrittsquerschnittswerte entsprechend den Stauberfassungsverhältnissen
9. Möglichkeit zur Anpassung der Absaughaube an verschiedene Schleifrommeldurchmesser

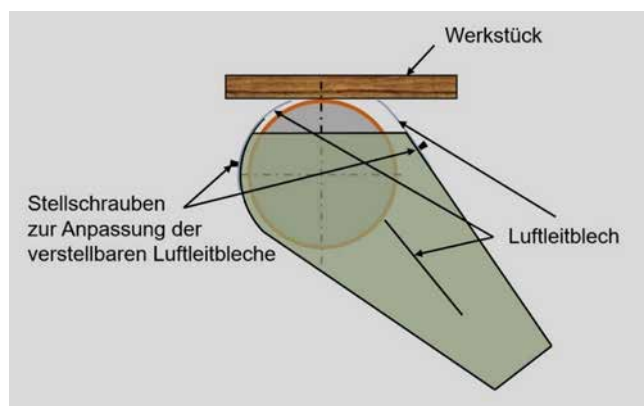


Abb. 26 Optimierte Erfassungshaube für den Anschluss einer Luftwalzen-/Schwabbelschleifmaschine an die Absaugung

Der Widerstandsbeiwert für beide Konstruktionen beträgt (im Fall der zusätzlichen Haube nach der Zusammenführung) etwa $\zeta = 2,5$.

Profilschleifmaschinen

Profilschleifmaschinen sind – hinsichtlich der Konstellation bei der Stauberfassung – ähnlich wie Bandsägen aufgebaut. Teilweise sind im Bereich der unteren Umlenkung seitliche Absauganschlüsse geringen Durchmessers vorhanden. Eine solche Absaugung muss als wenig wirkungsvoll angesehen werden.

Wenn die Maschine abgesaugt werden soll, wird ein Fänger gemäß nachstehender Skizze empfohlen. Der Anschlussdurchmesser sollte etwa $d = 100\text{ mm}$ betragen. Eine gute Abdichtung des Fängers, zum Beispiel durch ein Holzbrett unterhalb der Werkstückauflage, ist wesentlich. Der Widerstandsbeiwert kann mit $\zeta = 3,0$ angenommen werden.

Tabelle 30 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Profilschleifmaschine an die Absaugung

Profilschleifmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Tischeinlage mit Bohrungen und Optimierung des Erfassungselements unter dem Tisch.	$d = 100\text{ mm}$	20 m/s	$570\text{ m}^3/\text{h}$	

Rundstabschleifmaschinen

Rundstabschleifmaschinen sollten mit einem Absaugtrichter ausgerüstet werden, der bis zur Werkstückauflage (A) hinaufreicht. Der Trichter ist beidseitig mit einer Klappe für den Bandwechsel zu schließen. Auf der Rückseite der Maschine sollte die Absaugung möglichst steil nach oben angeordnet werden (B). Auf diese Weise wird ein

großer Teil des Staubs erfasst, der vom Band festgehalten und an der Umlenkung freigesetzt wird. An der mit (C) bezeichneten Stelle muss das Blech möglichst dicht an das Band herangeführt werden.

Der Absaugstutzen-Durchmesser beträgt $d = 100 \text{ mm}$ bis $d = 120 \text{ mm}$, der Widerstandsbeiwert etwa $\zeta = 3,0$.

Tabelle 31 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Rundstabschleifmaschine an die Absaugung

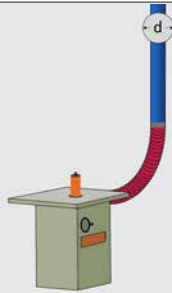
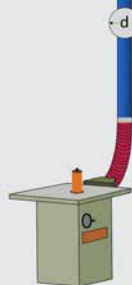
Rundstabschleifmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absauganschluss unter Tisch.	$d = 100 \text{ mm}$	20 m/s	$560 \text{ m}^3/\text{h}$	
Absauganschluss unter Tisch und Absaugtrichter über Tisch	$d = 120 \text{ mm}$	20 m/s	$820 \text{ m}^3/\text{h}$	

Walzenschleifmaschinen

Walzenschleifmaschinen haben häufig die Konstruktion einer Tischfräsmaschine zur Basis. Sie sollten daher über den Anschlussstutzen unterhalb der Tischfläche

abgesaugt oder mit einem Absaugtrichter ausgerüstet werden, der an die Tischoberfläche anschließt.

Tabelle 32 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Walzenschleifmaschine an die Absaugung

Walzenschleifmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absauganschluss unter Tisch.	d = 100 mm	20 m/s	560 m ³ /h	
Absauganschluss unter Tisch und Absaugtrichter über Tisch	d = 120 mm	20 m/s	820 m ³ /h	

4.2.6.1.8 Mehrstufige Maschinen

Mehrstufige Maschinen gibt es in gekapselter und nicht gekapselter Ausführung. Die Staub- und Späne-Erfassung erfolgt in der Regel immer über direkt an den Werkzeugen angebrachte Erfassungselemente. Mit Ausnahme von CNC-Bearbeitungszentren stellen beide Varianten hinsichtlich der Staubemission in die Umgebung kein Problem dar. Kapsel-Nachrüstungen sind daher aus Gründen der Stauberfassung meistens nicht erforderlich.

Der Gesamtquerschnitt hängt stark von der Anzahl der Bearbeitungswerkzeuge und deren Größe ab.

Der Strömungswiderstandsbeiwert wird jeweils für den Punkt nach der Zusammenführung aller Anschlüsse angegeben. Sein Wert ändert sich erfahrungsgemäß auch bei abweichender Gestaltung der Zusammenführung kaum.

Er hängt wesentlich von der Ausführung der Erfassungselemente ab.

Sind Einzelabsaugungen an den Aggregaten mit geringen Querschnitten (d = 80 mm oder d = 100 mm) vorhanden, beträgt der Strömungswiderstandsbeiwert an der Zusammenführung bis zu $\zeta = 7,0$. Höhere Widerstandsbeiwerte lassen auf Querschnittsverengungen innerhalb der Maschine schließen.

Bei größeren Einzelquerschnitten oder Raumabsaugungen liegen die Werte etwa bei $\zeta = 4,0$.

In der Regel reicht die Mindest-Luftgeschwindigkeit von 20 m/s nicht aus, um die anfallenden Materialmengen abzuführen.

Fräsmaschinen für vierseitige Bearbeitung

Tabelle 33 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Fräsmaschine für vierseitige Bearbeitung an die Absaugung

Fräsmaschine für vierseitige Bearbeitung mit offener Bauart				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
2 x 120 mm + 140 mm + 160 mm	d = 280 mm	24 m/s	5.320 m ³ /h	
120 mm + 2 x 140 mm + 160 mm	d = 280 mm	24 m/s	5.320 m ³ /h	
2 x 140 mm + 2 x 160 mm	d = 300 mm	24 m/s	6.100 m ³ /h	

Die Maschinen werden auch als Kehlmaschinen bezeichnet. Bei Kehlmaschinen können sowohl Hobelwerkzeuge als auch Fräswerkzeuge zum Einsatz kommen, teilweise auch Sägeblätter.

Der Strömungswiderstandsbeiwert beträgt üblicherweise $\zeta = 4,0$ bis $\zeta = 4,5$. Bei kleineren Maschinen muss von $\zeta = 6,0$ ausgegangen werden.

Tabelle 34 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer gekapselten Fräsmaschine für vierseitige Bearbeitung an die Absaugung

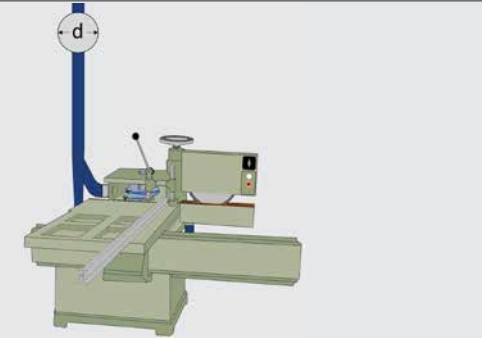
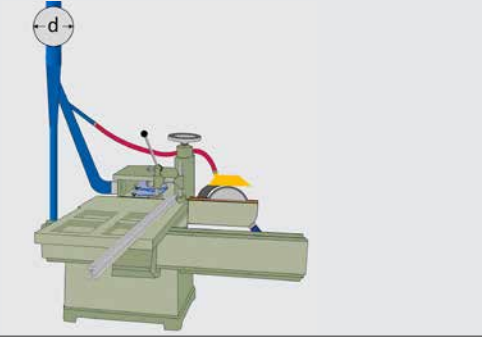
Fräsmaschine für vierseitige Bearbeitung mit geschlossener Bauart				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
2 x 120 mm + 140 mm + 160 mm	d = 280 mm	24 m/s	5.320 m ³ /h	
120 mm + 2 x 140 mm + 160 mm	d = 280 mm	24 m/s	5.320 m ³ /h	
2 x 140 mm + 2 x 160 mm	d = 300 mm	24 m/s	6.100 m ³ /h	

Zapfenschneid- und Schlitzmaschinen

Nachzurüsten (in Absprache mit dem Hersteller und nach durchgeführter Gefährdungsbeurteilung) ist bei diesen Maschinen in der Regel die Schutzhaube für das Sägeblatt.

Hier liegen die Gesamtstutzen-Durchmesser bei $d = 200 \text{ mm}$ ($100 \text{ mm} + 2 \times 120 \text{ mm}$) bei einem Widerstandsbeiwert von $\zeta = 3,5$.

Tabelle 35 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Zapfenschneid- und Schlitzmaschine an die Absaugung

Zapfenschneid- und Schlitzmaschine				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugung Sägeblatt $d = 100 \text{ mm}$ + Absaugung Fräskasten $d = 160 \text{ mm}$	$d = 180 \text{ mm}$	20 m/s	$1.830 \text{ m}^3/\text{h}$	
Absaugung Sägeblatt unten $d = 100 \text{ mm}$ und oben $d = 60 \text{ mm}$ + Absaugung Fräskasten $d = 160 \text{ mm}$	$d = 180 \text{ mm}$	20 m/s	$1.830 \text{ m}^3/\text{h}$	

Doppelendprofiler

Absaugung aller Einzelaggregate über jeweils einen das Werkzeug so weit wie möglich umschließenden Fänger, Durchmesser nach Vorgabe des Herstellers (i. d. R. $d \geq 120 \text{ mm}$). Einhausung oder Vollkapselung der gesamten Maschine, Zusammenfassung der Einzelabsaugung häufig innerhalb der Kapsel/Einhausung.

Die Strömungswiderstandsbeiwerte schwanken – in Abhängigkeit von der Ausstattung mit Bearbeitungswerkzeugen und den Längen der meistens flexiblen Absaugstutzen-Anschlussleitungen – für den Punkt nach der Zusammenführung zwischen $\zeta = 3,5$ bis $\zeta = 6,0$.

Tabelle 36 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss eines Doppelendprofilers an die Absaugung

Doppelendprofiler				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugkonfiguration und Anschlussquerschnitt je nach Ausführung (Angabe nur beispielhaft)	d = 300 mm	24 m/s	6.100 m ³ /h	
	d = 350 mm	24 m/s	8.310 m ³ /h	
	d = 400 mm	24 m/s	10.850 m ³ /h	

Kantenanleimmaschinen

Bei diesen Maschinen ergeben sich – absaugtechnisch – einige Besonderheiten. So werden an diesen Maschinen häufig unterschiedliche Materialien (Holzplatten, Kunststoffkanten, etc.) spanend bearbeitet. Die verwendeten Bearbeitungswerkzeuge sind häufig nur relativ klein. Außerdem entstehen – neben Zerspanungsabfällen – auch Dämpfe von Schmelzklebern, etc., die getrennt von den Zerspanungsabfällen erfasst und gegebenenfalls mit getrennten Absaugsystemen (ohne Luftrückführung) abgesaugt werden sollten/müssen. Näheres regelt die Betriebsanleitung des Maschinen-Hersteller. Weiterhin ist die Absprache mit dem Absauganlagenhersteller erforderlich.

Außerdem haben die Maschinen in der Praxis konstruktive Besonderheiten, die bei der Absaugung zu berücksichtigen sind:

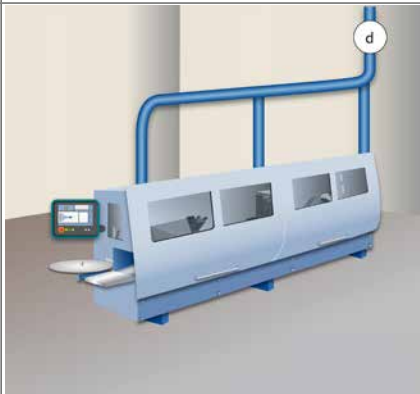
- Enge Erfassungselemente
- Anschluss über lange, stark gekrümmt verlegte Schläuche

Zudem werden Maschinen aus gleichen Baureihen – also mit identischen Grundgestellen – mit unterschiedlicher Aggregate-Bestückung ausgeliefert. Teilweise sind dann die Absaugstutzen an der Maschine im Querschnitt erheblich größer als die Summe der an der Maschine vorhandenen offenen Anschlüsse.

Aufgrund der hohen internen Strömungswiderstände lässt sich eine Luftgeschwindigkeit von 20 m/s oft nicht realisieren. Da aber der Staubaustritt aus den – in der Regel gekapselten – Maschinen minimal ist, hat auch eine erheblich geringere Absaugluftgeschwindigkeit (bis ca. 12 m/s) keine negativen Auswirkungen auf die Staubbelastung im Umfeld der Maschine.

Die Strömungswiderstandsbeiwerte sind sehr unterschiedlich und stark von der konkreten Konfiguration der Maschinen abhängig. Sie liegen mindestens bei $\zeta = 5,0$, teilweise jedoch deutlich höher; $\zeta = 10,0$ kann erreicht oder sogar überschritten werden.

Tabelle 37 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss einer Kantenanleimmaschine an die Absaugung

Kantenanleimmaschine (gekapselt)					
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze	
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom		
Bei ausschließlicher Kunststoffbearbeitung bietet es sich oftmals an, die Kantenanleimmaschine separat abzusaugen, um die Kunststoffspäne nicht mit den Holzspänen zu vermengen.	Die Absaugkonfigurationen sind je nach Bearbeitungsaggregaten sehr vielfältig und reichen von				
	d = 120 mm	20 m/s 12 m/s	820 m ³ /h 490 m ³ /h		
	bis				
d = 500 mm	20 m/s	14.130 m ³ /h			

Bearbeitungszentren (auch CNC-Oberfräsmaschinen)

Durch die hohe Werkzeugdrehzahl erfahren die abgetrennten Partikel einen deutlichen Bewegungsimpuls, besonders, wenn sie beim Oberfräsen oder Sägen abgetrennt wurden. Daher werden die (schwereren) Späne oft nicht von der Absaugung erfasst, sondern aus dem Bearbeitungsbereich in die Umgebung weggeschleudert – oft als Späne-Strahl. Gleichzeitig werden durch die Mehrachsen-Bearbeitung die Partikel in variierende Richtungen abgestrahlt. Auch lassen sich durch die aufgrund der Mehrachsen-Bearbeitung erforderliche große Beweglichkeit der Aggregate nur selten praxismgerechte Erfassungselemente realisieren. Aus diesen Gründen **ist vollgekapselten oder teilgekapselten Maschinen der Vorzug zu geben**. Bei Teilkapselung ist nur der eigentliche Werkzeugträger umschlossen, bei Vollkapselung die gesamte Maschine.

Bei der 5-Achsen-Bearbeitung ist im Regelfall nur die vollständige Einhausung (begehbare Umschließung) der Maschine ausreichend wirkungsvoll, um eine Staubausbreitung in die Umgebung der Maschine zu unterbinden (siehe Abbildung 4).

Generell sind für die Absaugung eines Bearbeitungszentrums große Luftmengen erforderlich. Grundsätzlich sind die Angaben des Maschinen-Herstellers zu berücksichtigen, wie sie in den Betriebsanleitungen bei der Schnittstellendefinition für den Absauganschluss vorgegeben sind. Das bedingt im besonderen Maße eine enge Abstimmung zwischen Maschinen- und Absauganlagen-Hersteller. In der Regel sind höhere Mindest-Luftgeschwindigkeiten als die in der Tabelle 38 nicht zielführend, da mit ihnen die angestrebte Erfassung der Späne und Stäube nicht erreicht werden kann.

Manchmal reichen die vorhandenen Erfassungselemente für eine wirksame Staub- und Späne-Erfassung nicht aus und es sollten zusätzliche Erfassungseinrichtungen an der Maschine angebracht werden (in Absprache mit dem Hersteller und nach durchgeführter Gefährdungsbeurteilung). Solche Einrichtungen können sein:

- Untertischabsaugungen
- Randabsaugungen
- sonstige zusätzliche Fänger

Bei der Gestaltung von wirksamen Erfassungselementen an Bearbeitungszentren sind nachfolgende Punkte zu beachten:

- Die Luftströmung sollte parallel zur Bewegungsrichtung des abgeschleuderten Staub-Späne-Gemischs erfolgen.
- Die Luft muss ungehindert in die Fänger einströmen können.
- Die Staubquelle muss vollständig vom Erfassungselement umschlossen sein.
- Die Absauganschluss-Querschnitte müssen strömungsgünstig geformt sein.
- Es muss eine Mindest-Erfassungsgeschwindigkeit von 15 m/s gewährleistet sein.

Im Rahmen einer Studie der ehemaligen Holz-Berufsgenossenschaft wurde ein Mindestvolumenstrom in Abhängigkeit vom Zerspanungsvolumen ermittelt. Bei Einhaltung dieses Volumenstroms ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass die Maschine so wenig Staub freisetzt, dass auch der Arbeitsplatzgrenzwert für Holzstaub eingehalten werden kann. Danach folgt für das Mindest-Absaugluftvolumen:

$$\frac{\text{Absaugluftvolumen [m}^3/\text{h]}}{\text{Zerspanungsvolumen [cm}^3/\text{h]}} \geq 0,06$$

Um eine wirkungsvolle Beseitigung der Späne zu gewährleisten, ist an der Entstehungsstelle eine Erfassungsgeschwindigkeit von ≥ 15 m/s sicherzustellen.

Erfahrungsgemäß muss bei den verschiedenen Arbeitsgängen mit folgenden Zerspanungsvolumen gerechnet werden:

- Nuten, Teilen, Trennen: $> 90.000 \text{ cm}^3/\text{h}$
- Kantenbearbeitung: $20.000 \text{ cm}^3/\text{h}$ bis $90.000 \text{ cm}^3/\text{h}$
- Oberflächenbearbeitung: $< 20.000 \text{ cm}^3/\text{h}$

Umbauten oder Nachrüstungen von Erfassungselementen am Aggregate-Träger selbst sind in der Regel nicht möglich.

Die Absaugung dieser Maschinen ist mit sehr hohen Strömungswiderstandsbeiwerten von $\zeta = 7,0$ bis $\zeta \geq 15,0$ verbunden. Das gilt besonders, wenn zur Herstellung eines ausreichenden Aggregate-Verfahrwegs längere flexible Schläuche zum Anschluss an die Absauganlage eingesetzt werden.

Die Maschinen müssen deshalb in der Regel entweder über eine separate Absauganlage oder mit einem zusätzlichen (Stütz-)Ventilator abgesaugt werden. Eine Integration solcher Maschinen in vorhandene Absauganlagen

ohne solche Zusatzmaßnahmen führt im Regelfall nicht zu ausreichenden Absaugergebnissen.

Diese Situation kann verbessert werden, wenn statt der flexiblen Schläuche sogenannte Lippenkanäle oder Saugschlitzkanäle (siehe Abschnitt 4.3.3) verwendet werden.

Tabelle 38 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss eines Bearbeitungszentrums an die Absaugung

CNC-Bearbeitungszentrum				
Erfassung und Absauganschluss	Mindestanforderungen			Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Absaugkonfiguration und Anschlussquerschnitt je nach Ausführung (Angabe nur beispielhaft)	d = 250 mm	28 m/s	4.950 m ³ /h	
	d = 280 mm	28 m/s	6.200 m ³ /h	
	d = 300 mm	28 m/s	7.120 m ³ /h	
	d = 350 mm	28 m/s	9.690 m ³ /h	
	d = 400 mm	28 m/s	12.660 m ³ /h	

Bei reinen Bohrzentren sind die erforderlichen Absaugleistungen geringer (Anschlussquerschnitt und Luftgeschwindigkeiten).

4.2.6.1.9 Zerspaner

Zerhacker (Restholzerkleinerer)

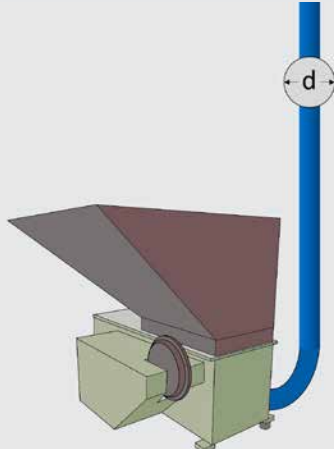
Zerhacker können nach ihrer Bauweise unterschieden werden in Trommelhacker oder Scheibenhacker. Bei Zerhackern dient die Absaugung nicht in erster Linie der Eliminierung von Staubemissionen, sondern dem Abtransport der zerspannten Materialmengen. Obwohl die Staubemissionen von Zerhackern eher gering sind, sind daher die Anforderungen an die Absaugleistung beachtlich und in vielen Fällen eher höher als an anderen Bearbeitungsmaschinen. In Handwerksbetrieben schlägt dieser Umstand aber im Regelfall nicht so zu Buche, da dort Zerhacker in der Regel nicht parallel mit anderen Bearbeitungsmaschinen betrieben werden und so die vorhandenen Absaugleistungen meistens ausreichend sind.

Zerhacker sind im Regelfall in geschlossener Bauweise ausgeführt – bis auf die Öffnung für die Materialzuführung. Sie besitzen üblicherweise eine einstellbare Zuluft-Öffnung, so dass die Transportluft nicht, wie bei anderen Maschinen, ausschließlich über das Werkzeug angesaugt werden muss. Dabei kann die Luftmenge eingestellt werden. Dadurch variiert auch der Strömungswiderstandsbeiwert entsprechend.

Die Maschinenanschlussrohre zu Zerhackern sollten wegen des starken Verschleißes dickwandiger als die übliche Rohrstärke ausgeführt werden.

Der Strömungswiderstandsbeiwert für die Absaugung beträgt bei Absauganschluss-Durchmessern von $d \geq 160 \text{ mm}$ etwa $\zeta = 3,0$.

Tabelle 39 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss eines Zerhackers (Restholzerkleinerers) an die Absaugung

Zerhacker				
Erfassung und Absauganschluss	Mindestanforderungen			Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Die Absaugkonfigurationen sind an diesen Maschinen unterschiedlich (1 bzw. 2 Absauganschlüsse). Die Durchmesserangaben gelten für den Gesamtanschluss.	d = 160 mm	28 m/s	2.030 m³/h	
	d = 180 mm	28 m/s	2.560 m³/h	
	d = 200 mm	28 m/s	3.170 m³/h	

Profilerspaner

Profilerspaner finden vor allem in der Sägeindustrie Anwendung. Ähnlich wie bei Zerhackern ist die Staubemission aufgrund der dort üblichen höheren Holzfeuchte eher gering, die zerspannten Holzmengen sind dafür größer.

Obwohl eine Absaugung über Erfassungselemente an den einzelnen Bearbeitungswerkzeugen denkbar ist, empfiehlt sich doch – wegen der nicht unbeachtlichen Lärmemissionen – die Kapselung der Maschine. Der Anschluss

für die Absaugung erfolgt oberhalb der Kapselung, womit lediglich der Effekt einer Entstaubung erzielt werden kann. Die eigentlichen Materialmengen werden über unterhalb der Maschine angeordnete Fördereinrichtungen abtransportiert.

Der Gesamtanschluss-Durchmesser sollte dabei $d \geq 224 \text{ mm}$ betragen. Der Strömungswiderstandsbeiwert kann mit $\zeta = 2,5$ angenommen werden.

Tabelle 40 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss eines Profilerspaners/Profilieraggregats an die Absaugung

Profilerspaner/Profilieraggregat				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
Mögliche Absaugkonfiguration:				
$d = 2 \times 160 \text{ mm}$	$d = 224 \text{ mm}$	28 m/s	$3.970 \text{ m}^3/\text{h}$	
$d = 160+180 \text{ mm}$	$d = 250 \text{ mm}$	28 m/s	$4.950 \text{ m}^3/\text{h}$	
$d = 4 \times 160 \text{ mm}$	$d = 315 \text{ mm}$	28 m/s	$7.850 \text{ m}^3/\text{h}$	

4.2.6.2 Handgeführte Bearbeitungsmaschinen

(siehe auch [DGUV Information 209-044](#))

Tätigkeiten mit handgeführten Bearbeitungsmaschinen (Elektrowerkzeuge und Druckluftwerkzeuge) sind sehr staubintensiv. Die meisten Geräte werden vom Hersteller mit einem Absaugstutzen oder einem Staubbeutel ausgerüstet, um den Staubaustritt in den Arbeitsraum zu verringern. Die Geräte müssen wie vom Hersteller vorgegeben betrieben werden.

Untersuchungen haben gezeigt, dass der AGW für Holzstaub nur sicher eingehalten werden kann, wenn handgeführte Bearbeitungsmaschinen in jedem Fall abgesaugt werden.

Die Staubemission von handgeführten Bearbeitungsmaschinen hängt, wie bei jeder anderen Maschine auch, von der Masse des zerspannten Materials und darüber hinaus wesentlich von der tatsächlichen Laufzeit ab.

Die einfachste Möglichkeit der Staubreduktion ist durch einen integrierten Staubsack/-beutel gegeben. Solche Konstruktionen sind hauptsächlich bei Handschleifmaschinen aller Bauarten üblich. Bei Flachdübel-Fräsmaschinen, auch „Lamellofräser“ oder „Handschlitzfräse“ genannt, und Handhobelmaschinen ist eine solche Konstruktion wegen der großen Menge des zerspannten Materials nicht sinnvoll, da sich der Sack oder der Beutel sofort zusetzt. Im Falle von Handoberfräsen sind integrierte Absaugungen technisch nicht umsetzbar.

Integrierte Absaugungen haben eine sehr geringe Wirksamkeit und sind daher nur bei sehr kurzfristigem Einsatz als alleinige Staubreduktionsmaßnahme zulässig. Das ist im Handwerk oftmals die Regel.

Nach der Technischen Regel für Gefahrstoffe „Holzstaub“ [TRGS 553:2022-07](#) müssen

- Handkreissägen,
- Handhobelmaschinen,
- Handoberfräsmaschinen und
- Flachdübel-Fräsmaschinen („Lamellofräser“ bzw. Handschlitzfräse)

grundsätzlich über eine technische Absaugung (ortsveränderlichen Entstauber/Mittelvakuum-Absauganlage) abgesaugt werden.

- Handbandschleifmaschinen,
- Handscheibenschleifmaschinen (Exzentrerschleifer),
- Schwingschleifmaschinen (Rutscher)

dürfen mit einer integrierten Geräteabsaugung mit Staubsammelbeutel betrieben werden, sofern die Geräte nicht mehr als eine halbe Stunde pro Schicht betrieben werden. Bei längeren Nutzungszeiten müssen auch diese Geräte an eine Absaugung (Entstauber oder Mittelvakuum-Anlage) angeschlossen und es muss zusätzlich auf einem abgesaugten Arbeitstisch (siehe Abschnitt 4.2.6.3.2) gearbeitet werden.

4.2.6.3 Handarbeitsplätze

(siehe auch [DGUV Information 209-044](#))

Wesentliche Arbeiten mit Zerspanung (oder Aufwirbelung) an Handarbeitsplätzen sind:

- Handschleifarbeiten
- Arbeiten mit Handwerkzeugen (z. B. Stechbeitel, Ziehklängen, Handhobel, etc.)
- Arbeiten mit Elektrowerkzeugen mit geringfügiger Zerspannung und kurzen Bearbeitungszeiten (z. B. Hand-Bohrmaschine, Hand-Dübelfräsmaschine)
- Reinigungsarbeiten an der Werkstückoberfläche (z. B. Staubentfernung durch Abkehren)

Die nachfolgend besprochenen Varianten zur Stauberfassung oder -minderung sind als Alternativen bei unterschiedlichen Anforderungen für die üblichen, auch handwerkstypischen Arbeitsplätze gedacht, zum Beispiel bei unterschiedlichen Werkstückgrößen.

Um diese Arbeitsplätze staubarm zu gestalten sind folgende technischen Maßnahmen sinnvoll anzuwenden oder zu kombinieren:

- Abgesaugter Handschleifklotz
- Unterflurabsaugungen
- Kabinen
- Wandabsaugungen
- Abgesaugte Arbeitstische

Soll in größerem Umfang mit nicht direkt abgesaugten handgeführten Bearbeitungsmaschinen gearbeitet werden, sind nur mit Unterflurabsaugungen oder Kabinen ausreichend wirkungsvolle Staubreduzierungen für die Umgebung und die Bedienperson erreichbar.

Unterflurabsaugungen, Kabinen und Wandabsaugungen können auch in Sonderfällen bei der Holzbearbeitung eine sinnvolle Alternative oder Ergänzung für eine bestehende Absaugmaßnahme sein. Das gilt besonders für die Bearbeitung größerer Werkstücke (z. B. Säрге, Korpusse, Türblätter, Treppenaugen, etc.) Nähere Einzelheiten zu diesen alternativen Maßnahmen können Abschnitt 4.2.3 entnommen werden. Ein Beispiel findet sich in Abschnitt 4.2.6.3.3.

4.2.6.3.1 Abgesaugter Handschleifklotz

Handschleifarbeiten sind sehr staubintensiv. Bei diesen Tätigkeiten müssen daher Maßnahmen zur Absaugung der anfallenden Holzstäube getroffen werden.

Als alternative Lösung für nicht maschinell unterstützte Handschleifarbeiten bieten sich absaugbare Handschleifklötze an. Diese ergonomisch geformten Schleifwerkzeuge können über einen mobilen Entstauber abgesaugt werden. Absaugbare Handschleifklötze gibt es in verschiedenen Größen; ein Bypass-Adapter sorgt dabei für eine Anpassung der Absaugleistung an das zu bearbeitende Werkstück. Das Handling wird durch Absaugschläuche mit geringem Durchmesser und geringer Biegesteifigkeit erleichtert.

Die absaugbaren Schleifklötze benötigen bei der Verwendung spezielle staub- und luftdurchlässige Schleifmittel (gelochte Schleifscheiben, Netzschleifmittel).



Abb. 27 Handschleifklötze mit Absauganschlussstutzen

Das Arbeiten mit dem abgesaugten Handschleifklotz ist gewöhnungsbedürftig und erfordert von den Anwendenden ein Umstellen der sonst üblichen Arbeitsweise. Um ein ergonomisches Arbeiten mit dem abgesaugten Handschleifklotz zu ermöglichen und um Beschädigungen am Werkstück zu vermeiden, sollte der Schlauch bevorzugt vom Deckenbereich zur Arbeitsfläche führen.

Alternativ kann insbesondere bei nicht ortsgebunden durchgeführten Handschleifarbeiten durch Anbringung eines Führungsstabs an einem Entstauber für den ortsveränderlichen Betrieb (siehe Abbildung 29) der gleiche Effekt erzielt werden. Das notwendige Zubehör ist über die Hersteller der Entstauber zu beziehen.



Abb. 28 Handschleifklotz mit Absaugung über biegeweichen Anschlusschlauch



Abb. 29 Entstauber für den ortsveränderlichen Betrieb mit Stab zur Schlauchführung

Versuche der BGHM belegen, dass – in Abhängigkeit von Holzart und Schleifkörnung – die sonst übliche Holzstaubbelastung bei der Verwendung von abgesaugten Handschleifklötzen um ein Vielfaches abgesenkt werden kann. Von übergeordneter Bedeutung ist dabei, dass die beim klassischen Handschleifen mit nicht abgesaugten, einfachen Schleifklötzen zu beobachtenden Staubablagerungen auf der Kleidung der Beschäftigten, auf dem Werkstück sowie auf dem Arbeitstisch deutlich reduziert sind. Die Gefahr des Aufwirbelns der bereits abgelagerten Stäube (z. B. durch das Handling des Werkstücks) sowie die Verschleppung der Stäube in andere Betriebsbereiche wird dabei deutlich vermindert.

Allerdings werden auch bei optimal abgesaugten Handschleifklötzen nur Erfassungsgrade von ungefähr 65% erreicht. Da der Erfassungsgrad des

Bearbeitungssystems – bestehend aus Schleifwerkzeug und Entstauber – auch bei guter Absaugleistung unter 100% bleibt, sind Staubablagerungen auf den bearbeiteten Werkstücken auch bei Absaugung über einen Entstauber nicht gänzlich zu unterbinden. Beim Handling der Werkstücke werden diese Ablagerungen aufgewirbelt und in die Umgebung freigesetzt.

Um diese Staubanteile zu erfassen, müssen zusätzlich absaugbare Arbeitstische (oder Schleiftische) genutzt werden, um den AGW für Holzstaub einzuhalten. Eine Verschleppung in andere Betriebsbereiche kann so minimiert oder gänzlich verhindert werden. Das gilt besonders dann, wenn Schleifarbeiten anfallen, bei denen ein absaugbarer Handschleifklotz aufgrund der Werkstückgeometrie nicht genutzt werden kann, zum Beispiel an engen Innenradien.



Abb. 30 Arbeiten mit dem abgesaugten Handschleifklotz auf einem abgesaugten Arbeitstisch

4.2.6.3.2 Abgesaugte Arbeitstische

Abgesaugte Arbeitstische ermöglichen eine effektive (Zusatz-)Absaugung bei allen Handarbeiten, ob maschinell unterstützt oder nicht. Zur Einhaltung des AGW für Holzstaub im Sinne der TRGS 553:2022-07 müssen handgeführte Bearbeitungsmaschinen und Handschleifklötze zusätzlich über einen Entstauber für den ortsveränderlichen Betrieb (oder eine Mittelvakuum-Absauganlage) abgesaugt werden. Bei anderen Zerspanungsvorgängen, Arbeiten mit integrierter Absaugung mit Staubbeutel oder

Reinigungsarbeiten von Hand stellt der abgesaugte Arbeitstisch die einzige Absaugmöglichkeit dar.

Um die Akzeptanz bei den Beschäftigten zu erhöhen, sollten die Tische mit folgenden Hilfsmitteln ausgestattet sein:

- Spanneinrichtungen für die Werkstücke
- Einfache Verstellbarkeit der Arbeitshöhe


Die abgesaugte Luftmenge sollte etwa $1.000 \text{ m}^3/\text{h}$ bis $1.500 \text{ m}^3/\text{h}$ je Quadratmeter Tischfläche betragen. Eine höhere Luftmenge würde zwar die Absaugwirkung

verbessern, aber auch zu Zegerscheinungen und Lärmentwicklung führen.

Die Arbeitstische können über die stationäre (Niederdruck-)Absauganlage abgesaugt werden und haben häufig Absauganschluss-Durchmesser von $d = 160 \text{ mm}$ bis $d = 200 \text{ mm}$.

Beim Anschluss von abgesaugten Arbeitstischen an eine Absauganlage kann, je nach Konstruktion, von einem Strömungswiderstandsbeiwert von etwa $\zeta = 2,5$ ausgegangen werden.

Tabelle 41 Beispielhafte Absaugkonfiguration zum Anschluss eines absaugbaren Arbeitstischs an die Absaugung

Absaugbarer Arbeitstisch				
Erfassung und Absauganschluss		Mindestanforderungen		Skizze
		Luftgeschwindigkeit	Volumenstrom	
$d = 2 \times 120 \text{ mm}$	$d = 160 \text{ mm}$	20 m/s	$1.450 \text{ m}^3/\text{h}$	
$d = 2 \times 120 \text{ mm}$	$d = 180 \text{ mm}$	20 m/s	$1.840 \text{ m}^3/\text{h}$	
$d = 2 \times 140 \text{ mm}$	$d = 200 \text{ mm}$	20 m/s	$2.270 \text{ m}^3/\text{h}$	

4.2.6.3.3 Bearbeitung sperriger Werkstücke

Alternativ können – neben der in Abschnitt 4.2.3 in Abbildung 16 dargestellten Unterflurabsaugung mit Zuluft aus dem Deckenbereich – für große und sperrige Werkstücke (z. B. Särgе, Korpusse, Türen, Fenster, etc.) spezielle Schleifabsaugkabinen eine Lösung sein.

Solche Großkabinen können mit einer Grundfläche von bis zu 30m² (5,0m x 6,0m) und einer Höhe von bis zu 4,5m ausgeführt werden. Die Frischluft sollte der Kabine impulsarm über geeignete Zulufteinlässe zugeführt werden. Gegenüber dem Eingangsbereich ist die Absaugwand angeordnet (siehe Abbildung 31). Die Absaugwand ist mit einem Raster von speziellen Erfassungen ausgestattet, das möglichst an den speziellen Bedarf der zu schleifenden Werkstücke angepasst und ausgelegt sein sollte. Der Eingang kann entweder mit Türen oder mit einer Plane geschlossen werden.

In der Kabine wird eine gleichförmige Luftströmung in Richtung Absaugwand aufgebaut. Querströmungen und unkontrollierte Rückströmungen werden somit vermieden. Die Beschäftigten werden weitestgehend mit der nachströmenden Frischluft versorgt. Die staubbeladene Luft wird über die Absaugwand entfernt.

Messungen haben gezeigt, dass die Staubkonzentrationen durch den Einsatz solcher Absaugkabinen auf Werte von < 0,2 bis 0,4 mg/m³ sanken. Damit wurde es im dargestellten Fall möglich, die Staubbelastung beim Schleifen auf rund 1/10 des ursprünglichen Staubniveaus zu reduzieren.

Wesentliche Vorteile dieser Lösung sind besonders:

- die hohen Erfassungsgrade
- die reduzierten Abluftvolumenströme
- die optimale Zugänglichkeit zu den Werkstücken

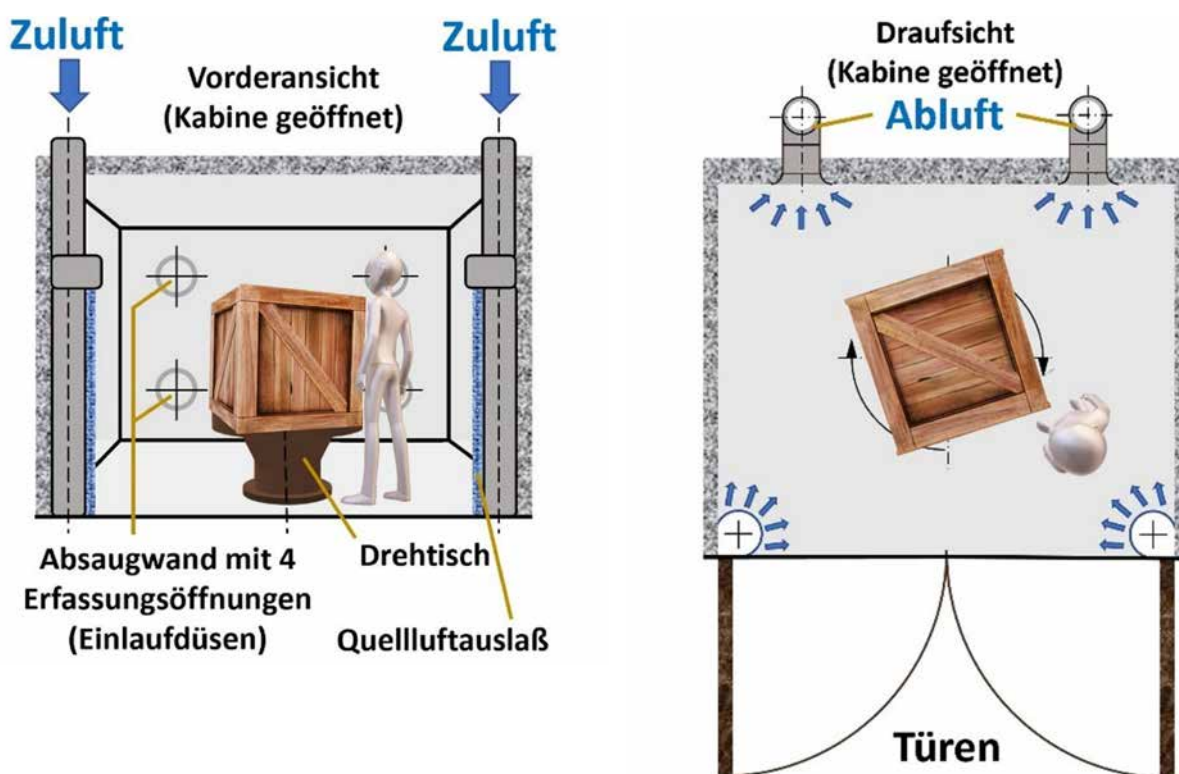


Abb. 31a + b Prinzipieller Aufbau einer Schleifkabine für sperrige Werkstücke

4.3 Rohrleitungen

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 3.3

4.3.1 Bauarten

Im Bereich der Holzstaubabsaugung müssen Rohrleitungen wegen des Brandschutzes aus nicht brennbaren Baustoffen bestehen (Näheres siehe Abschnitt 3.3.1 [DGUV-Information 209-200](#)). Daher kommen ausschließlich Stahlblechrohre in Frage. Rohre aus PVC oder Polyamid, etc. erfüllen nicht die Anforderungen.

Rohre aus Stahlblech gibt es als

- Längsfalzrohre, üblicherweise in Schusslängen von 1 bis 2 lfm,
- Wickelfalzrohre in nur durch die Möglichkeiten ihres Transports beschränkter Länge.

Wickelfalzrohre werden nicht als Systemrohre geliefert und müssen daher vor Ort konfektioniert werden.

Die meisten Hersteller bieten Längsfalzrohre an. Wickelfalzrohre sind als nahezu gleichwertig anzusehen, wenn sie

- weitgehend glatt sind (das ist heute üblich) und
- mit Flanschen und nicht mit vernieteten Einsteckmuffen verbunden werden.

Allerdings sind sie in folgenden Bereichen für die Holzstaubabsaugung nicht so gut geeignet:

- im direkten Werkstattbereich, da die notwendige Anpassungs-Variabilität beim Umstellen von Maschinen nicht gegeben ist und
- für reine Materialtransportleitungen wegen der hier häufig vorhandenen großen Abrasion durch das transportierte Material.

4.3.2 Auslegung von Rohrleitungen

Entscheidendes Kriterium bei der Auslegung eines Rohrleitungsnetzes ist die Wahl der **Rohrdurchmesser** für die jeweiligen Leitungsabschnitte. Bemessungskriterien sind dabei:

- die Menge des transportierten Materials je Zeiteinheit, [z. B. kg/min oder m³/h]
- das Transportvermögen der Luft für das zu transportierende Material [m³/kg]
- die (aus Sicherheitsgründen) maximal zulässige Konzentration des zu transportierenden Materials in der Luft [g/m³]
- die Mindest-Luftgeschwindigkeit in der Rohrleitung zur Aufnahme des Materials (Erfassung) und zu dessen ablagerungsfreiem Transport [m/s]

Aus den genannten Parametern ergibt sich der durch die Rohrleitung zu transportierende Luftvolumenstrom. Wenn mehrere Rohrleitungen (z. B. als Maschinen-Anschlussleitungen) zusammengeführt werden, muss sich der Luftvolumenstrom für die weiterführende Leitung aufgrund der Kontinuitätsbedingung aus der Summe aller zusammengeführten Einzel-Luftvolumenströme ergeben.

Rohrleitungen für Holzstaub-Absauganlagen werden von den Herstellern in abgestuften Durchmessern geliefert. Hierfür gibt es eine Vorzugsreihe, die jedoch nicht von allen Herstellern vollständig beachtet wird.

Die in runde Klammern gesetzten Werte gehören zwar zur Vorzugsreihe, werden aber häufiger nicht angeboten. In eckigen Klammern sind die Durchmesser aufgeführt, die von vielen Herstellern außerhalb der Vorzugsreihe verwendet werden.

Tabelle 42 Vorzugsreihe für Rohr-Nennweiten in Absauganlagen

Nennweiten [mm] von üblichen Rohren in Absauganlagen									
80	(90)	100	(112)	120	125	140	(150)	160	(175)
180	200	224	250	280	300	315	350	355	400
450	500	(550)	560	(600)	[630]	(700)	[710]	800	1000

Die Wahl des Rohrleitungsdurchmessers richtet sich also nach dem abzusaugenden Volumenstrom und der anzustrebenden Transport-Luftgeschwindigkeit. Der abzusaugende Volumenstrom hängt von den Anforderungen der an jeden Rohrabschnitt angeschlossenen Verbraucher und den Kriterien für den sicheren Transport des Stoffs durch die Rohrleitung ab. Dieser Volumenstrom schwankt in den verschiedenen Betriebszuständen unter Umständen ganz erheblich.

Bei der Dimensionierung der Durchmesser geht man in der Regel vom jeweiligen Maximal-Volumenstrom aus, der sich in einem Anlagenteil aufgrund der Betriebszustände ergibt. Für diesen Fall sollte der Durchmesser so gewählt werden, dass in diesem Zustand 20 m/s bis 25 m/s Luftgeschwindigkeit erreicht werden.

In Betriebszuständen mit geringem Volumenbedarf darf gleichzeitig die Geschwindigkeit nicht zu weit absinken, da sonst mit einem Ausfall des zu transportierenden Materials und eventuell Rohrverstopfungen zu rechnen ist. Wann dieser für die gesamte Anlagenfunktion und -Anlagensicherheit kritische Punkt erreicht wird, hängt wesentlich von der Korngröße und dem spezifischen Gewicht des transportierten Späne-Materials ab.

Die Luftgeschwindigkeit sollte mindestens so hoch gewählt werden, dass das Material sicher im Zustand der Flugförderung gefördert wird. Im Allgemeinen geht man im Fall von Absauganlagen für Holzstaub und -späne von folgenden Werten aus:

- Staub 12 m/s
- Späne 15 m/s
- Hackschnitzel 18 m/s
- Feuchtes Material 20 m/s (Restfeuchte > 15%)

Da zusätzlich die vom Ventilator aufgrund seines Kennlinien-Verhaltens erzeugte Pressung mit steigendem Volumenstrom abnimmt, lassen sich bei herkömmlich

dimensionierten Anlagen im Allgemeinen keine höheren Transport-Luftgeschwindigkeiten als ca. 25 m/s erreichen.

Wandstärken

Die erforderlichen Wandstärken für die Rohrleitungen ergeben sich aus den folgenden Parametern:

- Durchmesser der Rohrleitung
- Maximaler Innen(Unter-)druck
- Zu erwartende Beanspruchung durch Abrasion

Bei Holzstaub- und -späne-Absauganlagen werden üblicherweise Wandstärken von 0,75 mm bis 1,00 mm eingesetzt. In Bereichen, in denen mit hoher Beanspruchung durch Material-Abrasion gerechnet werden muss (z. B. in Maschinenanschlussleitungen zu Zerhackern) werden auch Rohre mit höheren Wandstärken von bis zu 3 mm verwendet.

Bei flexiblen Schläuchen muss der jeweilige Hersteller Angaben darüber zur Verfügung stellen, mit welchen maximalen Unterdrücken sie beaufschlagt werden dürfen.

4.3.3 Sonderbauformen von Rohrleitungen

An vielen mehrstufigen Maschinen sind mehrere Absauganschlüsse vorhanden, die über Saugglocken, Saugsammler oder Ähnliches zusammengeführt werden. Diese Konstruktion erfordert nicht selten die Anbindung der abzusaugenden Erfassungselemente über flexible Anschlussleitungen, um die Beweglichkeit der Erfassungselemente zu gewährleisten. Allerdings ist die Bewegungsmöglichkeit dabei beschränkt und längere Verfahrstrecken einzelner Elemente sind nicht möglich.

An in Längsrichtung (x-Achse) verfahrbaren Maschinen oder Werkzeugträgern ergibt sich das Problem, dass zur Sicherstellung der notwendigen Verfahrswege keine starren Absaugleitungen angebracht werden können. Das ist zum Beispiel bei Bearbeitungszentren in der

Holzbearbeitung und bei horizontalen oder vertikalen Block- und Trennbandsägen in der Sägeindustrie der Fall, wenn sie zur Bearbeitung entlang des fest fixierten Werkstücks fahren.

In diesen Fällen werden zur Anbindung der Erfassung an die Absaugleitung häufig längere flexible Schläuche eingesetzt. Sie haben den Nachteil, dass sie bei der Durchströmung in nicht unerheblichem Maß zusätzliche Druckverluste erzeugen und so den erforderlichen Energieeinsatz in die Höhe treiben. Außerdem sind sie auf längere Sicht gesehen wenig formstabil und anfällig für Beschädigungen (Verformungen, Risse), da sie im Allgemeinen aus nicht alterungsbeständigen Materialien bestehen.

Eine praktikable Lösung des Problems bieten sogenannte Lippenkanäle oder Saugschlitzkanäle. Sie bestehen aus einem festen Rohr, das einen langen Schlitz entlang des geplanten Fahrwegs besitzt. In diesen Schlitz sind Gummidichtungen eingebaut, die das Rohr gegen „Luft-Eindringung“ von außen schützen und den für die Absaugung notwendigen Unterdruck halten. Der Anschluss der Erfassungselemente der Bearbeitungsmaschine an die Absaugleitung erfolgt über ein „Schiffchen“, das innerhalb der Lippendichtung in Längsrichtung verschoben wird.

Ist die Antriebsleistung der Bearbeitungsmaschine in Fahr-Richtung ausreichend groß und wird die Bearbeitung der Aggregate am Werkstück dadurch nicht beeinträchtigt, kann auf einen zusätzlichen Antrieb für die Fahr-Bewegung verzichtet werden. Andernfalls ist hierfür ein zusätzliches Antriebsaggregat (Support) erforderlich.

Die Gummidichtungen unterliegen regelmäßiger Pflege und Wartung.

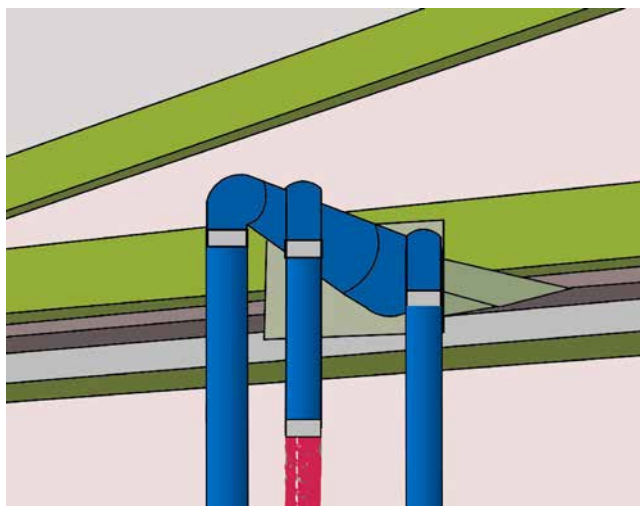


Abb. 32 Lippenkanal zum Anschluss horizontal verfahrbarer Maschinen an die Absaugung

4.3.4 Materialtransport mittels unterstützender Zusatzmaßnahmen

Die in Abschnitt 4.2 genannten Mindest-Luftgeschwindigkeiten für einen ablagerungsfreien Materialtransport in der Haupt-Sammelleitung können unterschritten werden, wenn dieses Material mit anderen technischen Maßnahmen in Schwebelage gehalten und/oder kontinuierlich pneumatisch oder mechanisch weitergefördert wird und die untere Explosionsgrenze (UEG) dauerhaft sicher unterschritten bleibt (siehe auch Abschnitt 5.1).

4.3.5 Druckverluste

Die Druckverluste einer Rohrleitung setzen sich aus den Werten für die gerade Rohrleitung und den Einzelverlusten der einzelnen Bauteile, wie Abzweige, Bögen, etc. zusammen. In einem größeren Rohrleitungsnetz muss beachtet werden, dass die Luftgeschwindigkeit nicht in allen Abschnitten gleich sein muss und wird. Daher ist eine Abschätzung der Druckverluste ohne Berechnung der tatsächlichen Luftgeschwindigkeiten fragwürdig.

Hinsichtlich der rechnerischen Behandlung wird an dieser Stelle auf Abschnitt 3.3 der [DGUV Information 209-200](#) verwiesen. Daher nur folgende ergänzende Bemerkungen:

Einen merklichen **Unterschied zwischen Wickelfalz- und Glattfalzrohren** gibt es hinsichtlich der Druckverluste nicht.

Für **Strömungswiderstände von Rohrleitungs-Bauteilen** gibt es in der Literatur diverse Listen mit teilweise voneinander abweichenden Strömungswiderstands-Beiwerten. Im Anhang 8.4 der [DGUV Information 209-200](#) ist nur ein Beispiel für diese Werte aus der Literatur aufgeführt. Angesichts der großen Unsicherheiten und des beim Aufbau üblicher Absauganlagen für Holzstaub und -späne eher geringen Einflusses macht man keinen großen Fehler, wenn man näherungsweise für alle Rohr-Bauteile einen Widerstandsbeiwert von $\zeta = 0,2$ annimmt.

Ausnahmen von dieser Vorgehensweise in der Praxis sind:

Tabelle 43 Strömungswiderstands-Beiwerte für ausgewählte Bauteile in Absauganlagen

Absauganlagen-Bauteil	Strömungswiderstands-Beiwert
Einströmung in Filteranlagen	1,0 bis 1,5
Ausströmung aus Filteranlagen	0,5 bis 0,75
Zyklone	1,0 bis 5,0
Klappenkästen	1,5
Flexible Schläuche	Siehe weitere Ausführungen

Flexible Schläuche dürfen aus schwerentflammbarem Material der Baustoffklasse B1, zum Beispiel Polyurethan, Polypropylen, oder aus nichtbrennbarem Material der Baustoffklasse A, zum Beispiel geripptes Stahlblech mit Gummidichtungen, bestehen. Metallschläuche sind mechanisch stabiler, so dass sie keine übermäßigen Biegungen oder Deformationen erfahren können. Dafür zeigt die Praxis, dass vorhandene Undichtigkeiten nicht erkennbar sind.

Aufgrund der Gefahr statischer Aufladungen müssen die Schläuche entweder antistatisch ausgeführt sein oder eine Stahlwendel aufweisen, die an beiden Schlauchenden elektrisch leitend mit den angeschlossenen Bauteilen (Absaugleitung, Maschine) sicher zu verbinden ist. So entsteht eine durchgehende Erdung des gesamten Absaugsystems.

Der Strömungswiderstand eines Schlauchs hängt im Wesentlichen vom Durchmesser und von der Montage vor Ort ab. Der Unterschied zwischen verschiedenen Fabri-katen ist dagegen eher gering. Auch zwischen Metall- und Kunststoffschläuchen besteht kein wesentlicher Unter-schied hinsichtlich des Strömungswiderstands.

Die Hersteller von (gewellten) Schläuchen liefern soge-nannte Druckverlust-Diagramme, in denen der Druck-verlust auf die unterschiedlichen Rohrdurchmesser auf-getragen ist.

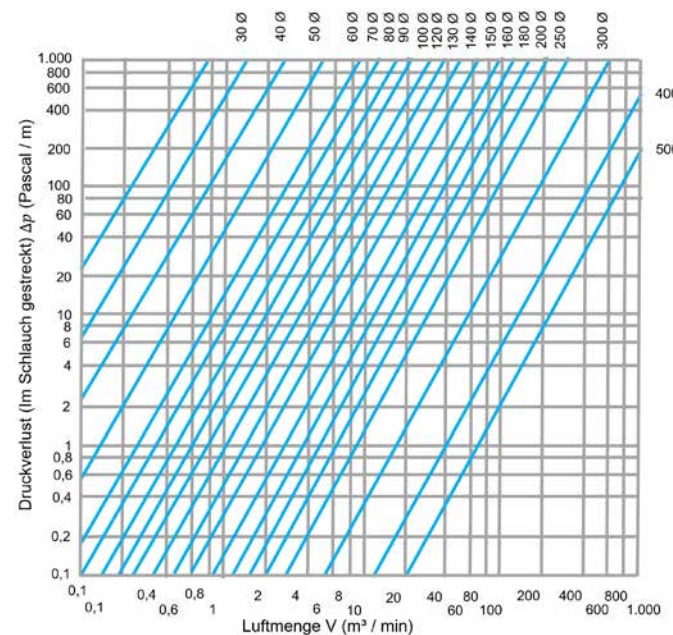


Abb. 33 Druckverlust-Diagramm für flexible Schläuche mit unterschiedlichen Durchmessern

Zu beachten ist bei diesen Diagrammen, dass die dort angegebenen Druckverluste sich immer auf den völlig gestreckt verlegten Schlauch beziehen. Das kommt in der Praxis bei den dort üblichen Einsatzbereichen praktisch nie vor. Daher sind die in der Praxis gemessenen Druckverluste in der Regel deutlich größer als die Druckverluste, die die Schlauchhersteller in Umlauf bringen.

Da sowohl die Berechnungsmethoden als auch die Angaben der Hersteller für die Praxis weitgehend unrealistische (da im Ergebnis zu geringe) Druckverluste liefern, ist es sinnvoll, diese Verluste aus praktischen (gemessenen)

Erfahrungen abzuschätzen. Dazu bieten sich zwei alternative Vorgehensweisen an, die besonders auch die Art der Verlegung eines flexiblen Schlauchs berücksichtigen:

Wenn man einen Schlauch als ein Rohr gleichen Durchmessers ansieht, erhält man Verlängerungsfaktoren in Abhängigkeit von der Qualität der Verlegung (1 lfm Schlauch entspricht x lfm Rohr):

Tabelle 44 Verlängerungsfaktoren für flexible Schläuche gegenüber Rohren gleichen Durchmessers

Qualität der Verlegung (Montage)	Verlängerungsfaktor als Ersatzrohrleitung mit gleichem Durchmesser
weitgehend gestreckt verlegt	5-fache Rohrlänge
normal (einfach) gebogen verlegt	7-fache Rohrlänge
stark gebogen verlegt oder deformiert	10-fache Rohrlänge

Betrachtet man den Schlauch als isoliertes Bauteil mit eigenem Strömungswiderstandsbeiwert ξ , so hängt dieser Strömungswiderstandswert zusätzlich vom Durchmesser

des Schlauchs ab. Er wird nachfolgend als Widerstandsbeiwert je lfm Schlauchlänge angegeben.

Nach eigenen Messungen der BGHM sollte man für praktische Berechnungen folgende Werte ansetzen:

Tabelle 45 Strömungswiderstandsbeiwerte je lfm für flexible Schläuche unterschiedlichen Durchmessers und unterschiedlicher Verlege-Qualität

Schlauch- Durchmesser [mm]	Strömungswiderstandsbeiwert ξ je lfm Schlauch		
	Gestreckt verlegt	Gebogen verlegt	Stark gebogen verlegt oder deformiert
80	0,90	1,20	1,60
100	0,80	1,05	1,45
120	0,70	0,85	1,35
140	0,60	0,80	1,20
160	0,50	0,65	1,05
180	0,40	0,55	0,95
200	0,30	0,40	0,80
250	0,20	0,30	0,60

Wegen der im Vergleich zu glatten Rohrleitungen enormen Druckverluste bei der Durchströmung, der mechanischen Instabilität und Bruchanfälligkeit sowie der problematischen Eigenschaften beim Potenzialausgleich für die gesamte Anlage sollten flexible Schläuche in Rohrnetzen von Absauganlagen für Holzstaub und -späne auf das

absolut notwendigste Anwendungsmaß limitiert bleiben. Wo sie sich nicht vermeiden lassen (z. B. beim Anschluss von beweglich zu haltenden Erfassungselementen) sollte ihre Länge auf das unbedingt erforderliche Minimum beschränkt werden!

4.3.6 Bauteile zur Lärm-Emissionsminderung in Rohrleitungen

An Absauganlagen entsteht durch die hohe Luftgeschwindigkeit und die mit hohen Drehzahlen rotierenden Laufräder der Ventilatoren Lärm. Er wird durch Körperschallübertragung in die Rohrleitungen und über die Ventilatoraufstellkonstruktionen in das Gebäude übertragen. Ein weiterer Übertragungsweg ist die Verbreitung über den Luftschall in der bewegten Luft.

Neben den Ventilatoren sind Einbauten in das Rohrsystem wie Verengungen/Erweiterungen, Krümmungen, Vereinigungen, Gitter und Klappen aber auch anprallende Feststoffe aus dem transportierten Medium (sog. Späne-Prassel) für Lärmemissionen aus dem Betrieb der Anlage verantwortlich. Der tatsächlich auftretende Lärm hängt aber entscheidend davon ab, wie die Bauteile in die

Anlage eingebaut werden und wie die Rohrleitungen verlegt werden.

Zum Schutz der Beschäftigten und der den Betrieb umgebenden Nachbarschaft vor Lärm müssen daher Maßnahmen zur Reduzierung der Emissionen getroffen werden.

Folgende Bauteile in Rohrleitungen tragen maßgeblich zur Verminderung der angesprochenen Lärm-Emissionen bei:

Schalldämpfer zur Reduzierung des Luftschalls: Den Luftschall kann man durch Schallkulissen oder durch Absorptionsschalldämpfer reduzieren. Absorptionsschalldämpfer bestehen aus einem Lochblech als Begrenzung für die strömende Luft und dahinterliegend einer Schicht poröser Stoffe (z. B. Glaswolle, Mineralwolle, Stahlwolle), durch die der Schall absorbiert wird. Sie werden vorwiegend im Nahbereich von Ventilatoren eingesetzt. Ein Beispiel ist in Abbildung 34 zu sehen.

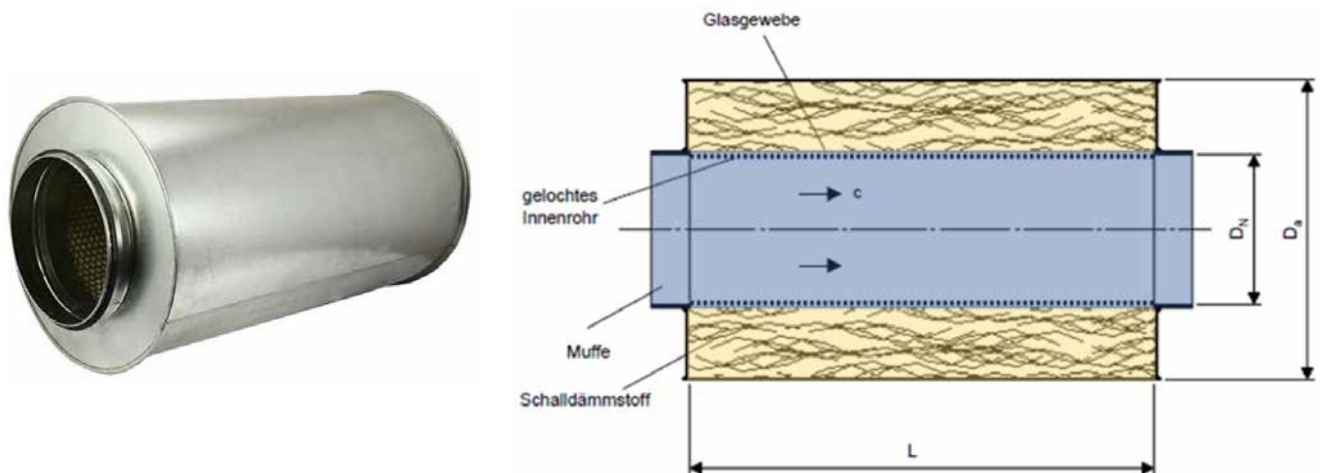


Abb. 34a + b Absorptionsschalldämpfer (Bauteil links, Schnitt rechts)

Folgende Anforderungen sind an einen Absorptionsschalldämpfer bei Verwendung in einer Absaug-Rohrleitung zu stellen:

- Korrekte Dimensionierung der Lärminderung
- Keine Verengung des Strömungsquerschnitts
- Geringer Strömungswiderstand
- Die verwendeten Werkstoffe müssen den zu erwartenden Beanspruchungen standhalten.
- Hinsichtlich der Dichtheit und des Brand- und Explosionsschutzes müssen die Schalldämpfer den gleichen Anforderungen genügen wie die übrige Rohrleitung.
- Gegebenenfalls muss ein Kondensat-Abfluss mit Siphon angebracht werden (entsprechend den in der Absauganlage herrschenden Druckverhältnissen).
- Für die korrekte Dimensionierung eines Schalldämpfers ist eine Frequenzanalyse des Geräuschkennzeichens zusätzlich zur Ermittlung des Summenschallpegels hilfreich.

Kompensatoren zur Schwingungsentkopplung: Beim Betrieb von Ventilatoren treten hohe Schwingungsbelastungen auf. Der daraus resultierende Körperschall kann nur durch Schallisolation reduziert werden. Zur Schallisolation müssen deshalb Elemente verwendet werden, die die Schallübertragung vom Ventilator-Anschlussstutzen auf die angeschlossene Rohrleitung verhindern oder stark reduzieren. Um das zu gewährleisten, muss die Eigenfrequenz des Kompensators unterhalb der – durch die übertragenen Schwingungen aus dem Ventilator auftretenden – Schallfrequenzen liegen. *(Anmerkung: Vereinfachend gesagt, kommt das Element bei den Schwingungsbewegungen aufgrund seiner Massenträgheit nicht mehr mit und kann diese Frequenzen deshalb auch nicht mehr übertragen)*



a) Kompensator in Zuluft-Leitung

Im Frequenzbereich unterhalb der Eigenfrequenz tritt zwar keine Verstärkung mehr auf, wie das im Bereich der Eigenfrequenz der Fall ist; das Element ist aber in der Lage die Schwingungen 1:1 zu übertragen. Eine Auslegung des Kompensator-Elements sollte deshalb von Fachleuten durchgeführt werden.

Das Element ist insbesondere auch auf den herrschenden Unterdruck im Ansaugbereich auszulegen.

Zur Schwingungsentkopplung werden oft flexible Elemente nach Abbildung 35 verwendet.



b) Kompensator für Abluft-Leitung

Abb. 35a + b Bauteile zur Körperschallentkopplung durch Schwingungen

4.3.7 Bauteile zur Vorabscheidung innerhalb von Rohrleitungen

In der Holzbe- und -verarbeitung gelangen häufig auch bei der Absaugung unerwünschte Werkstückbestandteile (z. B. größere Holzstücke oder Klötze) oder Fremdkörper (z. B. Schrauben, Nägel, Kleinstwerkzeuge, Steine, etc.) in den Erfassungsbereich. Bei ausreichender Absaugleistung werden sie eingezogen und durch die Rohrleitung bis in die Filteranlage transportiert. Das kann zu Beschädigungen der Rohrleitungen, von Laufrädern der in der Leitung angeordneten Ventilatoren oder von Filterelementen führen.

Besteht die Gefahr, dass Grob- oder Fremdkörper unerwünscht in die Anlage eingetragen werden, sollten geeignete Vorabscheider im Bereich der Rohrleitung installiert werden. Wesentliche Typen hierfür werden im Folgenden beschrieben.

Die Funktion von **Klotzfallen** beruht auf dem Prinzip der Schwerkraftabscheidung. Sie werden als grobe Vorabscheider meist schon kurz nach der Erfassung in der Absaugrohrleitung eingebaut, um nachfolgende Anlagenkomponenten (z. B. Filter, Ventilator) vor mechanischer Beschädigung durch grobe Kötze zu schützen und eine

Verstopfung der Absauganlage zu verhindern. Die Größe solcher Klotzfallen richtet sich nach den aufgrund der Fertigung des Betriebs zu erwartenden Werkstückabmessungen. Die wesentlichen in der Praxis vorkommenden Typen sind nachfolgend skizziert:

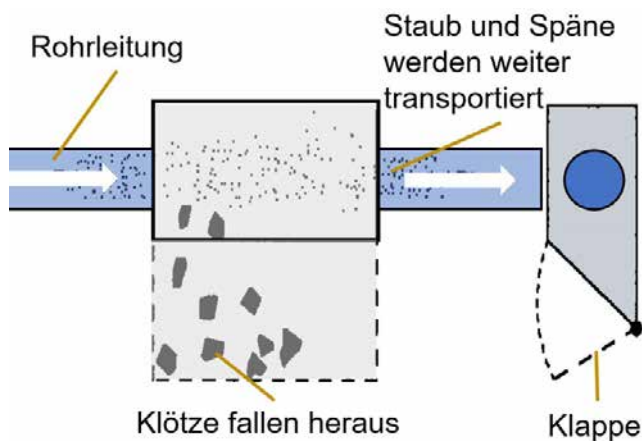


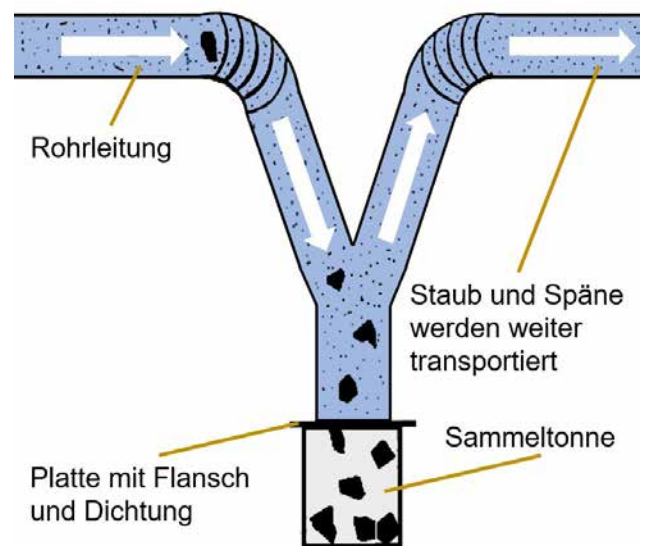
Abb. 36a + b Bauformen von Klotzfallen

Bei der Bauform links in Abb. 36 schließt sich die über Scharniere befestigte Klappe bei Anlauf des Absaugventilators durch den sich aufbauenden Unterdruck automatisch. Sinkt der Unterdruck durch Abschalten des Ventilators, öffnet sich die Klappe selbsttätig und die abgeschiedenen Klötze fallen heraus. Bei der zweiten Bauform fallen die Klötze in eine Sammeltonne, die bei Anlagenstillstand entleert werden kann.

Der Strömungswiderstand solcher Klotzfallen sollte vom Hersteller – in Form des Strömungswiderstands-Beiwerts oder als Druckabfall bei einer definierten Luftgeschwindigkeit – angegeben werden und muss bei der Anlagendimensionierung berücksichtigt werden. Eigene Messungen an bestehenden Anlagen erbrachten Widerstandsbeiwerte von ζ 0,5 bis ζ = 1,5.

Sogenannte **Spreißelabscheider** oder **Fadenabscheider** werden besonders in Verarbeitungsbetrieben von Holz und Verbundwerkstoffen häufig zusätzlich als Vorabscheider vor Rohrkrümmungen oder gekrümmt verlegt, flexiblen Schläuchen eingesetzt. Darin sollen sich längere, aber leichtgewichtige, Holz- oder Kunststoffteile

sammeln, damit sie die nachfolgende Rohrleitung nicht verstopfen können. Spreißelabscheider bestehen meist aus einem Rohrstück mit einem eingebauten groben Sieb. Über einen verschraubbaren Deckel können darin abgechiedene Spreißel/Fäden bei Anlagenstillstand entnom-



men werden. Zweckmäßigerweise werden diese Abscheider unmittelbar im Anschluss an die betroffene Maschine eingebaut, möglichst noch vor dem ersten Leitungskrümmen. Der Druckabfall durch einen derartigen Abscheider kann vernachlässigt werden, sofern der Abscheider regelmäßig ausgeräumt wird.

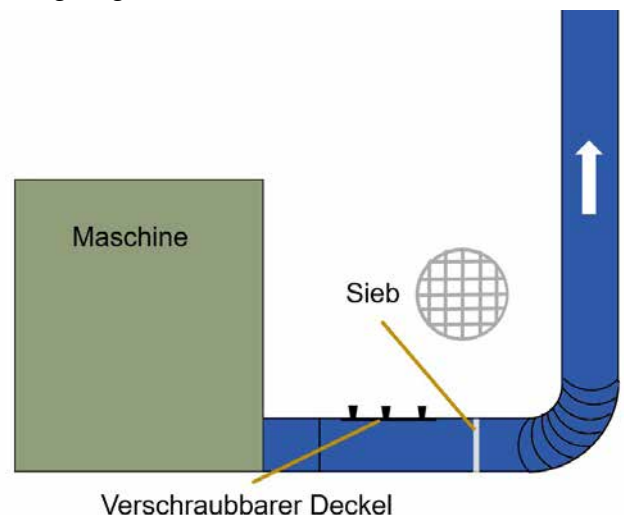


Abb. 37 Bauform eines Spreißel-/Fadenabscheiders

Magnetabscheider dienen ebenso als Vorabscheider und können magnetisierbare Fremdkörper (z. B. Schrauben, Nägel, grobe Späne aus unlegiertem Stahl) aus dem Absaugluftstrom zurückhalten. Sie sind besonders dort sinnvoll, wo zum Beispiel gebrauchte Platten aus Holz und Verbundwerkstoffen verarbeitet werden oder wo Altholz für die Verbrennung aufbereitet wird.

Magnetabscheider sind Rohrabschnitte, die an der Rohrsohle mit einem (Elektro- oder Permanent-) Magneten bestückt sind und zur Entnahme der Metallteile einen von außen zu öffnenden Deckel haben. Der Strömungsverlust kann bei regelmäßiger Reinigung vernachlässigt werden.

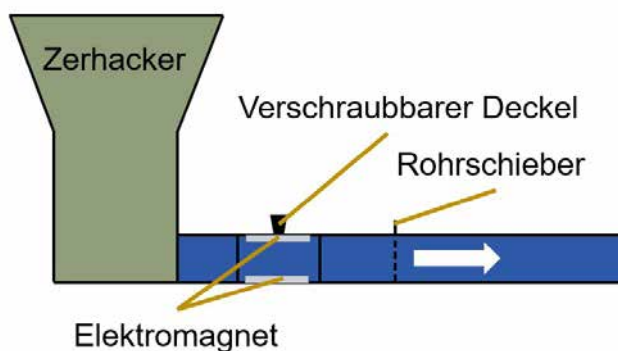


Abb. 38 Anwendungsbeispiel für einen Magnetabscheider in der Anschlussleitung zu einem Zerhacker für Holzabfälle

4.4 Ventilatoren

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 3.4

Ventilatoren sind als Strömungsmaschinen zur Förderung von Luft und anderen Gasen zentraler Bestandteil von Absauganlagen. Die Aufgabe eines Ventilators ist es, einen Volumenstrom (Luft-Späne-Gemisch) durch ein System (Holzstaubabsauganlage) zu transportieren. Dieses System setzt der Bewegung des Volumenstroms einen Widerstand entgegen, den der Ventilator durch einen Druckaufbau (Druckdifferenz) überwinden muss.

Entsprechend der Durchströmung des Laufrads unterscheidet man im Wesentlichen zwischen den Bauarten „Axial-“ und „Radial-“Ventilatoren. Im Bereich der Holzstaub-Absaugtechnik werden wegen der im System

auftretenden hohen Druckdifferenzen ausschließlich Radialventilatoren verwendet.



Abb. 39 Radialventilator

4.4.1 Ausführung des Laufrads

Als Laufräder werden bei Absauganlagen für Holzstaub und -späne offene oder geschlossene Bauformen eingesetzt. Für die Wahl der Bauweise spielt zunächst die Anordnung des Ventilators innerhalb der Absauganlage eine wesentliche Rolle. Ist der Ventilator „reinluftseitig“, das heißt nach dem Abscheider angeordnet, werden ausschließlich geschlossene Bauformen eingesetzt. Im Fall der „rohluftseitigen“ Anordnung (also vor dem Abscheider) können sowohl geschlossene als auch offene Bauformen zum Einsatz kommen.

Offene Laufräder bestehen aus einer Scheibe mit Flügeln. Geschlossene Laufräder bestehen dagegen aus zwei Scheiben mit dazwischenliegenden Flügeln.

Der Vorteil geschlossener Laufräder gegenüber offenen Laufrädern besteht im generell besseren Wirkungsgrad.

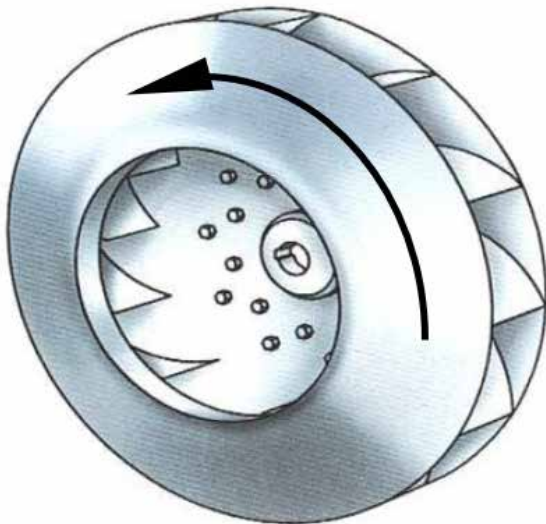


Abb. 40 Geschlossenes Laufrad

Zusätzlich können Ventilatoren nach der Geometrie der Laufräder unterschieden werden. Die Schaufeln der Laufräder können

- vorwärts gekrümmt oder
- rückwärts gekrümmt oder
- radial auslaufend sein.

In Holzstaub und -späne-Absauganlagen werden Ventilatoren mit radial auslaufenden oder rückwärts gekrümmten Schaufelrädern eingesetzt; letztere, da sie leiser sind und einen besseren Wirkungsgrad haben als andere Bauformen. Ihr Nachteil besteht bei rohluftseitiger Anordnung in der Gefahr von Material-Anbackungen. Für Material-Transportleitungen mit Holzstaub-Späne-Gemischen verwendet man daher stattdessen oft gerade auslaufende Schaufeln. Sie sind deutlich verkrustungssicherer als andere Bauformen.

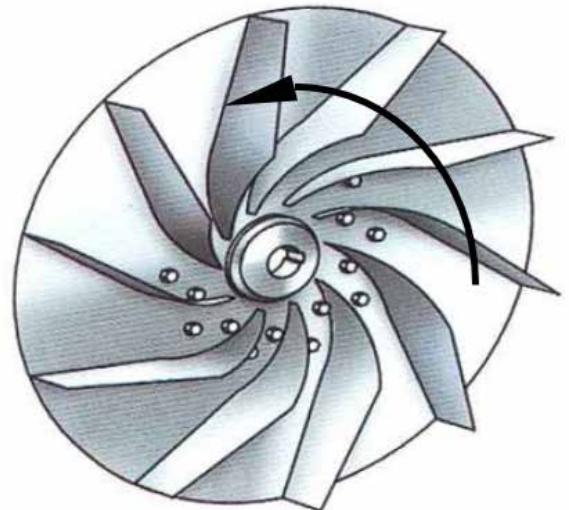


Abb. 41 Offenes Laufrad

4.4.2 Anordnung von Ventilatoren im Absaugsystem

Ventilatoren in Absauganlagen für Holzstaub und -späne können prinzipiell an beliebiger Stelle im Absaugsystem angeordnet werden. Wesentliches Kriterium ist dabei ihre relative Anordnung zum Abscheider (z. B. Filteranlage). Hier kann unterschieden werden zwischen der Anordnung des Ventilators in Strömungsrichtung vor dem Abscheider (sog. rohluftseitige Anordnung) und der Anordnung des Ventilators im Reinluftstrom hinter dem Abscheider (sog. reinluftseitige Anordnung).

Im Regelfall sollten Ventilatoren bevorzugt außerhalb der materialführenden Leitungen (also hinter dem Abscheider → reinluftseitig) eingebaut werden.

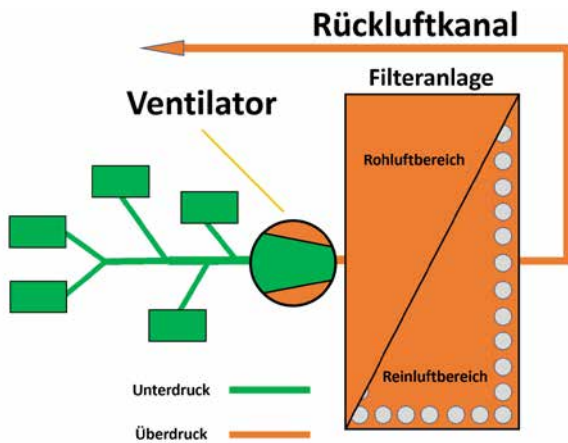


Abb. 42 Schematische Darstellung einer Absauganlage mit rohluftseitig angeordnetem Ventilator

4.4.2.1 Ventilatoren mit rohluftseitiger Anordnung

Bei Absauganlagen mit rohluftseitig angeordnetem Ventilator ist der Ventilator zwischen den abzusaugenden Maschinen und dem Abscheider in der materialführenden Absaugleitung angeordnet. Der Ventilator saugt das Holzstaub-Luft-Gemisch an und drückt es in den nachgeschalteten Abscheider. Im Abscheider entsteht dadurch Überdruck. Absauganlagen mit Ventilatoren rohluftseitiger Anordnung werden deshalb auch Überdruckanlagen genannt.

Bei Undichtigkeiten in den dem Ventilator nachgeschalteten Leitungsabschnitten oder dem Abscheider kann Staub aus der Anlage austreten und die Arbeitsräume kontaminieren.

Wenn ständig Späne durch das Laufrad des Ventilators transportiert werden, muss das Laufrad des Ventilators offen gebaut sein. Größere Materialbestandteile dürfen sich im Laufrad nicht verklemmen. Durch den ständigen Aufprall von Spänen kann ein hoher Verschleiß am Laufrad entstehen. In der Folge würden sich dann der Wirkungsgrad und die vom Ventilator erzeugbare Pressung vermindern. In diesem Fall wäre keine ausreichende Absaugleistung mehr gewährleistet.

Rohluftseitig angeordnete Ventilatoren **mit geschlossenem Laufrad** sollten daher nur in Absaugleitungen mit ausschließlich stauberzeugenden Maschinen (z. B. alle

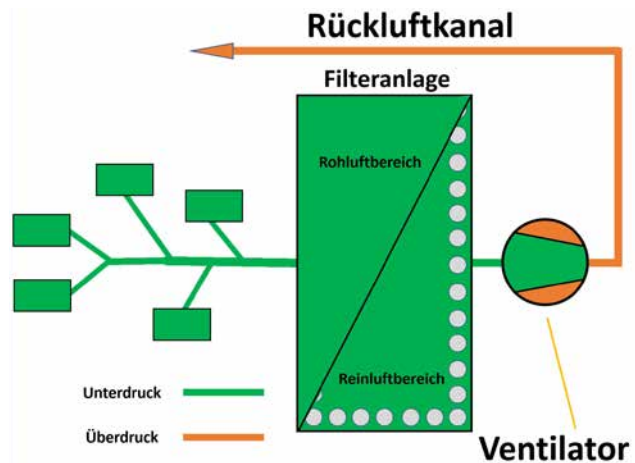


Abb. 43 Schematische Darstellung einer Absauganlage mit reingluftseitig angeordnetem Ventilator

Arten von Schleifmaschinen) oder Arbeitsbereichen (z. B. Schleiftische) eingesetzt werden.

Wesentliche Einsatzbereiche von rohluftseitig angeordneten Ventilatoren ergeben sich heute noch im Bereich industrieller Fertigung, wenn Maschinen oder Maschinengruppen mit sehr unterschiedlichem Widerstandsverhalten und gering abrasives Material abgesaugt werden.

Im Regelfall ist aber die reingluftseitige Anordnung der Ventilatoren zu bevorzugen.

Wenn es dennoch erforderlich ist, Ventilatoren in materialführenden Leitungen (also rohluftseitig) einzubauen, muss geprüft werden, ob in der Leitung ein explosionsfähiges Staub-Luft-Gemisch auftreten kann. Wenn das der Fall ist, muss der Ventilator für diese Einsatzbedingung geeignet und „explosionsgeschützt“ ausgeführt sein.

Aus Gründen des Gesundheitsschutzes müssen die unter Überdruck stehenden Leitungsbestandteile außerhalb der Werkstatt angeordnet sein, um mögliche Staubaustritte aus der Leitung im Innenraum zu verhindern. Der Ventilator ist außen aufzustellen. Wenn das aus anderen Gründen nicht möglich ist, muss der Ventilator direkt an einer Außenwand installiert werden, sodass der Bereich der Überdruckleitung im Innenraum minimiert wird.

Wenn auf Grund hoher Staubkonzentrationen in den Absaugleitungen das Auftreten einer gefährlichen explosionsfähigen Atmosphäre in der Rohrleitung angenommen werden muss (siehe dazu die Beispielsammlung, [DGUV Information 209-045](#) Abschnitt „Zoneneinteilung von explosionsgefährdeten Bereichen“), sind – bei rohluftseitiger Ventilator-Anordnung im System – zur Zündquellenvermeidung Ventilatoren entsprechend den Anforderungen nach DIN EN 14986:2024-10 erforderlich.

Die Anforderungen unterscheiden sich dabei nach der Wahrscheinlichkeit des Auftretens explosionsfähiger Atmosphäre. Diese Wahrscheinlichkeit wird durch die Zuordnung zu einer Explosions-„Zone“ charakterisiert (siehe dazu [DGUV Information 209-045](#)). Betriebsmittel dürfen innerhalb der Zone nur betrieben werden, wenn sie die Zoneneignung haben. Diese Eignung wird durch die Zuordnung zu einer „Kategorie“ sichtbar (siehe Tabelle 46).

Tabelle 46 Explosionszonen für Stäube und die zugehörigen „Betriebsmittel-Kategorien“

Stoff-Luft-Gemisch	Zone	Gruppe/Kategorie
Stäube, auch Holzstäube	20	II 1 D
	21	II 1 D und II 2 D
	22	II 1 D, II 2 D und II 3 D

In Absaugleitungen können Atmosphären der Zonen 22 und 21 vorliegen. Für diese Anforderungen gibt es Ventilatoren, deren Laufräder in der entsprechenden Zone betrieben werden dürfen. **Liegt dagegen Zone 20 – also dauerhaft explosionsfähige Atmosphäre – vor, werden rohluftseitige Ventilatoren in der Praxis nicht mehr verwendet.** In diesen Fällen werden fast ausschließlich reinluftseitig angeordnete Ventilatoren genutzt.

Die Kennzeichnung nach der ATEX-Richtlinie ermöglicht beim Kauf eines Ventilators die richtige Wahl entsprechend der zugeordneten Kategorie. Der Hersteller ist verpflichtet, alle relevanten Wartungs- und Instandhaltungsmaßnahmen in seiner Betriebsanleitung anzugeben, die die Aufrechterhaltung der Zündsicherheit gewährleisten.

4.4.2.2 Ventilatoren mit reinluftseitiger Anordnung

Bei Absauganlagen mit reinluftseitig angeordnetem Ventilator wird der Ventilator nach dem Abscheider – also außerhalb der materialführenden Leitungen – im gereinigten Luftstrom eingebaut. Alle dem Ventilator in Strömungsrichtung vorgeschalteten Anlageteile – besonders der Abscheider – stehen unter Unterdruck. Absauganlagen mit Ventilatoren reinluftseitiger Anordnung nennt man deshalb auch Unterdruckanlagen.

Bei Leckagen im Abscheidebereich wird Luft von außerhalb des Abscheiders als „Leckluft“ in den Abscheider hineingesaugt. Somit kann kein Staub nach außen austreten. Der Ventilator selbst kommt nur mit der gereinigten Luft in Berührung. Dadurch können Laufräder mit höheren Wirkungsgraden verwendet werden.

In der Praxis können solche Ventilatoren in der Rückluftleitung nach dem Abscheider oder innerhalb des Abscheiders selbst – auf dessen Reinluftseite (z. B. im „Filterkopf“) – installiert werden.

Reinluftseitig angeordnete Ventilatoren unter Berücksichtigung zusätzlicher Maßnahmen (z. B. Reststaubsensor, Polzeifilter mit Differenzdrucküberwachung) sollten – wo immer möglich – bevorzugt werden, da dann keine „Ex-Ausführung“ notwendig ist.

Außerdem führt der höhere Wirkungsgrad geschlossener Laufräder zu geringerer Stromaufnahme und damit im Betrieb häufig zu niedrigeren Stromkosten.

Zusätzlich bietet die reinluftseitige Anordnung flexiblere Möglichkeiten zur Umsetzung variabler Anlagen-Konzepte (siehe Abschnitt 5.1).

4.4.3 Ventilator-Verhalten

Die Betriebseigenschaften eines Ventilators werden in Form von Kennlinien dargestellt. Mithilfe von Kennlinien kann der Zusammenhang von beim Betrieb wirkenden Größen veranschaulicht werden. Die verschiedenen Größen, wie Druckerhöhung oder Pressung, aufgenommene Leistung und Wirkungsgrad, werden dabei jeweils auf den Volumenstrom bezogen.

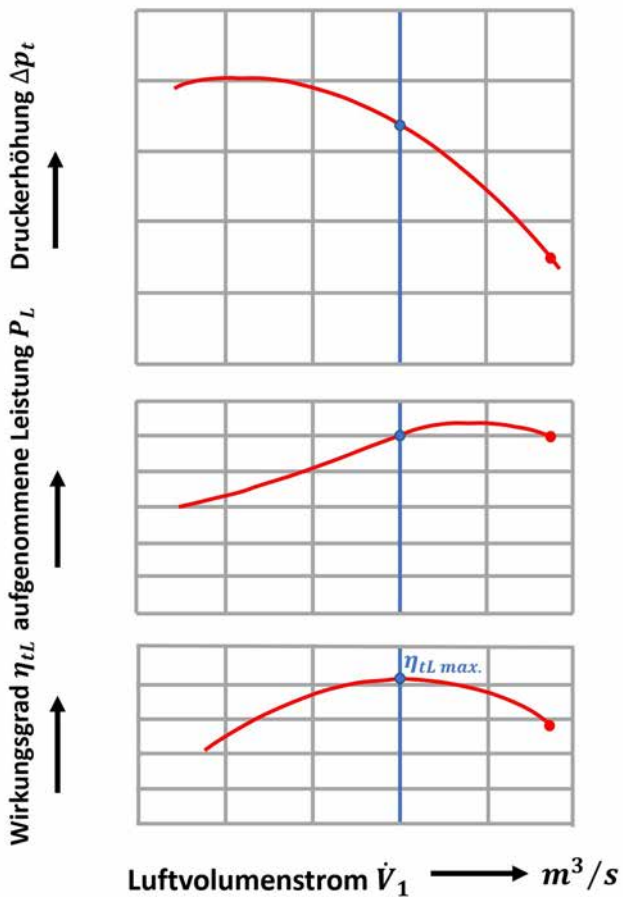


Abb. 44 Typische Normkennlinien zur Beschreibung der Änderungen von Druckerhöhung, aufgenommener Ventilator-Leistung und Ventilator-Wirkungsgrad bei sich änderndem Luftvolumenstrom

Die Leistungsdaten eines Ventilators werden im Allgemeinen für den sogenannten Nennpunkt angegeben. Der Nennpunkt ist ein besonderer Betriebspunkt, der sich aus der Ventilator-Kennlinie und dem Anlagen-Widerstand

ergibt. Für diesen Punkt erfolgt in der Regel die Auslegung oder die Auswahl des Ventilators.

Tatsächlich weichen die Leistungsanforderungen im praktischen Betrieb durch Variation der Anlagen-Widerstände aber mehr oder weniger stark von diesem Nennpunkt ab. Daher ist es für die Auslegung für das gesamte geforderte Leistungsspektrum von Interesse, wie sich der Ventilator auch abseits des Nennpunkts verhält. Über die Betriebseigenschaften des Ventilators gibt die Kennlinie als Zusammenhang zwischen Volumenstrom und Druckerhöhung Auskunft.

4.4.4 Antriebe

Für Ventilatoren stehen grundsätzlich folgende Antriebsarten zur Verfügung:

- Direktantrieb über die Motorwelle
- Antrieb über Zwischenwelle und Kupplung
- Keilriemenantrieb

Zusätzlich können die 3 genannten Antriebe über einen Frequenzumrichter angesteuert werden.

Direktantrieb ist in der Holzbe- und -verarbeitung die bevorzugte Antriebsart für rohluft- oder reinluftseitig angeordnete Ventilatoren bis ca. 90 kW Antriebsleistung. Der Antrieb des Ventilators erfolgt über den Motor, wobei das Laufrad direkt auf der Motorwelle montiert ist.

Bei noch größeren, rohluftseitig angeordneten Ventilatoren erfolgt der Antrieb des Ventilators häufig über Keilriemenscheiben und Riemen. Bei riemengetriebenen Ventilatoren ist die Ventilator-Welle gesondert gelagert und die Kraftübertragung wird fast ausschließlich durch Keilriemen realisiert. Dadurch wird die Ventilator-Drehzahl von der Motor-Drehzahl entkoppelt. Der Vorteil ist die Möglichkeit, durch Austausch der Keilriemenscheiben die Drehzahl des Ventilator-Laufrads zu verändern und so an den Betriebspunkt der Anlage anzupassen.

Soll die Ventilator-Leistung an wechselnde Betriebszustände angepasst werden, muss die Ventilator-Drehzahl geändert werden können. Das wird erreicht, indem der Antriebsmotor des Ventilators nicht direkt, sondern über einen Frequenzumrichter ans Netz angeschlossen wird. Mit dieser Variante können auch die sonst hohen

Anlaufströme der nachgeschalteten Ventilatoren deutlich reduziert werden. Dieser Vorteile wegen werden heute in Holzstaub-Absauganlagen vermehrt Ventilator-Antriebe über Frequenzumrichter ausgeführt – besonders bei Zentralabsaugungen mit stark unterschiedlichem Luftbedarf.

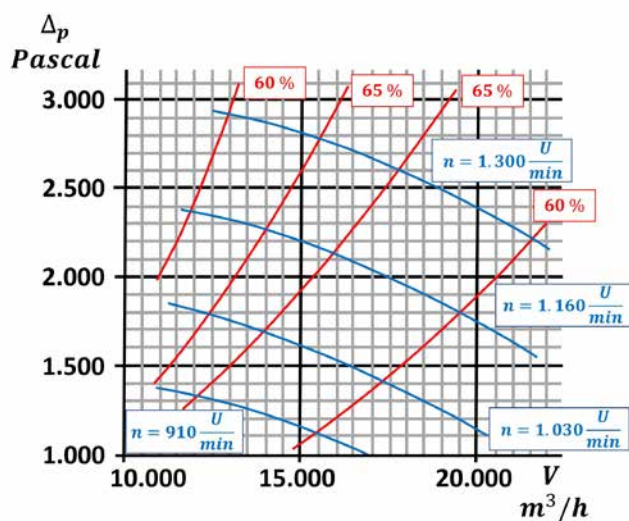


Abb. 45 Kennlinienfeld eines Ventilators

4.4.4.1 Elektromotoren

Jeder Ventilator ist entweder nur als Schnellläufer oder als Langsamläufer geeignet und benötigt daher für den Antrieb den für diese Betriebsart geeigneten Elektromotor.

In der Praxis lassen sich folgende Motoren unterscheiden:

- 2-polige Motoren: ca. 3.000 U/min bei Schnellläufern
- 4-polige Motoren: ca. 1.500 U/min bei Langsamläufern

In der Holzstaub-Absaugung werden für kleinere Ventilatoren mit Direktantrieb in der Regel Schnellläufer und für größere Ventilatoren mit Keilriemenantrieb meist Langsamläufer verbaut.

Mit Einführung der Öko-Design-Richtlinie (2005/32/EG) dürfen in zunehmendem Maße nur noch Motoren mit steigender Effizienz, das heißt besserem Wirkungsgrad (z. B. Effizienzklasse IE 3 „Premium Efficiency“, IE 4), in Verkehr gebracht werden.

Bei jedem Anlauf eines Elektromotors steigt die Stromaufnahme stark an. Das kann zu kurzfristigen „Überlastungen“ des Motors führen. Die maximale, momentane

Stromaufnahme beträgt dann ca. das 5-fache des Nennstroms (ca. 2 Ampere/kW Nennleistung).

Zur Verminderung solcher Anlaufströme werden größere Elektromotoren (ab ca. 5,5 kW) in Stern-Schaltung angefahren und dann von Hand oder über Zeitrelais auf Dreieck-Schaltung umgeschaltet. Kleinere Elektro-Motoren bis ca. 5,5 kW werden fest in Dreieck-Schaltung angefahren und dann auch betrieben.

Beim Vorschalten von Umrichtern treten keine erhöhten Anlaufströme auf (sog. Sanft-Anlauf).

4.4.5 Ventilatoren – Lärm

Beim Betrieb eines Ventilators wird unvermeidlich Schall erzeugt, teils durch elektrische und mechanische Schwingungen im Motor, teils in den Lagern und in anderen Maschinenteilen. Aber auch Strömungsgeräusche, die bei der Luftströmung durch den Ventilator entstehen, erzeugen Schall.

Ein Ventilator verursacht

- **Luftschall** und
- **Körperschall**

4.4.5.1 Luftschallminderung

Bei Luftschallminderungsmaßnahmen unterscheidet man allgemein zwischen Schalldämpfungs- und Schalldämmungsmaßnahmen.

Schalldämpfer sind geeignet, Primärgeräusche an der Ventilatorsaug- und -druckseite zu bekämpfen. Im Zusammenwirken mit einer Schallschutzhaube oder einer Gehäuseisolierung kann so der Gesamtschallpegel aus der Absauganlage wirkungsvoll gesenkt werden.

Mit der **Schallschutzhaube** lässt sich die wirksamste Pegelminderung (ca. 10 dB(A)) erzielen. Dabei wird der gesamte Ventilator einschließlich Antrieb gekapselt. Das Ventilator-Gehäuse ist mit einer Schallisolierung eingekleidet.



Abb. 46a + b Ausführung einer Schallschutzhaube für einen Ventilator

4.4.5.2 Körperschallisolation durch Schwingungsdämpfung

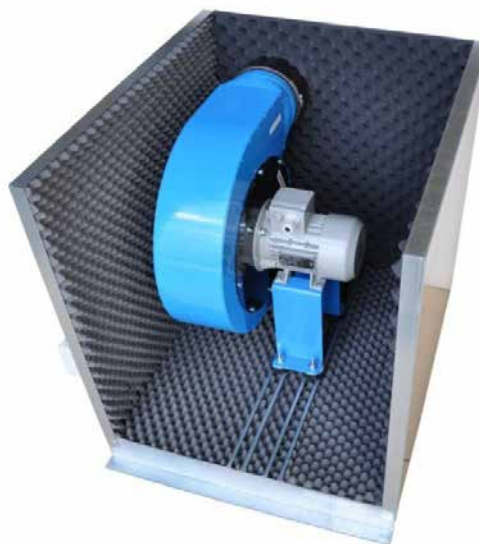
Die durch das Ventilator-Laufrad, den Ventilator-Antrieb, die Luftströmung und das Fördergut entstehenden Körperschall-schwingungen in Gehäuseteilen und Rohrleitungen werden als Körperschall auf benachbarte Bauteile weitergeleitet.

Werden Ventilatoren so aufgestellt, dass die Körperschall-schwingungen negative Einflüsse auf Beschäftigte oder Gebäude haben können, müssen folgende Maßnahmen vorgesehen werden:

Schwingungsisolierte Aufstellung des Ventilators: Um zu verhindern, dass Schwingungen eines Ventilators auf die Aufstellungsfläche übertragen werden, können spezielle Schwingungsdämpfer zwischen Ventilator und Aufstellungsfläche eingebaut werden. Für die Auswahl der Schwingungsdämpfer sind das Gewicht des Ventilators, die Anzahl der Schwingungsdämpfer, die Schwingungsanregung (Drehzahl) und das Maß der erforderlichen Dämpfung entscheidend.



Abb. 47 Schwingungsdämpfer



Weitere Informationen siehe [DGUV Information 209-200](#) Abschnitt 3.4; zum Explosionsschutz im Zusammenhang mit Ventilatoren siehe [DGUV Information 209-045](#) „Absaugventilatoren“.

4.5 Abscheider

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 3.5

Abscheider haben die Aufgabe, Holzstaub und -späne von dem „Transportmedium Luft“ zu trennen.

Gemäß DIN EN 12779:2016-03, DIN EN 16770:2018-12 und DIN EN 60335-2-69:2015-07 darf die in den Arbeitsraum rückgeführte Luft maximal $0,1 \text{ mg/m}^3$ Reststaub enthalten. Nach TRGS 553:2022-07 ist Luftrückführung erlaubt, wenn Filtermaterial mit einem Durchlassgrad $< 0,5\%$ verwendet wird und die Filterflächenbelastung $150 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ nicht überschreitet. Für Filtermaterial der Staubklasse M gilt das für eine Flächenbelastung $\leq 200 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. In der Praxis bewährte Filterflächenbelastungen werden in Abschnitt 4.5.2.2.1 beschrieben.

Der Abscheidegrad bei einer Anlage mit Fortluft (die gereinigte Luft wird in die Umwelt abgegeben) kann nicht pauschal beschrieben werden. Die Anforderungen der

örtlichen Behörden müssen eingehalten werden (z. B. aus der Verordnung zur Auswurfbegrenzung von Holzstaub – 7. BImSchV).

4.5.1 Wirkprinzip von Abscheidern

Vor dem Abscheider spricht man von „Rohluft“ und hinter dem Abscheider von „Reinluft“ (siehe Abbildung 48).

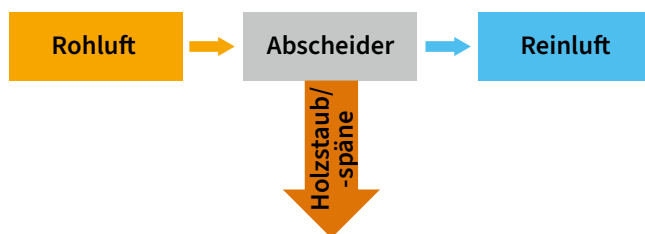


Abb. 48 Bezeichnung der Massenströme eines Abscheiders

Grundsätzlich funktionieren alle Arten von Abscheidern so, dass die Bindungskräfte zwischen Partikeln und Luft aufgehoben werden. Für die Qualität eines Abscheiders sind dabei zwei Kenngrößen von Bedeutung:

- Abscheidegrad
- Druckverlust

Zur Beurteilung von Abscheidern wurde der Durchlassgrad in TRGS 553:2022-07 (dimensionslos) als Verhältnis des Reststaubgehalts zur Ursprungskonzentration definiert. Statt des Durchlassgrads wird gelegentlich auch der Gesamt-Abscheidegrad oder Gesamt-Entstaubungsgrad angegeben. Der Gesamt-Entstaubungsgrad (Gesamt-Abscheidegrad) ist das Verhältnis der abgeschiedenen Staubmenge zur zugeführten Staubmenge.

Daneben existiert der Begriff des Stufen-Entstaubungsgrads, bei dem jeweils nur bestimmte Korngrößenfraktionen untersucht werden.

Beispiel:

Eine Bearbeitungsmaschine zerspant 12 kg/h Holz. Bei der Zerspaltung fallen 80 % Holzspäne und 20 % Holzstaub an. Die Maschine hat einen 120 mm-Absauganschluss bei 20 m/s Luftgeschwindigkeit. Diese Daten ergeben einen Luftvolumenstrom von 814 m³/h.

Die Luft ist also mit ca. 15 g/m³ Material beladen. Die Staubkonzentration liegt bei ca. 3 g/m³. Ziel ist ein Reststaubgehalt von maximal 0,1 mg/m³ in der Rückluft. Damit ergibt sich ein Durchlassgrad von maximal: $0,1 \text{ mg/m}^3 / 3.000 \text{ mg/m}^3 = 0,0033\%$, was einem Abscheidegrad von: $100\% - 0,0033\% = 99,9967\%$ entspricht.

Holzstaub hat bei den üblichen Holzbearbeitungsverfahren eine höhere Partikelgröße als der Prüfstaub nach DIN EN 60335-2-69:2015-07. Der Abscheidegrad für Holzstaub ist deshalb gegenüber dem im Filterprüfzeugnis bescheinigten Abscheidegrad deutlich höher.

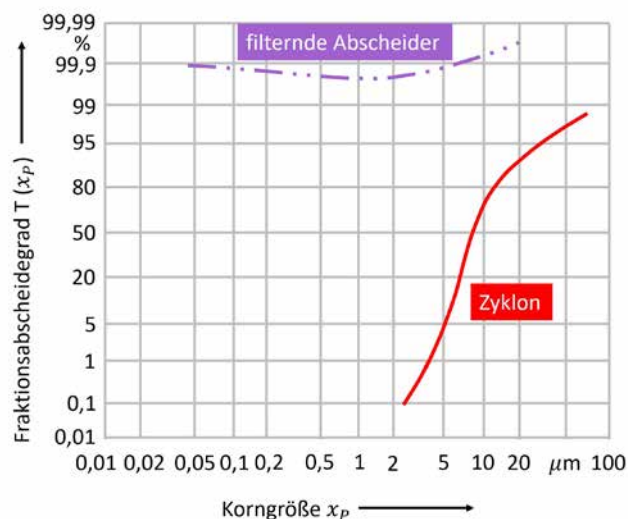


Abb. 49 Fraktionsabscheidegradkurven gebräuchlicher Staubabscheidesysteme in der Holzbearbeitung

Aus energetischen Gründen wird außerdem ein möglichst geringer Druckverlust bei der Durchströmung des Abscheiders angestrebt. Das ist auch die Voraussetzung für einen störungsfreien und wartungsarmen Dauerbetrieb über mehrere Jahre.

4.5.2 Abscheidung partikelförmiger Stoffe

Bei partikelförmigen Stoffen richtet sich die Wirksamkeit der verwendeten Abscheidetechnik im Wesentlichen nach der Partikelgröße. Bei der Abscheidung von Holzstaub und -spänen werden normalerweise

Massenkraftabscheider (Schwerkraftabscheider oder Prallabscheider), Fliehkraftabscheider (Zyklone) oder filternde Abscheider eingesetzt. Der Abscheidegrad von Massenkraft- und Fliehkraftabscheidern ist für sich genommen in den meisten Fällen noch unzureichend. Bei nicht unerheblichem Staubanteil bedarf es also noch einer weiteren Abscheidestufe.

4.5.2.1 Vorabscheider

Schwerkraftabscheider

Der Transport von Holzstaub und -spänen mit Luft setzt eine gewisse Mindest-Transportluftgeschwindigkeit voraus. Die einfachste Form des Abscheiders funktioniert demnach so, dass diese Mindest-Transportluftgeschwindigkeit durch Erweitern des Strömungskanals unterschritten wird. Die Mindest-Transportluftgeschwindigkeit ist die Schwebegeschwindigkeit der im Luftstrom transportierten Partikel. Bei Unterschreitung fällt das Transportgut aus der Luftströmung aus.

In alten Anlagen wurde dieser Umstand durch einfaches Einblasen in einen Späne-Keller ausgenutzt. Heute wird dieses Verfahren nur noch zur Vorabscheidung des groben Materials in Silos vor einem Siloeinbau- oder Siloaufsatz-Filter angewandt.

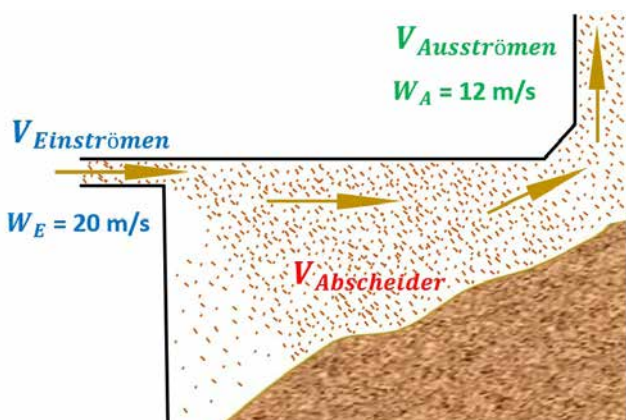


Abb. 50 Schwerkraftabscheider

Prallabscheider

Bei Prallabscheidern wird der Staub-Späne-Luft-Strahl auf eine Platte gelenkt. Durch den Aufprall verlieren die größeren Materialbestandteile ihre Bewegungsenergie und fallen aus dem Luftstrom aus. Durch die Anordnung (schräg nach unten gerichtete Prallbleche/Leitbleche)

kann der Materialstrom in die gewünschte Richtung gelenkt werden.

Prallabscheider werden in der Holzbearbeitung vor allem in Kombination mit Absackanlagen oder in Späne-Silos verwendet, wo sie auch eine Schutzfunktion für die empfindlichen Druckentlastungseinrichtungen gegen „Späne-Durchschuss“ darstellen. Leitbleche müssen dabei aus nichtfunkenreissenden Materialien (z. B. Stahlblech, Gummimatten) bestehen.

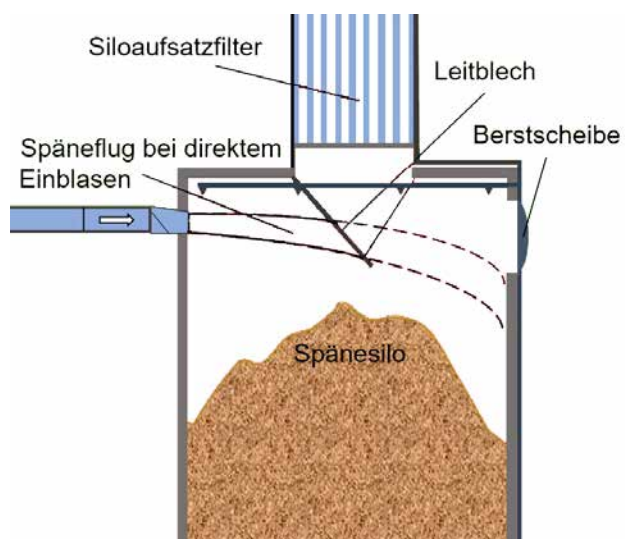


Abb. 51 Prallabscheider (Leitblech) in einem Späne-Silo

Fliehkraftabscheider (Zyklon)

Zyklone werden bei nicht unerheblichem Staubanteil höchstens noch als Zwischenabscheider eingesetzt. Man findet sie noch

- in alten Anlagen (vor allem im Sägewerksbereich),
- als Zwischenabscheider in geschlossenen Systemen (Ringleitungen),
- bei einigen Herstellern als Vorabscheider für Filteranlagen.

Bei Zyklonen bewegen sich Luft und Staubteilchen auf spiralförmigen Bahnen. Die dabei auftretenden Fliehkräfte werden zur Entstaubung genutzt.

Konstruktiv besteht ein Zyklon aus

- dem Rohranschluss, der als einfacher Anschluss oder besser als spiralförmiger Einlauf (= geringere Druckverluste) ausgebildet sein kann,
- dem eigentlichen kegelförmigen Zyklon-Körper,
- dem Tauchrohr.

Im Zyklon-Körper bildet sich zwischen der Zyklon-Außenwand und dem Tauchrohr eine Wirbelströmung aus. Dieser Wirbelströmung ist eine abwärts gerichtete, axiale Komponente überlagert. Im Kern, dessen Radius im unteren Teil des Kegels $< r_1$ und oben am Tauchrohr $= r_1$ ist (siehe Abbildung 52), kehrt sich die axiale Komponente um. Staubteilchen, die in den Bereich $r < r_1$ gelangen, werden daher erst einmal nicht abgeschieden, es sei denn, sie werden durch die Zentrifugalkräfte wieder nach außen geschleudert.

Der Abscheidegrad eines Zyklons wird durch den sogenannten Trennkorndurchmesser bestimmt. Das ist der Durchmesser des Kornes, das noch zu 50% abgeschieden wird. Der Trennkorndurchmesser sinkt, wenn

- der Tauchrohrradius r_1 verringert wird. Die Tauchrohrlänge s sollte ungefähr $3 \cdot r_1$ betragen; kürzere Tauchrohre führen zu einem Kurzschluss, bei längeren Tauchrohren wird die Senken-Strömung zu stark. Beides verschlechtert die Abscheidung.
- die Senken-Höhe h vergrößert wird. Eine zu große Senken-Höhe verstärkt aber die Wandreibung und damit die Druckverluste. Als optimale Höhe gilt der 8-fache bis 10-fache Tauchrohrdurchmesser.
- die Umlaufgeschwindigkeit steigt. Eine zu starke Erhöhung der Umlaufgeschwindigkeit durch größere Beaufschlagungs-Luftvolumenströme erhöht jedoch die Turbulenzen im Zyklon. Dadurch wird die Trennung von Material und Luft behindert und die Abscheidung verschlechtert. Der Zyklon arbeitet also nur in einem einzigen Betriebspunkt optimal.

Die eigentliche Abscheidewirkung des Zyklons beruht darauf, dass die Staubteilchen nach außen geschleudert und damit an der Außenwand die Grenzbeladung überschritten wird. Die Grenzbeladung ist die Menge Material, die die Luft aufnehmen kann. Das sind im Fall von Holzstaub und -spänen ca. 300 g/m^3 . Wird die Grenzbeladung

überschritten, beginnt das Material auszufallen. Da mit steigender Staubkonzentration die Grenzbeladung schneller erreicht wird, steigt auch der Abscheidegrad. Die Trennkorngröße wird allerdings eher größer und damit die Abscheidung kleinerer Kornfraktionen schlechter.

Einem Zyklon lässt sich genau wie jedem anderen Bauteil ein Widerstandsbeiwert zuordnen. Im Rahmen verschiedener Praxis-Projekte wurden Werte von

$\zeta = 1$ bis 5

gemessen. Der Wert steigt, wenn das Verhältnis H/D zunimmt (also für schlanke hohe Zykclone). Da genau diese Zykclone besonders leistungsfähig sind, ergibt sich bei 20 m/s Luftgeschwindigkeit in der Einblasung ein Druckverlust von ca. 1.000 Pascal für optimale Zykclone. Der Druckverlust liegt dabei also etwa doppelt so hoch wie bei einer Filteranlage.

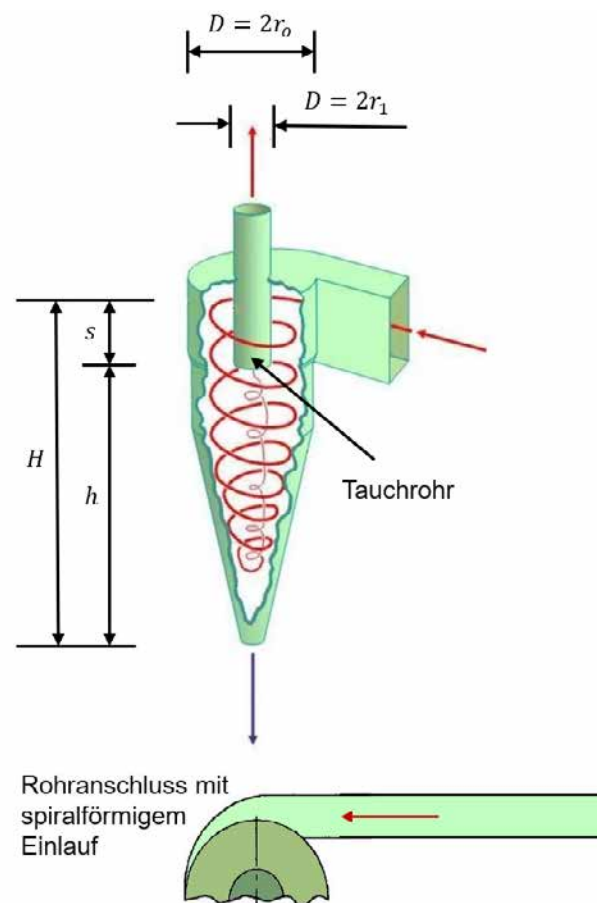


Abb. 52 Fliehkraftabscheider (Zyklon)

4.5.2.2 Filternde Abscheider

Die Abscheidewirkung von Filtermaterial beruht auf verschiedenen Komponenten, das sind im Wesentlichen:

- Trägheit
- Sperrereffekt
- Diffusion
- Elektrostatik
- Haftung

Filteranlagen sind im Bereich der Holzstaub- und -späne-Absaugung heute die am häufigsten verwendeten Abscheider.

Filternde Abscheider lassen sich wie folgt grob in folgende Bauformen einteilen:

- Schlauchfilter
- Taschenfilter
- Patronenfilter

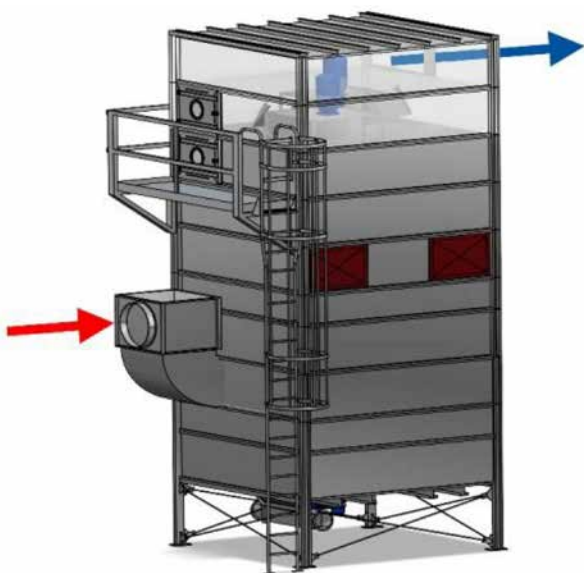


Abb. 53 Schlauchfilteranlage mit im Filterkopf angeordnetem Ventilator

4.5.2.2.1 Filtermaterialien

Bei der Holzstaub-Abscheidung werden im Wesentlichen folgende Filtermaterialien verwendet:

- Gewebe
- Vliese
- Nadelfilze

Die Filterelemente werden aus dem Filtervlies genäht oder geklebt. Teilweise werden auch Kunststofferteilelemente für den Filterkopf oder andere Kleinteile verwendet. Nominell gesehen ist die Filterfläche bei Taschenfiltern oder Filterpatronen größer als bei Schlauchfiltern. Allerdings lassen sich die engen Spitzen der Taschenfilter und -patronen nicht sauber abreinigen, so dass sich in kurzer Zeit die verwendbare Filterfläche reduziert. Die Abscheidung der Partikel erfolgt an der Filteroberfläche.

Bei der Abscheidung spielen die unterschiedliche Aufladung von Partikel und Filterfaser, die Massenträgheit des fliegenden Partikels und die Diffusion durch Molekularbewegungen sehr kleiner Partikel eine Rolle.

Eine ausführlichere Beschreibung der Filterung im Makrobereich ist in der [DGUV Information 209-200](#) enthalten.

Filtermaterial der Staubklasse „M“ nach EN 60335-2-69:2015-07 (Durchlassgrad $< 0,1\%$) ist heute bei neuen Absauganlagen für Holzstaub und -späne vorgeschrieben.

Wegen der Einstufung von Holzstaub als krebserzeugender Arbeitsstoff wurde schon in der Vergangenheit in allen einschlägigen Vorschriften Filtermaterial der Kategorien G bzw. C gefordert, was viele Anlagen nicht erfüllten.

Der max. Durchlassgrad ($< 0,5\%$ gemäß TRGS 553:2022-07) sollte auch bei diesen Altanlagen durch ein Prüfzeugnis nachgewiesen werden.

Praktische Umrüstungen durch bloßes Austauschen von älterem Filtermaterial gegen hochwertigeres Filtermaterial führten häufig zu erheblichen Funktionsbeeinträchtigungen der Absauganlage, da das Zusammenwirken der Anlagenkomponenten der Filteranlage bestehend aus

- Vorabscheidung,
- Luftdurchlässigkeit,
- Filtergeometrie,
- Regenerationsart und -häufigkeit

gestört war. Aus diesen Erfahrungen heraus muss von derartigen Umrüstversuchen abgeraten werden. Messungen der Reststaubgehalte in den Rückluftkanälen von Holzstaub-Absauganlagen zeigten, dass durch solche Umrüstungen unter praktischen Betriebsbedingungen

auch nur ein geringer Einfluss auf die Reststaubkonzentration zu erzielen ist, der in Anbetracht der sonstigen betrieblichen Randbedingungen vernachlässigt werden kann.

4.5.2.2.2 Filterabmessungen

Die sogenannte Filterflächenbelastung (Luftvolumenstrom pro Filterfläche und Zeit) ist physikalisch gesehen eine Geschwindigkeit ($\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h}) = \text{m}/\text{h}$). Sie wird daher auch als Filtrationsgeschwindigkeit bezeichnet und darf

- $200 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ bei Entstaubern in der Werkstatt und
- $150 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ bei Absauganlagen im Außenbereich und mit Luftrückführung

nicht überschreiten. Höhere Filterflächenbelastungen erzeugen höhere Druckabfälle und können zu Verstopfungen in der Filteranlage führen. In jedem Fall wird jedoch die Absaugwirkung vermindert. Man geht davon aus, dass Stäube mit guter Korngrößen-sortierung (wie zum Beispiel reiner Schleifstaub) sich schlechter abscheiden lassen als Staub-Späne-Gemische, und setzt daher dort die maximale Filterflächenbelastung oft noch geringer an.

Eine Filteranlage oder die Filterfläche kann eigentlich nie zu groß sein. Eventuell einzuplanende Leistungsreserven sollten daher sinnvollerweise bei der Größe der Filteranlage berücksichtigt werden.

Bei zu klein dimensionierten Filteranlagen sind die Filterflächenbelastungen sehr hoch. In der Praxis erweisen sich solche Anlagen jedoch als deutlich störanfälliger als konservativ geplante Anlagen. Vertretbar sind hohe Filterflächenbelastungen nur in Zusammenhang mit besonders wirksamen Vorabscheidern (z. B. Zyklon-Filter) und effektiven Regenerationsverfahren (Druckluftabreinigung mit Differenzdruckmessung).

4.5.2.2.3 Filter-Anströmung

Schlauchfilter können von innen nach außen oder umgekehrt beaufschlagt werden. Bei sogenannten Oberflächenfiltern, bei denen die Schläuche von außen mit staubhaltiger Luft beaufschlagt werden, legt sich der Schlauch während der Filtrationsphase an einen innenliegenden Stützkorb an. Dieser Stützkorb stabilisiert den Schlauch. Solche Schläuche werden ohne Verspannung einfach in die Aufnahmealterung eingehängt. Bei Taschenfiltern ist ebenso eine Stützkonstruktion notwendig, um die Form beim Betrieb zu erhalten.

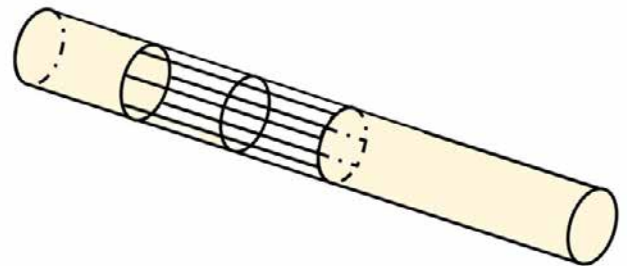


Abb. 54 Filterschlauch, über einen Stützkorb gezogen

Es gibt aber auch Varianten mit fester Verspannung der Filterschläuche. In diesen Fällen kann auf einen Stützkorb verzichtet werden.

Die derzeit am häufigsten eingesetzte Variante ist der von außen nach innen beaufschlagte Schlauchfilter, während in älteren Anlagen häufig noch die innen beaufschlagte Variante anzutreffen ist.

Gefaltete Filterpatronen (Technik zur Vergrößerung der Oberfläche bei kleinem Bauvolumen) kommen vor allem in fahrbaren Entstaubern zum Einsatz. Sie sind wegen ihres mangelnden Formänderungsvermögens nur schwer abzureinigen. Aufgrund einschlägiger Praxiserfahrungen ist der Einsatz solcher Filterpatronen in stationären Anlagen aus den genannten Gründen als sehr kritisch anzusehen, besonders aber in Zusammenhang mit motorischer Rüttelung (siehe unten) und hohen Holzfeuchten (z. B. Kistenfertigung, etc.).

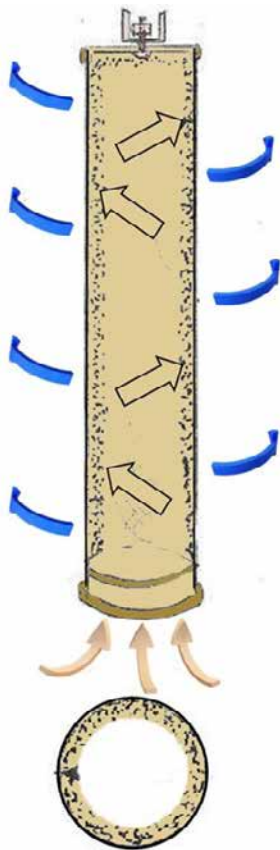


Abb. 55 Innen beaufschlagter Filterschlauch

Stützkörbe aus Metall müssen zur Ableitung elektrostatischer Aufladungen mit dem Schutzleitersystem der Anlage verbunden sein.

4.5.2.2.4 Filter-Regeneration/Abreinigung

Durch die Beaufschlagung mit Staub und Spänen setzt sich das Filtermaterial im Laufe der Zeit zu. Die Partikel dringen vermehrt ins Filterinnere vor (Tiefenfiltration) und verschließen die für die Luftströmung erforderlichen Poren. Das führt zu einem Anwachsen des Filterwiderstands und damit zu einer Verminderung der Absaugleistung an den Maschinenstutzen.

Je dicker der am Filtermaterial anliegende Filterkuchen ist, desto mehr steigt der Filterwiderstand. Deshalb muss der Filterkuchen von Zeit zu Zeit vom Filtermaterial entfernt werden. Diese Vorgänge werden als Regeneration/Abreinigung bezeichnet.

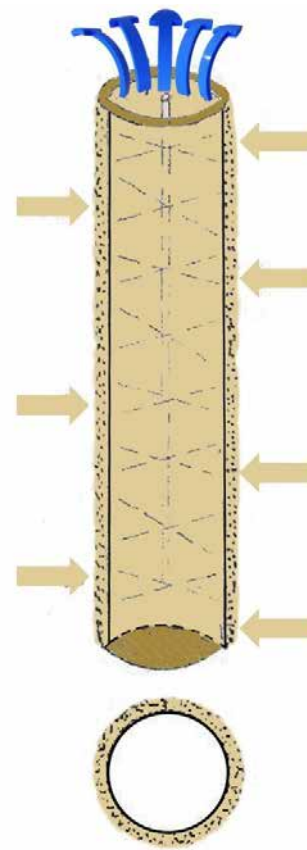


Abb. 56 Außen beaufschlagter Filterschlauch

Art und Häufigkeit der erforderlichen Regeneration werden bestimmt durch Zusammensetzung und Eigenschaften des abzuscheidenden Materials, wie

- Staubbelastung der zu filternden Luft
- Beaufschlagte Luftmenge
- Eigenschaften des Filtermaterials
- Regenerationsverfahren
- Wirksamkeit der Vorabscheidung

Die genauen Zusammenhänge lassen sich derzeit nur empirisch ermitteln.

Die Abreinigung von Schlauch- und Taschenfiltern kann durch folgende Verfahren erfolgen:

- Bei der **mechanischen Regeneration** (Rütteln, Klopfen, Vibrieren) werden die Schläuche am Filterboden mit Schellen fixiert und oben an einem Rahmen aufgehängt. Beim Rütteln ist der Rahmen mit einem oder

mehreren Exzentrerscheiben bestückt, die über jeweils einen Elektromotor angetrieben werden. Durch die Drehung der Exzenter wird der Rahmen in Schwingungen versetzt. Die vom Rahmen über die Aufhängung an die Schläuche übertragene Schwingung bewirkt eine Formänderung der Schlauchoberfläche. Durch diese Formänderung wird der Filterkuchen abgesprengt. Für eine wirksame Abreinigung müssen die Schläuche straff gespannt sein. Während der Regenerationsphase muss der Betrieb der Absauganlage unterbrochen werden, damit sich der Staub durch die Vibration in Verbindung mit dem Luftstrom nicht in die Tiefe der Filterfasern einarbeitet, sondern erst ausgetragen wird. Alternativ zu einem Rahmen, der sich im Rohluftbereich des Filters befindet, gehen aufgrund der Explosionschutzanforderungen neuerdings einige Hersteller dazu über, den Filterboden inklusive der Filterelemente mit Exzentermotoren in Schwingungen zu versetzen.

- Bei der **Regeneration mit Spülluft** wird entgegen der normalen Strömungsrichtung der Filterausströmung Luft durch den Filter gedrückt. Die Beaufschlagung mit Material erfolgt grundsätzlich von außen auf die Schlauchoberfläche. Dabei sind die Filterschläuche auf einen Stützkorb montiert. Der Filter sollte ziemlich straff gespannt sein, um frühzeitigem Verschleiß vorzubeugen, der durch Knicken ausgelöst wird. Diese Form der Filterregeneration ist wirkungsvoller als die motorische Rüttelung und kann auch während des laufenden Betriebs kontinuierlich oder

diskontinuierlich erfolgen, zum Beispiel in Abhängigkeit vom Filterwiderstand.

- **Druckluftimpulsverfahren:** Diese Regenerationsmethode ähnelt grundsätzlich dem Spülluftverfahren. Der Unterschied besteht darin, dass die Luft zur Abreinigung in einem kurzen, kräftigen Impuls mit einer (Venturi-)Düse durch Druckluftstoß von außen in den Schlauch gebracht wird. Der Druckluftimpuls bewirkt eine Formänderung des Schlauchs, durch die der Filterkuchen abgesprengt wird. Die Luft strömt aus dem Schlauch durch die Poren von innen nach außen, wodurch die Regenerationswirkung zusätzlich verstärkt wird.

Das geschilderte Verfahren ist unter dem Namen "Jet-Impuls-Verfahren" in der Fachwelt bekannt.

Die unterschiedlichen Stärken und Schwächen der einzelnen Regenerationsverfahren bedingen auch verschiedene bevorzugte Anwendungsgebiete.

Motorische Rüttelung ist ein technisch einfaches Verfahren mit geringem Energieverbrauch. Rüttelmotoren haben in der Regel eine Leistung von 0,15–0,20 kW. Allerdings ist dieses Verfahren auch weniger effizient als die pneumatischen Verfahren. Der wesentliche Einsatzbereich sind daher Schlauchfilteranlagen, die gering bis mittelmäßig beaufschlagt sind (Filterflächenbelastung $< 150 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$) und bei denen eine durchschnittliche Staubbelastung in der Rohluft vorhanden ist.

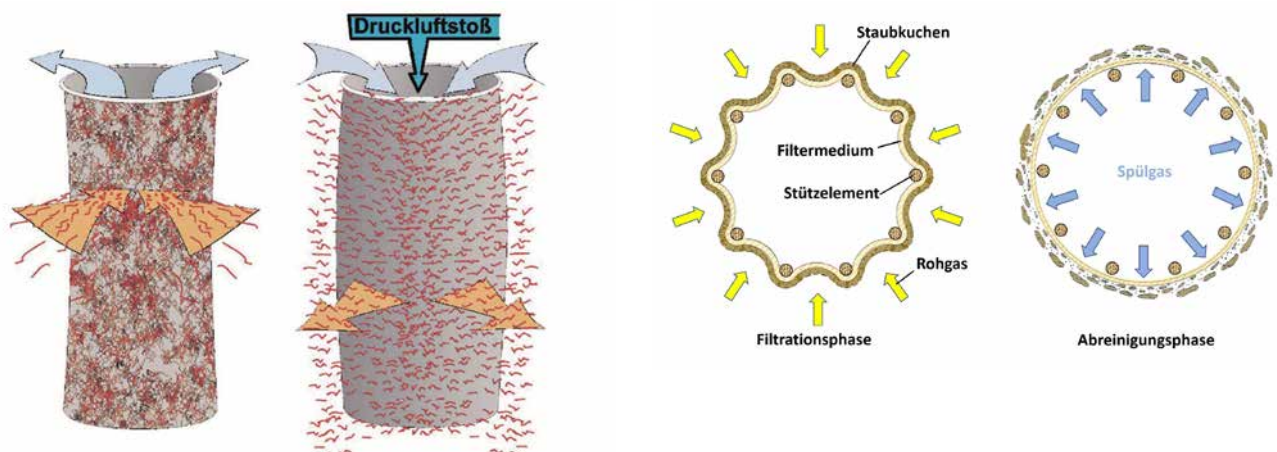


Abb. 57 Vorgänge bei der Regeneration eines außen beaufschlagten Filterschlauchs mit dem Druckluftimpulsverfahren

Da während des Regenerationszyklus kein Anlagenbetrieb erfolgen kann, ist dieses Verfahren für Betriebe mit pausenloser Schichtarbeit und entsprechendem Anlagenbetrieb nicht geeignet. Motorische Rüttelung kommt häufig in Verbindung mit Baumwollgeweben oder Nadelfilzen zum Einsatz, um den Staubkuchen an der Oberfläche zu beseitigen. Dabei bleiben die Staubanteile zur Gewährleistung der Tiefenfiltration unberücksichtigt.

Das **Spülluftverfahren** ist eine sehr wirksame Regenerations-Methode, die allerdings technisch recht aufwändig und mit hohem Energieverbrauch verbunden ist. Sie wird vor allem in hoch belasteten und großen Filteranlagen mit durchgängigem Betrieb der Absauganlage verwendet. Sie ist damit in größeren Industriebetrieben deutlich verbreiteter als in den Absauganlagen von Handwerksbetrieben.

Das Filtrationsprinzip beruht meistens auf Oberflächenfiltration. Die Abreinigung erfolgt sektionsweise und wird in der Regel differenzdruckabhängig ausgelöst.

Das zweite pneumatische Verfahren, die **Druckluft-Regeneration**, ist technisch ebenso aufwändig wie die Spülluftvariante, verbraucht jedoch weniger Energie. Da es ebenfalls recht effizient ist, kommt es vorwiegend in kleineren bis mittelgroßen, aber höher belasteten

Filteranlagen vor. Häufig findet man dieses Verfahren auch bei kleineren und größeren Entstaubern.

Bei Filterflächenbelastungen von mehr als $150 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ sind mechanische Verfahren häufig nicht mehr ausreichend wirksam, so dass hier die pneumatischen Verfahren praktisch eine Monopolstellung besitzen.

Nachteilig macht sich bei der Druckluft-Abreinigung gegenüber der Spülluft-Abreinigung die höhere Beanspruchung des Filtermaterials infolge der stoßartigen Belastungsspitzen beim Regenerationsvorgang bemerkbar, wodurch das Filtermaterial bei häufigem Abreinigen stark strapaziert wird. Das wesentliche Filtrationsprinzip ist die Oberflächenfiltration, ähnlich wie bei der Regeneration mit Spülluft.

4.5.2.2.5 Regenerations-Intervalle, Zyklen

Für die Wirksamkeit einer Regeneration ist neben dem Regenerationsverfahren auch die für die Regeneration aufgewendete Zeit sowie die Anzahl der Intervalle zwischen den einzelnen Regenerationen von Bedeutung.

Um den Druckverlust durch den Filterkuchen gering zu halten, sollte prinzipiell möglichst häufig abgereinigt werden.

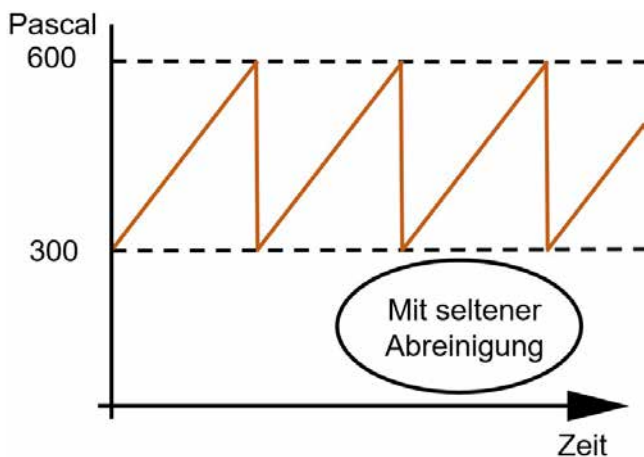


Abb. 58 Druckabfall an einer Filteranlage bei seltener Regeneration

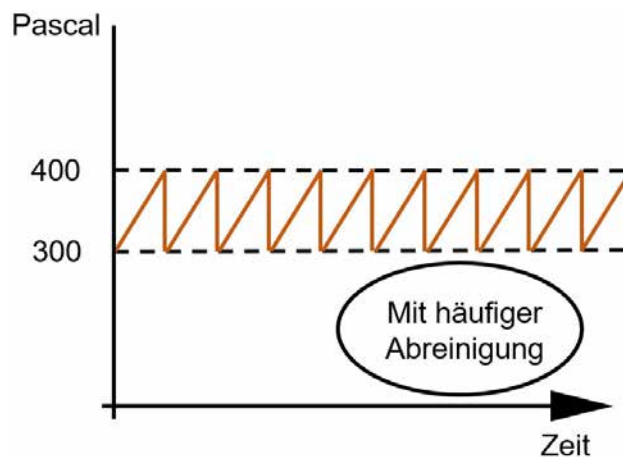


Abb. 59 Druckabfall an einer Filteranlage bei häufiger Regeneration

Allerdings bringt der Regenerationsvorgang auch einige Nachteile mit sich:

- Bei zu häufigem Abreinigen kann sich keine konzentrierte Filtrationsschicht aufbauen, was zur Minderung des Filtrationseffekts führt. Die Staubpartikel können stärker in das Filtermaterial eindringen (Tiefenfiltration), was langfristig die Sättigung fördert und das Filtermaterial schneller verstopfen lässt.
- Untersuchungen haben gezeigt, dass eine Verdopplung der Regenerations-Häufigkeit auch eine Verdopplung der Partikelkonzentration im Reinfluftstrom zur Folge hat.
- Bei den mechanischen Verfahren wird durch häufige Regenerations-Phasen die Anlagen-Verfügbarkeit stark herabgesetzt.
- Jeder Regenerations-Vorgang benötigt Energie (Strom, Druckluft, etc.) und strapaziert das Filtermaterial.

In der Praxis kommt es also darauf an, ein Optimum zwischen den Vor- und Nachteilen zu finden. Die Auslegung (Periodenzahl, Intensität) erfolgt in der Regel empirisch, da genaue wissenschaftliche Zusammenhänge derzeit nicht existieren.

Als bestmögliche Methode hat sich in der Praxis die Bestimmung des Regenerations-Zeitpunkts mit Hilfe der **permanenten Druckdifferenzmessung** über das Filtermedium gezeigt. Dabei wird üblicherweise bei einer Druckdifferenz von mehr als 400 Pascal bezogen auf eine

Filterflächenbelastung von $100 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ein Regenerationsvorgang ausgelöst. Diese Methode lässt sich aber nur in Verbindung mit pneumatischen Regenerations-Verfahren anwenden, da bei diesen Verfahren auch während des laufenden Anlagenbetriebs abgereinigt werden kann.

Bei der motorischen Rüttelung darf die Absauganlage nicht in Betrieb sein, da der Filter drucklos bleiben muss. Hier hat sich ein Regenerations-Intervall von 180–240 Minuten bewährt. Als Zeitpunkt bieten sich Arbeitspausen an. Da diese Regenerations-Methode nur für leicht- bis mittelstark belastete Filter angewendet wird, ist das Intervall von 240 Minuten in der Regel auch ausreichend.

Die Regenerations-Dauer sollte mehrere Minuten betragen. Der Vorgang selbst wird über die sogenannte **Zeit-addition** gesteuert. Dabei werden die Anlagen-Betriebszeiten zwischen zwei Regenerations-Vorgängen registriert und aufsummiert. Beim nächstfolgenden Anlagen-Stillstand wird die Regeneration ausgelöst.

Alternativ können auch feste Zeiten vorgegeben werden. Das ist häufig bei den gering belasteten Anlagen in Handwerksbetrieben der Fall.

4.5.2.2.6 Filter-Austragung

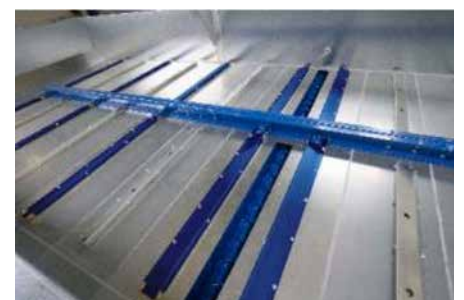
Aufgabe eines Austragsystems ist die kontrollierte und mengenmäßig dosierte Austragung des in der Filteranlage abgeschiedenen Materials. Die in Absauganlagen für Holzstaub und -späne verwendeten Austragsysteme sind in Abbildung 60 dargestellt.



a) Rührwerk



b) Zellenradschleuse



c) Schubboden mit Schnecke

Abb. 60a–c Verbreitete Austrag-Systeme an Abscheidern in der Holzbearbeitung

Rührwerke werden häufig in kleineren Filteranlagen mit annähernd quadratischem Querschnitt verwendet. Mit Ihnen wird das Material in eine unterhalb des Rührwerks angeordnete Schnecke eingetragen, die den Abtransport in eine außerhalb des Filtergehäuses gelegene Einrichtung zur Verarbeitung (z. B. Brikettpresse) oder zum Weitertransport (Transportleitung) übernimmt.

Ähnlich sind sogenannte **Schubböden** aufgebaut, allerdings erfolgt die Eintragung in die Schnecke nicht über sich drehende Federn, sondern über einen mit Schubstangen hin und her bewegten Kratzförderer. Solche Systeme finden sich daher eher in größeren, langgestreckten Filteranlagen.

Während bei den zuvor genannten Systemen die Dosierung der ausgetragenen Material-Menge über die Schneckenabmessungen und deren Drehzahl bestimmt ist, wird sie bei **Zellenradschleusen** über die Abmessungen der Zellenkammern und die Drehzahl der Schleuse gesteuert. Zellenradschleusen können sowohl als alleinige Austrageinrichtung in Kombination mit einer innerhalb der Filteranlage verbauten Schnecke verwendet werden als auch nachgeschaltet zu Rührwerk- oder Schubboden-Austragungen. Bei entsprechender Ausführung eignen sie sich zur explosionstechnischen Entkopplung der Filteranlage von nachgeschalteten Anlageteilen (siehe auch [DGUV Information 209-045](#)).

Bei entsprechender Neigung der Wände des Vorabscheidebehälters der Filteranlage kann die Zellenradschleuse auch ohne vorgeschaltete Schnecke eingesetzt werden. Um Materialanbackungen an den Wänden zu vermeiden, empfiehlt sich im Bedarfsfall die Anordnung von Platten-vibratoren an den Wänden als Fließunterstützung.

Eine ausführlichere Erklärung der allgemeinen Abscheidetechnik ist in der [DGUV Information 209-200](#) Abschnitt 3.5 enthalten.

4.5.2.3 Strömungsvorgänge

Durchströmte Filteranlagen stellen, wie alle Bauteile (Maschinen, Leitungen, Leitungsbauteile) in der Strömungsberechnung einen Widerstand dar, der vom Ventilator kompensiert werden muss.

Im Fall der Filteranlage hängt die Höhe dieses Widerstands im Wesentlichen von folgenden Parametern ab:

- Volumenstrom [m^3/h]
- Filterfläche [m^2]
- Luftdurchlässigkeit des Filtermaterials
- Geometrie des Filtergehäuses

Die Luftdurchlässigkeit hängt von der Materialdichte und dem aktuellen Staubbeladungs-Zustand ab, wobei sich in der Praxis die Staubbeladung als der wesentlichere Faktor herausgestellt hat.

4.5.2.3.1 Druckverluste

Betrachtet man die gesamte Filteranlage, muss der Gesamtdruck an der Einströmung gleich dem Gesamtdruck an der Ausströmung zuzüglich der Verluste sein.

Dem Filtergehäuse lässt sich, wie jedem anderen durchströmten Bauteil, ein Widerstandswert zuordnen. Die Druckverluste am Filtergehäuse sind proportional zum dynamischen Druck. Da der dynamische Druck – wegen des großen Querschnitts und der daraus resultierenden geringen Luftgeschwindigkeit – im Gehäuseinneren praktisch nicht vorhanden ist, muss für den Strömungswiderstand des Filtergehäuses nur die Ein- und Ausströmung berücksichtigt werden.

Näheres siehe Abschnitt 4.3, Seite 118 der [DGUV Information 209-200](#).

Bei Absauganlagen mit rohluftseitig angeordnetem Ventilator ist der Querschnitt der Ausblasung (Anschluss Rückluft-/Fortluft-Kanal) aus dem Filtergehäuse deutlich größer (\geq Faktor 2) als der Querschnitt der Einblasung (Anschluss Absaugleitungen). Bei Absauganlagen mit reinluftseitig angeordnetem Ventilator, bei denen der Ventilator im Rückluftkanal angeordnet ist, verengt sich der Ausgangsquerschnitt wieder auf den Ventilator-Stutzen-Durchmesser. Daher muss bei diesen Anlagen auch an dieser Stelle ein Strömungswiderstand berücksichtigt werden, während der Ausström-Widerstand bei Absauganlagen mit rohluftseitig angeordnetem Ventilator unberücksichtigt bleiben kann. Das gilt auch für Absauganlagen mit reinluftseitig angeordnetem Ventilator – die im sogenannten Filterkopf – angeordnet sind.

In der Praxis liegt der Widerstand bei Absauganlagen mit reinluftseitig angeordnetem Ventilator damit etwa doppelt so hoch wie bei Absauganlagen mit rohluftseitig angeordnetem Ventilator.

Zusätzlich zu den Strömungswiderständen des Filtergehäuses muss noch der Druckabfall am Filtermaterial berücksichtigt werden. Dieser Druckabfall ist abhängig von der Filtrationsgeschwindigkeit (Volumenstrom in m^3/h bezogen auf die Filterfläche in m^2) und der

Luftdurchlässigkeit des Filtermaterials, die wesentlich von der aktuellen Dicke des Staubkuchens auf diesem Material bestimmt wird.

Die Widerstandskennlinie von Filtermaterial verläuft aber linear – im Gegensatz zu allen anderen Bauteilen innerhalb der Absauganlage, da die Luftströmung im Filtermaterial an dieser Stelle – und zwar nur hier – laminar und nicht turbulent ist.

Druckabfall in Pascal

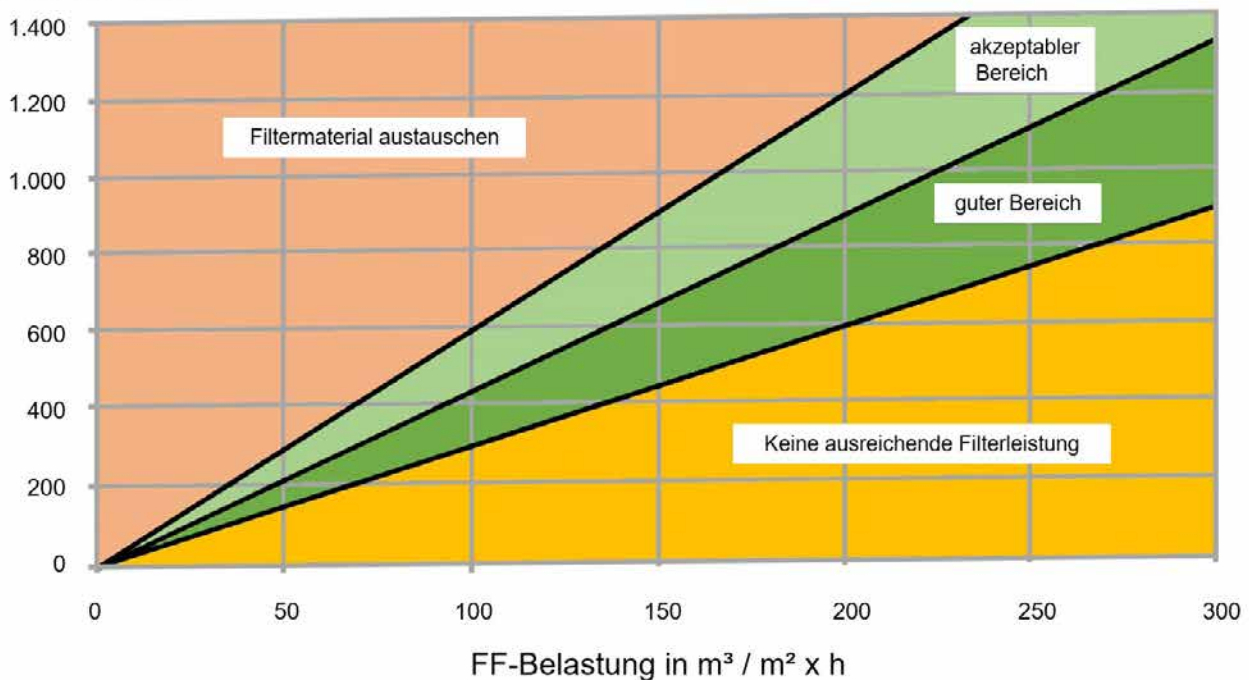


Abb. 61 Druckabfall am Filtermaterial bei unterschiedlicher Filterflächenbelastung (Filtrations-Geschwindigkeit) und Staub-Belegung

Beispiel:

bei einer Filterflächenbelastung von $100 \text{ m}^3 / (\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ist – nach der Regeneration – Folgendes zu erwarten:

- ein Druckabfall von 100 Pascal am Filter bei neuem, noch nicht bestaubtem, Filtermaterial. Dieses Material muss allerdings erst „eingefahren“, d. h. bestaubt sein, bevor es seine maximale Abscheidewirkung erreicht.
- ein Druckabfall von ca. 300 Pascal bei bestaubtem und anschließend regeneriertem Filtermaterial.
- ein Druckabfall von ca. 600 Pascal bei bestaubtem, aber noch nicht regeneriertem Filtermaterial.

Deshalb deuten zu niedrige Druckabfälle entweder auf eine Leckage im Filterbereich oder auf noch mangelnde Filterwirkung hin, während höhere Werte auf unzureichende Abreinigung oder unbrauchbares Filtermaterial hinweisen.

Grundsätzlich ist ein gleichmäßiges Anströmen der Filterfläche wichtig, um möglichst geringe Widerstandswerte zu erhalten.

4.5.2.4 Bauformen von Abscheidern in der Holzbe- und -verarbeitung

Filteranlagen sind heute die übliche Form des Abscheiders in vielen Bereichen, unter anderem auch bei der Holzstaub-Absaugung. Moderne Filteranlagen bestehen aus

- dem **Rohluftbereich** mit Einströmung, Vorabscheidung, Sammeleinrichtung, Austragung und (bei Bedarf) Explosionsdruckentlastung,
- dem **Filterbereich** mit der Entstaubung und
- dem **Reinluftbereich** mit den Einrichtungen zur Regeneration und ggf. der Ausströmung in einen Rückluftkanal, Feuerlöschrichtungen und Einrichtungen zur explosionstechnischen Entkopplung.

Filteranlagen zum Abscheiden von Holzstaub und -spänen gibt es in mehreren typischen Bauformen, die sich im Wesentlichen hinsichtlich

- Aufstellort,
- Art der Vorabscheidung,
- Art der Austragung,
- Form des Anschlusses von Sammeleinrichtungen,
- Filterausführungen (Schlauch, Patrone, Taschen, etc.),
- Regenerations-/Abreinigungs-Verfahren

unterscheiden. Neben den genannten Kriterien spielen bei der Wahl des Anlagen-Typs auch die benötigte Anlagengröße, ihr Standort innerhalb des Gesamtsystems Absauganlage (z. B. rohlufseitige oder reinluftseitige Ventilatoren-Anordnung) sowie die örtlichen Gegebenheiten im Betrieb eine Rolle.

Nähere Informationen zu den üblichen Bauarten enthält Abschnitt 5.1.4 dieser DGUV Information.

4.6 Fortluft/Rückluft

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 3.6

Absauganlagen in der Holzbe- und -verarbeitung entnehmen den Betriebsräumen relativ große Luftmengen, die zu hohen Luftwechselraten führen. Wird in einer Holzwerkstatt mit den Raumabmessungen 50 m * 20 m = 1.000 m² Grundfläche und durchschnittlich

3 m Raumhöhe durch die Absauganlage eine mittlere – nicht unübliche – Luftmenge von 15.000 m³/h entnommen, ergibt sich eine durchschnittliche 5-fache Luftwechselrate je Stunde.

Die Entnahme solcher Luftmengen aus dem Werkstattbereich muss durch die entsprechende Zuluft-Nachführung ersetzt werden, wenn man Unterdruck in den Arbeitsräumen (bei geschlossenen Türen) oder Zugerscheinungen (bei offenen Türen) vermeiden will. Zu diesem Zweck müssten dann separate Zuluft-Anlagen errichtet werden, die frische und – in den Wintermonaten vorgewärmte – Außenluft in die Arbeitsräume einbringen.

Um die Installation einer zusätzlichen Zuluft-Anlage für den Betrieb zu vermeiden und um die mit der „Abluft“ entzogene Wärmemenge zu minimieren, werden die Betreibenden eines holzbearbeitenden Betriebs bestrebt sein, die gefilterte Abluft aus der Absauganlage wieder in den Betrieb zurückzuführen („Rückluft“) und nicht ungenutzt als „Fortluft“ an die Umgebung abzugeben.

4.6.1 Gesetzliche Anforderungen

Da Filtermaterial luftdurchlässig sein muss, kann der Durchtritt von Staubpartikeln durch die zwingend erforderlichen Poren im Filtermaterial auch bei optimaler Filterung nicht ganz unterbunden werden. Ein gewisser Anteil an Staubkörnern passiert immer das Filtermaterial. Dieser Anteil wird „Reststaubgehalt“ genannt. Da die Absaugluft auch bei optimaler Filterung nicht vollständig von Staubanteilen befreit ist, sind folgende gesetzliche Bestimmungen bei der Führung der Abluft zu beachten (siehe auch [DGUV Information 209-200](#), Abschnitt 3.6):

- Luftführung als **Fortluft**: Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) mit der 7. Verordnung („Auswurfbegrenzung von Holzstaub“, 7. BImSchV) und der Technischen Anleitung „Luft“ (TA-Luft)
- Luftführung als **Rückluft**: Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) mit der Gefahrstoffverordnung („Verordnung zum Schutz vor gefährlichen Stoffen“, GefStoffV) und den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) Nr. 553 „Holzstaub“ und Nr. 560 „Luftführung bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stäuben“

Ziel der Gesetzeslage, sowohl bei Fortluft- als auch bei Rückluftführung, ist jeweils die Begrenzung des Reststaubgehalts auf ein zulässiges Niveau. Dabei haben sich in der Ausführungspraxis für beide Luftführungsvarianten vergleichbare Anforderungen etabliert.

Die in der 7. BImSchV aus dem Jahr 1975 stammenden deutlich höheren zulässigen Reststaubgehalte bei **Fortluftführung** (bis zu 20 mg/m^3) werden heute durch die für den Immissionsschutz zuständigen Behörden im Regelfall nicht mehr akzeptiert, da der Stand der Technik deutlich geringere Reststaubgehalte ermöglicht. Das hat auch Einfluss auf die zulässigen Abscheidesysteme. Zyklone als Endabscheider werden heute auch bei Fortluftführung im Regelfall nicht mehr akzeptiert.

Maßgeblich für die Anforderungen an den Reststaubgehalt bei **Rückluftführung** ist die Tatsache, dass „Holzstaub“ in der Liste der „krebserzeugenden“ Stoffe in der Gefahrstoffverordnung und den zugehörigen Technischen Regeln aufgeführt ist. Aktuell ist der **Reststaubgehalt** bei Rückluftführung auf **$0,1 \text{ mg je m}^3$ Rückluft** zu begrenzen.

4.6.2 Anforderungen an Absauganlagen

Absauganlagen ab Baujahr 2005 sind nach DIN EN 12779 zunächst erst ab Anlagen mit mehr als $10.000 \text{ m}^3/\text{h}$ Volumenstrom (bis Baujahr 2015, DIN EN 12779, Ausgaben 2005-05 und 2010-09) und danach unabhängig von der Anlagengröße (DIN EN 12779:2016-03) auf der Reinluftseite der Filteranlage mit Überwachungseinrichtungen auszustatten, die folgende Anforderungen erfüllen müssen:

- Bei erhöhtem Reststaubgehalt muss ein Warnsignal (optischer und/oder akustischer Alarm) ausgelöst werden. Die Auslöseschwelle für dieses Signal muss zwischen $0,1 \text{ mg/m}^3$ und $0,3 \text{ mg/m}^3$ Reststaub in der Rückluft liegen.
- Wenn der Reststaubgehalt $0,3 \text{ mg/m}^3$ übersteigt, muss ein Fehlfunktionsalarm erfolgen und es muss entweder von Rückluft automatisch auf Fortluft umgeschaltet oder die Absauganlage muss automatisch stillgesetzt werden.

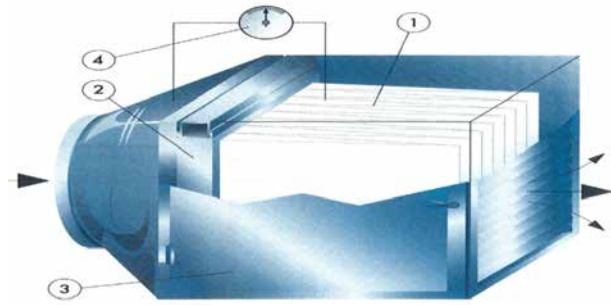
- Wenn die Luftgeschwindigkeit im Rückluftkanal variabel ist, muss die Überwachungseinrichtung innerhalb des Variationsbereichs der Luftgeschwindigkeit im Rückluftkanal auswertbare Signale liefern. Zumeist erfolgt das durch thermische Sensoren, die eine hohe Genauigkeit aufweisen und schnell reagieren können. An älteren Bestandsanlagen kann bei Bedarf nachgerüstet werden.

Der Staubgehalt in der Rückluft muss ständig überwacht werden (z. B. durch Tribo-Sensoren, optische Sensoren oder Polizeifilter) und die Auslegung der Absauganlage muss Einrichtungen vorsehen, mit denen von „Rückluft“ auf „Fortluft“ umgeschaltet werden kann.

Sogenannte Polizeifilter (siehe Abbildung 63) werden im Allgemeinen heute wegen ihres Wartungsbedarfs nicht mehr verwendet. Sie wurden früher im Rahmen der „Teilstromüberwachung“ eingesetzt.



Abb. 62 Tribosensor zur Reststaubgehaltsüberwachung

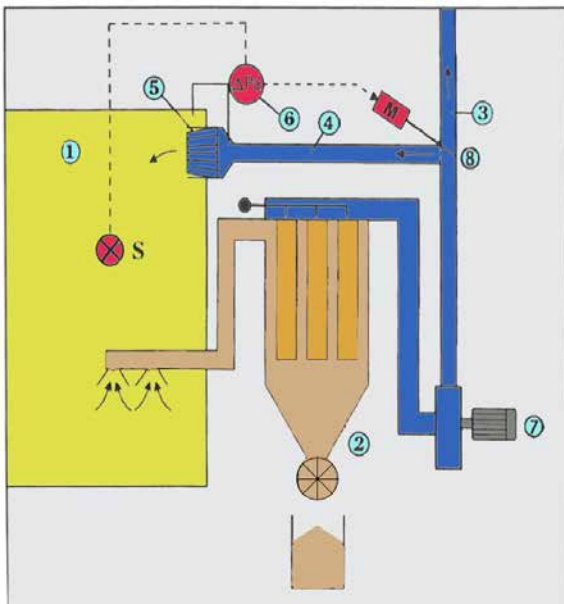


EcoProtec Sicherheitsmodul

- ① TFE 8508 1/1
- ② Aufnahmerahmen incl. Dichtung und Montageschiene
- ③ Gehäuse, Modular aufgebaut, mit Zulufstutzen, Ausblagitter und Tür für Filterwechsel
- ④ Druckdifferenzanzeige mit Grenzwertgeber, potentialfreie Kontakte für
 - a) Signal (akustisch, optisch)
 - b) Umschaltklappe-Ansteuerung

Maße: L x B x H: ca. 1.000 x 650 x 750 mm

Abb. 63 Polzeifilter zur Reststaubgehaltsüberwachung



- ① Arbeitsraum mit Absaugstellen
- ② Hauptabscheider (Schlauch-, Taschen- oder Patronenfilter), abreinigbar mit Gebläse, staub-ex-geschützt, Austragung
- ③ Abluftkanal
- ④ Rückluftkanal
- ⑤ Sicherheitsfilterelement EcoProtec TFE 8508 mit Gehäuse und Differenzdruck-Grenzwertgeber
- ⑥ Automatische Umschaltung Rückluft/Abluft durch den Grenzwertgeber ⑤ angesteuert.
- ⑦ Ventilator
- ⑧ Umschaltklappe Abluft/Rückluft
- [M] Motorantrieb Umschaltklappe, angesteuert durch Grenzwertgeber
- [S] Signal, angesteuert durch Grenzwertgeber

Abb. 64 Fließschema eines Holzstaubabscheiders mit Reinlufrückführung und Sicherheits-Filterstufe

Bei älteren Bestandsanlagen (vor Baujahr 2005) ist Luft-rückführung – trotz des generellen Verbots bei „krebs-erzeugenden“ Stoffen in TRGS 560:2012-01 – nach TRGS 553:2022-07 „Holzstaub“ zulässig, wenn sicher-gestellt ist, dass die Luft ausreichend gereinigt ist und auf Fortluft umgeschaltet werden kann.

Von „ausreichender“ Reinigung der Abluft kann nach TRGS 553:2022-07 ausgegangen werden, wenn

- Filtermaterial mit einem Durchlassgrad $\leq 0,5\%$ verwendet wird und
- die Filterflächenbelastung $150 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ nicht überschreitet.
- Für Filtermaterial der Staubklasse M gilt das für eine Filterflächenbelastung $\leq 200 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

Auch an diesen Absauganlagen mit Luftrückführung muss sichergestellt werden, dass bei Beschädigung des Filtermaterials der Eintrag von Staub in die Arbeitsräume so gering wie möglich gehalten wird. Dazu ist eine Reststaubgehaltsüberwachung oder – bei Bestandsanlagen vor Baujahr 2005 – eine wöchentliche (Sicht-)Prüfung der Filterelemente auf Beschädigung und des Rückluftkanals auf Staubablagerungen (z. B. mit „Wischtest“) erforderlich. Im Störfall muss von Rückluftbetrieb auf Fortluftbetrieb umgeschaltet werden – in der Regel manuell.

4.6.3 Rückluftkanal

Die Abmessungen von Leitungs-Kanälen zur Abluftführung (Abluft heißt „Rückluft“ oder „Fortluft“) werden üblicherweise so gewählt, dass die Strömungsgeschwindigkeit im Kanal maximal 10 m/s beträgt. Damit werden die bei der Durchströmung zwangsläufig entstehenden Druckverluste begrenzt. Rückluftkanäle haben in der Regel ein rechteckiges Kastenprofil, wobei die längere Kante etwa die 1,5-fache Länge der kürzeren Kante aufweist (z. B. 750 mm/500 mm).

Den Gesamt-Druckabfall in einem Rückluftkanal kann man, bei ausreichend großem Querschnitt, üblicher Leitungslänge und maximal 10 m/s Durchströmungsgeschwindigkeit, näherungsweise auf ca. 200 Pascal abschätzen.

Rückluftleitungen müssen sowohl außerhalb der Heizperiode als auch im Störfall im Fortluftbetrieb gefahren werden können. Dazu muss eine entsprechende Umschaltklappe vorhanden sein. Bei Altanlagen vor Baujahr 2005 kann sie auch von Hand bedienbar sein. In diesem Fall sollte die Umschaltklappe an einem gut zugänglichen Ort angeordnet sein. Bei neueren Anlagen (Baujahr ab

2005) muss die Umschaltklappe automatisch/motorisch angesteuert werden.

Rückluftleitungen, die eine Brandabschnittstrennung durchstoßen, müssen mit einer geprüften Absperreinrichtung (Feuerschutzklappe) gegen Brandübertragung ausgerüstet sein. Die Sensorik zur Auslösung von Feuerschutzklappen über einen Thermosensor wird in der Regel bei 70 °C angesprochen.

Damit die Auswirkungen von Filter- oder Siloexplosionen nicht über die Rückluftleitung in die Arbeitsräume übertragen werden, müssen in Rückluftleitungen Einrichtungen zur Explosions-Entkopplung vorgesehen werden. Durch diese Entkopplung muss verhindert werden, dass im Fall einer Explosion im Filtergehäuse Flammen oder Druck in nachgestaltete Bereiche (Betriebsräume) laufen kann.

Um die Wärmeverluste zu minimieren, sollten Rückluftleitungen möglichst kurz ausgeführt werden. Längere Leitungen (z. B. bei Anlagen mit Siloaufsatz- oder -einbau-Filter) sollten durch Isolationsmaßnahmen gegen Kälteeinwirkung geschützt werden.

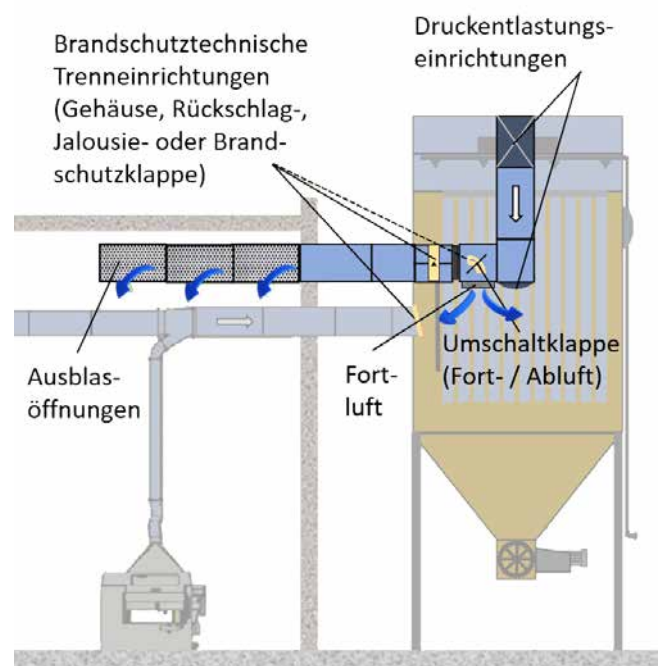


Abb. 65 Reinlufrückführung mit Einrichtungen zur Fortluft- und Rückluftführung

Um Zugerscheinungen für die Beschäftigten im Arbeitsraum zu vermeiden, müssen im Ausblasbereich von Rückluftleitungen/Rückluftkanälen Maßnahmen zur Verteilung der ausströmenden Luft getroffen werden. Geeignet sind Pralltöpfe und Lochblechkanäle.

Die maximale Ausströmungs-Geschwindigkeit aus Rückluftkanälen in den Arbeitsbereich ist begrenzt durch

- die Behaglichkeitsgrenze für die Beschäftigten von 0,2 m/s,
- die obere Grenze von maximal 0,5 m/s.

Gibt man die maximale Ausströmungs-Geschwindigkeit für die gesamte Oberfläche des Kanalprofils an, werden – abhängig von der konkreten Raumsituation – 0,3 m/s bis 0,5 m/s angesetzt. Für die freie Fläche der Ausströmungs-Öffnungen wird meist von 0,5 m/s bis 1,0 m/s ausgegangen.

Die Ausströmung der Rückluft sollte nicht in unmittelbarer Nähe von Arbeitsplätzen erfolgen, zum Beispiel direkt über den Kopf der Beschäftigten. Sind solche Verhältnisse aus räumlichen Gründen unvermeidbar, sollte unbedingt vom jeweils kleineren Wert der zuvor genannten Ausströmungs-Geschwindigkeiten ausgegangen werden.

Bei der Planung der Abmessungen für den Rückluftkanal und den Ausströmungs-Querschnitt kann von folgenden pauschalen Werten ausgegangen werden:

$$O_{max} = \frac{\dot{V}}{1000 \text{ m}^3/\text{h}} \text{ und}$$

$$O_{min} = \frac{\dot{V}}{2000 \text{ m}^3/\text{h}}$$

\dot{V} : Auslegungsvolumenstrom der Absauganlage [m³/h]

$O_{max, min}$ maximale bzw. minimale Gesamtoberfläche des Ausströmungs-Querschnitts [m²]

Die eigentliche Ausströmung aus Rückluft-Kanälen erfolgt heute meist über Lochblech-Querschnitte. Sogenannte „Filterdecken“, bei denen definierte Ausströmungs-Gitter mit Speicher-Filtermaterial hinterlegt sind, bringen häufig eine bessere Luftverteilung, sind aber teurer und müssen gewartet, das heißt, das staubbeladene Filtermaterial muss regelmäßig ausgewechselt werden. Filterdecken werden deshalb in der Regel nicht mehr angeboten. Einige Hersteller bauen sie bei problematischen Verhältnissen noch ein, zum Beispiel bei niedrigen Raumhöhen.

Bei der Beurteilung der Ausströmungs-Geschwindigkeiten aus Lochblechkanälen muss man zwischen der gesamten Oberfläche und der freien oder effektiven Fläche (nur die Löcher) unterscheiden. Diese freie Fläche beträgt ca. 35% der Gesamt-Oberfläche.

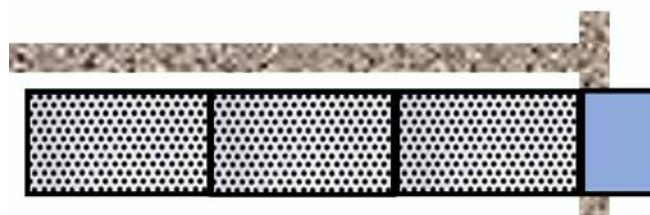


Abb. 66 Ausströmungs-Querschnitt in Lochblech-Ausführung

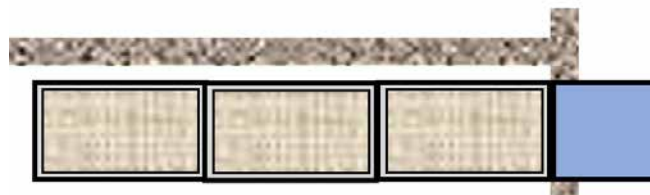


Abb. 67 Ausströmungs-Querschnitt in Sieb-Ausführung

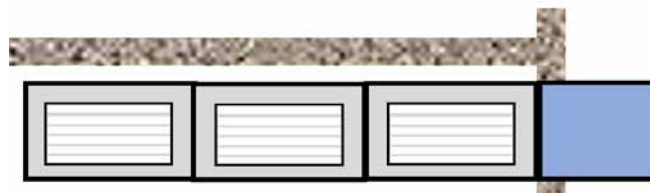


Abb. 68 Ausströmungs-Querschnitt in Gitter-Ausführung

4.6.4 Nutzen/Wirtschaftlichkeit von Luftrückführung

Für kleine, außerhalb der Werkstatt im Freien aufgestellte Absauganlagen ist der Nutzen der Luftrückführung wegen des damit verbundenen zusätzlichen Anlagen-Aufwands häufig nicht gegeben. Zwar gehen erhebliche, bereits vorgewärmte Luftmengen durch eine Fortluftführung verloren und müssen im Winter nachgeheizt werden, allerdings stehen dem gerade in kleinen Betrieben die verhältnismäßig geringen Nutzungszeiten der Maschinen und damit der Absauganlage gegenüber.

Aufschluss über die Wirtschaftlichkeit kann letztlich nur eine Kosten-Nutzen-Berechnung unter Berücksichtigung

aller Randbedingungen im Einzelfall geben. Dabei wird der Aufwand für die Gewinnung des zusätzlichen Wärmebedarfs dem Anlagen-Mehraufwand für die Luftrückführung oder für eine möglicherweise alternativ erforderliche Zuluft-Anlage gegenübergestellt.

4.6.5 Absauganlagen für Holzstaub und Späne für Innenaufstellung

Absauganlagen für die Innenaufstellung (Entstauber) führen die Abluft aus dem Gerät zwangsweise in den Bereich ihrer Aufstellung zurück. Das ist in der Regel der Arbeitsraum.

Hier dürfen daher nur Geräte verwendet werden, die der DIN EN 16770:2018-12 entsprechen. Eine Baumusterprüfung nach § 21 des Produktsicherheitsgesetzes (GS-Prüfung) und eine Baumusterprüfung hinsichtlich des Reststaubgehalts (H3) durch eine benannte Stelle wird von den Unfallversicherungsträgern empfohlen. Diese Prüfungen sind exemplarisch durch die unten abgebildeten Prüfzeichen zu erkennen (siehe auch Fachbereich AKTUELL FBHM-111:2020-08).

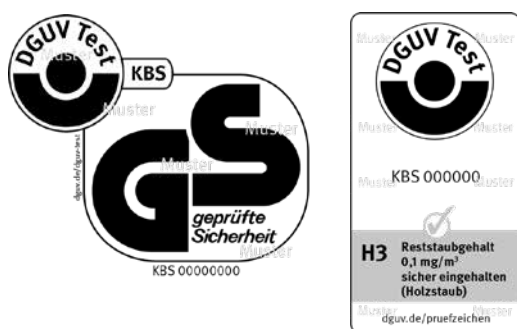


Abb. 69 GS-Prüfzeichen und DGUV Test-Prüfzeichen

4.7 Entsorgung und Verwertung

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 3.7

Entsorgung ist der Oberbegriff für alle Verfahren und Tätigkeiten, die der Beseitigung oder Verwertung von in

der Produktion nicht mehr benötigten Reststoff-Komponenten dienen.

In der Holzbe- und -verarbeitung handelt es sich dabei besonders um Holzreste, die in stückiger Form oder als Zerspanungsreste anfallen. Abfälle in Form größerer Stücke werden häufig in Zerkleinerern nachträglich zerspannt und stehen dann in vergleichbarer Kornzusammensetzung zur Verfügung wie die Reststoffe aus Zerspanung.

Zerspanungsreste, die in Absauganlagen für Holzstaub und späne anfallen, sind:

- Hackschnitzel
- Hobelspäne
- Sägespäne
- Holzstaub

Meist liegen diese Bestandteile nicht in separierter Kornfraktion, sondern im Gemisch mit variierender Zusammensetzung der unterschiedlichen Korngrößen vor. Manchmal sind in diesem Gemisch auch noch Fremdbestandteile enthalten, weil diese mit den identischen Bearbeitungsmaschinen als Einzelstoff oder im Verbund mit Holz oder Holzwerkstoffen bearbeitet werden können.

Diese im Betrieb anfallenden „Abfall“-Gemische können, je nach Zusammensetzung, entweder wiederverwertet oder müssen als Abfall beseitigt werden.

Unter **Abfallbeseitigung** versteht man dabei die Abgabe an die Umwelt unter Einhaltung vorgeschriebener Grenzwerte oder die Überführung in ein außerbetriebliches Endlager.

Unter **Abfallverwertung** versteht man die Wiederverwendung, das Recycling oder die thermische Verwertung der Abfälle.

Damit ergeben sich zwei Rechtsordnungen für die zu entsorgenden Stoffe:

1. Das Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) für den Luftstrom, der im Fortluftbetrieb nach außen geführt wird oder dessen Inhalt innerhalb des Betriebs thermisch verwertet wird
2. Das Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) für die Wiederverwertung der abgeschiedenen Stoffe

Die Anforderungen an die Fortluft sind im Abschnitt 4.6 bereits behandelt worden. Dieser Abschnitt beschäftigt sich daher ausschließlich mit den abgeschiedenen Stoffen und deren Entsorgung.

Außerdem sind in diesem Zusammenhang die erforderlichen Fördereinrichtungen zwischen dem Abscheider (in dem die Stoffe anfallen) und dem innerbetrieblichen Zwischen-, End- oder Vorratsbehälter für die vorübergehende Lagerung der Stoffe zu nennen.

4.7.1 Randbedingungen

Für die Entsorgung von Holzstaub und -spänen sind die Menge der Partikel, ihre Größenverteilung und einige problematische Eigenschaften bei der Auswahl der Entsorgungsverfahren zu berücksichtigen:

- In welchen Mengen fällt der Stoff in welchem Zeitraum an?
- Wie ist die Partikelgrößenverteilung (Anteil an Hack-schnitzeln, Spänen und Stäuben)?
- Holzstäube sind in der Gefahrstoffverordnung als „krebserzeugend“ (K1a für Hartholzstäube, K2 für die übrigen Holzstäube) eingestuft. Einige Stäube können Allergien auslösen. Sie sind somit in ihrer Gesamtheit als „gesundheitsschädlich“ einzustufen.
- Holz ist brennbar und das umso intensiver, je kleiner die Partikel sind. Holzstaub-Luft-Gemische sind darüber hinaus explosionsfähig.

Diese Eigenschaften müssen nicht nur im Fertigungsprozess und bei der Abscheidung berücksichtigt werden, sondern auch bei der Handhabung der Abfälle.

Für die Handhabung von Holzstaub und -spänen wird hier auch auf die [DGUV Information 209-045](#) verwiesen.

4.7.2 Beseitigung gefährlicher Abfälle

Die Entsorgung von Stoffgemischen mit Fremdstoffbestandteilen (z. B. Kunststoffe, Aluminium) bekannter oder unbekannter Zusammensetzung ist in der Regel schwierig und daher auch teuer (gefährliche Abfälle). Zusätzlich führen die Mischungen von Holzstaub und -spänen und Kunststoffspänen oder Aluminiumspänen bei der

Lagerung im Silo zu weiteren Problemen (siehe dazu [DGUV Information 209-083](#)).

Auch Papierreste – besonders beschichtetes Papier – sollten nicht über die Holzfeuerung entsorgt werden. Solcher „Müll“ kann zu erhöhten Emissionswerten aus der Heizung führen, da die Holzfeuerung nicht auf solche Materialien abgestimmt ist.

Werden Filterelemente getauscht, fallen auch sie als gefährliche Abfälle an. Bei geringen Staubmengen (z. B. in Rückluftleitungen) können Einwegfilter verwendet werden. Die abgeschiedenen Stäube werden dann mit dem Filter entsorgt.

Bei regenerierbaren Filtern befinden sich – trotz Regeneration – immer noch Stäube im Filter. Beim Wechsel dieser Filter gelten daher die gleichen Anforderungen wie bei der Entsorgung von Einwegfiltern.

Mit dem Abtransport aller genannten Stoffe geht die Verantwortung für deren sachgerechte Behandlung auf die Entsorgungsunternehmen über.

4.7.3 Verwertungsmöglichkeiten

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz verlangt eine Beurteilung, ob Stoffe wieder ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung zugeführt werden, für andere Anwendungen eingesetzt werden können oder entsorgt werden müssen. Werden Stoffe freigesetzt, die der Wiederverwertung zugeführt werden können, sollten außerdem Verunreinigungen vermieden werden. Das erhöht ihren Wert als Rohstoff.

Ob und wie das anfallende Gemisch mit Holzstaub und -spänen weiterverwendet werden kann oder ob es entsorgt werden muss, bedarf einer Klärung im Einzelfall. Ansprechpartner dazu sind Entsorgungsunternehmen, Heizungsbaufirmen oder die Bezirkskaminkehrer und -kehrerinnen.

4.7.3.1 Rohstoff-Recycling

Für wertvolle **Metalle** ist eine Rückgewinnung des Stoffs und dessen Wiederverwertung selbstverständlich. In der Holzbe- und -verarbeitungsbranche fallen Metallteile häufig in Form von Schrauben, Nägeln, Beschlägen, etc. an. Wenn sie aufgrund ihrer Größe und ihres Gewichts von

der Absauganlage erfasst werden können, können sie zum Beispiel über Magnetabscheider aus dem Luftstrom der Absauganlage extrahiert und anschließend der außerbetrieblichen Wiederverwertung – ohne weitere Sonderbehandlung – zugänglich gemacht werden.

Fallen an den abgesaugten Arbeitsplätzen **Aluminium- oder Kunststoffspäne** in Reinform an, können sie sinnvoll nur über separate Abscheider abgeschieden werden.



Abb. 70 Holzstaub-Absauganlage mit separaten Abscheidern für Aluminium- (links) und Kunststoffabfälle (rechts)

Erfüllen die Holz-Zerspanungsabfälle bestimmte Qualitätskriterien (sortenrein für eine Holzart, geringe Spannweite der Korngrößen, ohne Verschmutzung durch Fremd- oder Zusatzstoffe), wie es zum Beispiel in Hobelwerken, Sägewerken, etc. häufiger der Fall ist, können sie auch als Rohstoffe in der **Holzwerkstoff-Industrie** (Span-, MDF-, OSB-, Hartfaser-Platten-Herstellung) oder für die **Pellet-Herstellung** verwendet werden.

In manchen Fällen können Holzspäne auch als **Einstreu** für Ställe an Tierhalter oder als **Brennstoff** an andere Holzbe- und -verarbeitende Betriebe mit entsprechendem Bedarf an Brennmaterial abgegeben werden.

Behandlung größerer Holzabfälle: Solche Abfälle in stückiger oder spreißelartiger Form sollten mit Vorabscheidern aus dem Luftstrom abgeschieden werden, da sie die Rohrleitung verstopfen oder das Ventilator-Laufrad beschädigen können. Je nach Form und Menge, in denen sie auftreten, können Klotzabscheider, Spreißelabscheider oder Zykclone eingesetzt werden.

Die dabei abgeschiedenen Abfallstücke werden in einem Behälter gesammelt. Entsprechend der zu erwartenden Menge kann der Behälter von Hand oder mit einem automatischen Austragesystem geleert werden.

Anschließend können die Abfallstücke mithilfe eines Zerkleinerers (Hacker) in die gewünschte Korngröße für die Weiterverwertung zerkhackt werden.

4.7.2.3 Verwendung zur Wärmegewinnung

Holzreste können – unabhängig von der Partikelform und -größe – jedoch fast immer noch zur Energiegewinnung (Strom- und Wärmeenergie) für den Bedarf des Betriebs eingesetzt werden. Je nach anfallenden Späne-Mengen kann der Betrieb seinen Jahreswärmebedarf damit komplett oder zu wesentlichen Anteilen decken. Ist der Späne-Anfall zu gering, sodass langfristig immer Heizmaterial nachgekauft werden muss, lohnt sich die Anschaffung einer Holzheizung häufig nicht mehr.

4.7.3.2.1 Späne-Mengen

Der Jahreswärmebedarf muss über alle vorhandenen Energieträger gedeckt werden. Gas, Öl, etc. werden zugekauft, während der Bedarf der Holzfeuerung in der Regel durch eigenes Abfallholz abgedeckt werden kann. Für die Bestimmung der vorhandenen Abfallholzmengen gibt es zwei Möglichkeiten:

- Bestimmung der vorhandenen Späne-Menge über die Silofüllstände zu Beginn und zum Ende der Heizperiode
- Bestimmung der Abfallholzmenge über die Einkaufsmengen unter Annahme von Verschnitt-Sätzen

Für die Bestimmung des Späne-Volumens über die Behälter (Silo)-Füllstände geht man vom Behälter(Silo)-Leervolumen V_S aus und schätzt den Füllungsgrad (φ) zu Beginn und zum Ende der Heizperiode ab, wenn die Füllstände nicht exakt angezeigt werden.

$$V_{Späne} = V_{Behälter} \cdot (\varphi_{Anfang} - \varphi_{Ende})$$

Beispiel:

Volumen des Späne-Lagerraums des Silos: $V_{\text{Behälter}} = 100 \text{ m}^3$

Ablesung Ende der Heizperiode (Mai): $\varphi_{\text{Ende}} = 10\%$

Ablesung Beginn der Heizperiode (Oktober): $\varphi_{\text{Beginn}} = 75\%$

$$V_{\text{Späne}} = 100 \text{ m}^3 \cdot (0,75 - 0,10) = 65 \text{ m}^3$$

Bei der Bestimmung der Abfallholzreste über die Einkaufsmengen müssen die Verschnitt-Sätze bekannt sein. Sind dazu keine detaillierteren Angaben von den Unternehmern und Unternehmerinnen zu erhalten, kann von folgenden Erfahrungswerten (Tabellenbuch Holzberufe) ausgegangen werden:

Tabelle 47 Erfahrungswerte für Verschnitt-Sätze

Hölzer und Holzwerkstoffe	Geschätzter Verschnitt (nach Tabellenbuch Holzberufe)
Nadel- und Laubholz im Fensterbau	30% bis 40%
Nadelholz als Stammware	40% bis 50%
Schwere Laubhölzer (Eiche/Buche)	40% bis 60%
Kleinformatige Holzwerkstoff-Platten	10% bis 15%
Großformatige Holzwerkstoff-Platten	5% bis 10%

Das Späne-Volumen errechnet sich in diesem Fall zu:

$$V_{\text{Späne}} = \sum_{i=1}^n V_{i, \text{Einkauf}} \cdot Z_i$$

$V_{i, \text{Einkauf}}$ = Eingekaufte Rohholz-Mengen der verschiedenen Positionen (i bis n) in m^3

Z_i = Verschnitt-Sätze zu den verschiedenen Positionen (i bis n) in %

Neben dem Späne-Volumen wird für die Ermittlung der Späne-Menge auch das jeweilige Schüttgewicht benötigt.

Das Schüttgewicht von Holzresten hängt von folgenden Faktoren ab:

- Holzfeuchte (in der Regel $u = 10\%$)
- Rohdichte des Holzes in $[\text{kg}/\text{m}^3]$
- Geometrie/Stückigkeit der Holzreste

Für die Rohdichten verbreiteter Holzarten und -Werkstoffe können folgende Annahmen getroffen werden:

- Laubholz $650 \text{ kg}/\text{m}^3$
- Nadelholz $450 \text{ kg}/\text{m}^3$
- Spanplatte $680 \text{ kg}/\text{m}^3$

In der folgenden Tabelle sind die Schüttgewichte (unter Normbedingungen) üblicher Verarbeitungsgrade und Partikelzusammensetzungen angegeben.

Tabelle 48 Schüttgewichte (unter Normbedingungen) für verschiedene Verarbeitungsgrade

Verarbeitungsgrad oder Partikelzusammensetzung	Schüttgewicht $[\text{kg}/\text{m}^3]$	
	Laubholz	Nadelholz
Festmeter Stammware	656	446
Bretter, aufgeschichtet	430	292
Zuschnitt-Reste, lose	252	171
Späne-Brikett, lose	650	450
Hackschnitzel	257	180
Schleifstaub	285	197
Sägespäne	214	146
Hobelspäne	143	102

Bei unbekannter Zusammensetzung des Späne-Materials oder für Überschlagsrechnungen kann mit einem **mittleren Schüttgewicht** von $150 \text{ kg}/\text{m}^3$ gerechnet werden.

Aus dem Späne-Volumen und dem Schüttgewicht wird die Späne-Menge ermittelt.

$$K_{\text{Späne}} = V_{\text{Späne}} \cdot G_{\text{Schütt}}$$

mit:

$K_{\text{Späne}}$ Späne-Menge in $[\text{kg}]$

$V_{\text{Späne}}$ Späne-Volumen in $[\text{m}^3]$

$G_{\text{Schütt}}$ Schütt-Gewicht in $[\text{kg}/\text{m}^3]$

4.7.3.2.2 Heizwerte, Energieinhalte

Maßgebend für den Energieinhalt eines Brennstoffs ist der sogenannte untere Heizwert. Für Holzreste hängt er maßgeblich von der Holzfeuchte ab. Nach *Kollmann* beträgt der untere Heizwert

$$H_u = \frac{4.500 - (600 \cdot u)}{1 + u} * 4,184 \left[\frac{kJ}{kg} \right]$$

Für eine übliche Holzfeuchte von u = 10 % ergeben sich daraus 16.886 kJ/kg = 4,7 kWh/kg, wobei 1 kWh mit 3.598 kJ angesetzt wird.

Als Rechenwert für Überschlagsrechnungen wird in der Regel H_U = 4,5 kWh/kg Holz für den unteren Heizwert eingesetzt.

Ein Vergleich des Mengen-Bedarfs an Holz als Ersatz für alternative Heizmaterialien ist der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 49 Heizwert von Holz im Vergleich mit anderen Heizmaterialien

Heizmaterial	1 kg Holz ersetzt x - [Einheiten] Heizmaterial
Kohle	0,6 [kg]
Torf (trocken)	1,2 [kg]
Heizöl	0,5 [L]
Erdgas	0,5 [m ³]
Stadtgas	1,0 [m ³]
Propan	0,2 [m ³]
Butan	0,1 [m ³]

Die Wahl des geeigneten Heizungssystems ergibt sich aus der Art, in der der Brennstoff „Holz“ im Betrieb überwiegend vorliegt:

- Stückholzkessel: Scheitholz, Briketts
- Unterschubfeuerung: Staub-Späne-Gemische
- Einblasfeuerung: kleine Körnungen (Staub)

Holz mengen, die nicht den Möglichkeiten des Heizungssystems entsprechen, müssen vorher bei Bedarf aufbereitet werden:

- Staub-Späne-Gemische: Pressen zu Briketts
- Stückholz: Zerkleinern zu Staub-Späne-Gemischen
- Stückholz, Staub-Späne-Gemische: Zermahlen zu Staub

4.7.4 (Zwischen-)Lagerung

Die meisten abgesaugten Gefahrstoffe werden ausschließlich in ortsveränderlichen Behältern für den späteren Abtransport gelagert. Anders verhält es sich bei Holzresten in Form von Holzstaub und -spänen, die üblicherweise nicht nur beseitigt, sondern verwertet werden sollen. Sie werden daher häufig in größeren Behältern (Container, Silos) bis zur weiteren Verwertung (zwischen-)gelagert.

4.7.4.1 Staubsammelbehälter

Besonders bei der Nutzung von (fahrbaren) Entstaubern zur Absaugung von Holzstaub und -spänen kommen in kleineren Handwerksbetrieben auch sogenannte Staubsammelbehälter zum Einsatz. Diese Behälter haben nur ein begrenztes Fassungsvermögen und müssen daher regelmäßig entleert werden. Beim Leeren des Staubsammelbehälters besteht die Gefahr der Staubfreisetzung.

In diese Behälter werden Staubbeutel aus Kunststoff eingebracht, die sich beim Befüllen der Behälterform anpassen. Da Entstauber heute im Unterdruck betrieben werden, muss zwischen dem Behälter und dem Staubbeutel ein Vakuum hergestellt werden, damit der Beutel beim Absaugbetrieb nicht in den Filterbereich „gezogen“ wird.

Geräte, in die ein Staubsammelbeutel einzulegen ist, sind nur mit Staubbeutel zu betreiben, da sonst der im Gerät abgeschiedene Staub nicht gefahrlos entnommen werden kann. Entsprechend der Gefahrstoffverordnung sind Maschinen und Geräte so auszuwählen und zu betreiben, dass möglichst wenig Staub freigesetzt wird („staubarmer“ Entsorgung). Filterbeutel, -säcke oder -behälter dürfen daher nicht wiederverwendet werden, da bei ihrer Entleerung große Staubmengen freigesetzt werden. Das gilt auch für vom Herstellbetrieb als wiederverwendbar gekennzeichnete Filterbeutel und -säcke (siehe auch [DGUV Information 209-084](#)).

Einweg-Staubbeutel werden zum Wechseln dicht verschlossen und als Ganzes entsorgt. Gute Konstruktionen zeichnen sich dadurch aus, dass der Sammelbehälter geschlossen werden kann, bevor das Gerät zur Entnahme geöffnet wird.

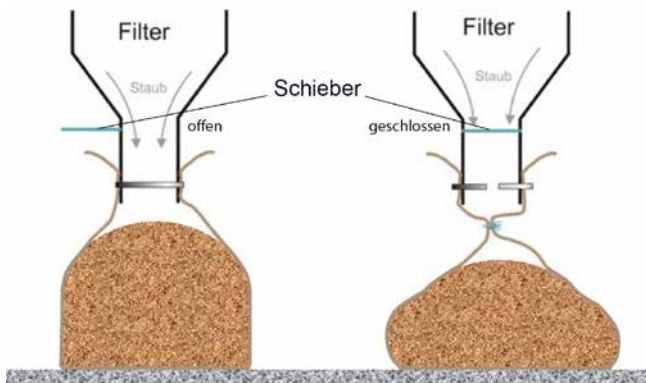


Abb. 71 Staubarme Entnahme von Einweg-Staubbeuteln

Bei diesen Systemen gilt daher: **Lagerung nur in geschlossenen Behältern oder in fest zugebundenen Sammelsäcken!**

Bei manueller Entnahme dürfen diese Sammelsäcke aus ergonomischen Gründen nicht schwerer als 25 kg (ca. 165 l Staub und Späne) sein.

Alternativ zur Entsorgung des losen Materials in Sammelbehältern können die Späne bei Entstaubern auch

- über Zellenradschleusen aus dem Abscheider ausgefördert und an eine Transportleitung zur Weiterverbringung in ein Silo o. Ä. übergeben werden oder
- in einer nachgeschalteten Brikettpresse verdichtet und als „Festbrennstoff“ weiterverwertet werden. Mit solchen Pressen werden, je nach vorliegendem Ausgangsmaterial, Volumenreduktionen bis zu 90% des Ausgangsvolumens erzeugt. Damit reduziert sich der erforderliche Lagerraum beträchtlich und das Handling gestaltet sich aufgrund der fehlenden Explosionsgefahr einfacher.

4.7.4.2 Silos und Container

Wenn größere Mengen von Holzstaub und -spänen anfallen, werden sie in der Regel auf dem Betriebsgelände in Silos (zwischen-)gelagert. Das ist besonders dann der Fall, wenn das Material innerhalb des Betriebs als Brennstoff zur Wärmergewinnung genutzt werden soll. Vielfach ist dann unmittelbar unterhalb des Späne-Lagerraums die Heizungsanlage angeordnet.

Container werden genutzt, wenn das Material nicht im eigenen Betrieb weiterverwendet werden soll, weil zum Beispiel die anfallenden Späne-Mengen zu gering sind oder das Material als Rohstoff für die Pellet- oder Holzwerkstoff-Industrie dienen soll. Container können außerdem als nützliche Zusatz-Lagermöglichkeit dienen, wenn das Silo im Herbst bereits gefüllt ist und so die Gefahr einer Überfüllung besteht. Das Material im Container wird dann in den meisten Fällen fremd weiterverwendet.

Für die Zwischenlagerung der Späne, Stäube und Hackschnitzel in Silos und Containern sind weitere Informationen in den folgenden DGUV Informationen enthalten:

- [DGUV Information 209-040](#) „Entsorgung in Sägewerken“
- [DGUV Information 209-045](#) „Absauganlagen und Silos für Holzstaub und -späne“
- [DGUV Information 209-083](#) „Silos für das Lagern von Holzstaub und -spänen“

4.7.5 Transport zwischen Abscheider und Lagerbehälter

Pneumatische Späne-Transportanlagen werden im Bereich der Holzstaub-Absaugung dort verwendet, wo keine direkte örtliche Verbindung zwischen dem Abscheider und dem Späne-Lagerbehälter besteht. Das ist in der Regel bei separat aufgestellten Filteranlagen (Zwischenfilter) der Fall. Darüber hinaus sind pneumatische Späne-Transportanlagen auch als Verbindungsfördereinrichtung zwischen mehreren Lagerstätten denkbar, bei denen nur eine einen Anschluss an die Verwertungseinrichtung hat (in der Regel die Heizanlage). Auch können mehrere dezentral aufgestellte Filteranlagen über eine Transportleitung an ein Silo angeschlossen werden.

Fördereinrichtungen im direkten Bereich der Heizanlage sind dagegen häufig auf mechanischen Funktionsprinzipien aufgebaut (Stoker-Schnecken), weil eine direkte pneumatische Beschickung die Verbrennung stark beeinträchtigen würde.

Mit Zunahme der Unterdruckanlagen in den Betrieben nehmen auch die pneumatischen Späne-Förderanlagen zu, da diese Unterdruckanlagen aus lufttechnischen und heiztechnischen Gründen in aller Regel über eine separat in direkter Werkstattnähe aufgestellte Filteranlage verfügen.

Späne-Transportanlagen bestehen aus den folgenden Komponenten:

- Materialübergabe aus dem Filter (Zellenradschleuse)
- Transportleitung
- Transportventilator oder Gebläse
- Eventuell separater Abscheider

4.7.5.1 Absauganlagen zum Materialtransport über längere Strecken

Über längere Strecken eignen sich zum Materialtransport mechanische oder pneumatische Förderanlagen (Hochdruck-Förderung). Während pneumatische Hochdruck-Förderanlagen sowohl für horizontale als auch für vertikale Förderung geeignet sind, muss bei mechanischen Förderanlagen im Regelfall unterschieden werden.

Für horizontale Förderung eignen sich zum Beispiel:

- Schnecken
- Bandförderer
- Kettenförderer
- Schubböden (über sehr kurze Strecken, z. B. innerhalb von Silos zur Austragung)

Für die vertikale Förderung (z. B. in ein Silo hinein) sind folgenden Einrichtungen geeignet:

- Elevatoren oder Becherförderer
- Kettenförderer

Für Förderaufgaben mit längeren Leitungswegen (200–700 lfm), wenn zum Beispiel mehrere dezentral angeordnete Filteranlagen über eine gemeinsame Transportleitung in eine oder mehrere zentral postierte Silos entsorgen, werden dagegen Rohrleitungen aus Stahl mit geringeren Durchmessern von DN 80–DN 200 verwendet. Mit dieser Maßnahme werden die benötigten Luftmengen reduziert.

Wegen der langen Leitungswege und der deutlich höheren Gutbeladungen erhöhen sich die zum Transport notwendigen Drücke enorm (Mitteldruck- bzw. Hochdruckanlagen), so dass in der Regel keine Ventilatoren, sondern Drehkolbengebläse oder Verdichter eingesetzt werden müssen.

Sowohl mechanische Förderer als auch pneumatische Hochdruckförderung sind nicht Gegenstand dieser

Schrift. Bei Fragen zu solchen Anlagen wird auf [DGUV Information 209-200](#) oder die einschlägige Fachliteratur verwiesen.

4.7.5.2 Materialtransport über kürzere Strecken

Besonders in Handwerksbetrieben können diese Transportaufgaben jedoch – wegen des dort geringeren Materialanfalls – auch von Niederdruck-Förderanlagen, also speziellen Absauganlagen, übernommen werden. Zu unterscheiden sind dabei „offene Systeme“ und „Ringleitungssysteme“.

Bei **offenen Systemen** wird die Transportluft aus dem Umgebungsbereich im Freien entnommen und über die Förderleitung in den Lagerbehälter transportiert. Das Transportgut wird dabei über eine Austragschleuse in die Leitung eingetragen, sodass es von der strömenden Luft aufgenommen und weitertransportiert werden kann. Damit die (gereinigte) Luft wieder aus dem Lagerbehälter entweichen kann, müssen Vorkehrungen getroffen werden.

In der Regel wird eine meist kleine (nur auf die Transportluftmenge ausgelegte) Filteranlage verwendet. Sie kann als Einbaufilter innerhalb des Lagerbehälters oder Aufsatzfilter oberhalb des Lagerbehälters konstruiert sein. Zyklone werden heute nicht mehr verwendet, weil ihre Abscheidewirkung unzureichend ist - selbst unter den meist weniger strengen Bedingungen der TA-Luft.

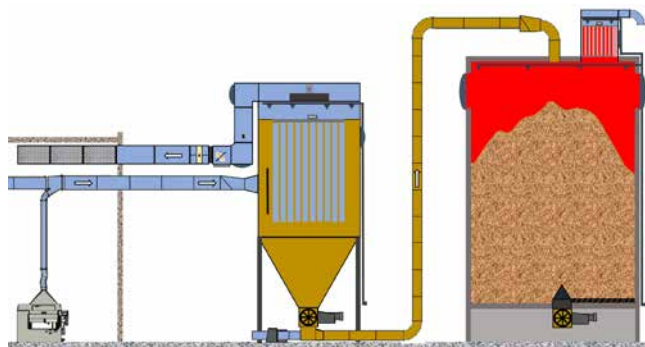


Abb. 72 Offenes Transportsystem auf Basis einer Förderleitung zur Befüllung eines Silos

In holzverarbeitenden Handwerksbetrieben sind **Ringleitungssysteme** weit verbreitet. Auch bei diesen Systemen wird das Transportgut über eine Austragschleuse in die Leitung eingetragen und meist mit in einem gut beladenen Rohluftstrom installierten Transportventilator über

eine Förderleitung in das Silo eingeblasen. Der Transportventilator kann aber auch im Reinluftstrom angeordnet sein.

Über eine Rückluftleitung wird die gereinigte „Abluft“ wieder vom Ventilator angesaugt, sodass ein Luft-Kreislauf entsteht und der Behälter (Silo) – zumindest theoretisch – druckfrei bleibt. Die Zwischenschaltung von Abscheidern ist zweckmäßig, muss aber für die Funktion des Systems nicht unbedingt sein.

Dort, wo Abscheider eingesetzt werden, kommen alle bekannten Varianten in Betracht, wie

- Zyklone,
- Einbau- und Aufsatzfilter mit oder ohne gesonderte Austragung (Anmerkung: Eventuelle brand- und explosionstechnische Anforderungen sind zu berücksichtigen, z. B. die Gehäusefestigkeit bei Aufsatzfiltern.),
- Kleinabscheider.

In der Praxis sind Ringleitungssysteme ohne gesonderten Abscheider relativ störanfällig, weil

- der theoretisch sich einstellende Ausgleich bei den Luftmengen und Drücken im praktischen Betrieb durch Leck-Luftströme und teilweise stark differierende Gutbeladung im Rohluftbereich nicht selten gestört wird, sodass sich im Lagerbehälter unerwünschte Über- oder Unterdrücke einstellen (Anmerkung: Die Transportanlage auf der Basis einer Ringleitung funktioniert dann optimal, wenn sich der Druck-Nullpunkt der Anlage innerhalb des Behälters einstellt.),
- der Expansionsraum im Behälter durch die Guteintragung stetig verkleinert und dadurch die Abscheidewirkung verschlechtert wird; das führt zu einer erhöhten Gutbeladung in der Saugleitung, wodurch bei konstanter Zu-Dosierung die Gutbeladung auch im Bereich der Druckleitung ansteigt. Wenn dann die Pressungsleistung des Ventilators überschritten wird, geht der Volumenstrom zurück, die Förderleitung geht von Flug- in Strahlen-Förderung über, bis schließlich die Förderung komplett zusammenbricht und die Leitung verstopft,
- in Verbindung mit im Unterdruck stehenden Hauptfilteranlagen und undichten Austragschleusen über das Transportsystem Leck-Luftströme aus dem Behälter in die Filteranlage gezogen werden können, wenn die

Absauganlage in Betrieb ist und die Transportanlage stillsteht. Diese Strömung führt zur Unterdruckbildung im Behälter. In vereinzelt Fällen hat sich dieser Unterdruck in der Vergangenheit bis in die Zuführung von den Behältern nachgeschalteten Heizungsanlagen übertragen. Das führte zu einer Umkehr der Rauchgasströmung in den Behälter hinein, mit der Folge von Rückbränden aus der angeschlossenen Feuerung.

Wegen der genannten Probleme und der daraus resultierenden Störanfälligkeit in der Praxis sollten bei der Neuerrichtung solcher Niederdruck-Förderanlagen offene Systeme bevorzugt werden. Bei Verwendung von Ringleitungssystemen ist eine technische Vorrichtung am Silo vorzusehen, die entstehende Über- bzw. Unterdrücke im Silo zwangsläufig ausgleicht (z. B. über ein Ventil).

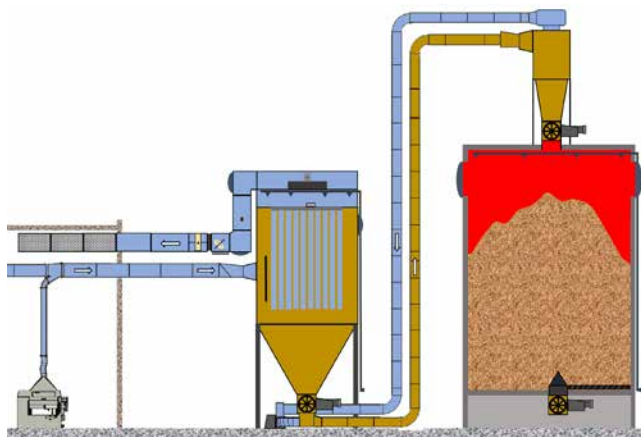


Abb. 73 Geschlossenes Transportsystem auf Basis einer Ringleitung zur Befüllung eines Silos

Ist kein gesonderter Abscheider vorgesehen, muss das Silo die Funktion eines Schwerkraftabscheiders komplett übernehmen. Dabei wird das Abscheiderverhalten mit fortschreitender Silo-Befüllung und damit kleiner werdendem Expansionsraum tendenziell schlechter.

Um in diesen Fällen eine Kreisförderung mit ungenügender Abscheidewirkung und damit stetig wachsender Gutbeladung zu vermeiden und gleichzeitig eine gleichmäßige Befüllung des Silos zu gewährleisten, müssen im Silo Leit- und Prallbleche angebracht werden.

Auch eine Einrichtung zur Füllstands-Überwachung des Silos ist unumgänglich.

Zur Vermeidung von Druckverlusten sollte der Durchmesser der Saugleitung mindestens eine Nennweitenstufe größer gewählt werden als der Durchmesser der Druckleitung. Häufig werden in Handwerksbetrieben Druckleitungen in DN 200–DN 250 und Saugleitungen in DN 250–DN 300 ausgeführt.

Ringleitungssysteme eignen sich auch zur Entsorgung in geschlossene Container. Die verwendeten Container müssen allerdings nach DIN EN 12779:2016-03 über eine eigene Sprühwasser-Löscheinrichtung zur Brandbekämpfung und Druckentlastungseinrichtungen zur Ableitung eventuell auftretender Explosionsüberdrücke in eine „ungefährliche“ Richtung sowie über geeignete Entkoppelungsmaßnahmen verfügen.

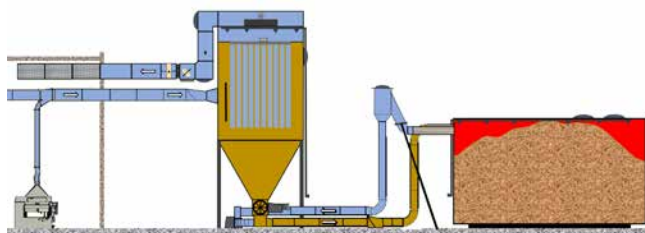


Abb. 74 Geschlossenes Transportsystem auf Basis einer Ringleitung zur Befüllung eines Containers

4.8 Steuerung, Regelung, Überwachung

Siehe auch [DGV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 3.8

Absauganlagen für Holzstaub und -späne werden typischerweise in verschiedenen Betriebszuständen mit unterschiedlichen Volumenstrom- und Druckanforderungen in der Anlage selbst sowie an den diversen Erfassungsstellen betrieben. Um diese unterschiedlichen Anforderungen im laufenden Betrieb zu bedienen, bedarf es verschiedener Einrichtungen zur Steuerung der Volumenströme, zur Regelung des Anlagenverhaltens und zur Überwachung des Anlagenzustands.

Außerdem müssen verschiedene Funktionen zur Gewährleistung eines sicheren Anlagenbetriebs implementiert werden.

4.8.1 Lenkung der Verteilung der Volumenströme im Leitungsnetz

Um Aufschluss für den gleichzeitigen Betrieb der angeschlossenen Verbraucher und der jeweils benötigten Volumenströme zu erhalten, sollten die Betreibenden nach Anhang 8.1, eine sogenannte „Gleichzeitigkeitstabelle“ erstellen (siehe auch [DGV Information 209-044](#) Anhang 2). Mithilfe dieser Tabelle kann die benötigte Anlagenleistung und die Abstufung eventueller Steuer- und Regeleinrichtungen ermittelt werden.

4.8.1.1 Absperrschieber

Wenn nicht alle an die Absauganlage angeschlossenen Erfassungseinrichtungen gleichzeitig verwendet werden oder die Leistung der Anlage für den gleichzeitigen Betrieb aller angeschlossenen Verbraucher (Holzbearbeitungsmaschinen, abgesaugte Arbeitstische, etc.) nicht ausgelegt ist, müssen die aktuell nicht benutzten Erfassungsstellen vom Luftstrom der Absauganlage getrennt werden können.

Zur Aufteilung der Volumenströme auf die einzelnen Erfassungsstellen einer Absauganlage dienen **Absperrschieber**, die vor den Erfassungsstellen in die Maschine-Anschlussleitung eingebaut werden.

An Absauganlagen für Holzstaub und -späne ab Baujahr 1993 sind nur noch automatische Rohrschieber zugelassen. Gegebenenfalls sind nach BetrSichV automatische Rohrschieber bei älteren vorhandenen Anlagen nachzurüsten. Handbetätigte Schieber sind nur für untergeordnete Absaug-Anschlüsse mit geringem Durchmesser verwendbar, bei denen eine eventuelle Fehlstellung keinen Einfluss auf die Absaug-Volumenströme an anderen Erfassungsstellen hat (z. B. an einzelnen Gehrungskappsägen, etc.)

Automatische Absperrschieber können entweder pneumatisch über Druckluft oder elektromotorisch angesteuert werden.



a) Pneumatisch angesteuerter Absperrschieber



b) Elektromotorisch angesteuerter Absperrschieber

Abb. 75a + b Ausführungen von Absperrschiebern

Bei der Programmierung der Ansteuerung automatischer Absperrschieber sind die Öffnungs- und Schließzeiten der Schieber zu berücksichtigen. Diese Zeiten hängen von dem zu verschließenden Querschnitt und von der Art des Antriebs ab. Pneumatische Antriebe sind bis zu fünf Mal so schnell wie elektrische Antriebe.

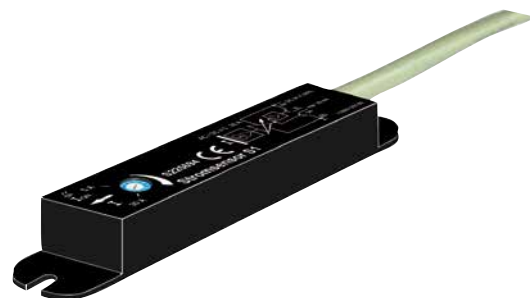
Automatische Schieber können unmittelbar am Abzweig der Maschinen-Anschlussleitung zur Sammelleitung verbaut werden. Das hat den Vorteil, dass eventuelle Undichtigkeiten in der Maschinen-Anschlussleitung nicht zu

Falschluffströmen in die Sammelleitung führen und die Absaugleistung an aktuell betriebene Maschinen verkleinern.

Zur Erfassung der Einschaltzustände von Maschinen werden in der Regel Stromwandler oder Hallsensoren verwendet. Sie erkennen einen Stromfluss in der Zuleitung zur Holzbearbeitungsmaschine und melden ihn an die Anlagen-Steuerung weiter, wo dann der entsprechende Öffnungs- oder Schließbefehl für den Absperrschieber ausgelöst wird.



a) Stromwandler



b) Hallsensor

Abb. 76a + b Detektion des Einschaltzustands einer Holzbearbeitungsmaschine

4.8.1.2 Einrichtungen zur Sicherstellung von Mindestvolumenströmen

Beim Betrieb der Absauganlage muss ein Mindest-Fördervolumen sichergestellt werden, um Ablagerungen in den Förderleitungen zu vermeiden. In Betriebszuständen mit geringem Volumenstrombedarf aus der Absaugung der Erfassungsstelle darf daher die Luftgeschwindigkeit in der Rohrleitung nicht zu weit absinken, da sonst mit einem Ausfall des zu transportierenden Materials und in der Folge mit Rohrverstopfungen zu rechnen ist.

Die Luftgeschwindigkeit sollte mindestens so hoch sein, dass das transportierte Material sicher im Zustand der Flugförderung gefördert wird. Nach DIN EN 12779:2016-03 geht man dabei von folgenden erforderlichen Mindestwerten aus:

- Staub 12 m/s
- Späne 15 m/s
- Hackschnitzel 18 m/s

Um das sicherzustellen und den Leitungsquerschnitt ausreichend mit Luft zu „füllen“, hat der Herstellbetrieb mehrere Möglichkeiten:

- Bewusster Verzicht auf den Einbau von Schiebern in die Anschlussleitung ausgewählter Maschinen
- Automatische Ansteuerung aller Schieber über eine zentrale SPS
- Einbau von sogenannten Transportluft- oder Bypass-Klappen (sog. Beiluft) am saugseitigen Ende der Sammelleitung

Transport- oder Bypass-Klappen müssen sich öffnen, wenn der Mindestvolumenstrom zur Aufrechterhaltung einer ablagerungsfreien Förderung in der Leitung unterschritten wird. Allen Systemen ist gemeinsam, dass bei Überschreitung eines an der Klappe einjustierten Unterdrucks die Klappe selbsttätig geöffnet wird. Diese Systeme funktionieren ohne Einwirkung durch eine elektronische Steuerung.

Es gibt folgende technische Lösungen:

Feder- oder gewichtsbelastete Klappen: Die Kennlinie und damit das Verhalten der Klappe wird durch Verschieben des Gewichts oder durch Ändern der Federspannung eingestellt.

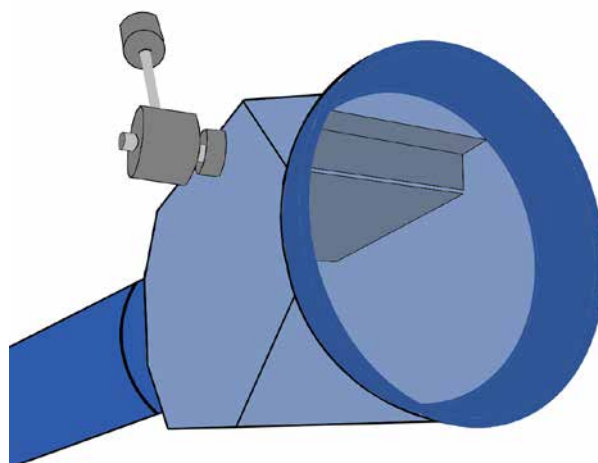


Abb. 77 Gewichtsbelastete Unterdruck-Klappe

Petersklappe: Diese Einrichtung ist eine Kombination aus automatischem Schieber und federbelasteter Transportluft-Klappe. Der Schieber öffnet automatisch, wenn die zugehörige Maschine eingeschaltet wird. Die federbelastete Klappe wird – auch unabhängig von der Stellung des Schiebers – vom Unterdruck in der Leitung aufgezogen, wenn er das justierte Niveau überschreitet.

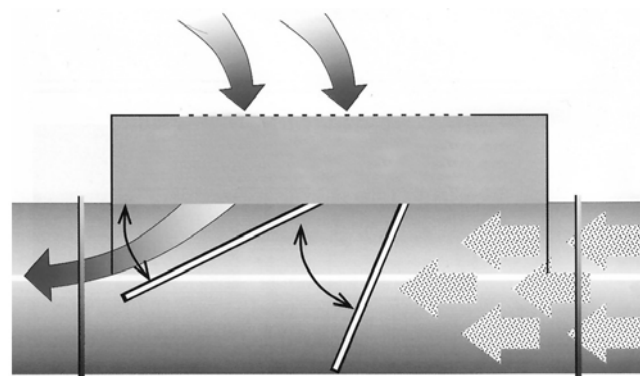


Abb. 78 Aufbau einer sogenannten Petersklappe

Klappenkästen: Die einzelnen Klappen der Kästen werden mit Druckluftzylindern zugehalten, die so eingestellt werden können, dass der steigende Unterdruck geschlossene Klappen aufziehen kann. Beim Einbau ist ein erhöhter Strömungswiderstand durch den Klappenkasten in der Rohrleitung zu berücksichtigen.

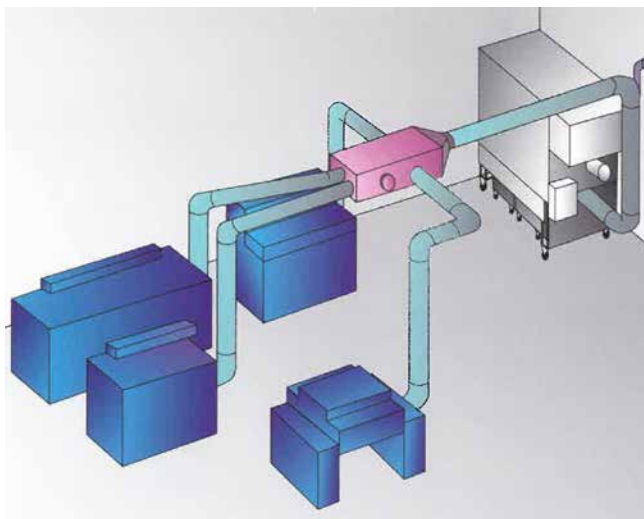


Abb. 79a + b Aufbau eines Klappenkastens zum Anschluss mehrerer Maschinen(-Gruppen) bei gleichzeitiger Sicherstellung ausreichender Transportluft

4.8.1.3 Einrichtungen zur Abgleichung des Widerstandsverhaltens

Die Luft-Strömung zu den einzelnen Erfassungsstellen muss unterschiedliche Widerstände überwinden. Solche Widerstände ergeben sich jeweils als Summe der Einzel-Strömungswiderstände der abzusaugenden Verbraucher und der Verluste bei der Durchströmung der angeschlossenen Leitungen. Gleichzeitig unterscheiden sich auch die für jede Absaugstelle erforderlichen Volumenströme.

Da Luft immer den Weg des geringsten Widerstands geht, kommt es besonders bei komplexen Leitungssystemen zu unerwünschten Luftverteilungen innerhalb des Systems, mit der Folge, dass ein Verbraucher mit geringem Widerstandsniveau einem anderen Verbraucher mit höherem Widerstandsniveau quasi die Luft nimmt. Um das zu vermeiden, muss innerhalb des Systems ein sogenannter „**hydraulischer Abgleich**“ vorgenommen werden. Dabei werden die Widerstände zur Absaugung der einzelnen Verbraucher mit folgenden Maßnahmen beeinflusst:

- Erhöhung des Gesamt-Strömungswiderstands durch Reduzierung des Durchmessers der Maschinen-Anschlussleitung zu leicht abzusaugenden Maschinen (z. B. Abgesaugte Arbeitstische)

- Senkung des Gesamt-Strömungswiderstands durch Vergrößerung des Durchmessers der Maschinen-Anschlussleitung zu schwer abzusaugenden Maschinen (z. B. Formatkreissägemaschinen)
- Erhöhung des Gesamt-Strömungswiderstands durch Einbau einer sogenannten „Drosselklappe“ (siehe Abbildung 80) in die Maschinen-Anschlussleitung zu leicht abzusaugenden Maschinen (z. B. Abgesaugte Arbeitstische)
- Senkung des Gesamt-Strömungswiderstands durch Einbau eines „Stützventilators“ in die Maschinen-Anschlussleitung zu besonders schwer abzusaugenden Maschinen (z. B. Bearbeitungszentren)

Im Normalfall wird man durch exakte Planung einer Variation des Maschinen-Anschlussdurchmessers schon passable Ergebnisse für den hydraulischen Abgleich erzielen. Diese Maßnahme stößt allerdings an ihre Grenzen, wenn die Luftgeschwindigkeiten in der Maschinen-Anschlussleitung nicht mehr die für eine Flugförderung erforderliche Größe erreichen oder wenn die für die Absaugung erforderlichen Volumenströme in einzelnen Betriebszuständen nicht mehr zustande kommen.

In besonders hartnäckigen Fällen kann der Strömungswiderstand durch Drosselklappen in der Maschinen-Anschlussleitung erhöht werden. Sie wirken ähnlich wie ein Absperrschieber in der Rohrleitung, allerdings mit dem Unterschied, dass hier nicht nur zwei Schaltstellungen (Auf/Zu), sondern mehrere unterschiedliche Schaltstellungen umsetzbar sind.



a) handbetätigt

b) elektrisch betätigt

Abb. 80a + b Bauarten von Drosselklappen

In der Holzbe- und -verarbeitung sollte ihr Einsatz allerdings gut bedacht werden, da mit ihnen der Leitungsquerschnitt zwangsläufig stark verengt wird und so die Gefahr von Verstopfungen durch hängenbleibendes Späne-Material an dieser Stelle gegeben ist. Am geringsten ist diese Gefahr noch in Anschlussleitungen zu Erfassungstellen, an denen ausschließlich Stäube abzusaugen sind.

Der Einsatz von Stützventilatoren bietet sich an, wenn zur wirksamen Absaugung einzelner Maschinen(-Gruppen) deutlich höhere Strömungswiderstände zu überwinden sind als beim Rest der angeschlossenen Verbraucher. In diesem Fall kann mit dem gezielten Einsatz des Stützventilators das Druckniveau an dieser Stelle angehoben werden, ohne die Gesamt-Leistung der Absauganlage zu erhöhen.

Bei der Wahl des Montageorts innerhalb der Maschinen-Anschlussleitung und der Auslegung des Ventilators muss beachtet werden, dass auf der Druckseite des Ventilators kein Überdruck in der Anschlussleitung erzeugt wird. Außerdem verursacht der Ventilator zusätzlichen Energieaufwand und ist eine nicht zu vernachlässigende Lärmquelle im Betrieb. Deshalb sollte auch der Einsatz von Stützventilatoren auf das unbedingt erforderliche Maß beschränkt bleiben.

4.8.2 Beeinflussung des Verhaltens der Gesamt-Anlage über die Ventilator-Drehzahl

Mit den zuvor genannten Möglichkeiten lässt sich im Wesentlichen nur die Verteilung der Luftvolumenströme innerhalb des Absaugnetzes beeinflussen. Will man dagegen die von der Gesamt-Anlage zu liefernden Volumenströme variieren können, geht das nur über die Beeinflussung des Verhaltens des Ventilators, genauer über die Variation seiner Drehzahl.

Dabei kann die Drehzahl nur vermindert, nicht aber über die Nenndrehzahl des Ventilators hinaus erhöht werden. Das wäre zwar theoretisch denkbar, würde aber den Motor überlasten und den Ventilator beschädigen. Der Ventilator muss daher in seinem Leistungsverhalten auch ohne regelungstechnische Maßnahmen den Anforderungen für die maximal geforderte Absaugleistung genügen.

Auf Basis einer Beeinflussung der Stromaufnahme des Ventilators über einen vorgeschalteten Frequenzumformer kann eine Regelung der Drehzahl des Ventilators erfolgen. Bei Absauganlagen sind einer Absenkung der Drehzahl aufgrund der Proportionalitätsgesetze (Zusammenhang Volumenstrom/Druckdifferenz in 2. Potenz) aber relativ enge Grenzen gesetzt.

Ventilatoren mit frequenzgesteuerter Drehzahlregelung werden vor allem in den Absauganlagen im Bereich Holzstaub und -späne eingesetzt, bei denen eine Anpassung an wechselnden Luftmengenbedarf angestrebt wird. Das ist häufig in Betrieben mit handwerklicher Fertigungsweise der Fall.

Die Ventilator-Drehzahl kann üblicherweise bis auf 70% der Nenndrehzahl abgesenkt werden. Bei dieser Mindest-drehzahl nimmt der Ventilator dann nur noch etwa 35% seiner ursprünglichen elektrischen Leistung auf. Gleichzeitig sinkt in diesem Betriebspunkt auch die Pressung des Ventilators auf etwa 50% der ursprünglichen Totaldruckerhöhung ab. Da die Volumenströme, bzw. Luftgeschwindigkeiten in den Maschinenstutzen von der Pressung abhängen, muss ein Ventilator mit ausreichend hoher Pressungsreserve gewählt werden. Üblicherweise verwendet man deshalb Ventilatoren mit einer Maximal-Pressung bis ca. 5.000 Pascal bei Nenn-Drehzahl.

Für die Umsetzung einer Drehzahl-Beeinflussung werden steuerungstechnisch folgende Varianten bei der Absaugung von Holzstaub und -spänen eingesetzt:

- Regelung der Drehzahl mit Konstanzhaltung des Unterdrucks
- Ansteuerung bestimmter Drehzahlen über eine speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)

4.8.2.1 Regelung der Absaugleistung mit Unterdruck-Konstanthaltung

Bei der Regelung der Absaugleistung wird der Unterdruck über einen Drucksensor (Differenzdruckmessung) permanent vor dem Ventilator erfasst. Er wird im Allgemeinen auf der Rohluftseite der Filteranlage gemessen. Zur Regelung findet ein Soll-/Ist-Wert-Vergleich mit dem einprogrammierten Soll-Wert für den Unterdruck an der Messstelle statt. Aufgrund des steuerungsintern ausgewerteten Vergleichs regelt die Steuerung die Ventilator-Drehzahl so lange nach, bis der programmseitig vorgegebene Sollwert (wieder) erreicht ist.

Werden Schieberstellungen in der Anlage verändert, sinkt oder steigt der Unterdruck und die Anlage regelt die Drehzahl entsprechend herunter oder hoch. Das Öffnen oder Schließen eines Schiebers verursacht im Regelkreis der Absauganlage Schwankungen (siehe Abbildung 81). Diese Schwankungen müssen im System berücksichtigt werden. Das bedeutet, dass der angeforderte Unterdruck (Sollwert) der Anlage erst nach einiger Zeit gleichmäßig zur Verfügung steht.

Bei einer Verstopfung innerhalb der Absauganlage wird der gemessene Unterdruck (Ist-Wert) an der Messstelle vollkommen absinken und der Ventilator wird automatisch bis zur Nenndrehzahl hochgeregelt. Wird mit dieser Erhöhung der Drehzahl der Soll-Wert nicht erreicht, kann der Frequenzumrichter die Drehzahl nicht mehr weiter erhöhen und den Regelkreis nicht mehr nachregeln. In diesem Fall fällt der Unterdruck (bzw. die Pressung) bei steigendem Luftvolumenstrom wie bei einem unregulierten Ventilator ab (Drosselbereich).

Statt über einen Frequenzumrichter ist es auch möglich, die Regelung über einen elektrisch angetriebenen Drehschieber am Anfang der Rohrleitung zu realisieren. Der Drehschieber (Drossel) wird so lange auf- oder zugefahren, bis der Sollwert für den Unterdruck erreicht ist. Diese Methode ist allerdings bei der Absaugung von Holzstaub und -spänen nicht sehr verbreitet.

Unterdruck-Regelung ist besonders in den Fällen sinnvoll, in denen aufgrund der betrieblichen Nutzung der „Drosselbereich“ möglichst selten angefahren werden muss.

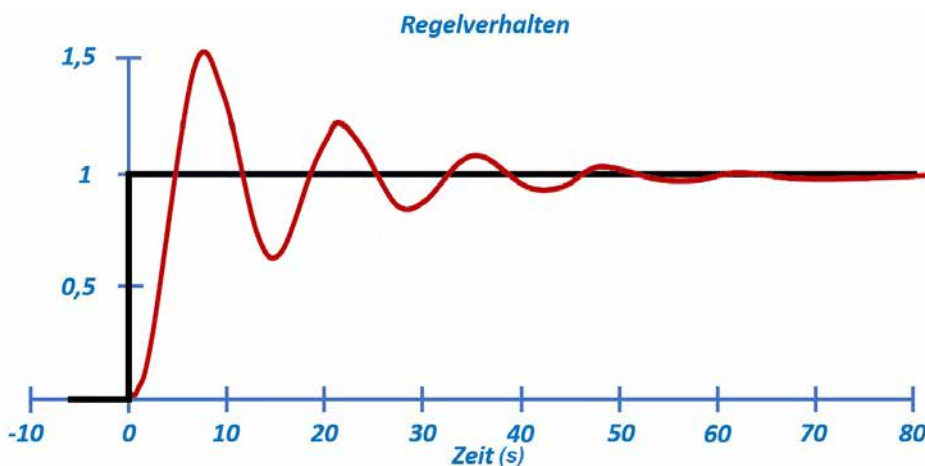


Abb. 81 Regelverhalten einer Unterdruck-Regelung

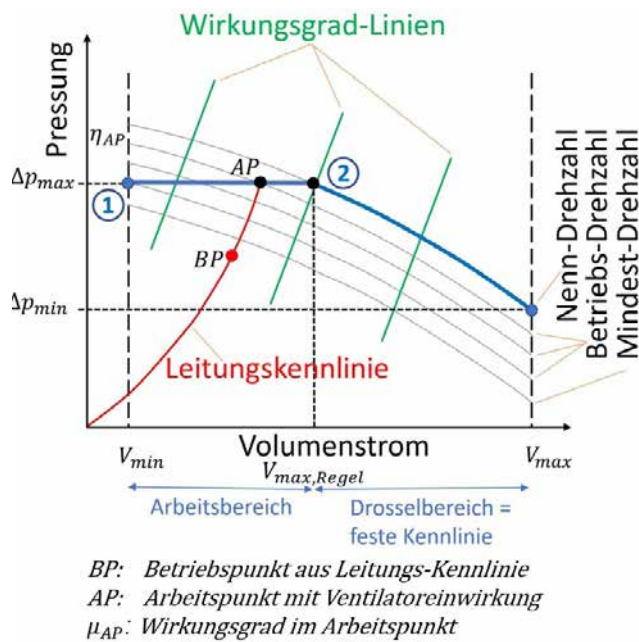


Abb. 82 Beispiel einer kontinuierlichen Regelung mit geschlossenem Regelkreis, der den Druck konstant hält

4.8.2.2 Steuerung der Absaugleistung durch eine SPS

Die automatischen Absperrschieber in den Anschlussleitungen zu den Verbrauchern liefern bei Öffnung über die Sensorik (Endschalter, Strom- oder Hallsensoren) ein Eingangssignal an die SPS. Über die im Speicherprogramm hinterlegte Schieberfläche und deren Addition kann die Logik der SPS ermitteln, welcher Nennvolumenstrom aktuell an den Erfassungsstellen benötigt wird.

Zusätzlich kann der einzelnen Erfassungsstelle innerhalb des Programms auch eine „Gewichtung“ zugeordnet werden, mit deren Hilfe – neben dem durch die Schieberfläche determinierten Volumenstrom – auch der erforderliche Unterdruck beeinflusst werden kann.

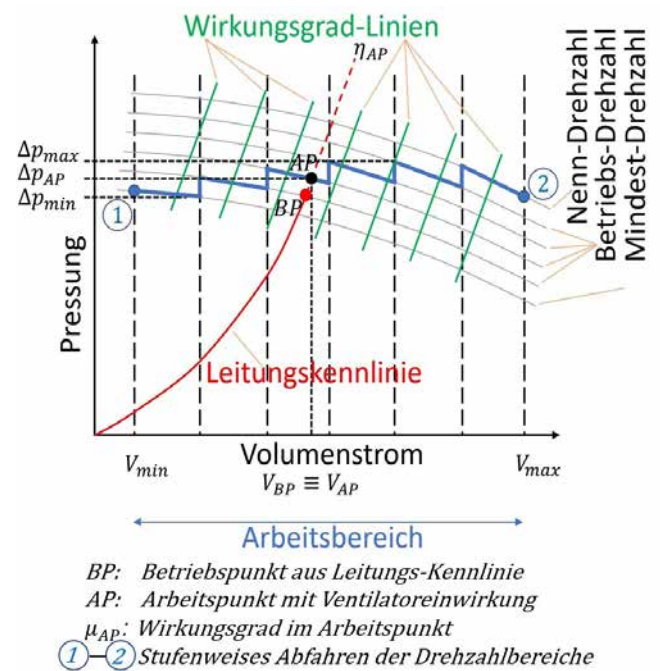


Abb. 83 Beispiel einer Drehzahlvariation mit festen Drehzahlprüngen über eine SPS-Steuerung

Auf Basis der einprogrammierten Gesetzmäßigkeiten zum Zusammenhang zwischen erforderlicher Drehzahl und angefordertem Volumenstrom und Unterdruck entscheidet die SPS, mit welcher Drehzahl der Ventilator betrieben werden muss.

Die Drehzahlvorgabe durch die SPS wird dann vom Frequenzumrichter umgesetzt. Er erzeugt eine bedarfsgerechte Wechselspannung und gibt sie an den Drehstrom-Motor des Ventilators ab.

4.8.3 Steuerungen in Absauganlagen und Anforderungen an die Zuverlässigkeit

Steuerungen in Absauganlagen haben die Aufgabe, aufgrund von Eingangsgrößen das Verhalten der Anlage auf Basis von Gesetzmäßigkeiten oder Vorgaben zu beeinflussen.

In Absauganlagen für Holzstaub und -späne kommen dabei folgende Arten von Steuerungen zum Einsatz:

- Elektromechanische Steuerungen
- Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)

4.8.3.1 Elektromechanische Steuerungen

Hier wird die Steuerungslogik durch eine Verbindung von Relais, Schalter oder Schütz hergestellt (Kontaktsteuerungen). Die Steuerungen basieren auf dem Prinzip von UND/ODER-Schaltgesetzen und sind für einfache Steuerungsaufgaben ausreichend und zuverlässig. In den meisten Fällen werden auch heute noch Steuerungen für sicherheitsrelevante Funktionen von Absauganlagen elektromechanisch aufgebaut.

4.8.3.2 Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS)

Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) werden zentral in einem Schaltschrank montiert. Im einfachsten Fall verfügt eine SPS über Ein- und Ausgänge, ein Betriebssystem und eine Schnittstelle, über die ein Anwenderprogramm geladen werden kann. Dieses Programm legt fest, wie die Ausgänge in Abhängigkeit von den Signalen an den Eingängen geschaltet werden sollen.

Die SPS steuert in Absauganlagen für Holzstaub und -späne normalerweise folgende Vorgänge oder Komponenten:

- Den automatischen Anlauf des/der Ventilatoren bei Einschalten von angeschlossenen Verbrauchern, z. B. Holzbearbeitungs-Maschinen
- Das Öffnen und Schließen von Absperrschiebern
- Die Ansteuerung des Frequenzumrichters mit Lieferung der Vorgaben für die aktuelle Einstellung der Ventilator-Drehzahlen
- Die Steuerung des Ventilator-Nachlaufs
- Die Regenerations-Intervalle und -Zeitpunkte für die Filterelemente

- Die Austrageinrichtungen für den Austrag des abgetrennten Materials
- Die Umschaltvorrichtung von Rückluft auf Fortluft (z. B. bei Überschreiten des zulässigen Reststaubgehalts)
- usw.

Außerdem bietet sie meist weitere Service-Funktionen für die Nutzenden, zum Beispiel

- Benutzerinformation (Display)
- Auswertungen von Betriebszuständen
- Führen von Fehlerprotokollen
- Möglichkeit zur Fernwartung durch den Hersteller

4.8.3.3 Sicherheit und Zuverlässigkeit von Steuerungen

Steuerungen in Absauganlagen für Holzstaub und -späne müssen in Übereinstimmung mit den Prinzipien von DIN EN 12779:2016-03 und DIN EN 16770:2018-12 konstruiert sein. Folgende sicherheitsrelevante Funktionen müssen dabei einem „Performance Level“ (PL) entsprechen, wobei ein PL a die niedrigsten und ein PL e die höchsten Anforderungen stellen.

- Betriebsartenwahl → PL c
- Stillsetzen im Notfall → PL c
- Verriegelungen (Ab- und Umschalt-Verfahren), um die Auswirkungen von Feuer und Explosionen zu vermindern → PL c
- Überwachung der Staubkonzentration in der Rückluft → PL b
- Funkdetektions- und -löschsystem → PL c
- Verriegelungen von Beschickungs- und Austragesystemen mit Zugangsöffnungen → PL c.



Achtung

Bei vorhandener zentraler Stromversorgung der Arbeitsmaschinen ist auch bei bestehenden Anlagen sicherzustellen, dass mit Inbetriebnahme einer Maschine gleichzeitig (automatisch) Luft gefördert wird und beim Abschalten der Ventilator mindestens 15 s nachläuft. Außerdem muss bei Ausfall der Energieversorgung ein automatischer Wiederanlauf der Absauganlage verhindert sein. Letzteres gilt nicht für Entstauber nach DIN EN 16770:2018-12.

4.8.3.4 Betriebsarten-Wahl und NOT-HALT

Ein „Betriebsartenwahlschalter“ (Umschalteneinrichtung Automatik-/Handbetrieb) sowie eine Not-Halt-Befehlseinrichtung müssen vorgesehen sein. Die Not-Halt-Befehlseinrichtungen müssen dort angebracht werden, wo sich die Steuereinrichtung befindet (Bedientableau).



Abb. 84 Steuerungsschrank mit Hauptschalter und Not-Halt

4.8.3.5 Umschalt-Einrichtung Rückluft/Fortluft

Grundsätzlich muss bei im Freien stehenden Absauganlagen das Umschalten auf Fortluft möglich sein. Bei neuen Anlagen muss diese Funktion motorisch betrieben sein und bei erhöhten Reststaubgehalten (siehe Abschnitt 4.8.4.4) durch die Steuerung automatisch ausgelöst werden.

Gründe für diese Forderung sind:

- Allergien vorzubeugen
- Möglichkeit, bei Betriebsstörungen weiterarbeiten zu können
- Allgemeines Minimierungsgebot nach § 7 (4) GefStoffV

Die Anzeige des aktuellen Schaltzustands muss bei neuen Anlagen am Display/Schaltkasten angeordnet sein. Bei Altanlagen muss die Einrichtung leicht erreichbar und der Schaltzustand vom Absaugbereich aus leicht erkennbar sein.

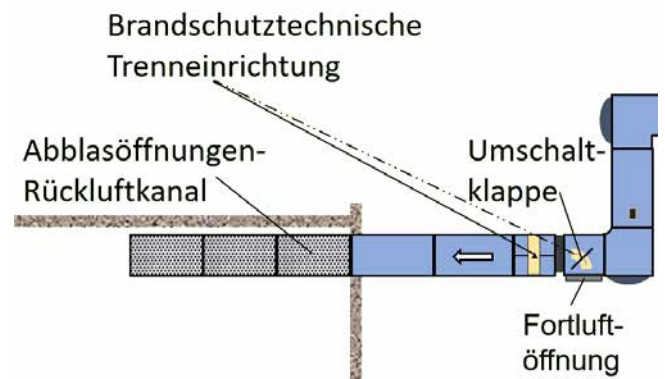


Abb. 85 Umschalt-Einrichtung Rückluft/Fortluft

4.8.4 Überwachen und Signalisieren an Absauganlagen für Holzstaub und -späne

Um ein störungsfreies und sicherheitsgerechtes Funktionieren der Absauganlage zu gewährleisten, müssen verschiedene Funktionen beim Zusammenspiel der einzelnen Anlagen-Komponenten überwacht werden. Die Überwachungsfunktionen müssen im Fehlerfall durch ein entsprechendes Signal an die Steuerung der Anlage die Auslösung von dort vorgegebenen Fehler-Abarbeitungsreaktionen aktivieren oder die Betreibenden durch optische oder akustische Signale auf die Fehlfunktion hinweisen.

Nachfolgend werden die wichtigsten Überwachungsfunktionen kurz erläutert. Nähere Informationen sind auch in Abschnitt 3.8 der [DGUV Information 209-200](#) enthalten.

4.8.4.1 Volumenstromüberwachung

Die Volumenstromüberwachung kann über sogenannte Volumenstromsonden oder Strömungsmesslanzen (siehe Abbildung 86) erfolgen. Diese Sonden sind Druckdifferenz-aufnehmer zur Ermittlung der Strömungsgeschwindigkeit oder des Volumenstroms in Absaugrohren von Absauganlagen.



a) Volumenstromsonde



b) Strömungsmesslanze

Abb. 86a + b Messeinrichtungen zur Überwachung des Volumenstroms

Das von der Sonde oder der Lanze gelieferte Signal kann mit einem Messumformer steuerungstechnisch (elektrisch) weiterverarbeitet werden. Sinkt der Druck im gemessenen Rohr, zum Beispiel durch das Öffnen eines weiteren Schiebers in der Anlage, regelt die SPS über den Frequenzumrichter die Drehzahl des Ventilators nach oder, im Fall einer elektromechanischen Steuerung, ein weiterer Ventilator wird dazugeschaltet oder es ertönt ein akustisches Warnsignal.

4.8.4.2 Unterdruck- bzw. Druckdifferenzüberwachung

Mit einem Drucksensor (Differenzdruckmessung) wird zum Beispiel die Druckdifferenz am Filter überwacht. Eine zu hohe Druckdifferenz (z. B. aufgrund mangelnder Luft-Durchlässigkeit des Filtermaterials) wird mit einer Warnleuchte angezeigt. Sie macht die Betreibenden darauf aufmerksam, dass die Filterelemente abgereinigt werden müssen. Erlischt die Warnmeldung auch nach der Anlagenabreinigung nicht, muss die Anlage auf Überfüllung und blockierte Filterelemente geprüft werden. Sind die Filterelemente abgereinigt und es ist keine Verstopfung zu erkennen, kann es erforderlich sein die Filterelemente auszuwechseln.

4.8.4.3 Füllstands-Überwachung

Mit der Füllstands-Messung kann der Füllstand (Standhöhe) von Schüttgütern in einem Behälter überwacht werden. Füllstände können zum Beispiel mit Füllstands-Grenzschaltern erfasst werden. Sie überwachen Grenzstände, zum Beispiel zur Vermeidung von Trockenlauf oder Überfüllung eines Behältnisses. Die Messwertausgabe erfolgt über Relaisausgänge (Schaltkontakte).

Werden die Grenzwertgeber in die Seitenwand eines Behälters (z. B. Zwischenfilter) eingebaut, müssen ihre Positionen vorher festgelegt werden. Dabei sollten die Betriebsbedingungen sowie zu erwartende Ex-Zonen und die Beschaffenheit des Behälters berücksichtigt werden.

Zur Grenzstanderfassung in Filteranlagen, Silos und Container werden häufig Drehflügelmelder oder Drehflügelschalter verwendet.



Abb. 87 Drehflügelschalter

Die Drehbewegung eines Flügels um eine Achse wird durch Bedecken mit Schüttgut gestoppt. In der Regel schaltet ein Relais und gibt das Signal an die Steuerung weiter.

4.8.4.4 Reststaubgehaltüberwachung

Der Reststaubgehalt im Rückluftkanal der Filteranlage darf $0,1 \text{ mg/m}^3$ nicht übersteigen und muss ständig überwacht werden.

Die Reststaubgehaltüberwachung wird üblicherweise mit einem im Rückluftkanal montierten Sensor realisiert, der nach dem triboelektrischen Messprinzip arbeitet.

Sobald Staubpartikel auf den Sensorstab prallen oder daran vorbeifliegen, erfolgt ein elektrischer Ladungsaustausch von den Partikeln zum Sensorstab und umgekehrt. Diese sehr kleinen elektrischen Signale werden in der Sensorelektronik erfasst, verstärkt und ausgegeben. Das dadurch erfasste Signal ist proportional zur Staubbelastung und wird in der Steuerung weiterverarbeitet.

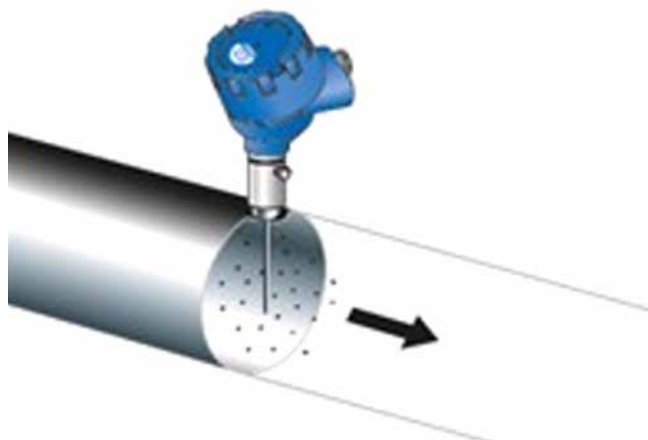


Abb. 88 Eingebauter triboelektrischer Sensor

4.8.4.5 Überwachung von möglichen Bränden

Gefährdungen durch Brände können nicht ausgeschlossen werden. Die Gefahr kann von externen oder internen Faktoren verursacht werden. Zündquellen können von außen in die Absauganlage eingetragen werden. Deshalb sind angemessene Schutzmaßnahmen erforderlich.

Brände innerhalb einer Filtereinheit müssen durch geeignete Sensoren detektiert werden (z. B. Funkenerkennung, Flammenerkennung, Gas-Sensoren für Brände, usw.).

Wenn ein Sensor einen Brand detektiert hat, müssen folgende Aktionen automatisch ausgelöst werden:

- Stillsetzen des Absaugsystems für Holzstaub und Späne
- Umschalten von Rückluft auf Fortluft

- Aktivieren eines sicht- und/oder hörbaren Alarms
- Deaktivieren der installierten Abreinigungssysteme, um die Wahrscheinlichkeit von Staubexplosionen zu verringern

4.8.4.6 Überwachung der Auslösung von Druckentlastungseinrichtungen

Eine Explosion innerhalb einer Filteranlage muss mit geeigneten Sensoren detektiert werden (z. B. mit Drucksensoren oder durch Überwachung der Explosionsdruckentlastungseinrichtungen mit geeigneter Sensorik, usw.). Wenn ein Sensor eine Explosion detektiert hat, müssen folgende Aktionen automatisch ausgelöst werden:

- Stillsetzen des Beschickungs- und Austragssystems (z. B. Ventilator, Zellenradschleuse, Kratzförderer)
- Aktivieren eines sicht- und/oder hörbaren Alarms

4.8.4.7 Funkendetektions- und -löscheinrichtungen/ Funkenlöschanlagen

Wenn an die Absauganlage Holzbearbeitungsmaschinen angeschlossen sind, bei denen eine höhere Wahrscheinlichkeit besteht, dass Zündquellen erzeugt werden, zum Beispiel Funken, Glimmnester oder andere heiße Teile, muss eine Funkenlöschanlage in der Absaugrohrleitung von diesen Maschinen zur Filtereinheit installiert werden.

Der Einbau einer Funkenlöschanlage ersetzt nicht konstruktive Maßnahmen. Sie kann jedoch zu einer Verringerung der Wahrscheinlichkeit der Übertragung einer Zündquelle in die nachgeschalteten Anlagenteile beitragen. Als eigenständige Maßnahme des Explosionsschutzes kann diese nicht betrachtet werden. Die Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkungen möglicher Explosionen sind weiterhin zwingend erforderlich.

Bei folgenden Maschinen kann die Wahrscheinlichkeit Zündquellen zu erzeugen bei bestimmten Anwendungen und verarbeiteten Materialien erhöht sein:

- Breitbandschleifmaschinen
- Mehrblattkreissägemaschinen
- Zerkleinerer und Zerspaner
- Hochleistungs-Hobel- oder -Fräsmaschinen für vierseitige Bearbeitung

Nähere Einzelheiten siehe Abschnitt „Funkenlöschanlagen“ Seite 14 der [DGUV Information 209-045](#) und [DGUV Information 209-200](#).

4.8.4.8 Funktionsüberwachung für Austragsysteme

Um ein unkontrolliertes Überfüllen der Anlage zu vermeiden, sollte die Funktion der Austragsysteme überwacht werden, damit Störungen ihrer Funktion rechtzeitig erkannt werden. Zu diesem Zweck haben sich Drehüberwachungen der Antriebselemente bewährt:

- Rotation von Zellenrädern
- Drehung von Schnecken
- Drehung der Antriebsachsen von Schubböden
- Rotation der Antriebsspindel von Rührwerken

Wenn ein Sensor einen Brand oder eine Explosion detektiert hat, muss die Absauganlage und damit auch die Austrageinrichtung sicher stillgesetzt werden.

4.9 Brand- und Explosionsschutz

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 3.9

Das Holzverarbeitende Gewerbe gehört zu den am häufigsten von Brand- und Explosionsereignissen betroffenen Gewerbebranchen.

Dabei konzentrieren sich diese Ereignisse auf Betriebs- und Anlagenbereiche, in denen Anhäufungen von Spänen und Staub vorhanden sind. In Betriebsbereichen (Werkstatt, etc.) müssen solche Anhäufungen generell durch geeignete, regelmäßig anzuwendende Reinigungs- und Entsorgungsmaßnahmen vermieden werden.

In Anlagenbereichen (z. B. Abscheider/Filter oder Lager-einrichtungen/Silos) treten solche Anhäufungen „bestimmungsgemäß“ auf oder können – ohne technische Maßnahmen – nicht vollständig vermieden werden (z. B. in manchen Fällen innerhalb von Rohrleitungen). Daher sind hier regelmäßig besondere Maßnahmen zur Brandbekämpfung und zum Explosionsschutz erforderlich.

Das Auftreten wirksamer – vor allem extern in die Anlage eingebrachter – Zündfunken kann aufgrund der Bearbeitungs-Randbedingungen bei der Holzbe- und

-verarbeitung ebenfalls nicht sicher unterbunden werden. Lediglich die Häufigkeit eines Funken-Eintritts in die kritischen Anlagenbereiche kann mit technischen und organisatorischen Maßnahmen minimiert werden.

Im Rahmen der obligatorischen Gefährdungsbeurteilung sind Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber aufgefordert, die speziellen Brand- und Explosionsgefahren zu beurteilen und die erforderlichen Maßnahmen abzuleiten. Kann das Auftreten explosionsfähiger Gemische nicht sicher ausgeschlossen werden sind Arbeitgeberinnen und Arbeitgeber gemäß den Anforderungen der GefStoffV (§ 6) verpflichtet, ein Explosionsschutzkonzept/-dokument zu erstellen, in dem die Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Gemische bewertet wird und die erforderlichen sowie umgesetzten Schutzmaßnahmen im Sinne des Explosionsschutzes schriftlich dokumentiert werden.

Im Rahmen dieses Konzepts sind

- die Wahrscheinlichkeit des Auftretens gefährlicher explosionsfähiger Gemische innerhalb der Anlagen sowie im Aufstellungsbereich zu bewerten,
- die Eignung der getroffenen technischen und organisatorischen Maßnahmen hinsichtlich des Umfangs und der Wirksamkeit für die Erreichung der Ziele des Explosionsschutzes (Vermeidung explosionsfähiger Gemische/Zündquellenvermeidung) nach dem Stand der Technik zu beurteilen,
- die erforderlichen Maßnahmen zur Begrenzung der Auswirkung von Explosionen (konstruktiver Explosionsschutz) zu ergreifen, falls ein gleichzeitiges Vorliegen gefährlicher explosionsfähiger Staub-/Luft-Gemische und einer wirksamen Zündquelle trotz der getroffenen Maßnahmen nicht sicher ausgeschlossen werden kann,
- die Beseitigung von vorhandenen Mängeln zu terminieren und zu organisieren sowie
- ein Prüf- und Überwachungskonzept (vgl. Kapitel 6 dieses Dokumentes) zu implementieren.

Maßnahmen zum Explosionsschutz betreffen besonders die Vermeidung des Eintrags von Zündquellen in die gefährdeten Anlagebereiche und die Begrenzung der Auswirkung einer auftretenden Explosion sowie die Unterbindung der Übertragung der Auswirkungen auf benachbarte Betriebs- und Anlagenteile.

Das Explosionsschutzkonzept ist (nach seiner Umsetzung) in einem Explosionsschutz-Dokument schriftlich festzuhalten.



Hinweis

Die bei der Gefährdungsbeurteilung und der Beurteilung und Auslegung von Absauganlagen anzuwendenden Brenn- und Explosionskenngrößen können der [DGUV Information 209-045](#) und der öffentlich zugänglichen Datenbank GESTIS-STAUB-EX der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) entnommen werden.

Nähere Informationen zum Brand- und Explosionsverhalten von Holzstäuben gibt Abschnitt 4.1 dieser DGUV Information.

Die grundlegenden Konzepte zur Herstellung eines Brand- und Explosionsschutzes nach dem Stand der Technik an Absauganlagen können Abschnitt 3.9 der [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ entnommen werden.

5 Planung der Gesamt-Anlage

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 4

Die gute Planung einer Absauganlage für Holzstaub und -späne berücksichtigt alle gesetzlichen und betrieblichen Anforderungen an die Anlage und stellt gleichzeitig eine auch wirtschaftlich vernünftige Gesamtlösung dar. Dabei hat sie nicht nur die Investitions-Aufwendungen, sondern die laufenden Betriebskosten (Energie, Wartung, erforderlicher Prüfaufwand) im Blick.

Absauganlagen verursachen im Holzverarbeitenden Handwerksbetrieb ca. 30–40% der Energieaufwendungen, die sich vor allem aus Aufwendungen für elektrische Energie und Heizenergie zum Ausgleich des Wärmeverlusts durch den Luftaustausch zusammensetzen. Ein Anliegen einer sachgerechten Planung der Gesamt-Anlage ist die Minimierung dieser Aufwendungen.

5.1 Bauarten von Absauganlagen

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 4.1

Für den strukturellen Aufbau von Absauganlagen gibt es grundsätzlich verschiedene Konzeptionen mit mehreren Untervarianten. Unterscheidungskriterien sind die Zusammenfassung von Absaugstellen im Leitungsnetz, die Art und örtliche Lage der Abscheider sowie die Zahl der Ventilatoren und ihre Anordnung innerhalb der Anlage.

Alle Varianten haben spezifische Vor- und Nachteile. Die gute Planung muss immer auf den Einzelfall abgestimmt sein und wird die Vorteile für den Anwendungsfall herausarbeiten und die Nachteile minimieren.

Um die Aufgaben zur Erfassung, Förderung und Abscheidung von Holzstaub und -spänen aus dem Arbeitsbereich der Beschäftigten zu erfüllen, bestehen Absauganlagen grundsätzlich aus den folgenden Basis-Bestandteilen:

- Erfassungselemente zur Aufnahme von Staub und Spänen an den abzusaugenden Bearbeitungsstellen
- Rohrleitungen für den pneumatischen Transport des Späne-Luft-Gemischs

- Ventilatoren als Strömungsmaschinen, die elektrische Energie in Volumenstrom und Pressung (Druckdifferenz) umsetzen
- Abscheider zur Trennung des Späne-Luft-Gemischs von der transportierenden Luft
- Sammelbehälter/Lagereinrichtung zur Aufnahme des abgeschiedenen Staub-Späne-Materials

Daneben werden in Abhängigkeit von den konkreten Einsatz- und Umgebungsbedingungen in variierendem Umfang noch Regel- und Absperreinrichtungen an den Erfassungsstellen, in den Absaugleitungen oder Abscheidern sowie Einrichtungen zur Steuerung und Überwachung der bereitzustellenden Luftmengen und des sicherheitsgerechten Anlagenzustands eingesetzt.

Die nachfolgenden Ausführungen beschreiben die in der Holzbearbeitung praxisrelevanten Möglichkeiten zur Zusammenstellung der Bauteile zu komplexen Anlagen und deren Vor- und Nachteile.

5.1.1 Zusammenfassung der Erfassungsstellen im Leitungsnetz

Im Wesentlichen werden in Absauganlagen für Holzstaub und -späne drei Varianten des strukturellen Aufbaus einer stationären Anlage unterschieden:

- Einzelabsaugung
- Zentralabsaugung
- Gruppenabsaugung

5.1.1.1 Einzelabsaugung

Bei der Einzelabsaugung wird jede Absaugeinheit (Bearbeitungsmaschine, abgesaugter Arbeitstisch, etc.) über eine eigene Absaugleitung an den Abscheider angeschlossen.

Vorteilhaft dabei ist, dass der Leitungsquerschnitt relativ exakt auf die Anforderungen der abzusaugenden Maschine angepasst werden kann. Das gilt sowohl für die (Mindest-) Luftgeschwindigkeit, als auch für den an das Gesamtanlagen-Niveau anzupassenden Gesamt-Strömungswiderstand, bestehend aus dem Widerstand der abzusaugenden Maschine und dem der Absaugleitung. Dadurch gelingt der hydraulische Abgleich in der

Regel besser und die Luftmenge kann insgesamt minimiert werden.

Nachteilig ist der häufig höhere Aufwand im Bereich der Rohrleitungen. Unter Umständen müssen auch mehrere Leitungen mit Funkendetektions- und -löscheinrichtungen überwacht und durch Brandwände mit den entsprechenden Verschlüssen geführt werden. Auch im Bereich des Abscheiders ist der Aufwand höher, da hier eine entsprechend größere Anzahl an Rohrstutzen vorzusehen und der Vorabscheidebereich entsprechend großvolumig zu gestalten ist.

5.1.1.2 Zentralabsaugung

Im Gegensatz zur Einzelabsaugung werden bei der Zentralabsaugung sämtliche Erfassungsstellen in einer Rohrleitung zusammengefasst und dann in den Abscheider eingeleitet.

Vorteilhaft dabei ist die Einfachheit der Konstruktion und die etwas größere Flexibilität beim nachträglichen Einbinden von weiteren Erfassungsstellen. Häufig lassen sich solche Konstruktionen auch mit geringeren Investitionskosten als bei der Einzelabsaugung umsetzen.

Diesen Vorteilen stehen allerdings nicht zu vernachlässigende Nachteile gegenüber:

Im Fall geringer Volumenstrom-Anforderungen aus den Erfassungsstellen ist der Querschnitt der Hauptleitung für diese Volumenströme überdimensioniert. Um den Ausfall des Materials zu vermeiden und die Flugförderung aufrecht zu erhalten, muss die Hauptleitung mit sogenannter Beiluft gefüllt werden. Zu diesem Zweck müssen entweder die Absperrschieber von aktuell nicht betriebenen Maschinen-Anschlüssen geöffnet oder es müssen spezielle Einrichtungen wie Luftinjektoren oder Bypass-Klappen installiert werden, die automatisch bei Unterschreiten des Mindest-Volumenstroms einsetzen beziehungsweise öffnen. Diese zusätzlich abzusaugenden Luftmengen müssen vom Ventilator zur Verfügung gestellt werden, wodurch der Energieaufwand (Strom und Heizkosten) in solchen Betriebszuständen häufig deutlich erhöht wird.

Um solche Maßnahmen anlagentechnisch umzusetzen, ist der Steuerungs- und Regelungs-Aufwand bei dieser Variante nicht selten deutlich höher als bei anderen Varianten.

5.1.1.3 Gruppenabsaugung

Bei der Gruppenabsaugung werden jeweils mehrere Absaugstellen zu Gruppen zusammengefasst. Bei der Auswahl für die Gruppenzusammenstellung spielt die örtliche Lage der einzelnen Erfassungsstellen eine zentrale Rolle. Im Idealfall sind auch die Absauganforderungen innerhalb der Gruppen sehr ähnlich.

Die Variante „Gruppenabsaugung“ stellt damit einen Kompromiss zwischen den anderen beiden Varianten dar. Ob es gelingt, die Vorteile der Einzelabsaugung zur Wirkung zu bringen und die Nachteile der Zentralabsaugung weitgehend zu vermeiden, hängt davon ab, wie gut die Auslegung im Einzelfall an den Absaugbedarf und die Umgebungsbedingungen angepasst werden kann.

5.1.2 Ventilatoranordnung mit Bezug zum Abscheider

Ein weiteres wichtiges Kriterium für die Bauart einer Absauganlage ist die Anordnung der Ventilatoren innerhalb der Anlage, also die Frage, ob die Ventilatoren vor dem Abscheider „rohluftseitig“ oder hinter dem Abscheider „reinluftseitig“ installiert werden sollen. Beide Anordnungen sind bei der Absaugung von Holzstaub und -spänen gebräuchlich, wobei sich für neue Anlagen die „reinluftseitige“ Anordnung aufgrund der im weiteren Verlauf erläuterten Vorteile durchgesetzt hat.

5.1.2.1 Rohluftseitige Ventilator-Anordnung

Bei der rohluftseitigen Anordnung sind die Ventilatoren in Strömungsrichtung vor dem Abscheider angeordnet. Daher stehen nur die saugseitigen Leitungsabschnitte unter Unterdruck und der Rest der Anlage, insbesondere auch der Abscheider, steht unter Überdruck.

Vorteil dieser Bauweise, besonders in Kombination mit einer Gruppen- oder Einzel-Absaugung, ist die Tatsache, dass das Leistungsverhalten der Ventilatoren häufig besser an die Absaugbedürfnisse der angeschlossenen Erfassungsstellen angepasst werden kann als bei der reinluftseitigen Variante.

Diesem Vorteil stehen aber auch einige Nachteile gegenüber:

- Da der Abscheider unter Überdruck steht, können bei filternden Abscheidern Undichtigkeiten zu hohen Staubbelastungen im Umfeld führen.
- Das Ventilator-Laufrad wird bei dieser Variante mit Material beaufschlagt. Dabei kann die Beschauelung des Laufrads durch Abrasion infolge aggressiver Material-Bestandteile hohem Verschleiß ausgesetzt sein. Eventuelle Materialanbackungen können das Laufrad in Unwucht bringen.
- Die aufgrund der Materialbeladung notwendige offene Bauweise des Laufrads erzielt einen relativ geringen Wirkungsgrad.
- Im Rohluftbereich eingebaute Ventilatoren können in Extremfällen als mögliche Zündquellen nicht ausgeschlossen werden.



Hinweis

Bei größeren Luftmengen werden bei Anwendungen mit gleichbleibender Luftmenge von einzelnen Herstellern rohluftseitige Industrieventilatoren mit geschlossenen Laufrädern in massiver Bauweise eingesetzt. Diese Industrieventilatoren haben die oben erwähnten Nachteile in der geschilderten Form nicht.

Blasen alle Ventilatoren in eine einzige Filteranlage ein, wie bei rohluftseitigen Gruppen- und Einzelabsaugungen üblich, besteht über diese Filteranlage eine drucktechnische Verbindung zwischen den Ventilatoren, weil in der Filteranlage zu jedem Zeitpunkt nur ein Druck vorliegen kann. Die Ventilatoren liefern ihre Absaugleistung damit nicht mehr unabhängig voneinander. Das hat folgende Konsequenzen:

Mit steigendem Volumenstrom (aus mehreren Ventilatoren) erhöht sich der Filterwiderstand. Die zur Überwindung dieses Filterwiderstands notwendige Pressung der Ventilatoren führt zu einer Verschiebung der Arbeitspunkte bei den Ventilatoren hin zu niedrigeren Volumenströmen. Wenn sich die Ventilatoren aufgrund fehlerhafter

Auslegung des Ventilators oder der Anlage in ihrem Pressungsverhalten deutlich unterscheiden, hemmen sie sich gegenseitig, das heißt die schwächeren Ventilatoren werden von den kräftigeren „überdrückt“ und verlieren somit überproportional an Saugleistung.

5.1.2.2 Reinluftseitige Ventilator-Anordnung

Bei der reinluftseitigen Anordnung sind die Ventilatoren in Strömungsrichtung nach dem Abscheider angeordnet. Daher stehen alle Anlagenteile unter Unterdruck – mit Ausnahme einer eventuell vorhandenen Rückluftleitung.

Das hat folgende Vorteile:

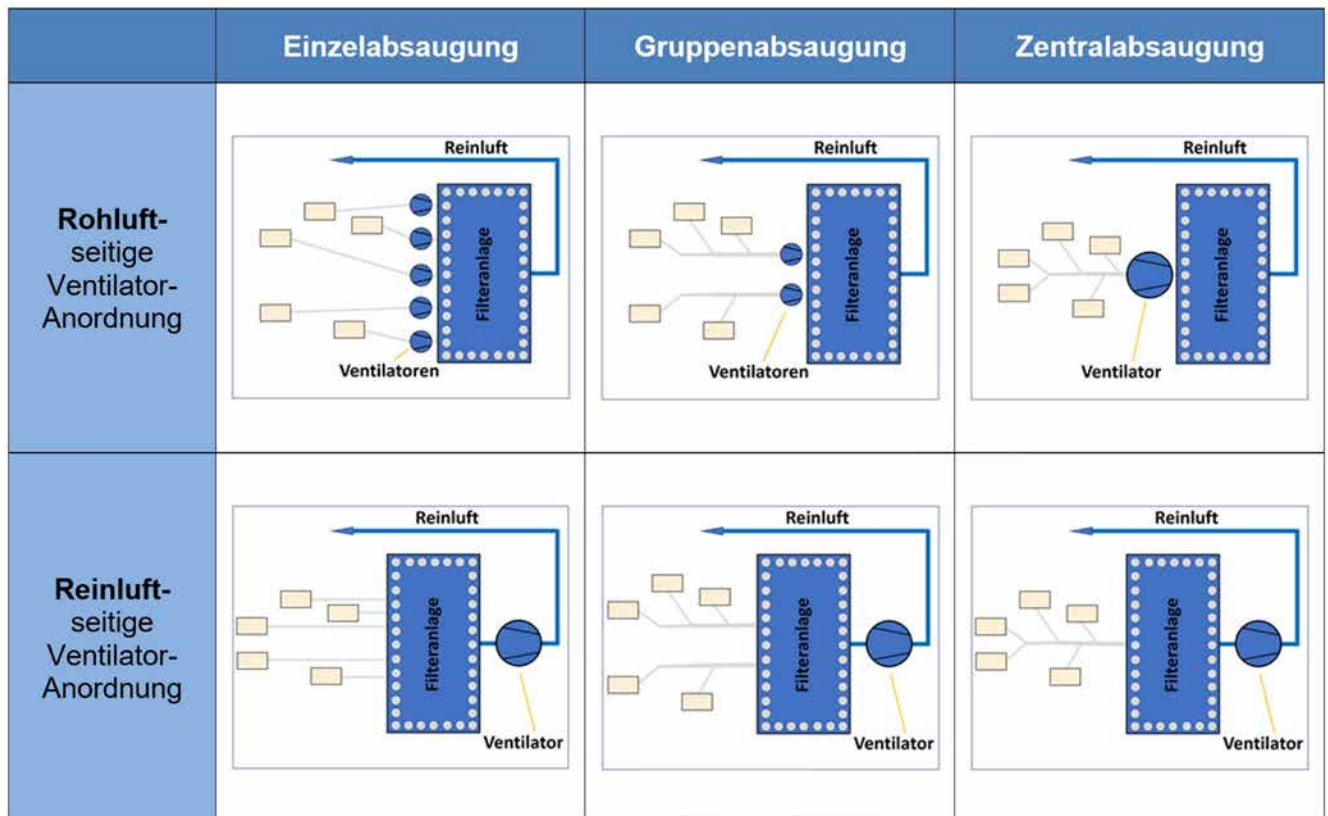
- Ein Staubaustritt aus dem Abscheider ist nur im Fall von Undichtigkeiten der Filterschläuche oder des Filterbodens zwischen Rohluft- und Reinluftbereich möglich. In diesem Fall kann allerdings der Staub durch die Rückluftleitung in die Arbeitsräume gelangen. Eine Reststaubgehaltsüberwachung erkennt solche Undichtigkeiten.
- Das Ventilator-Laufrad ist keinerlei Belastung aus Abrasion und nachfolgendem Verschleiß ausgesetzt.
- Die bei solchen Ventilatoren verwendeten geschlossenen Laufräder haben im Regelfall höhere Wirkungsgrade als offene Laufräder.

Allerdings sind auch bei dieser Variante einige Nachteile zu nennen:

- Das Abscheider-Gehäuse unterliegt durch den permanenten Unterdruck hohen Belastungen. In der Folge auftretende Undichtigkeiten können zu Falschlufteinströmungen führen und die Volumenstrom-Nutzleistung der Anlage teilweise reduzieren.
- Systembedingt kann nur ein ganz bestimmter Unterdruck erzeugt werden. Eine individuelle Anpassung an das für einzelne Rohrstränge erforderliche Druckniveau kann nur durch Maßnahmen zur Herstellung eines hydraulischen Abgleichs (z. B. Drossel-Einrichtungen oder Stützventilatoren) erfolgen.

In der folgenden Tabelle 50 sind die zuvor diskutierten Alternativen noch einmal zusammengestellt:

Tabelle 50 Prinzip-Skizze häufig verwendeter Systeme von Absauganlagen für Holzstaub und -späne



5.1.3 Absauganlagen mit mehreren Ventilatoren

In vielen Fällen ist es unwirtschaftlich, alle Verbraucher über nur einen Ventilator abzusaugen. Der Einsatz mehrerer Ventilatoren ist dann sinnvoll, wenn bei der Absaugung der Verbraucher im laufenden Betrieb stark unterschiedliche Voraussetzungen zu berücksichtigen sind. In der Holzbearbeitung gibt es bei der Absaugung der Maschinen große Unterschiede bei den folgenden Kriterien:

- Volumenstrombedarf
- Strömungswiderstände
- Auslastung
- Betriebszustände (Gleichzeitigkeit)
- Entfernungen zwischen den Standorten der Verbraucher (stark unterschiedliche Leitungslängen)

In diesen Fällen können angepasste Lösungen gefunden werden, bei denen einzelne Ventilatoren definierte Aufgaben übernehmen.

Dabei ergibt sich vielfach ein deutlich geringerer Energiebedarf, da die zur Verfügung stehende Ventilatorleistung bedarfsgerechter eingesetzt werden kann.

5.1.3.1 Reihenschaltung von Ventilatoren

Wenn in einer Absauganlage örtlich höhere Druckdifferenzen erforderlich werden, können mehrere Ventilatoren hintereinandergeschaltet werden. Dabei addieren sich die erzeugten Gesamt-Druckdifferenzen an der jeweiligen Einsatzstelle.

Die entsprechenden Zusatzventilatoren werden als „Stützventilatoren“ häufig in die Zuleitung zu einem besonders strömungsgünstig konstruierten Verbraucher (z. B. Bearbeitungszentrum) eingebaut, um das Unterdruckniveau in der Zuleitung anzuheben und dadurch

eine ausreichende Luftgeschwindigkeit (Volumenstrom) am Anschluss des Verbrauchers an die Absauganlage zu erzielen.

5.1.3.2 Parallelschaltung von Ventilatoren

Bei der Parallelschaltung von Ventilatoren sind mehrere Ventilatoren nebeneinander im Leitungsnetz oder im Reinluft-Bereich der Filteranlage – im sogenannten Filterkopf – angeordnet. Bei dieser Anordnung addieren sich die von den Ventilatoren erzeugten Luftvolumenströme bei konstanter Gesamt-Druckdifferenz. Somit können mit sich ändernden Volumenstromanforderungen Ventilatoren zu- und abgeschaltet werden. Die Leistung der eingesetzten Ventilatoren kann gleich oder abgestuft sein (z. B. ein Ventilator 7,5 kW, zwei Ventilatoren je 5,5 kW).

Die Ventilatoren können mit einer festen, für alle identischen Drehzahl betrieben werden. Einzelne Ventilatoren können aber auch mit variabler Drehzahl laufen. Das ist zum Beispiel bei einer Kombination aus Grundlast-Ventilator mit in der Regel variabler Drehzahl und mehreren Teillast-Ventilatoren mit konstanter Drehzahl der Fall. Bei Erreichen des Nennvolumenstroms des geregelten Ventilators werden die (ungeregelten) Teillast-Ventilatoren sukzessive zugeschaltet.

Der Vorteil jeder Lösung mit mehreren Ventilatoren ist die Tatsache, dass auch bei Ausfall eines Ventilators eine Grundversorgung sichergestellt ist.

5.1.4 Positionierung von Filteranlagen

Ein wichtiges Kriterium bei der Planung einer Absauganlage für Holzstaub und -späne ist der Ort der Aufstellung der Filteranlage und damit dessen Lage innerhalb der gesamten Absauganlage. Für die Wahl des richtigen Konzepts ist auf folgende Kriterien zu achten:

- Anfall von abgedichtetem Material
- Soll die gefilterte Luft in den Betrieb zurückgeführt werden oder nicht?
- Örtliche Distanzen zwischen Werkhalle und Späne-Lagereinrichtung
- Brand- und Explosionsschutz-Konzept
- Bauabstands- und Immissionsschutz-Vorgaben

5.1.4.1 Aufstellung im Freien (z. B. Zwischenfilter)

Diesen Typ gibt es praktisch in allen Größen und Ausführungen. Größere Anlagen werden häufig als Zwischenfilter bezeichnet, da sie mit einer eigenen Austragung ausgestattet sind. Die eigentliche Materiallagerung erfolgt örtlich oft weit getrennt in Silos oder bei geringerem Späne-Anfall auch in speziellen Containern. In diesem Fall ist in der Regel eine pneumatische oder mechanische Späne-Transportleitung erforderlich.

Wenn die Sammelwannen unterhalb der Filterebene ausreichend groß dimensioniert sind, kann der Betrieb der Austragung bei solchen Filteranlagen weitgehend unabhängig vom Betrieb der Absaugventilatoren erfolgen.

Wenn, wie es in der Praxis bei größeren Anlagen häufig der Fall ist, das Späne-Material pneumatisch über Transportventilatoren in das Silo gefördert wird, kann dieser getaktete Betrieb zu nennenswerten Energieeinsparungen führen.

Kleinere Anlagen entsorgen dagegen häufig in Späne-Tonnen oder Brikett-Pressen.

Solche Anlagentypen haben mehrere Vorteile im Vergleich mit den nachfolgend angesprochenen Silovarianten. Wenn die örtlichen Gegebenheiten es zulassen, können diese Anlagen direkt in der Nähe der Werkstattgebäude stationiert werden. Das verkürzt die Längen rohluft- und reinluftseitiger Leitungen und reduziert damit Ventilatorleistungen und Wärmeverluste.

Bei entsprechendem Platz können solche Anlagen problemlos erweitert werden. Die Hersteller bieten fast alle entsprechende Baukasten-Systeme an.

In aller Regel sind solche Anlagen wegen der besseren Zugänglichkeit auch wartungsfreundlicher konstruiert als die Silovarianten.

Nachteilig sind neben dem Platzbedarf solcher Anlagen vor allem die höheren Kosten für die notwendigen Austragungs- und Späne-Transportsysteme. Für große Anlagen, die im Unterdruckbetrieb gefahren werden, stellen sie meistens jedoch die einzige Alternative dar.

5.1.4.2 Siloeinbaufilter

Siloeinbaufilter (auch Deckenfilter genannt) sind eine technisch einfache und ursprünglich relativ billige Lösung. Aufgrund der nachfolgend erläuterten Schwächen dieser Konstruktion in Bezug auf Filterbelegung und Explosionsrisiken wird diese veraltete Bauart bei Neuanlagen nicht mehr angewendet.

In der Regel wird unterhalb der Filterebene direkt in das Silo eingeblasen und damit der Späne-Lagerraum zur Vorabscheidung genutzt. Je nach Anbringung (stehend oder hängend) der Filterschläuche erfolgt die Durchströmung der Filter von innen nach außen (Innenbeaufschlagung) oder von außen nach innen (Außenbeaufschlagung). Auf eine gesonderte Filteraustragung wird in der Regel verzichtet. Das Silogebäude übernimmt gleichzeitig die Funktion des Filtergehäuses. Siloeinbaufilter sind ausschließlich für Überdruckanlagen konzipiert.

Wegen der großen Expansionsräume im Rohluft- und im Reinluftbereich kühlt die Luft in der kalten Jahreszeit, relativ stark ab, besonders bei diskontinuierlichem Anlagenbetrieb, was zu Problemen mit der Durchfeuchtung des Filtermaterials (Taupunktunterschreitung) führen und die Wärmerückgewinnung bei Luftführung deutlich reduzieren kann.

Wegen des zwangsläufig im Silo vorhandenen Überdrucks neigen die abgelagerten Späne häufiger als bei anderen Varianten zur Brückenbildung. Daraus ergeben sich Probleme bei der Austragung der Späne aus dem Silo.

Um bei direkter Einblasung in das Silo die einseitige Befüllung zu vermeiden, empfiehlt sich die Anordnung von Leitblechen (Prallabscheider) im Bereich unterhalb der Filterebene. Außerdem werden durch diese Maßnahme die empfindlichen Berstscheiben vor direktem Späne-Beschuss bewahrt.

Bei der Konstruktion „Siloeinbaufilter mit direkter Einblasung der Absaugluft in den Späne-Sammelraum des Silos“ werden die „Filtersäcke“ hoch beansprucht, da sich die Rohluft aufgrund der Einblasung und der damit verbundenen permanenten Staubaufwirbelung stark mit Staub anreichert und aufgrund des großen Silovolumens vor allem im Winter und in den Übergangszeiten häufig innerhalb des Silos der Taupunkt unterschritten wird.

Dabei nimmt das Filtermaterial Feuchtigkeit auf, wenn es nicht beschichtet ist, wodurch es unbrauchbar werden kann. Außerdem wird bei dieser Konstruktion dauerhaft die UEG (untere Explosionsgrenze) überschritten, sodass die Brand- und Explosionswahrscheinlichkeit gegenüber anderen Konstruktionen stark erhöht ist.

Siloeinbaufilter wurden in der Vergangenheit vorwiegend im Bereich mittelgroßer Filteranlagen (80–200 m² Filterfläche) mit niedrigen Filterflächenbelastungen ($< 100 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$) eingesetzt.

Bei weitgehend gefüllten Silos kommt es häufiger zu Aufwirbelungen des abgelagerten Materials durch den Einblasstrahl, so dass die Staubbelastung der Rohluft bei der Filter-Durchströmung stark zunimmt. Das führt zu höheren Ablagerungen in den Schläuchen und damit zu höheren Widerständen bei der Durchströmung, mit der Folge reduzierter Absaugleistungen.

5.1.4.3 Siloaufsatzfilter

Siloaufsatzfilter werden auf die Silodecke gesetzt. Dadurch ist ein größerer Anteil des vorhandenen Silovolumens nutzbar als beim Siloeinbaufilter. Allerdings benötigen Siloaufsatzfilter auch ein eigenes Filtergehäuse als Wetterschutz.

Die Expansionsvolumina sind im Reinluftbereich in der Regel kleiner als beim Siloeinbaufilter. Der Rohluftbereich kann allerdings ohne eigene Austragung gestaltet sein. Für diesen Fall ergeben sich weitgehend die gleichen Probleme und Nachteile, wie sie für den Siloeinbaufilter genannt werden.

Wird der Filter allerdings mit einer Späne-Wanne unterhalb der Filterschläuche ausgestattet, in die direkt eingeblasen wird und aus der über eine Schnecke und eine Zellenradschleuse ausgetragen wird, kann die Absauganlage auch als Unterdruckanlage ausgelegt werden.

Da die Filteranlage durch die Zellenradschleuse vom Silo drucktechnisch weitgehend entkoppelt ist, ergeben sich auch nicht die beim Siloeinbaufilter genannten Probleme mit der Verdichtung des abgelagerten Späne-Materials.

Siloaufsatzfilter kommen vorwiegend für kleinere und mittelgroße Anlagen mit Filterflächen von 40–300 m² und mittleren Filterflächenbelastungen bis ca. $125 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

zum Einsatz. Kleinere Anlagen dieses Typs findet man auch häufiger als Endabscheider in größeren Absauganlagen, bei denen die Späne mit einer eigenen pneumatischen Transportleitung vom Hauptfilter in das Silo gefördert werden.

Der wesentliche Nachteil des Konzepts mit Siloaufsatzfilter (wie auch mit Siloeinbaufilter) ist die praktisch nicht vorhandene Möglichkeit zur Erweiterung, da die Größe solcher Filteranlagen durch die Größe der Silodeckfläche begrenzt ist.

5.1.4.4 Zyklon-Filter

Diese Konstruktion unterscheidet sich von anderen Filteranlagen vor allem durch die Art der Vorabscheidung. Während herkömmlicherweise Vorabscheider in Filteranlagen als Schwerkraftabscheider konzipiert sind, kommt bei diesem Typ das Prinzip der Fliehkraftabscheidung zur Anwendung. Es handelt sich also um eine Kombination zwischen Zyklon und Filter.

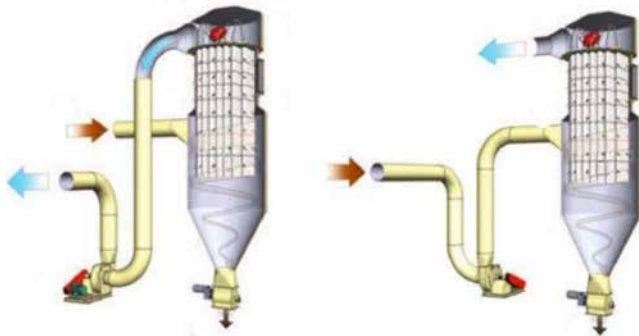


Abb. 89 Prinzip-Skizze Zyklon-Filter

Die Luft aus einem oder mehreren Ventilatoren tritt tangential in den Vorabscheider ein. Durch die Fliehkraft werden die groben Teilchen separiert und abgeschieden. Die staubbeladene Luft strömt anschließend im Zentrum des Zentrifugen-Wirbels in den Filterbereich, wo die Endabscheidung erfolgt.

Die Konstruktion verbindet Vor- und Nachteile von zyklonischen und filternden Abscheidern. Vorteilhaft ist die wirksamere Vorabscheidung. Sie ermöglicht in Verbindung mit dem Druckluft-Regenerationsverfahren höhere Filterflächenbelastungen ($> 150 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$) und damit kleinere Filterflächen. Allerdings ist der gesamte

Druckverlust mit ca. 800 Pascal etwas höher als bei herkömmlichen Filtern.

Weiterhin bedarf es bei dieser Konstruktion keiner Regenerationspausen, so dass im Dauerbetrieb gefahren werden kann.

Nachteilig ist, wie bei allen zyklonischen Abscheidern, die Tatsache, dass optimale Abscheideergebnisse nur in einem einzigen Arbeitspunkt erzielt werden können.

Außerdem führen nachträgliche Anlagenerweiterungen zwangsläufig zur Aufstellung neuer oder zusätzlicher Einheiten, was unter Umständen teurer ist als die Erweiterung einer Filteranlage im Baukastensystem.

Als Konsequenz aus den genannten Vor- und Nachteilen findet man diese Anlagenkonzeption vor allem in Industriebetrieben mit „Dauerbetrieb“ der Absauganlage, gelegentlich aber auch in größeren Handwerksbetrieben vor.

5.1.4.5 Entstauber für Innenaufstellung/ Kompaktanlagen

Entstauber sind als Alternative zu stationären Absauganlagen zu sehen, besonders für Kleinbetriebe, und dienen zum Absaugen einzelner oder weniger Maschinen. Es gibt sie üblicherweise mit Anschluss-Durchmessern von 100 mm bis 355 mm. Nach DIN EN 16770:2018-12 haben diese Geräte einen maximalen Nennvolumenstrom von $8.000 \text{ m}^3/\text{h}$ und ein maximales Rohluftvolumen von $3,5 \text{ m}^3$. Geräte mit größeren Anschluss-Durchmessern, Nennvolumenströmen und/oder Rohluftvolumina sind eventuell lieferbar, aber nach derzeitigem Stand für eine Aufstellung im Arbeitsraum nicht zulässig. Somit gibt es derzeit und auch in Zukunft keine geprüften Geräte dieser Größe auf dem Markt.

Entstauber vereinigen alle wesentlichen Komponenten einer Absauganlage in einem Gerät und bestehen im Wesentlichen aus:

- Vorabscheider
- Filterbereich
- Austragung
- Ventilatereinheit
- Reinluftbereich

Bei allen geprüften Geräten sind reinluftseitige Ventilatoren vorhanden. Die Ventilatorleistungen variieren zwischen 1,1 kW und 15 kW.

Wegen der beengten Platzverhältnisse sind die Filtereinheiten sehr klein. Für die benötigten Volumenströme (bis 8.000 m³/h) ergeben sich zwangsläufig hohe Filterflächenbelastungen von ca. 200 m³/(m² * h).

Ist der Entstauber ausreichend leistungsfähig (Unterdruck an der Schnittstelle > 2.000 Pascal) können an ihn kleinere Rohrnetze angeschlossen werden, so dass für den Handwerksbetrieb kompakte Absauganlagen realisiert werden können.

Da die maximal vertretbare Gleichzeitigkeit meist sehr gering ist (1–3 Maschinen) müssen in aller Regel Automatikschieber installiert werden.

Die Entsorgung des abgeschiedenen Materials kann wahlweise über Staubsammel-Behälter, eine Brikett-Presse oder eine Zellenradschleuse erfolgen.

Nähere Informationen dazu enthält Abschnitt „Entstauber“ der [DGUV Information 209-045](#).

Für einen einwandfreien Betrieb solcher Geräte sind zwei Punkte von besonderer Bedeutung:

- Um beim Betrieb ein Einsaugen der in den Sammelbereichen eingelegten Abfüllsäcke in die Filterschläuche zu vermeiden und das Füllvolumen maximal zu halten, wird durch eine Verbindung zwischen der Druckseite (Reinluftseite) des Ventilators und der Sammeltonne gleiches Druckniveau geschaffen. So erreicht man im Zwischenraum zwischen Tonne und Abfüllsack einen Unterdruck gegenüber dem Sackinneren. Der Sack wird also förmlich angesaugt. Für den staubarmen Betrieb ist demnach aber die Unversehrtheit der eingelegten Säcke unabdingbar, da sonst eine direkte Verbindung zur Reinluftseite besteht.
- Bedingt durch die Bauform der eingesetzten Filterschläuche oder Filterpatronen, die oftmals eine extrem niedrige Bauweise, einen kleinen Querschnitt und nur sehr geringe Abstände untereinander haben, können bei einer starken Massivholzverarbeitung (grobes Späne-Material) Probleme auftreten, weil die Späne nicht

ausfallen, sondern in die Schläuche oder deren Zwischenräume gezogen werden.

5.1.5 Materialtransport in Rohrleitungen

Um das transportierte Material ablagerungsfrei durch die Rohrleitungen transportieren zu können, muss es vom Luftstrom in Schwebelage gehalten werden können. Nur dann sind die Bedingungen für sogenannte Flugförderung gegeben.

Die Notwendigkeit ablagerungsfreien Förderns ergibt sich zum einen aus der Gefahr von Leitungsverlegungen (Verstopfungen) mit Querschnittsverminderung und zum anderen aus den Forderungen des Brand- und Explosionsschutzes.

5.1.5.1 Materialtransport bei verminderten Luftgeschwindigkeiten

Die genannten Mindest-Luftgeschwindigkeiten für einen ablagerungsfreien Materialtransport in der Haupt-Sammelleitung können unterschritten werden, wenn die Ablagerung des Materials in der Rohrleitung mit anderen technischen Maßnahmen verhindert oder das Staub-Späne-Gemisch in einen unkritischen Zustand überführt wird.

Eine Möglichkeit, Ablagerungen in der Hauptleitung bei geringen Luftgeschwindigkeiten zu verhindern besteht darin, Injektionsluft in bestimmten Abständen in den unteren Teil des Rohrs einzusaugen oder einzublasen. Durch die Injektionsluft werden Staub und Späne in Schwebelage gehalten und weiter transportiert.

Die aufzuwendende elektrische Leistung der Absaugung und die Druckverluste bei der Durchströmung der Absaugleitung werden trotz der für die Injektionsluft benötigten Zusatzenergie verringert.

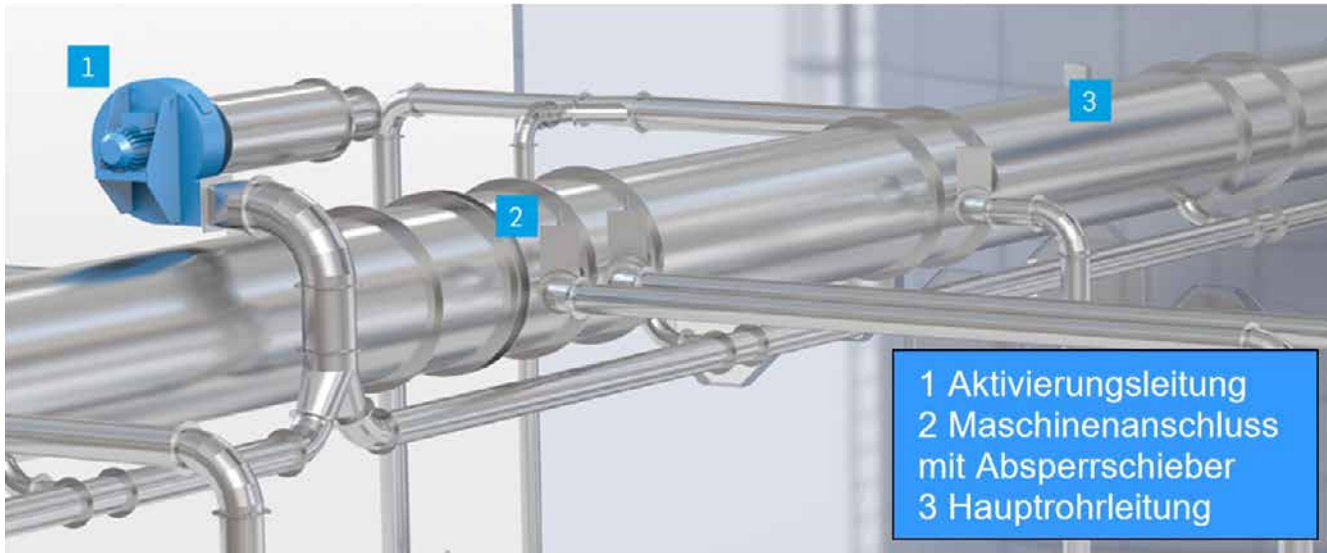


Abb. 90 Materialtransport in Absauganlagen für Holzstaub und -späne mit eingeblassener Injektionsluft

5.1.6 Systeme für spezielle Anforderungen

Besonders zur Absaugung von staubintensiven, elektrisch oder pneumatisch betriebenen Werkzeugen (handgeführten Bearbeitungsmaschinen) müssen Anlagen zur Absaugung von Holzstaub und -spänen nach speziellen Erfordernissen ausgelegt sein. Das verlangt grundsätzlich andere Konzeptionen als bei der Absaugung ortsfester Holzbearbeitungsmaschinen und Anlagen.

Die Absaugung von handgeführten Bearbeitungsmaschinen erfordert vergleichsweise geringe Volumenströme und gleichzeitig – wegen der hohen Strömungswiderstände der Maschinen und der gering dimensionierten Rohrleitungen – (um den Faktor von mindestens 10) höhere Druckdifferenzen zur Erzeugung dieser Volumenströme. Entsprechend muss auch die Charakteristik des Absauggeräts anders ausgelegt sein. Während innerhalb der Absauganlage für größere Maschinen/Arbeitsplätze Ventilatoren vorgesehen werden, kommen für die Absaugung von handgeführten Bearbeitungsmaschinen in den Absauggeräten vor allem „Turbinen“ und spezielle Hochdruckventilatoren zum Einsatz, die die entsprechenden Differenzdrücke bei geringerem Volumenstrom erzeugen.

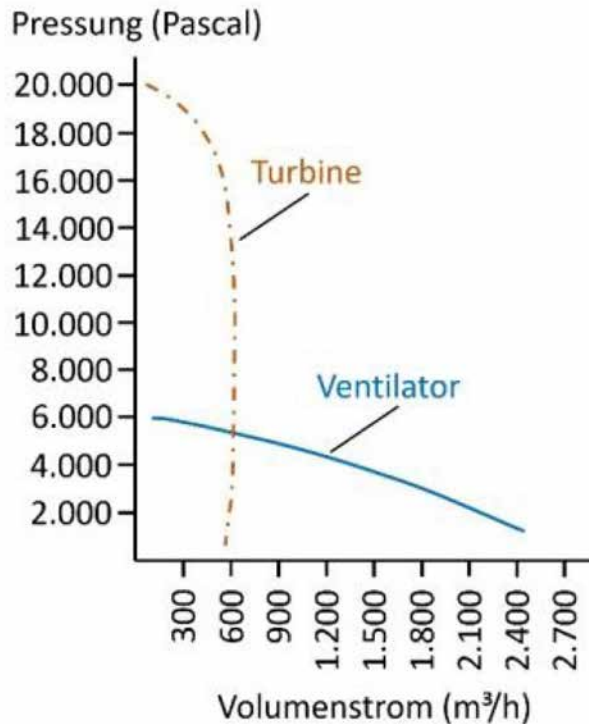


Abb. 91 Qualitativer Vergleich des Betriebsverhaltens von Turbinen und Ventilatoren

5.1.6.1 Entstauber für den ortsveränderlichen Betrieb (DIN EN 60335-2-69)

Kleine, meist handgeführte Maschinen tragen wesentlich zur Staubbelastung in den Arbeitsräumen bei. Die Möglichkeit der Staubreduktion durch einen integrierten Staubsack/Staubbeutel ist für einen professionellen Einsatz wegen der sehr geringen Wirksamkeit nicht zu empfehlen. Daher werden handgeführte Bearbeitungsmaschinen heute über sogenannte **Entstauber** für den **ortsveränderlichen Betrieb** (E.o.B.) abgesaugt.

Der E.o.B wird über einen Saugschlauch mit dem Bearbeitungswerkzeug verbunden. Solche Entstauber verfügen über eine Steckdose für den Anschluss des Elektrowerkzeugs.

Die Zahl der benötigten Geräte hängt von der Zahl der zu bedienenden Arbeitsplätze ab. Es kann immer nur eine Maschine angeschlossen und abgesaugt werden.

Die E.o.B. der Staubklassen „M“ und „H“ verfügen über eine Warneinrichtung, die bei Unterschreitung des notwendigen Volumenstroms eine optische oder akustische Warnung geben. Das unterscheidet sie von **Industriestaubsaugern (IS)**, die ausschließlich zum Aufsaugen abgelagerter Stäube vorgesehen sind. Warneinrichtungen sind bei Industriestaubsaugern nicht erforderlich, da die Bedienperson die mangelnde Saugleistung beim Aufsaugen direkt erkennt, und sich dadurch keine höheren Staubbelastungen ergeben.

E.o.B. können ohne weiteres auch als Industriestaubsauger zum Aufsaugen des abgelagerten Staubs verwendet werden. Damit die abgesaugten Stäube nicht wieder zurück in die Arbeitsbereiche gelangen, müssen sowohl E.o.B. als auch Industriestaubsauger mit einem Filter der Staubklasse „M“ oder „H“ ausgestattet sein.

Im Zweifelsfall ist die Anschaffung eines E.o.B. die bessere Variante, da er universell verwendet werden kann.

Alle Geräte führen die gefilterte Luft zwangsweise zu 100 % in den Aufstellbereich der Geräte zurück. Will man vermeiden, dass die Reinaluft in die Arbeitsbereiche gelangt, bleibt nur die Aufstellung der Geräte außerhalb der Arbeitsbereiche. Wegen der geringen Luftdurchsatzmengen und des ohnehin nicht besonders großen Anteils der Reststaubgehalte in der Rückluft an der Staubbelastung

am Arbeitsplatz ist auch eine Aufstellung im Arbeitsbereich sinnvollerweise nicht zu beanstanden. Zudem müssen E.o.B. der Staubklasse „M“ einen Abscheidegrad von mindestens 99,9% (Durchlassgrad < 0,1%) aufweisen.

Nähere Anforderungen sind in der [DGUV Information 209-084](#) „Industriestaubsauger und Entstauber“ enthalten.



Hinweis

Der Umgang mit den am Absaugschlauch angeschlossenen Maschinen erfordert eine Umstellung der Arbeitsweise, da der Schlauch zusätzlich zum Elektroanschlusskabel geführt werden muss. Für ein gutes Handling und eine positive Akzeptanz ist für mobile Einsätze ein Schlauchhalter, der am E.o.B. angebracht wird, und für ein stationär betriebenes Gerät ein Absaugarm ein sinnvolles Zubehör.



Abb. 92 (a + b): Entstauber für den ortsveränderlichen Betrieb der Staubklasse M mit Schlauchhalter (rechtes Bild) und Absaugarm für den stationären Einsatz (linkes Bild).

Ein Nachteil von E.o.B. zum Absaugen von handgeführten Bearbeitungsmaschinen ist, dass sie ein ziemlich geringes Sammelvolumen besitzen. Beim Anschluss von Maschinen, die einen höheren Anfall größerer Bestandteile produzieren, wie zum Beispiel Handhobelmaschinen oder kleine Tischkreissägen, wird damit ein häufiges Entleeren der Sammelbehälter erforderlich. Das ist nicht nur unkomfortabel, sondern kann wegen des damit verbundenen Beutelwechsels (staubfreie Entsorgung) auch teuer sein. Wird auf den Beutelwechsel verzichtet, kann das Gerät beschädigt werden.

Durch einen vorgeschalteten Fliehkraftabscheider (Zyklon), der auf einen größeren Sammelbehälter montiert wird, lässt sich das Fassungsvermögen vergrößern. Die Mehrzahl der Späne und Stäube werden in diesem Sammelbehälter vorabgeschieden. Der Saugstrom mit dem Späne-Staub-Gemisch tritt über den tangentialen Einlass in den Zyklon ein. Die Form des Fliehkraftabscheiders (Zyklon) ist so gestaltet, dass ein Wirbel erzeugt wird, damit die Partikel, die schwerer als Luft sind, infolge Schwerkrafteinwirkung durch die untere Auslassöffnung herausfallen und die Luft durch den oberen Auslass über die Filtereinheit des E.o.B. entweichen kann. Lediglich der restliche Feinstaub wird im Staubsammelbeutel des E.o.B. aufgefangen.

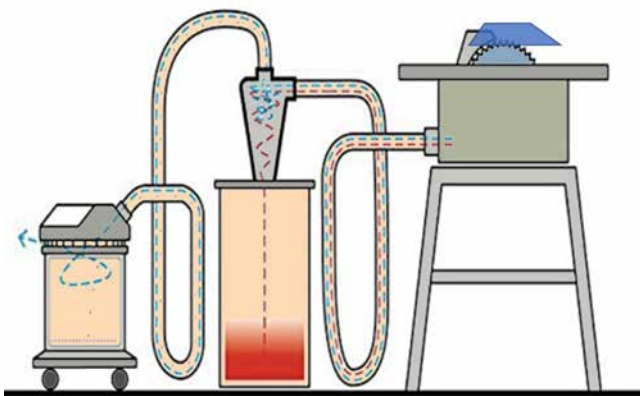


Abb. 93 (a + b): Funktionsprinzip Entstauber für den ortsveränderlichen Betrieb mit vorgeschaltetem Fliehkraftabscheider

5.1.6.2 Mittelvakuum-Absauganlagen

Alternativ zur Verwendung einer Vielzahl von E.o.B. kann auch eine stationär installierte Mittelvakuum-Absauganlage für die Absaugung von handgeführten Bearbeitungsmaschinen verwendet werden. Diese Anlagen liefern die erforderlichen hohen statischen Unterdrücke von 20.000–30.000 Pascal bei geringem Volumenstrom.

Die Mittelvakuum-Anlagen sind für den gleichzeitigen Betrieb mehrerer Elektrowerkzeuge oder sonstiger Verbraucher mit geringem Volumenstrom-Bedarf ausgelegt.

Das handgeführte Elektrowerkzeug kann über einen Saugschlauch und eine Steckverbindung an der nächstgelegenen Verbindungsstelle an unterschiedlichen Arbeitsplätzen angeschlossen werden.

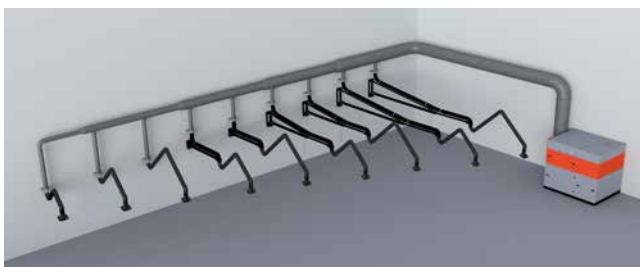


Abb. 94 (a + b): Mittelvakuum-Anlage für den Einsatz mehrerer stationärer Arbeitsplätze

Durchmesser und Länge der Sammel-Leitungen richten sich, wie bei allen Transportleitungen üblich, nach den Anforderungen an die angeschlossenen Verbraucher. In der Praxis werden Durchmesser von DN 70 mm bis DN 125 mm verwendet. Wegen der für einen störungsfreien Transport benötigten hohen Unterdrücke sind die Wandungsstärken in der Regel größer als bei anderen Absauganlagen.

Anschlussleitungen werden in der Regel in standardisierten Durchmessern von DN 50 mm bis DN 70 mm

ausgeführt, unabhängig vom Stutzen-Durchmesser der angeschlossenen Bearbeitungsmaschine. Bei den meist längeren Anschluss-Schläuchen werden auch kleinere Durchmesser (DN 28 mm, DN 35 mm) geliefert.

Am Kopf des Schlauchs befindet sich dann ein Adapter. Er wird an einen Klappdeckelverschluss gesteckt. Der Klappdeckelverschluss ist fest mit der Anschlussleitung verbunden. Der Schlauch kann einfach, ähnlich wie ein Stecker, in die Steckdose hineingesteckt und abgezogen werden.



Abb. 95 Adapter zum Anschluss von Bearbeitungsmaschinen



Abb. 96 Klappdeckelverschluss



Abb. 97 Energie-Absaugampel

Aufgrund des Betriebsverhaltens können diese Systeme keine großen Volumenströme absaugen. Daher ist es essenziell, dass alle aktuell nicht verwendeten Anschlüsse geschlossen sind. Die Verschlüsse müssen für sehr hohe Unterdrücke konstruiert sein.

Für die Boden- und Werkstattreinigung bieten die Hersteller spezielle Reinigungs-Sets an. Diese Sets können über eine meist längere Schlauchverbindungen direkt an jeden beliebigen Klappdeckelverschluss in der Anlage angeschlossen werden, so dass sie genauso flexibel verwendbar sind wie herkömmliche Staubsauger.

Absaugleitungen und die verwendeten flexiblen Schläuche müssen leitend und mit Erdung (Schutzleitersystem) verbunden sein. Die Materialien für die Schläuche müssen zu diesem Zweck einen hohen Kohlenstoffanteil haben.

An die Anlagensteuerung werden die gleichen Anforderungen gestellt wie bei den herkömmlichen Holzstaub-Absauganlagen:

- Gewährleistung der Mindesttransportgeschwindigkeit
- Absperren nicht benötigter Anschlüsse vom Netz
- Automatischer Gebläse-Anlauf
- Automatische Filterabreinigung
- Möglichkeit zur Not-Aus-Abschaltung

5.2 Definition der Anforderungen

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 4.2

Ein modernes Entstaubungskonzept wird nur durch den frühzeitigen Informationsaustausch realisiert, das heißt, ein enger Kontakt und eine gute Zusammenarbeit zwischen Betreiber, Aufsichtsbehörde und Entstaubungsfachleuten beziehungsweise Anlagen-Anbietern und -Anbieterinnen sind die Voraussetzungen für maßgeschneiderte und energetisch optimale Absaug- und Abscheideanlagen.

Bei der Definition der Anlage muss die Ausgangssituation genau benannt und dokumentiert werden. Diese Information stellt für die Auftragnehmer die Basis ihrer Projektierung dar. Bei späteren Änderungen der Randbedingungen oder des Prozesses sind Kenntnisse über die ursprünglichen Hintergründe von Vorteil. Vor Vertragsabschluss ist es notwendig, dass festgelegt wird, wie der Hersteller dem Unternehmen die abgesprochene Spezifikation der Anlage nachweist. Bei den Anforderungen sollten auch Einflussfaktoren auf die Umgebung betrachtet werden.

Sollen im Bereich der neuen Anlage vorhandene Komponenten mitverwendet werden oder geht es bei dem Projekt um die Erweiterung einer bestehenden Anlage, sind die technischen Daten dieser Anlagenteile mit zu beachten.

5.2.1 Ziele

Ein wesentliches Ziel ist in der Regel die Einhaltung der Gefahrstoffverordnung unter Berücksichtigung der Arbeitsstättenverordnung, des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, der Energieeinsparverordnung oder der Landesbauordnung. Auf dieser Basis können Forderungen an die Anlage definiert werden. Deshalb muss das Unternehmen bei der Planung ein Lastenheft erstellen, in dem die gewünschten Anforderungen beschrieben werden.

5.2.2 Randbedingungen

Bei der Errichtung oder wesentlichen Änderung einer Absauganlage für Holzstaub und -späne spielen folgende Randbedingungen eine wesentliche Rolle und sollten vom Betreiber vor Auftragsvergabe geklärt und dem ausführenden Hersteller mitgeteilt werden:

- Behördliche Auflagen
- Bauliche Voraussetzungen (z. B. Brandabschnitte, Feuerwiderstandsklassen) und Umgebungsbedingungen (z. B. Lärmvorgaben für betroffene Nachbarschaft; siehe Bemerkung)
- Explosionsschutzkonzept
- Aufstellort innerhalb des Werksgeländes (z. B. geodätische Höhenlage, Erdbebenzone, brandschutztechnische Randbedingungen, Freiräume zur Druckentlastung)
- Besondere klimatische Bedingungen (z. B. zu berücksichtigende Schneelasten, Windzonen)
- Personelle Voraussetzungen (z. B. Abstellung von Montagehelfenden)
- Terminplanung für die Fertigstellung
- Vorgaben für die Inbetriebnahme
- Vom Unternehmer oder von der Unternehmerin gewünschte Vereinbarungen über Wartungsverträge
- Notwendigkeit und Veranlassung von wiederkehrenden Prüfungen



Hinweis

Je nach Lage des Betriebs (Misch-Wohngebiet) müssen in Bezug auf Geräuschentwicklung und -abstrahlung weitere Anforderungen definiert werden. Das ist besonders in Bezug auf Ventilatoren, Filter-Regeneration und Transportsysteme zu beachten. Daher sind schon in der Planungsphase genaue Absprachen mit den zuständigen Behörden notwendig.

5.2.3 Funktionelle Anforderungen

Um die gewünschte Funktion der Absauganlage zu gewährleisten, müssen folgende Fragen beantwortet werden:

- Sind alle Maschinen mit Erfassungselementen ausgestattet und sind diese einstellbar oder nachführbar?
- Mit welchem Volumenstrom muss an welchem Erfassungselement nach den Vorgaben des Maschinenherstellers oder aufgrund bekannter Erfahrungswerte abgesaugt werden?
- Wo sollen die abzusaugenden Maschinen und Anlagen aufgestellt werden bzw. sind sie aufgestellt (Maschinen-aufstellplan)?
- Welche Maschinen sollen minimal bzw. maximal gemeinsam abgesaugt werden (Erfahrungen für typische Tischlerei/Schreinerei-Betriebe dazu siehe nachfolgenden Abschnitt 5.3.4)?
- Welche Steuerungs- und/oder Überwachungseinrichtungen werden nach dem Stand der Technik benötigt oder sind vom Betreiber zusätzlich gewünscht?
- Mit welchem Regenerationsverfahren sollen die Filterelemente turnusmäßig gereinigt werden und in welchem Intervall?
- Mit welchen Systemen oder Komponenten soll das abgeschiedene Material aus der Anlage ausgetragen werden?
- Müssen spezielle Anlagenkomponenten für den Materialtransport zu einer Lagerstätte (z. B. Späne-Silo) berücksichtigt werden?
- Wie sollen Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten durchgeführt werden und ist dazu ein Vorschlag des Anbieters oder der Anbieterin erwünscht?
- Welche Prüfungen der Anlage sind erforderlich und wer soll sie durchführen?

5.2.4 Lastenheft

Im Lastenheft hält der spätere Betreiber der Anlage alle Anforderungen nach den Abschnitten 5.2.1 bis 5.2.3 fest. Das Lastenheft beschreibt damit alle von der Auftraggeberin oder vom Auftraggeber festgelegten Forderungen an die Lieferungen und Leistungen der Auftragnehmen innerhalb eines Auftrags. Die Anforderungen in einem Lastenheft sollten durch ihre Formulierung so allgemein wie möglich und so einschränkend wie nötig formuliert werden.

Soweit es während dieser Planungsphase möglich ist, sollten bereits bekannte Veränderungen oder Erweiterungen des Maschinenparks oder der Austausch von älteren Maschinen eingeplant werden und in die Abstimmung der Absauganlage einfließen.

Häufig wird eine im Betrieb bereits vorhandene Strom- und Pressluftversorgung genutzt. Deren Daten müssen im Lastenheft spezifiziert werden.

Die technischen Daten der für das Projekt zur Verfügung stehenden Altanlagen-Komponenten müssen ebenfalls in das Lastenheft aufgenommen werden.

Oft werden bauliche Maßnahmen als Vorleistung der Auftraggebenden vereinbart. Auch hier muss im Lastenheft eine eindeutige Aussage gemacht werden, in wessen Verantwortungsbereich die notwendigen Arbeiten liegen.

In Abstimmung mit der Firma, der der Auftrag für die Anlage nach dem Angebotsverfahren zugeschlagen wird, wird aus dem Lastenheft ein Pflichtenheft erstellt, das dann zur Grundlage des Kaufvertrags wird.

5.2.5 Pflichtenheft

Das Pflichtenheft enthält die genaue Aufstellung der Leistungen der herstellenden/auftragnehmenden Firma, die zur Erfüllung der Anforderungen aus dem Lastenheft dienen. Im Pflichtenheft werden alle im Lastenheft aufgeführten Anforderungen konkretisiert. Das Pflichtenheft wird damit zur Grundlage des Herstellungsvertrags.

Im Pflichtenheft sollten außerdem Aussagen dazu gemacht werden, wie die herstellende/auftragnehmende Firma den Nachweis der Vollständigkeit der zu

erbringenden Leistungen nachweist und wie die Funktionsprüfungen durchgeführt und dokumentiert werden.

Außerdem müssen dort die Randbedingungen der für den Nachweis der Funktionstüchtigkeit der Anlage durchzuführenden Strömungsmessungen (Gleichzeitigkeit, Lage der Messtellen, zu überprüfende Sollwerte für Volumenströme, Unterdrücke und Stromaufnahmen der Ventilatoren) festgelegt sein.

Letztlich muss das Pflichtenheft auch Angaben über die dem späteren Betreiber zu übergebenden Unterlagen enthalten, wie

- Genehmigungen und Prüfzeugnisse sicherheitsrelevanter Komponenten
- Konformitätserklärung
- Betriebsanleitung und Schaltpläne
- Messtechnische Nachweise und Abnahmeprotokolle.

5.3 Dimensionierung

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 4.3

An Absauganlagen für Holzstaub und -späne müssen folgende Anlagen-Komponenten dimensioniert werden:

- Erfassungselemente (siehe Abschnitt 4.2)
- Rohrleitungsnetz (siehe Abschnitt 4.3)
- Ventilatoren (siehe Abschnitt 4.4)
- Abscheider (siehe Abschnitt 4.5)
- Leitungen/Kanäle zur Abluftführung (siehe Abschnitt 4.6)
- Bauteile zur (Zwischen-)Lagerung des anfallenden Materials (siehe Abschnitt 4.7)
- Elemente zur Steuerung/Regelung des Anlagenbetriebs (siehe Abschnitt 4.8)
- Bauteile zur Überwachung des Anlagenbetriebs und zur Gewährleistung der Anlagensicherheit (siehe Abschnitte 4.8 und 4.9)

In der [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ werden im Abschnitt 4.3 die Vorgehensweise bei der Dimensionierung sowie die wesentlichen Zusammenhänge und

gegenseitigen Abhängigkeiten umfangreich beschrieben. In der vorliegenden Schrift werden Aspekte beschrieben, die die [DGUV Information 209-200](#) mit Fokus auf die Absaugung und Erfassung von Holzstaub und -spänen ergänzen.

5.3.1 Grundsätzliche Vorgehensweise

Im Fokus der Dimensionierung stehen vor allem die für eine wirkungsvolle Absaugung benötigten Erfassungs- und „Transport“-Luftmengen, sowie Art und Leistung des benötigten Abscheiders und die erforderliche Behandlung der Abluft.

Anschließend werden anhand eines Betriebs-Layouts die Standorte der Luftverbraucher mit den zugeordneten Luftmengen und die Standorte der Abscheider sowie gegebenenfalls der Einrichtungen zur Zwischenlagerung (ggf. auch Weiterbehandlung) der abgeschiedenen Holz-Abfallstoffe festgelegt.

Erst danach erfolgen die Überlegungen zur Wahl der im konkreten Fall günstigsten Anlagenbauart und zur Gestaltung der Transportwege, also des Rohrleitungsnetzes.

Aufgrund der gegenseitigen Abhängigkeiten der für den späteren Betrieb wesentlichen Anlagen-Parameter, wie Volumenströme, Luftgeschwindigkeiten, Druckverluste, Abscheider-Belastungen, erforderliche Ventilator-Leistungen und Einrichtungen zur Überwachung und Steuerung, sowie der erforderlichen Einrichtungen zur Gewährleistung der Anlagen-Sicherheit, etc. erfolgt die konkrete Dimensionierung im Regelfall iterativ.

5.3.2 Bestimmung des Absaugbedarfs

Der Absaugbedarf ist die zentrale Planungsgröße bei der Dimensionierung einer Holzstaub-Absauganlage. Er umfasst alle für die Anlage wesentlichen Parameter, nämlich:

- Erforderlicher Mindest-Volumenstrom zur Erfassung und zum störungsfreien Abtransport der abzusaugenden Holzstaub-Späne-Gemische an/von den Emissionsorten
- Erforderliche Druckdifferenzen zur Aufnahme der Holzstaub-Späne-Gemische und zur Überwindung von Strömungswiderständen innerhalb der Anlage

- Technologisch erforderliche Volumenströme (sogenannte Beiluft-Volumenströme, hydraulischer Abgleich, Schadstoffzustand oder -verhalten) oder aus betrieblichen Gründen gewünschte Reserven (Volumenstrom und Druckdifferenz) für den späteren Anlagenbetrieb

Planer und Planerinnen müssen bei der Festlegung des Absaugbedarfs von den späteren Betreibern und Betreiberinnen unterstützt werden. Diese müssen in ihrer Gefährdungsbeurteilung ermitteln, wo, unter welchen Umständen und in welchem Zustand (Korngrößenspektrum, Feuchtigkeit) Holzstaub und -späne im Betrieb auftreten (können), die über die Absaugung erfasst und aus dem Arbeitsbereich beseitigt werden müssen. Dabei müssen alle betrieblichen Prozesse (Fertigung, Lagerung, Bearbeitung, etc.) analysiert und bewertet werden.

5.3.2.1 Stoffeigenschaften und -mengen

Folgende Eigenschaften bestimmen wesentlich die Anforderungen an die zu planende Holzstaub-Absauganlage:

- Dichte und Partikelgröße (Hackschnitzel, Späne, Staub, Feuchtigkeit)
- Beschleunigung durch sich schnell drehende Werkzeuge
- Brennbarkeit und Explosionsfähigkeit im Gemisch mit Luft (siehe [DGUV Information 209-045](#))
- Gesundheitsschädliche Eigenschaften (Arbeitsplatzgrenzwerte, Emissionsgrenzen) (siehe [DGUV Information 209-044](#))

Die zu erwartende Menge an Holzstaub und -spänen muss für die weitere Dimensionierung abgeschätzt werden. Für diese Abschätzung stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung:

- Erfahrungswerte aus vergleichbaren Anlagen und Fertigungsbedingungen
- Überschlagsrechnungen zu Zerspanungsleistungen aus den Betriebsanleitungen der Holzbearbeitungsmaschinen
- Bilanzrechnungen mit Verschnitt-Sätzen aus eingesetzten Holzmenen

5.3.2.2 Anordnung, Anzahl und Leistung der Erfassungselemente

Wurden die abzusaugenden Staub- und Spänemengen nach Art, Menge und Ort des Auftretens im Betrieb ermittelt, können die Erfassungen festgelegt und zugeordnet

werden. Für Holzbearbeitungsmaschinen sind solche Erfassungen im Regelfall vom Maschinen-Hersteller bereits vorgegeben oder es liegen ausreichende Erfahrungen für deren Gestaltung vor (siehe dazu Abschnitt 4.2).

Die Dimensionierung der Erfassungen umfasst folgende Gesichtspunkte:

- Anordnung und Geometrie der Erfassungselemente
- Notwendige Erfassungsluftgeschwindigkeit/Volumenstrom (unter Berücksichtigung des Gesundheits- und des Arbeitsschutzes)
- Zur Erzielung dieser Luftgeschwindigkeit erforderlicher Unterdruck an der Schnittstelle zur anschließenden Rohrleitung

Im Fall von Holzbearbeitungsmaschinen muss der Hersteller in seiner Betriebsanleitung die genannten Daten als Schnittstellenvorgaben zum Anschluss an die Absaugung vorgeben. Statt der Volumenströme können auch Anschlussstutzen-Querschnitte in Verbindung mit Luftgeschwindigkeiten und statt des erforderlichen Unterdrucks auch Strömungswiderstands-Beiwerte auf Basis dieser Luftgeschwindigkeiten angegeben werden (siehe Abschnitt 4).

Sind solche Daten der jeweiligen Betriebsanleitung nicht zu entnehmen, kann für die jeweilige Maschine oder den jeweiligen Arbeitsplatz auf die Angaben in Abschnitt 4.2 dieser DGUV Information zurückgegriffen werden.

Die Mindest-Luftgeschwindigkeit zur Erzielung eines ausreichend wirksamen Saugfelds vor der Erfassungseinrichtung, mit dem die Leistungsanforderungen zur Staubreduktion nach TRGS 553:2022-07 erfüllt werden können, beträgt 20 m/s. Sollen auch die – schwereren – Späne erfasst werden, sind häufig höhere Luftgeschwindigkeiten notwendig. Das gilt auch, wenn Stäube von größeren Werkzeugen mit besonders hohen Drehzahlen (> 20.000 U/min) erfasst werden müssen oder die Holzfeuchtigkeit mehr als 20 % beträgt. Herstellerseitige Anforderungen an Luftgeschwindigkeiten von mehr als 28 m/s sind aber in der Regel weder erforderlich noch mit vernünftigem Leistungsaufwand für die Absauganlage realisierbar. Solche Anforderungen sollte der Betreiber beim Erwerb einer Holzbearbeitungsmaschine nicht akzeptieren und den Hersteller zur Konstruktion einer den

Anforderungen angemessenen Erfassungseinrichtung auffordern.

5.3.2.3 Ermittlung des Gesamtluftbedarfs

Zur Ermittlung des Luftbedarfs an einzelnen Emissionsstellen müssen folgende Parameter festgelegt werden:

- Volumenstrom \dot{V} in m^3/h oder, um diesen zu berechnen:
 - die Luftgeschwindigkeit an der Schnittstelle zwischen Erfassungselement und Rohrleitung in m/s und
 - die Querschnittsfläche A in m^2 bzw. den Durchmesser D am Anschlussstutzen des Erfassungselements in m
- erforderliche Druckdifferenz $[\Delta p]$ gegen Umgebung (Unterdruck) in Pascal zur Erzielung der gewünschten Luftgeschwindigkeit.

Die erforderliche Druckdifferenz ist – neben der gewünschten Luftgeschwindigkeit – auch von der Lage der Schnittstelle, auf die sich der Unterdruck bezieht, abhängig. Soll sie sich auf den Zusammenschluss aller Einzelschlüsse der Maschine und damit auf die Schnittstelle zur Absaugung der Gesamt-Maschine beziehen, sind zusätzliche Verluste (Druckdifferenzen) aus der Durchströmung der Anschlussleitungen bis zum Zusammenschluss und den diese Leitungen zusammenfassenden Saugverteilern oder Saugglocken zu berücksichtigen.

Anmerkung

Die Angaben in Abschnitt 4.2 beziehen sich grundsätzlich auf den Gesamt-Anschluss der jeweiligen Holzbearbeitungsmaschine an die Absaugung. Bei der Angabe für die Strömungswiderstandsbeiwerte wurden dabei übliche Anschlusskonfigurationen berücksichtigt. Wird im Einzelfall von diesen abgewichen, sind Zuschläge zu berücksichtigen oder können Reduktionen der angegebenen Werte vorgenommen werden.



Abb. 98 Absaugung einer Maschine mit mehreren Erfassungsstellen

Die Summe der erforderlichen Volumenströme aller Erfassungsstellen ergibt die (theoretisch) angeschlossene, erforderliche Gesamt-Luftleistung (brutto). Hinzu kommen noch technologisch erforderliche Zuschläge (siehe unten), aber im Regelfall auch substantielle Abschläge aus dem Anlagenbetrieb zur Bestimmung der im konkreten Fall tatsächlich von der Absauganlage zu liefernden Gesamt-Luftleistung (netto).

Der Gesamtluftbedarf ist daher nicht allein die Summe des Luftbedarfs an allen Erfassungsstellen. Wesentliche Abzüge ergeben sich häufig aus der Tatsache, dass im täglichen Betrieb meist nicht sämtliche Maschinen gleichzeitig betrieben werden und somit nicht alle Erfassungsstellen parallel mit den vorgegebenen Volumenströmen beaufschlagt werden müssen. Das ist besonders in Handwerksbetrieben der Fall, in denen die Zahl der angeschlossenen Maschinen den gleichzeitig (möglichen) Bedarf im Allgemeinen deutlich überschreitet. In Industriebetrieben ist das wegen der festeren Zuordnung der Belegschaft zu einzelnen Arbeitsplätzen nicht so ausgeprägt.

Es ist also für die Auslegung einer Absauganlage und deren späteren Betrieb von wesentlicher Bedeutung, den gleichzeitigen Luftbedarf zutreffend zu bewerten. Ein wesentliches Hilfsmittel dabei ist eine

„Gleichzeitigkeitstabelle“, aus der der Gesamtluft-Bedarf und der Luftbedarf in für den Betrieb repräsentativen Zuständen zusammengestellt ist. Weitere Informationen und Hilfsmittel für eine solche Gleichzeitigkeitstabelle kann Anhang 8.1 entnommen werden.

Erfahrungen zeigen, dass in der Praxis die Absauganlagen eher überdimensioniert (Viel hilft viel!) und die im Betrieb tatsächlich benötigten „Gleichzeitigkeiten“ tendenziell überschätzt werden.

Neben diesen – im Regelfall möglichen substantiellen – Reduktionen müssen allerdings meistens auch Zuschläge auf den Luftbedarf berücksichtigt werden:

- a. Vorzusehende Leistungsreserven für den nachträglichen Anschluss weiterer (Maschinen-)Erfassungsstellen (siehe dazu Anmerkung unten!)
- b. **Anlagentechnologisch vorzuhaltende Leistungsreserven** (z. B. Beiluft-Mengen zur Vermeidung von Ablagerungen bzw. Luftleistungen für den sogenannten hydraulischen Abgleich)

Anmerkung zu a:

Viele Betreiber möchten möglichst hohe Leistungsreserven (= Volumenstromreserven) in eine neue Absauganlage packen, weil sie über die zukünftige Entwicklung in ihrem Betrieb unsicher sind und teure Nachrüstungen umgehen wollen. Häufig planen sie auch den Neukauf oder Austausch von Holzbearbeitungsmaschinen, ohne aber konkretere Vorstellungen über die benötigte Absaugleistung für diese Maschinen zu haben. Anlagenplanerinnen und -planer sollen aber entsprechende Zuschläge bei ihren Überlegungen berücksichtigen.

Kritisch ist der nachträgliche Anschluss von Maschinen nur, wenn

- durch diesen Anschluss der **gleichzeitig** erforderliche Volumenbedarf erhöht würde oder
- das Pressungsniveau des Ventilators für die Absaugung der nachträglich anzuschließenden Maschinen unzureichend ist.

Die Berücksichtigung unbestimmter Reserven bei der Dimensionierung der Hauptleitungen und Ventilatoren ist in jedem Fall fragwürdig, da bis zur Realisierung erhebliche strömungstechnische und energetische Nachteile in Kauf zu nehmen wären, weil

- erhebliche Falschlufmengen für den reibungslosen Transport in den überdimensionierten Leitungen anfallen und
- der überdimensionierte Ventilator überwiegend in Bereichen schlechter Wirkungsgrade arbeiten würde und damit, über die überhöhte Stromaufnahme, unnötig hohe Energiekosten entstehen würden.

Im Fall von Gruppenabsaugungen stellt sich zudem die Frage, welche der vorhandenen Gruppen auf die zusätzlichen Luftmengen auszulegen wäre. Häufig ist selbst über den zukünftigen Standort dieser zusätzlichen Verbraucher in der Werkstatt noch nichts bekannt.

Unschädlich ist die Berücksichtigung von Reserven nur im Bereich der Filteranlage. Da sie in der Regel auch das teuerste Einzelbauteil der Anlage ist, ist eine auf gewisse Volumenreserven vorgenommene Auslegung der Filteranlage am sinnvollsten.

Anmerkung zu b:

Werden mehrere Maschinen von einem gemeinsamen Ventilator abgesaugt, stellen sich an den einzelnen Stutzen unterschiedliche Luftgeschwindigkeiten ein. Die Verteilung der Luftgeschwindigkeiten hängt von den Rohrleitungs-Geometrien und den Strömungswiderständen der einzelnen Maschinen ab. Sie lässt sich nur beeinflussen, wenn man Drosseln oder Stützventilatoren in das Leitungsnetz einbaut.

Der Einsatz von Drosseln ist, auch wegen der Probleme beim Materialtransport, bei Absauganlagen für Holzstaub und -späne im Regelfall nicht üblich. Stützventilatoren sind wegen des zusätzlichen Energiebedarfs und des Lärms unbeliebt.

Ohne Berücksichtigung des hydraulischen Abgleichs wäre der vom Ventilator zu fördernde Volumenstrom gleich der Summe der Mindestvolumenströme der abzusaugenden Maschinen. Je schlechter der hydraulische Abgleich gelingt, desto größer ist der notwendige Zuschlag. Die Größe dieses Zuschlags ist von der Größe des zu untersuchenden Strangs – also der Anzahl der angeschlossenen Maschinen – abhängig. Die Anzahl der gleichzeitig betriebenen Maschinen ist dabei oft deutlich geringer.

Der notwendige Zuschlag beträgt erfahrungsgemäß:

- Für kleine Stränge (2 bis 5 angeschlossene Maschinen) in der Regel 1,05 und im Einzelfall bis 1,2
- Für größere Stränge bis zu 1,2 im Normalfall, bei schlechtem Abgleich bis zu 1,5

Daraus lässt sich schließen, dass der hydraulische Abgleich bei Zentralabsaugungen, auch mit reinluftseitiger Ventilator-Anordnung, im Allgemeinen schlechter gelingt. Bei bestehenden Anlagen kann die Größe des hydraulischen Abgleichs über die Volumenstrombilanz gemessen und rechnerisch bestimmt werden. Sie ist dann auch ein Maß für die vergleichende Bewertung unterschiedlicher Anlagenkonzepte.

Für Planungsaufgaben muss der Zuschlag wie oben beschrieben per Faktor erfolgen.

Zusätzlich zu den genannten Reserven sollten auch **Leistungsreserven** Berücksichtigung finden, die rechnerische Unsicherheiten (z. B. bei der Ermittlung des Anlagen-Verhaltens) kompensieren. Beispielsweise ist die rechnerische Annahme einer „Stoffdichtigkeit“ der Anlage aufgrund von Montageungenauigkeiten in der Anlagen-Praxis oft nicht vollständig gegeben. Für neue Anlagen sind hierfür Zuschläge von ca. 10% der rechnerisch angenommenen Luftleistung üblich.

In der Regel wird der Luftbedarf aus gleichzeitigem Betrieb mehrerer Verbraucher den wesentlichen Eckpunkt für die Größe der zu projektierenden Anlage darstellen. Für den späteren Betrieb sind aber nicht nur der maximale Luftbedarf aus gleichzeitigem Betrieb, sondern auch

weitere Betriebszustände von Interesse. Solche „Eck-Betriebspunkte“ für die Anlage sind:

- **Maximaler Luftbedarf:** Er bestimmt die erforderlichen Größen und Leistungen der Abscheider, Lagerbereiche, Abluftkanäle, und Ventilatoren. Auch die Auslegung des Rohrleitungsnetzes wird wesentlich von diesem Luftbedarf mitbestimmt. Außerdem sind auf diesen Betriebszustand alle wesentlichen Sicherheitsbauteile, Steuerungseinrichtungen sowie die Energieversorgung auszulegen.
- **Minimaler Luftbedarf:** Er gibt Anhaltspunkte für das geforderte Absaugspektrum und damit für die vorteilhafte Anlagen-Bauart. Daneben ist er eine wesentliche Größe für die Auslegung des Rohrleitungsnetzes, die Abstufung der Ventilatoren und Antriebsleistungen, die Ausrüstung mit Bypass-Klappen oder Schiebersteuerung und die durch die Anlagensteuerung einzuleitenden Maßnahmen.
- **Durchschnittlicher Luftbedarf:** Hier wird wesentlich der spätere Energieverbrauch, die voraussichtliche Standzeit des ausgewählten Filtermaterials, die Auslegung der Regenerationseinrichtung des Filters und die Auslegung einer vorhandenen Ventilator-Abstufung beeinflusst. Auf diesen durchschnittlichen Luftbedarf (inkl. einer vorgewählten Streuung) wird die Anlage im Regelfall optimiert.



Hinweis

Mithilfe von Anhang 8.1 kann eine Zusammenstellung des Gesamt-Luftbedarfs einer Absauganlage erfolgen, aus der auch die Luftbedarfe in unterschiedlichen Anlagen-Betriebszuständen hervorgehen.

5.3.3 Bestimmung von Art, Leistung und Größe des Abscheiders

Liegen die benötigten Volumenströme und Materialmengen fest, muss zunächst das richtige Abscheidekonzept gefunden und festgelegt werden. Dazu muss bestimmt werden, welche Bauart von Abscheidern hinsichtlich der

Art, des Zustands und der Menge des abzuscheidenden Stoffs geeignet ist. Anschließend erfolgt die Dimensionierung des Abscheiders, die Wahl des Abscheidemediums und die Festlegung der Größe.

Berücksichtigt werden müssen hierbei auch die vorgesehene Abscheider-Regeneration (soweit erforderlich) sowie die Art der Abführung und Entsorgung der abgeschiedenen Schadstoffe.

Bei Absauganlagen für Holzstaub und -späne haben sich folgende Abscheider etabliert und spiegeln den Stand der Technik wider:

- Massenkraftabscheider
- Fliehkraftabscheider (Zyklone)
- Filternde Abscheider

5.3.3.1 Bestimmung der Art der Abscheidung (Abscheideart, evtl. Vorabscheidung)

Bei partikelförmigen Stoffen – wie sie Holzstaub und -späne darstellen – richtet sich die Abscheidetechnik dabei im Wesentlichen nach der Partikelgröße. Ist die Rohluftbelastung hier sehr hoch ($> 100 \text{ g/m}^3$) oder enthält die Rohluft für die Abscheidung unerwünschte Produkte (z. B. Metallteile, größere Werkstoffteile, Funken), empfiehlt sich die Anwendung mehrstufiger Abscheidekonzepte.

Geeignete Vorabscheider können sein:

- **Schwerkraftabscheider** (z. B. Absetzkammern) zur Vorabscheidung größerer Partikel. Dieses Konzept findet sich im Regelfall in Filteranlagen oder Silos mit Einbau- oder Aufsetzfilteranlagen.
- **Prallabscheider** zur Abscheidung größerer Partikel, z. B. Hackschnitzel oder Späne, im Rohluftstrom
- **Magnetabscheider** zur Ausschleusung von Metallteilen. Diese Abscheider findet man vor allem in Rohluftleitungen, an die Zerkleinerer angeschlossen sind.
- **Zyklone** (Zentrifugalabscheider/Fliehkraftabscheider) zur Vor-Sedimentierung größerer Staubmengen für Volumenströme bis $100.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Die Abscheideleistung der genannten Abscheider ist aber besonders im Bereich feinerer Partikel nicht ausreichend, sodass im Regelfall ein alleiniger Einsatz nicht genügt. Sie können den Hauptabscheider aber entscheidend entlasten und dessen Standzeit deutlich optimieren.

Nachteilig beim Einsatz von Vorabscheidern ist allerdings deren Strömungswiderstand, der zusätzliche Druckverluste verursacht und damit einen höheren Energieaufwand beim Betrieb der Anlage nach sich zieht.

Nähere Einzelheiten dazu enthält Abschnitt 4.5 dieser DGUV Information.

5.3.3.2 Dimensionierung des Abscheiders (Größe)

Bemessungsgrößen sind bei den in der Holzbranche weit verbreiteten filternden Abscheidern vor allem der (maximale) Rohluft-Volumenstrom \dot{V} (m^3/h) und die für einen störungsfreien Betrieb jeweils maximal zugrunde zu legende Filtrationsgeschwindigkeit v_f (m/h) beziehungsweise die Filterflächenbelastung ($\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$).

Die notwendige Filterfläche A_F (m^2) ergibt sich dabei aus der Beziehung:

$$A_F = \dot{V}/v_f$$

Bei der Auslegung einer Holzstaub-Absauganlage wird die Filterflächenbelastung (und damit die Größe der installierten Filterfläche) für ortsfeste Filteranlagen im Allgemeinen in einer Größenordnung zwischen $80 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ und $120 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ gewählt. Die Filterflächenbelastung sollte aber auch bei vorhandenen Anlagen folgende Größen nicht überschreiten:

- Stationäre Holzstaub-Absauganlagen: $150 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ und
- Entstauber für Innenaufstellung: $200 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$

Höhere Filterflächenbelastungen führen zu hohen Druckabfällen an der Filteranlage, die mit der geplanten Ventilator-Leistung voraussichtlich nicht kompensiert werden können. Das hat zur Folge, dass die Luftgeschwindigkeiten an den Maschinenstutzen zu gering sind.

Generell sollte die Filtrationsgeschwindigkeit eher geringer gewählt werden. Das führt zwar im Ergebnis zu größeren Abscheider-Abmessungen (und damit höheren Investitionskosten), bringt aber dem Betreiber für den späteren Betrieb deutliche Vorteile:

- Geringere Druckverluste im Abscheider und damit geringere Energiekosten
- Längere Filterstandzeiten und damit geringere Wartungskosten

- Längere Regenerations-Zyklen und dadurch wiederum geringere Energie-Aufwendungen

Außerdem ist der Abscheider meist das Bauteil innerhalb der Anlage, das die Leistungsreserven für später vorgesehene Anlagenerweiterungen definiert und damit wesentlich über die Flexibilität der Gesamt-Lösung entscheidet.

5.3.3.3 Wahl der Regenerations-Technik und -intervalle

Die möglichen Regenerations-Techniken sowie die für die Regeneration erforderlichen Intervalle hängen unmittelbar mit dem gewählten Abscheidesystem zusammen. Bei manchen Systemen ist eine Regeneration im eigentlichen Sinne gar nicht möglich, sodass in diesen Fällen die „Regeneration“ aus einem Austausch des Filtermediums besteht. Bei Absauganlagen für Holzstaub und -späne ist das zum Beispiel bei Speicherfiltern der Fall, wie sie im Bereich von Luftauslässen aus Rückluftleitungen verwendet werden.

Zyklone und alle Schwerkraftabscheider benötigen ebenfalls keine Regenerations-Technik. Hier müssen allenfalls die Sammelbehälter in Abständen mechanisch oder von Hand geleert werden.

Bei filternden Abscheidern in der Holzbranche stehen prinzipiell 3 Verfahren zur Wahl:

- Mechanische Rüttelung
- Spülluftverfahren
- Druckluftimpuls-Verfahren

5.3.3.4 Festlegung des Entsorgungskonzepts

Die Holzstaub-Späne-Gemische können über mechanische Austragsysteme (Schnecken, Zellenradschleusen, etc.) aus dem Filter ausgetragen werden und – gegebenenfalls über spezielle mechanische oder pneumatische Fördereinrichtungen – einer (Zwischen-) Lagerung in Behältern zugeführt werden. Details zur Entsorgung sind in Abschnitt 4.7 enthalten.

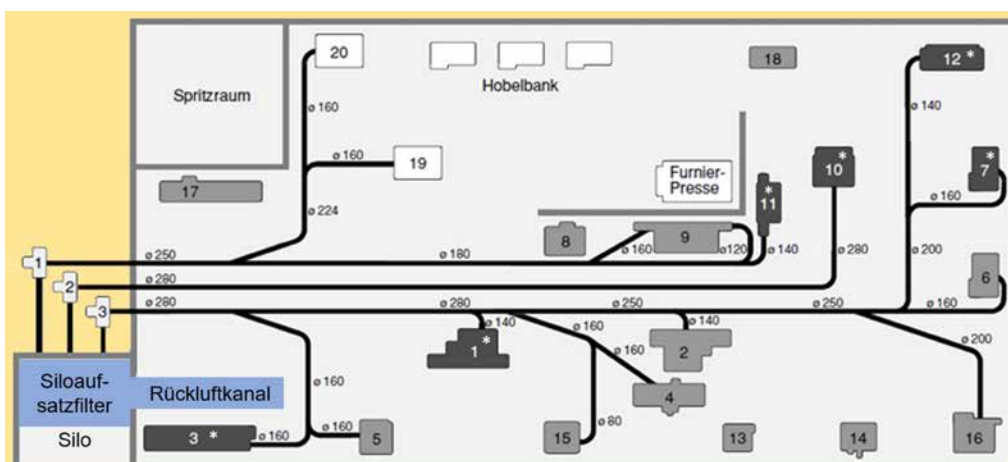
5.3.4 Erstellung eines Betriebs-Layouts

In einem Betriebs-Layout werden alle für die zu planende oder zu dimensionierende Anlage wesentlichen Details in einem Lageplan skizziert. Das Layout sollte nach Möglichkeit maßstabsgetreu erstellt werden, sodass auch die

wesentlichen Entfernungen und Größenverhältnisse sichtbar gemacht werden können. Das Layout wird in der Regel als Grundriss-Darstellung erstellt. Die wesentlichen Anlagenkomponenten (z. B. Abscheider, Ventilatoren) sollten aber auch als Aufriss oder Schnittzeichnung dargestellt werden. Das gilt besonders für die Fälle, bei denen Höhen-Restriktionen aufgrund der betrieblichen Verhältnisse zu beachten sind.

Dargestellt werden sollten im Betriebs-Layout besonders folgende Randbedingungen:

- Standorte der abzusaugenden Verbraucher (Holzbearbeitungsmaschinen und sonstige Arbeitsplätze mit Absaugbedarf) mit den zuzuordnenden Luftmengen
- Standorte der Abscheider und Ventilatoren mit (kritischen) Abständen zu Gebäude-Außenhüllen, Nachbargrundstücken, Lagerbereichen mit brennbaren Materialien, etc.
- Standorte und wesentliche Bauteile von vorhandenen oder noch zu errichtenden Entsorgungs- und (Zwischen-)Lagereinrichtungen
- Verlauf von für den Betrieb der Anlage wesentlichen (Energie-)Versorgungseinrichtungen (Druckluftversorgung, Standorte von Schaltschränken, etc.)



Holzstaubabsauganlage:

Filterfläche	120 m ²
Ventilator 1	5,5 kW
Ventilatoren 2 und 3 je	7,5 kW

* Gleichzeitigkeitsfaktor:	
Maschinen 1; 3; 7; 10; 11 und 12	10.660 m ³ /h

Vorhandene Holzbearbeitungsmaschine:

1 Formatkreissägemaschinen	DN 140 mm	1.110 m ³ /h
2 Formatkreissägemaschinen	DN 140 mm	1.110 m ³ /h
3 Vertikale Plattenkreissägemaschine	DN 160 mm	1.450 m ³ /h
4 Abrichthobelmaschine	DN 160 mm	1.450 m ³ /h
5 Dickenhobelmaschine	DN 160 mm	1.450 m ³ /h
6 und 7 Tischfräsmaschinen je	DN 160 mm	1.450 m ³ /h
8 Tischbandsägemaschine	o. Absaugung	
9 Tischbandschleifmaschine	DN 180 mm	1.840 m ³ /h
10 Breitbandschleifmaschine	DN 280 mm	4.430 m ³ /h
11 Kantenbandschleifmaschine	DN 140 mm	1.110 m ³ /h
12 Kantenanleimmaschine	DN 140 mm	1.110 m ³ /h
13 Astlochfräsmaschine	o. Absaugung	
14 Tischoberfräsmaschine	o. Absaugung	
15 Kettenstemm-Maschine	DN 55 mm	203 m ³ /h
16 Zapfenschneid- und Schlitzmaschine	DN 200 mm	2.260 m ³ /h
17 Furnierfügekreissägemaschine	o. Absaugung	
18 Dübellochbohrmaschine	o. Absaugung	
19 und 20 abgesaugte Arbeitstische je	DN 160 mm	1.450 m ³ /h

Abb. 99 Beispiel für das Betriebslayout eines holzbearbeitenden Betriebs

Tabelle 51 Gleichzeitigkeits-Tabelle für das Beispiel in Abbildung 99 (ohne nicht abzusaugende Maschinen)

Bezeichnung oder Beschreibung		Anschluss Ø	Mindestanforderungen			Luftbedarf in den einzelnen Betriebszuständen (BZ)				
Verbraucher Maschine/ Absaugstelle		DN (mm)	Luftgeschwindigkeit (m/s)	Erf. Unterdruck (Pascal)	Volumenstrom (m³/h)	BZ 1 (maximal) (m³/h)	BZ 2 (m³/h)	BZ 3 (mittel) (m³/h)	BZ 4 (m³/h)	BZ 5 (minimal) (m³/h)
01	Formatkreissäge- maschine; neu	140	20	1.400	1.110	1.110		1.110		1.110
02	Formatkreissäge- maschine; alt	140	20	1.200	1.110					
03	Vertikale Platten- kreissägemaschine	160	20	1.800	1.450	1.450		1.450		
04	Abrichthobel- maschine	160	20	700	1.450	1.450				
05	Dickenhobel- maschine	160	20	700	1.450	1.450				
06	Tischfräsmaschine; alt	160	20	1.000	1.450	1.450				1.450
07	Tischfräsmaschine; neu	160	20	1.200	1.450			1.450		
09	Tischbandschleif- maschine	180	20	1.250	1.840					
10	Breitbandschleif- maschine	280	20	1.000	4.430	4.430		4.430		
11	Kanterbandschleif- maschine	140	20	750	1.110			1.110		1.110
12	Kantenanleim- maschine	140	20	2.250	1.110	1.110		1.110		
15	Kettenstemm- maschine	55	20	1.000	203					
16	Zapfenschneid- und Schlitzmaschine	200	20	750	2.250					
19	abgesaugter Arbeitstisch	160	20	750	1.450	1.450				1.450
20	abgesaugter Arbeitstisch	160	20	750	1.450					
Summe bzw. Übertrag (Unzutreffendes bitte streichen!)										
Gesamt-Luftbedarf						13.900		10.660		5.120

5.3.5 Wahl der Anlagenbauart in einem iterativen Prozess

Für den Aufbau einer Holzstaub-Absauganlage stehen verschiedene Varianten zur Verfügung (siehe Abschnitt 5.1). Welche dieser Varianten unter den konkret herrschenden Randbedingungen optimale Ergebnisse liefert, kann nur durch „Durchspielen“ einer konkreten Rechnung ermittelt werden. Nach der Auswahl einer Variante des Luftführungsprinzips (siehe Abschnitt 5.3.5.1) werden dabei nacheinander folgende Schritte vorgenommen:

- Trassierung und Dimensionierung der Rohrleitungen (Durchmesser, Längen)
- Ermittlung der Druckverluste im System (Verbraucher, Rohrleitungen, Abscheider, Abluftkanäle)
- Festlegung der Ventilator- und Antriebskonzepte (Anzahl und Anordnung im System, Dimensionierung, Übersetzungskonzepte, Steuerung/Regelung)
- Festlegung erforderlicher Sicherheits- und Überwachungstechnik (Brand- und Explosionsschutz, Lärmschutz, Störungsüberwachung, Leistungsüberwachung)

Als Ergebnis der Berechnung ergeben sich Aussagen zum Betriebsverhalten sowie zu den jeweils erforderlichen Luftleistungen und den zu erwartenden Investitionskosten für die jeweils untersuchte Variante. In einem iterativen Prozess wird anschließend die für die konkreten Randbedingungen günstigste Variante ermittelt (Näheres hierzu siehe Abschnitt 4.3 der [DGUV Information 209-200](#)).

5.3.5.1 Wahl des Luftführungs-Prinzips

Bei der Wahl des Luftführungsprinzips können schon einige weniger brauchbare Varianten von der Betrachtung und Berechnung ausgeschlossen werden, wenn man auf folgende Fragen unter den vorliegenden Randbedingungen eindeutige Antworten hat:

- Können Verbrauchsstellen im Hinblick auf die jeweils erforderlichen Luftmengen, ihre örtlichen Lage im Betrieb (siehe Betriebs-Layout) und den gleichzeitigen (oder nicht gleichzeitigen) Betrieb dieser Verbraucher sinnvoll zu Gruppen zusammengefasst werden?
- Darf und soll die Abluft aus dem Abscheider als Rückluft in den Betrieb zurückgegeben werden oder soll sie als Fortluft in die Atmosphäre geblasen werden?

5.3.5.2 Trassierung von Rohrleitungen

In Rohrleitungen erfolgt der Transport des Staub-Späne-Gemischs von der Erfassungsstelle bis zum Abscheider. Bei der Durchströmung dieser Leitungen entstehen Druckverluste, die vom Ventilator durch Umsetzung von elektrischer Energie in Strömungs-Energie überwunden werden müssen. Daher muss es ein Anliegen vernünftiger Planung sein, diese Verluste so gering wie möglich zu halten. Das wird erreicht durch

- gestreckte Linienführung mit einem Minimum an Richtungsänderungen,
- verwirbelungsfreie Zusammenführung/Aufteilung von Strömungen aus/in unterschiedliche(n) Erfassungsstellen,
- die Wahl eines möglichst glatten Rohrmaterials mit reibungsfreien Rohrverbindungen,
- eine Begrenzung der Strömungsluftgeschwindigkeit.

Aufgrund des quadratischen Zusammenhangs zwischen Luftgeschwindigkeit und den dabei auftretenden Druckverlusten ist die letztgenannte Maßnahme besonders effektiv. Allerdings neigen Partikel – wie Stäube und Späne – dazu, bei zu niedriger Strömungsgeschwindigkeit zu sedimentieren und in der Folge die Leitung zu verstopfen. Um dies zu vermeiden, dürfen in Abhängigkeit von der Materialzusammensetzung bestimmte Luftgeschwindigkeiten nicht unterschritten werden. Diese Mindestluftgeschwindigkeit für den abgelagerungsfreien Transport bewegt sich von 12 m/s (für trockenen Staub) bis ca. 25 m/s (für feuchte Hackschnitzel) (siehe dazu [DGUV Information 209-045](#)).

Rückluftleitungen werden in der Regel als rechteckiger Kanalquerschnitt ausgeführt. Dabei wird häufig ein Verhältnis der längeren (a) zur kürzeren (b) Kante von $a/b = 1,5/1,0$ gewählt.

Die Luftgeschwindigkeiten in Rückluft-Kanälen sollten zur Vermeidung zusätzlicher Druckverluste und zur zugfreien Einbringung der gereinigten Luft in die Arbeitsräume möglichst gering sein, höchstens aber 10 m/s betragen. Der Querschnitt von Rückluftkanälen wird daher mindestens eine Fläche aufweisen, die doppelt so groß ist wie die Summe der maximal gleichzeitig beaufschlagten Rohrluftleitungen.

5.3.5.3 Weiteres Vorgehen

Das weitere Vorgehen bei der Dimensionierung einer Absauganlage für Holzstaub und -späne unterscheidet sich aufgrund der physikalischen Zusammenhänge nicht von dem Vorgehen bei der Dimensionierung von Absauganlagen allgemein. Daher wird an dieser Stelle auf die allgemeinen Betrachtungen in Abschnitt 4.3 der [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ verwiesen.

6 Betrieb, Wartung, Instandhaltung und wiederkehrende Prüfungen

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 6

Um Funktion und Wirksamkeit von Absauganlagen für Holzstaub und -späne dauerhaft sicherzustellen, müssen sie bestimmungsgemäß nach den Vorgaben des Herstellers betrieben und regelmäßig gewartet werden. Auftretende Mängel müssen möglichst umgehend beseitigt werden. Der sicherheitstechnisch einwandfreie Zustand muss durch in regelmäßigen Zyklen durchzuführende Prüfungen überprüft und bewahrt werden.

6.1 Bestimmungsgemäßer Betrieb

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 6.1

Absauganlagen für Holzstaub und -späne müssen bestimmungsgemäß nach den Vorgaben des Anlagen-Herstellers (siehe Betriebsanleitung) betrieben werden. Das gilt besonders für die Art der abgesaugten Stoffe. Sollen mit den Anlagen auch andere Stoffe als Holzstaub und -späne (z. B. Kunststoffe, Aluminium, Kohlenstoffe, GFK, Papier, Gipskarton, etc.) abgesaugt werden, muss das nach der Betriebsanleitung des Herstellers ausdrücklich zulässig sein. Solche Stoffe können aufgrund ihrer spezifischen Eigenschaften das Absaug- und Abscheideverhalten der Anlage negativ beeinflussen oder aufgrund ihres Brenn- und Explosionsverhaltens ein Sicherheitsrisiko für den Anlagenbetrieb darstellen (z. B. Aluminium, pyrophores Eisen, Magnesium- oder Titanlegierungen).

Anmerkung:

Letzteres gilt auch, wenn an Kantenanleimmaschinen die Dämpfe aus den Leimtöpfen für die Schmelzkleber über die Holzstaub-Absaugung abgeführt werden. Darüber hinaus sind besonders die Dämpfe von Polyurethan-Schmelzklebern gesundheitsschädlich und dürfen deshalb nicht über die Luftrückführung wieder in den Arbeitsbereich gelangen. Dämpfe von Schmelzklebern auf Vinylacetat-Basis wirken aufgrund ihres „Essig-Geruchs“ reizend auf Schleimhäute und Augen. Aus den genannten Gründen sollten daher die Dämpfe von „Leimtöpfen“ grundsätzlich über getrennte Absauganlagen direkt ins Freie abgeführt werden.

Absauganlagen müssen beim Einschalten der Bearbeitungsmaschine anlaufen und erst nach Abschalten der letzten in Bearbeitung befindlichen Maschine sowie nach Ende des notwendigen Nachlaufs wieder abschalten.

Absauganlagen dürfen während des vorgesehenen Absaugbetriebs nicht unbefugt außer Betrieb genommen werden. Anders verhält es sich bei Wartungs-, Entstörungs- und Instandhaltungsarbeiten an der Absauganlage. In diesem Fall muss die Anlage außer Betrieb gesetzt werden.

Bewegliche Erfassungselemente sind möglichst dicht an die Entstehungsstelle der Holzstaub-Emissionen heranzuführen. Bei der Positionierung muss die Bewegungsrichtung der Emissionen berücksichtigt werden.

Es ist zu vermeiden, dass Zündquellen von extern in das Absaugsystem gelangen können, da das Einsaugen von Zündquellen das Brand- und Explosionsrisiko steigern. Lassen sich Funkeneinträge nicht vermeiden, wie zum Beispiel bei Anschluss von funkenerzeugenden Maschinen, muss dieser Sachverhalt bei der Planung der Anlage berücksichtigt und sie muss entsprechend gestaltet werden.

Die Rückluftführung ist – soweit über Einstellmöglichkeiten beeinflussbar – so zu gestalten, dass keine Zugluferscheinungen auftreten.

Für einen sicheren und störungsfreien Betriebsablauf und Arbeitsprozess ist es notwendig, die Funktion und

Wirksamkeit der Absauganlage in regelmäßigen Zeitabständen zu prüfen.

Für das bestimmungsgemäße Betreiben, für die Instandhaltung und Reinigung, bei Störungen und für die Prüfung sind Betriebsanweisungen unter Berücksichtigung der vom Hersteller mitgelieferten Betriebsanleitung aufzustellen, in der die erforderlichen sicherheitstechnischen Hinweise enthalten sind.

Betriebsanweisungen müssen besonders folgende Punkte abdecken (siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 6.5):

- Beachtung von Verwendungsbeschränkungen hinsichtlich des abzusaugenden Materials
- Nachführen von Erfassungseinrichtungen
- Arbeiten mit Zündgefahr
- Verhalten im Brandfall
- Wechsel von Filterelementen
- Staubfreie Entsorgung von Späne-Sammelbehältern
- Vorgehen bei Instandhaltungsmaßnahmen

6.2 Wartungsarbeiten an Absauganlagen für Holzstaub und -späne

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 6.2

Wartungsarbeiten, Reinigungsarbeiten und Inspektionen an Holzstaub-Absauganlagen müssen regelmäßig durchgeführt werden. Dazu ist ein Wartungs- und Reinigungsplan unter Berücksichtigung der Gefährdungsbeurteilung aufzustellen. Darin werden die

- zu wartenden und zu reinigenden Anlagenteile,
- Wartungs- und Reinigungsintervalle,
- Verantwortungsbereiche

festgelegt.

Beim Erstellen der Wartungs-, Inspektionen und Reinigungspläne sind die Angaben in den zugehörigen Betriebsanleitungen der Herstellbetriebe zu berücksichtigen. Umfang und Häufigkeit der Wartungs-, Inspektions- und Reinigungsarbeiten richten sich zum Beispiel nach:

- Größe und Art der Anlage
- Einsatzhäufigkeit
- Art und Mengen der abgesaugten Stäube oder Späne

Die Instandhaltung umfasst nach DIN 31051:2019-06 alle Maßnahmen zur Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustands sowie zur Bewahrung und Wiederherstellung des Soll-Zustands.

Hierzu wird in vier Grundmaßnahmen unterteilt:

- Wartung
- Inspektion
- Instandsetzung
- Verbesserung

Tabelle 52 Instandhaltungsmaßnahmen an Absauganlagen für Holzstaub und -späne

Instandhaltung in Anlehnung an DIN 31051:2019-06			
Wartung	Inspektion	Instandsetzung	Verbesserung
Grundlage für Wartungen sind Richtlinien und Normen (z. B. EN 12779:2016-03) oder Technische Regeln für Arbeitsstätten (z. B. ASR A3.6:2012-01 Lüftung).	Grundlage für eine regelmäßige Prüfung/Inspektion sind die vom Hersteller bereitgestellten Unterlagen (z. B. Betriebs- und Wartungsanleitung für pneumatische Schieber).	Maßnahmen zur Rückführung in einen funktionsfähigen Zustand (z. B. Tausch eines beschädigten Ventilatorflügelrads).	Durch Hinzufügen oder Austausch von Komponenten oder Bauteilen wird eine bestehende Absauganlage auf den aktuellen (sicherheits-)technischen Stand gebracht (Nachrüstung). Zum Beispiel Nachrüstung einer Reststaubgehaltsüberwachung im Rückluftkanal.
Ziele			
Bewahrung des Soll-Zustands	Feststellung und Beurteilung des Ist-Zustands	Wiederherstellung des Soll-Zustands bzw. langfristige Sicherung des Soll-Zustands	Steigerung der Leistung oder Funktionssicherheit ohne Änderung der geforderten Funktion
Maßnahmen/Aktivitäten			
<ul style="list-style-type: none"> ● Reinigen ● Schmieren ● Nachfüllen ● Nachstellen ● Auswechseln 	<ul style="list-style-type: none"> ● Planen ● Messen ● Prüfen ● Analysieren ● Dokumentieren 	<ul style="list-style-type: none"> ● Ausbessern ● Reparieren ● Austauschen ● Auf Funktion prüfen ● Auslösen ● Protokollieren 	<ul style="list-style-type: none"> ● Planen ● Auswerten ● Analysieren ● Prüfen ● Entscheiden ● Dokumentieren

- Die VDMA 24186-0:2019-09 enthält Informationen zu technischen Anlagen oder deren Komponenten, die gewartet und gereinigt werden müssen.
- Die VDMA 24176:2007-01 enthält Informationen zu den Merkmalen der Inspektion von technischen Anlagen.

Weitere Informationen zur Wartung von Absauganlagen im Allgemeinen enthalten die [DGUV Information 209-200](#) und speziell für Arbeiten mit Zündgefahr an Absauganlagen für Holzstaub und -späne die [DGUV Information 209-045](#).

Um den sicheren Betrieb von Absauganlagen zu gewährleisten, müssen in regelmäßigen Abständen Wartungen und Inspektionen durch geschultes Fachpersonal (Sachkundige) vorgenommen werden. Sachkundige in diesem Sinne sind zum Beispiel Fachleute mit Ausbildung zum Meister oder zur Meisterin, Technikerinnen und Techniker, Betriebsingenieure und -ingenieurinnen oder Fachkräfte,

die aufgrund ihrer Ausbildung und Erfahrung fachlich in der Lage sind, den arbeitssicheren Zustand eines Arbeitsmittels zu beurteilen (z. B. Monteure und Monteurinnen des Herstellers).

Holzstaub-Absauganlagen müssen für die Reinigungs- und Wartungsarbeiten außer Betrieb gesetzt und gegen unbefugtes Einschalten gesichert werden. Arbeitsprozesse, bei denen mit hoher Staubkonzentration zu rechnen ist, müssen unterbrochen werden.

Das Reinigen von Anlagenteilen, besonders von Rohrleitungen und Abscheidern, sowie das Entfernen der abgelagerten oder abgeschiedenen Holzstäube ist so durchzuführen, dass Aufwirbelungen auf ein Minimum begrenzt werden und somit

- Brand- und Explosionsgefahren vermieden werden,
- die vorstehend genannten Luftverunreinigungen möglichst nicht in die Umgebungsluft gelangen.

Vorgenannte Gefahren werden zum Beispiel vermieden durch die Verwendung von

- geeigneten Industriestaubsaugern und
- nicht funkenreißenden Werkzeugen.

Filteranlagen dürfen (z. B. beim Filterwechsel) erst nach einer ausreichenden Wartezeit geöffnet werden, nachdem die automatische Abreinigung sowie die geförderte Luft zum Stillstand gekommen sind und der aufgewirbelte Staub sich abgesetzt hat.

Mit Instandhaltungsarbeiten darf erst begonnen werden, wenn in den Anlagen keine Holzstäube mehr in zündfähigen oder gesundheitsgefährlichen Konzentrationen vorhanden sind. Ist nach dem Abschalten von Anlagen mit gesundheitsgefährlichen Konzentrationen (z. B. Freisetzen abgelagerter oder abgeschiedener Stäube) zu rechnen, muss der Betreiber dafür sorgen, dass Wartungs- und Reinigungsarbeiten nur mit geeigneten persönlichen Schutzausrüstungen durchgeführt werden.

Bei Wartung und Instandsetzungsarbeiten dürfen der Sicherheit dienende Anlagenteile/Komponenten nur gegen gleichwertige oder höherwertige Teile ausgetauscht werden.

Der Sicherheit dienende Komponenten sind zum Beispiel:

- Schalter, Endschalter und Antriebsmotoren in explosionsgefährdeten Bereichen nur in Ex-geschützter Ausführung
- Filterelemente/Filterkategorie und Sensoren zur Reststaubgehaltsüberwachung, besonders bei Rückführung der gereinigten Luft in den Arbeitsraum
- Druckentlastungseinrichtungen
- Umschalteinrichtungen von Rückluft auf Fortluft einschließlich Motor, Steuerung, Sensorik
- Brandschutztechnische Trenneinrichtungen
- Rückschlagklappen und Zellenradschleusen zur explosionstechnischen Entkopplung.

6.3 Prüfungen und Messungen

Siehe auch [DGUV Information 209-200](#) „Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ Abschnitt 6.4

Zur Sicherstellung der Anlagensicherheit und der Wirksamkeit müssen Unternehmer und Unternehmerinnen nach Gefahrstoffverordnung und Betriebssicherheitsverordnung unterschiedliche Prüfungen vornehmen oder vornehmen lassen. Dabei legen sie die notwendigen Prüfungen und Prüffristen nach der Betriebssicherheitsverordnung im Rahmen einer Gefährdungsbeurteilung (oder im Explosionsschutz-Dokument) fest. Bei ihrem Prüfkonzept sollten Angaben und Empfehlungen der Herstellbetriebe berücksichtigt werden.

Der Betreiber hat für fristgerechte Nachprüfungen zu sorgen. Die Prüfungen und ihre Ergebnisse müssen dokumentiert werden.

Weil die meisten Zustandseigenschaften einer Absauganlage allein mit optischen oder akustischen Merkmalen nicht beurteilt werden können, müssen im Rahmen der Prüfungen immer auch Messungen der strömungstechnischen Parameter erfolgen. Um hierbei zu aussagefähigen und vergleichbaren Ergebnissen zu kommen, muss bei den Messungen eine strukturierte Vorgehensweise unter Berücksichtigung der physikalischen Grundlagen der Funktion von Absauganlagen Berücksichtigung finden. Die Vorgehensweise bei solchen Messungen wird daher in Abschnitt 6.3.2 beschrieben.

6.3.1 Prüfungen

Bereits vor Aufstellung und Inbetriebnahme einer Anlage und vor Aufnahme einer Tätigkeit muss der Betreiber abklären, welche Gefahren für die Beschäftigten und die Umgebung von diesem Vorhaben ausgehen können. Bei Absauganlagen für Holzstaub und -späne sind hier insbesondere Gesundheitsgefahren durch mangelhafte Erfassung und Abscheidung der durch die Anlage abzusaugenden Stäube sowie Brand- und Explosionsgefahren bei deren Behandlung innerhalb der Anlage zu nennen.

Die Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme dient der Feststellung der Wirksamkeit und Explosionssicherheit der Anlage.

Zur Prüfung vor der ersten Inbetriebnahme (Abnahmeprüfung) gehören eine Vollständigkeits- und Funktionsprüfung sowie eine Funktionsmessung, zum Beispiel in Anlehnung zu DIN EN 12599:2013-01.

Zur Wirksamkeitsprüfung gehört der Nachweis, dass der AGW für Holzstaub von 2 mg/m^3 mindestens eingehalten, aber nach dem Stand der Technik so weit wie möglich unterschritten wird. Das ist gegeben, wenn die Bedingungen der [DGUV Information 209-044](#) eingehalten und die Erfassungselemente nach den Vorgaben von Abschnitt 4 dieser DGUV Information gestaltet sind sowie mit den dort jeweils angegebenen Mindest-Volumenströmen abgesaugt werden. Höhere Volumenstrom-Anforderungen der Hersteller (Betriebsanleitungen) sind dabei zu berücksichtigen.

Ziel der Prüfungen ist die Kontrolle des ordnungsgemäßen Zustands vor Inbetriebnahme der Anlagen hinsichtlich Montage, Instandhaltung, Aufstellungsbedingungen und sicherer Funktion.

Durch die Prüfung bei Inbetriebnahme wird der **Soll-Zustand** mit dem **Ist-Zustand** der Anlage abgeglichen.

Erfahrungsgemäß weicht der **Ist-Zustand** im Zeitablauf von diesem Soll-Zustand ab. Daher muss der Unternehmer oder die Unternehmerin auch ein **Prüf- und Überwachungskonzept** (Prüfart, Prüfungsumfang, Prüftiefe, Prüffrist, Anforderungen an die Prüfperson) erstellen, mit dem sichergestellt werden soll, dass die Wirksamkeit und Sicherheit der Anlage auf Dauer gewährleistet bleiben und eventuell notwendige Instandsetzungsarbeiten zeitnah vorgenommen werden.

Zur Feststellung der Explosionssicherheit ist ein Explosionsschutzkonzept erforderlich, das im Explosionsschutzdokument vom Betreiber der Anlagen beschrieben wird.

Details zum jeweiligen Umfang, zu den Prüfintervallen und den Inhalten der notwendigen Prüfungen finden Sie in der [DGUV Information 209-045](#) „Organisatorische Maßnahme“ und in der [DGUV Information 209-200](#) in Abschnitt 6.4 „Wiederkehrende Prüfungen“.

Die Funktionstüchtigkeit der Anlage wird vor Inbetriebnahme im Regelfall vom Hersteller mithilfe von Messungen der Volumenströme und Druckdifferenzen sowie deren Dokumentation im „Abnahmeprotokoll“ nachgewiesen. Sie ist mindestens **wiederkehrend jährlich** durch eine zur Prüfung befähigte Person (§ 2 (6) BetrSichV) zu prüfen. Die Ergebnisse der Prüfungen sind in ein Prüfbuch oder einen Prüfbericht einzutragen, aufzubewahren und können als Grundlage für die zukünftigen wiederkehrenden Prüfungen herangezogen werden.

Details zum Umfang und den Inhalten der notwendigen Prüfungen sind in der [DGUV-Information 209-044](#) in Abschnitt 8 „Wirksamkeitskontrolle“ zu finden.



Hinweis

- Die Prüfung vor erstmaliger Inbetriebnahme muss unabhängig vom Zeitpunkt der Herstellung/ Inverkehrbringung an **jeder** Anlage durchgeführt werden oder durchgeführt worden sein. Wenn diese Prüfung noch nicht durchgeführt wurde, muss sie zeitnah nachgeholt werden; die Übergangsfrist nach der aktuellen BetrSichV endete am 01.06.2018.
- Zur Prüfung befähigte Person ist eine Person, die durch ihre Berufsausbildung, ihre Berufserfahrung und ihre zeitnahe berufliche Tätigkeit über die erforderlichen Kenntnisse zur Prüfung von Arbeitsmitteln verfügt; soweit hinsichtlich der Prüfung von Arbeitsmitteln in den Anhängen 2 und 3 der Betriebssicherheitsverordnung weitergehende Anforderungen festgelegt sind, sind diese zu erfüllen.
- Eine zur Prüfung befähigte Person für die Explosionssicherheit muss über die in 2. genannte Qualifikation hinaus
 - über eine einschlägige technische Berufsausbildung oder eine andere für die vorgesehenen Prüfungsaufgaben ausreichende technische Qualifikation verfügen,

- über eine mindestens einjährige Erfahrung mit der Herstellung, dem Zusammenbau, dem Betrieb oder der Instandhaltung der zu prüfenden Anlagen oder Anlagenkomponenten im Sinne dieses Abschnitts verfügen und
- ihre Kenntnisse über Explosionsgefährdungen durch Teilnahme an Schulungen oder Unterweisungen auf aktuellem Stand halten.

6.3.2 Voraussetzungen für die Funktionsmessungen zur Beurteilung

Bei den Funktionsmessungen sind die folgenden Fälle zu unterscheiden:

1. Messungen zur **Ermittlung der Anlagen-Wirksamkeit**: Hier sind die Volumenströme an den Schnittstellen der maximal gleichzeitig abzusaugenden Erfassungsstellen (Maximal-Betriebszustand nach Gleichzeitigkeits-Tabelle) zu ermitteln. Zusätzlich ist hier auch ein Betriebszustand mit Erfassungsstellen zu überprüfen, bei denen der Gesamt-Widerstand besonders hoch ist.
2. Messungen zum **Nachweis der Ablagerungsfreiheit**: Hier sind die Luftgeschwindigkeiten in der/den Hauptsammelleitung(en) bei minimal gleichzeitig abzusaugenden Erfassungsstellen zu ermitteln (Minimal-Betriebszustand nach Gleichzeitigkeits-Tabelle).

Strömungen in Holzstaub-Absauganlagen sind aufgrund der dort vorherrschenden Strömungsbedingungen grundsätzlich turbulent (Reynolds-Zahl $Re \geq 2.300$). Das Strömungsprofil innerhalb der Rohrleitung entspricht somit einer abgeflachten Parabel (siehe Abbildung 100, rechts).

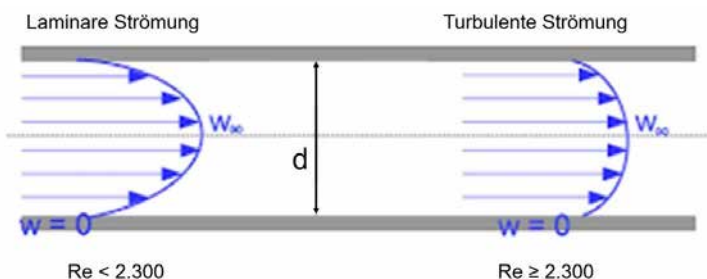


Abb. 100 Strömungsprofile bei laminarer und turbulenter Strömung

6.3.3 Durchführung der Messungen

Gemessen werden die Luftgeschwindigkeiten innerhalb der Rohrleitungen. Im Fall der Ermittlung der Anlagen-Wirksamkeit sind das die Maschinen-Anschlussleitungen, zur Ermittlung der Ablagerungsfreiheit die Hauptleitungen oder Sammelleitungen.

Die Messungen müssen grundsätzlich bei jeweils eingeschalteten Maschinen (zur Ansteuerung der Öffnung der automatischen Schieber), aber ohne zerspannende Bearbeitung durchgeführt werden. Bei dieser Vorgehensweise wird somit nur die reine Luftströmung gemessen und die Messgeräte werden gegen Beschädigung durch Späneflug geschützt.



Hinweis

Während der Messungen müssen sämtliche an der Messung beteiligten Erfassungsstellen an die Absaugung angeschlossen sein. Das Abziehen von Schläuchen, etc., die zur Absaugung der Erfassungsstellen dienen, ist unzulässig!

Während der Messung muss die vorhandene Absauganlage mit konstanter Luftgeschwindigkeit betrieben werden, das heißt, während der Messung dürfen keine Schieber in der Anlage betätigt oder der Ventilator anderweitig geregelt werden. Es müssen stationäre Bedingungen herrschen.

Um den Volumenstrom zutreffend zu erfassen, muss die Luftgeschwindigkeit an mehreren Punkten innerhalb des Leitungsquerschnitts gemessen werden. Die Anzahl der Einzelmessungen zur Bestimmung der zutreffenden mittleren Luftgeschwindigkeit w_{mittel} im Strömungsprofil hängt dabei wesentlich vom Durchmesser der Rohrleitung ab. Erfahrungsgemäß genügen bis DN 355 mm etwa 8 Einzelwerte, für größere Durchmesser sind entsprechend mehr erforderlich (10 bis 20).

Die Einzelmessungen werden jeweils in einer waagrecht und einer senkrechten Achse durchgeführt. Das erfordert unter Umständen 2 Bohrungen. Weitere Bohrungen können bei großen Durchmessern der Rohrleitung

erforderlich werden, wenn der Messkopf des Messgeräts zur Aufnahme des gewünschten Messwerts nicht weit genug in das Rohr hineingeschoben werden kann.

Die Position der Messung in der Abluftleitung in Strömungsrichtung muss geeignet sein. Rohrkrümmer, Schieber, Abzweige, etc. stellen Störstellen dar. Die Störstellen erzeugen Verwirbelungen, die zu einer ungleichmäßigen

Geschwindigkeitsverteilung führen. Damit ist eventuell die maximale Strömungsgeschwindigkeit nicht mehr auf der Rohrschwerlinie, sondern verschiebt sich seitlich zur Rohrwand (siehe Abbildung 101). Nach DIN EN 12599:2013-01 hängt die Genauigkeit der Messung neben dem Messgerät auch von dem hier beschriebenen Abstand und der Anzahl der Messpunkte ab.

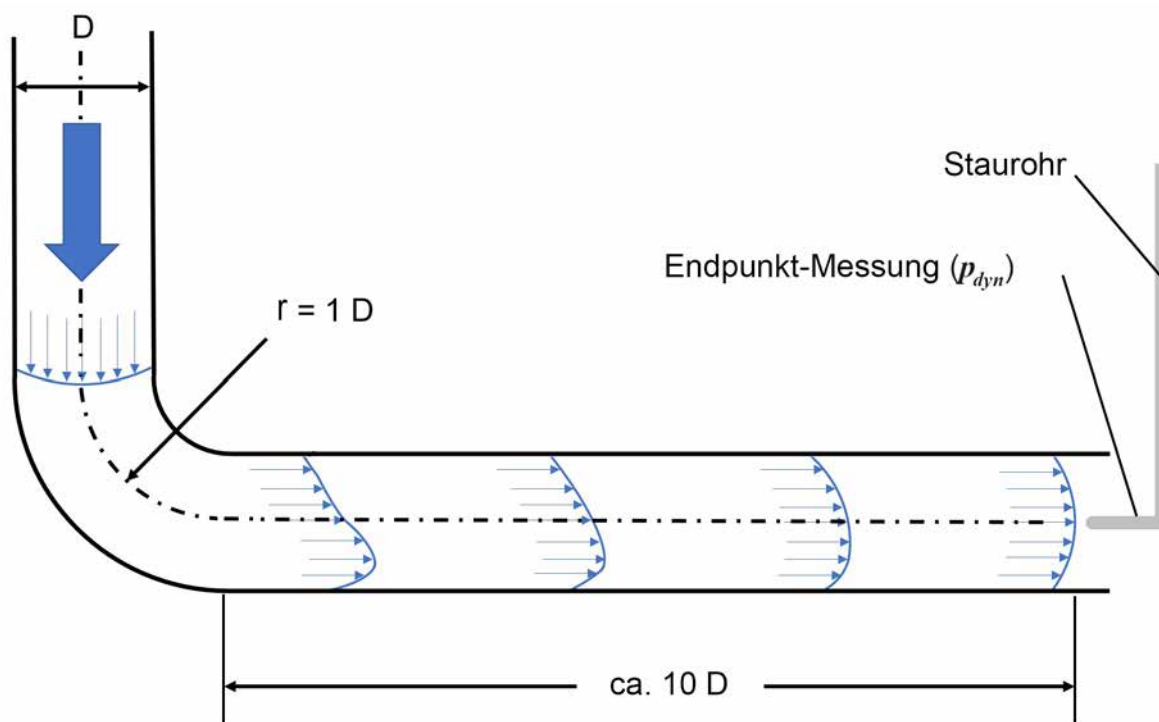


Abb. 101 Verschiebung und Wiederherstellung des Strömungsprofils hinter einer Störstelle

Für einen korrekten Messwert ist eine weitgehend störungsfreie Strömung notwendig. Das erfordert nach DIN EN 12599:2013-01 anströmseitig ein gerades Rohrstück mit der Länge $L \geq 10 \cdot d$ vor und abströmseitig ein Rohrstück mit der Länge $L \geq 2 \cdot d$ hinter der Messöffnung. Sofern diese Abstände situationsbedingt in der Praxis nicht eingehalten werden können, sollte die Anzahl der Messpunkte im Rohrquerschnitt nach DIN EN 12599:2013-01 erhöht werden, um einen reproduzierbaren Wert zu erhalten. Bei der Auswahl der Einzelmesspunkte ist dem sich ergebenden Strömungsprofil Rechnung zu tragen, das heißt, das mehrmalige Messen identischer Messpunkte ist zu vermeiden.

Zur Messung nimmt man am besten ein sogenanntes Prandtl-Rohr oder auch Staurohr. Andere Messverfahren, zum Beispiel mit Hitzdraht- oder Flügelradanemometer, sind ebenfalls möglich. Da das Prandtl-Rohr bei den in Absauganlagen für Holzstaub und -späne üblichen höheren Geschwindigkeiten ($\geq 15 \text{ m/s}$) genauer misst, ist es im Zweifelsfall vorzuziehen. Außerdem können mit diesen Geräten auch Drücke (statisch und dynamisch) gemessen werden, wodurch sie insbesondere bei einer (Fehler-) Analyse sehr nützlich sein können.

Mit dem Prandtl-Rohr führt man jeweils vier Messungen der Luftgeschwindigkeit senkrecht und waagrecht durch. Dabei haben die Messpunkte nach DIN EN 12599:2013-01

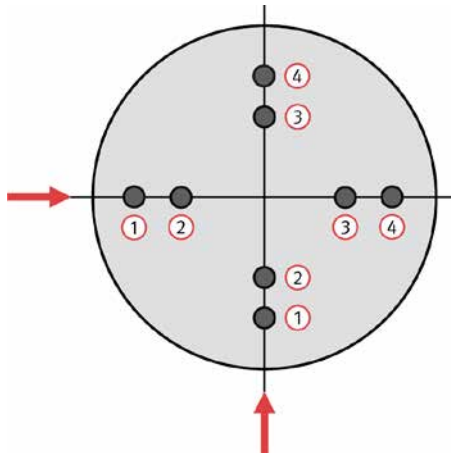
folgende Randabstände, jeweils auf den Rohrdurchmesser bezogen:

$$y^1 = 0,067 \cdot D$$

$$y^2 = 0,250 \cdot D$$

$$y^3 = 0,750 \cdot D$$

$$y^4 = 0,933 \cdot D$$



Die gemessenen Einzelwerte sind anschließend zu einem Mittelwert w_{Mittel} zusammenzufassen.

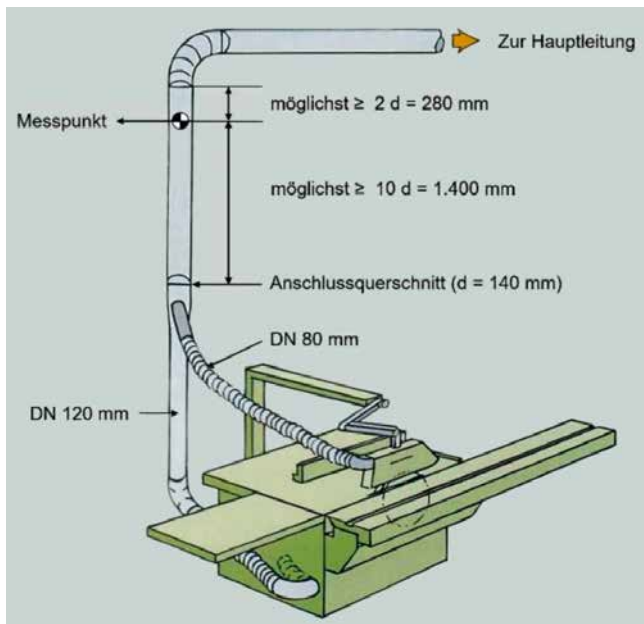


Abb. 102 Vorgehen bei den Messungen

6.3.4 Bewertung der Ergebnisse der Messungen

a) Messungen zur **Ermittlung der Anlagen-Wirksamkeit:**

Der Volumenstrom ermittelt sich nach der Beziehung:

$$\dot{V} = d^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot 3600 \cdot w_{\text{mittel}} \text{ in m}^3/\text{h}$$

wobei d den Rohrdurchmesser in m und w_{mittel} die mittlere Luftgeschwindigkeit in m/s darstellt. Der Faktor „3.600“ dient der Umrechnung von Sekunden in Stunden.

Die Ergebnisse dieser Messung und Berechnung sind mit den Soll-Volumenströmen nach Abschnitt 4 dieser DGUV Information bzw. nach Maschinen-Hersteller-Vorgabe (z. B. aus der Betriebsanleitung der Maschine) zu vergleichen.

Eine Alternative zum Volumenstromvergleich ist der Vergleich der gemessenen Luftgeschwindigkeit mit der Soll-Luftgeschwindigkeit nach Vorgabe. Dabei sind aber folgende Zusammenhänge zu beachten:

Hat das Rohrstück am Messpunkt einen anderen Durchmesser d_{MP} als der Stutzen-Durchmesser d_{S} der Bearbeitungsmaschine, muss eine Umrechnung der gemessenen Luftgeschwindigkeit w_{MP} auf den Stutzen-Durchmesser erfolgen. Nach der Kontinuitätsgleichung ($A \cdot w = \text{const.}$) gilt:

$$w_{\text{S}} \cdot A_{\text{S}} = w_{\text{MP}} \cdot A_{\text{MP}}$$

Daraus folgt für die auf den Anschlussstutzen der Maschine bezogen Luftgeschwindigkeit w_{S} :

$$w_{\text{S}} = w_{\text{MP}} \cdot \left(\frac{d_{\text{MP}}}{d_{\text{S}}} \right)^2$$

Besitzen Maschinen mehrere Absaugstutzen, so kann folgendermaßen verfahren werden:

Der „fiktive“ Gesamt-Anschlussstutzen-Durchmesser d_{ges} ergibt sich für alle (maximal) gleichzeitig betriebenen Anschlussstutzen d_i nach der folgenden Beziehung:

$$d_{\text{ges}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n d_i^2}$$

In der Praxis wendet man für die Umrechnung der Luftgeschwindigkeit dabei sinnvollerweise jedoch nicht den exakten rechnerischen Durchmesser, sondern die nächstgelegene Norm-Nennweite nach Tabelle 42 dieser DGUV Information an.

b) Messungen zum **Nachweis der Ablagerungsfreiheit:**

Die Ergebnisse dieser Messungen sind direkt (ohne Umrechnung) mit den Mindest-Luftgeschwindigkeitsanforderungen nach [DGUV Information 209-045](#) „Absaugleitungen“ zu vergleichen. Zu berücksichtigen ist dabei die Zusammensetzung des Materials.

c) Messunsicherheit:

Erfahrungsgemäß ergeben sich bei den in der geschilderten Art und Weise durchgeführten Luftgeschwindigkeitsmessungen Abweichungen vom „wahren“ Wert in der Größenordnung von $\pm 10\%$. Weichen die Messwerte also um mehr als 10% von den Sollvorgaben nach unten ab, besteht Handlungsbedarf zur Lokalisierung der Schwachstellen und deren Behebung.

7 Literaturverzeichnis

Die folgenden Schriften enthalten wesentliche Forderungen für das sichere Errichten und Betreiben von Absauganlagen für Holzstaub und -späne.

Gesetze, Verordnungen, Technische Regeln

Bezugsquelle: Buchhandel und Internet: z. B. www.gesetze-im-internet.de, www.baua.de

ArbSchG	Arbeitsschutzgesetz
BetrSichV:2015-02	Betriebssicherheitsverordnung
ArbStättV:2016-12	Arbeitsstättenverordnung
ASR A3.6:2012-01	Technische Regel für Arbeitsstätten „Lüftung“
ProdSG	Produktsicherheitsgesetz
9. ProdSV	Maschinenverordnung
11. ProdSV	Explosionsschutzverordnung
ChemG	Gesetz zum Schutz vor gefährlichen Stoffen
GefStoffV:2017-03	Gefahrstoffverordnung
TRGS 553:2008-08	Holzstaub
TRGS 553:2022-07	
TRGS 560:2012-01	Luftrückführung bei Tätigkeiten mit krebserzeugenden, erbgutverändernden und fruchtbarkeitsgefährdenden Stäuben
TRGS 900:2020-10	Arbeitsplatzgrenzwerte
TRGS 905:2020-03	Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe
TRGS 906:2007-03	Verzeichnis krebserzeugender Tätigkeiten oder Verfahren nach § 3 Abs. 2 Nr. 3 GefStoffV
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
7. BImSchV:1975-12	Verordnung zur Auswurfbegrenzung von Holzstaub
AbfG	Abfallgesetz
AVV:2017-07	Abfallverzeichnisverordnung
KrWG	Kreislaufwirtschaftsgesetz
	Bauordnungen der Länder
1999/92/EG	(ATEX 137) Richtlinie 1999/92/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 1999 über Mindestvorschriften zur Verbesserung des Gesundheitsschutzes und der Sicherheit der Arbeitnehmer, die durch explosionsfähige Atmosphären gefährdet werden können

2005/32/EG	Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. Juli 2005 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energiebetriebener Produkte und zur Änderung der Richtlinie 92/42/EWG des Rates sowie der Richtlinien 96/57/EG und 2000/55/EG des Europäischen Parlaments und des Rates
2006/42/EG	Richtlinie 2006/42/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG (Neufassung)
2009/125/EG	Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte (Ökodesign-RL)
2014/34/EU	(ATEX 114) Richtlinie 2014/34/EU des Europäischen Parlaments und des Rates zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
EU-Verordnung 640/2009	Verordnung (EG) Nr. 640/2009 der Kommission vom 22. Juli 2009 zur Durchführung der Richtlinie 2005/32/EG des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung von Elektromotoren

DGUV Vorschriften- und Regelwerk

Bezugsquelle: Bei Ihrem zuständigen Unfallversicherungsträger und unter www.dguv.de/publikationen

DGUV Regel 109-002	„Arbeitsplatzlüftung“ April 2020 (Webcode: p109002)
DGUV Regel 109-606	„Branche Tischler- und Schreinerhandwerk“ April 2019 (Webcode: p109606)
DGUV Information 209-044	„Holzstaub“ Februar 2019 (Webcode: p209044)
DGUV Information 209-045	„Absauganlagen und Silos für Holzstaub und -späne – Brand- und Explosionsgefährdungen“ Juli 2012 (Webcode: p209045)
DGUV Information 209-083	„Silos für das Lagern von Holzstaub und spänen – Bauliche Gestaltung, Betrieb“ Juni 2015 (Webcode: p209083)
DGUV Information 209-084	„Industriestaubsauger und Entstauber“ Februar 2017 (Webcode: p209084)
DGUV Information 209-200	„Absauganlagen – Konzeption, Planung, Realisierung und Betrieb“ März 2020 (Webcode: p209200)
DGUV Information 213-541	„Verfahren zur Bestimmung von Holzstaub“: Oktober 2006 (Webcode: p213541)

Weitere Publikationen der DGUV

DGUV Kurzinformation FB-HM 101:2018-05	„Beurteilung des Brand- und Explosionsrisikos an Breitbandschleifmaschinen zur Holzbearbeitung“ (www.dguv.de/fb-holzundmetall/publikationen)
FBHM-111	Mobile Entstauber für Holzstaub und Holzspäne - Sicheres Verwenden und sichere Luftrückführung von Altgeräten (Webcode: p021580)

Normen und Richtlinien

Bezugsquelle: [DIN Media GmbH](#), Am DIN-Platz, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin

DIN EN 848-2:2013-01	Sicherheit von Holzbearbeitungsmaschinen – Fräsmaschinen für einseitige Bearbeitung mit drehendem Werkzeug
DIN EN ISO 19085-12:2022-01	Holzbearbeitungsmaschinen – Sicherheit – Teil 12: Zapfenschneid- und Schlitzmaschinen/Profiliermaschinen (ISO 19085-12:2021)
DIN EN ISO 19085-16:2022-05	Holzbearbeitungsmaschinen – Sicherheit – Teil 16: Tischbandsägemaschinen und Trennbandsägemaschinen (ISO 19085-16:2021)
DIN EN 1870-8:2013-03	Sicherheit von Holzbearbeitungsmaschinen – Kreissägemaschinen – Teil 8: Einblattbesäum- und Leistenkreissägemaschinen mit kraftbetätigtem Sägeaggregat und Handbeschickung und/oder Handentnahme
DIN EN 12599:2013-01	Lüftung von Gebäuden – Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumluft-technischer Anlagen;
DIN EN ISO 19085-14:2022-04	Holzbearbeitungsmaschinen – Sicherheit – Teil 14: Fräsmaschinen für vierseitige Bearbeitung (ISO 19085-14:2021)
DIN EN 12779:2016-03	Holzbearbeitungsmaschinen – Absauganlagen für Holzstaub und Holzspäne – sicherheitsbezogene Leistung und sicherheitstechnische Anforderungen
DIN EN 12779:2010-09 (zurückgezogen)	Holzbearbeitungsmaschinen – Absauganlagen für Holzstaub und Holzspäne – sicherheitsbezogene Leistung und sicherheitstechnische Anforderungen
DIN EN 12779:2005-05 (zurückgezogen)	Holzbearbeitungsmaschinen – Absauganlagen für Holzstaub und Holzspäne – sicherheitsbezogene Leistung und sicherheitstechnische Anforderungen
DIN EN 16770:2018-12	Sicherheit von Holzbearbeitungsmaschinen – Absauganlagen für Holzstaub und Späne für Innenaufstellung – Sicherheits-technische Anforderungen
DIN EN 60335-2-69:2015-07	Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-69: Besondere Anforderungen für Staub- und Wasserauger einschließlich kraftbetriebener Bürsten für den gewerblichen Gebrauch
DIN EN ISO 19085-17:2021-12	Holzbearbeitungsmaschinen – Sicherheit – Teil 17: Kantenanleimmaschinen mit Kettenbandvorschub (ISO 19085-17:2021)
DIN EN ISO 19085-1:2021-07	Holzbearbeitungsmaschinen – Sicherheit – Teil 1: Gemeinsame Anforderungen (ISO 19085-1:2021)
DIN 31051:2019-06	Grundlagen der Instandhaltung
VDMA 24176:2007-01	„Inspektion von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden“
VDMA 24186-0:2019-09	„Leistungsprogramm für die Wartung von technischen Anlagen und Ausrüstungen in Gebäuden – Teil 0: Übersicht und Gliederung, Nummernsystem, Allgemeine Anwendungshinweise“

Weitere Quellen und Empfehlungen

- Schreinerei-Betriebsbeispiele, Planungshilfen 10, Haus der Wirtschaft, Landesgewerbeamt Baden-Württemberg
- F. Kremers, A. Becker, B. Detering, G. Rauch, J. Wolf: Ermittlung der Ursachen von Bränden und Explosionen in Mitgliedsbetrieben der Holz-Berufsgenossenschaft Gefahrstoffe – Reinhaltung der Luft 61/2001 Nr. 9, Springer-VDI-Verlag
- Projektbericht zur Umsetzung der TRGS 553 „Holzstaub“, Holz-Berufsgenossenschaft 1995
- Frech, G., Scholer, W.: Entwicklung numerischer Berechnungsverfahren von Schadstofffassungseinrichtungen, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin; Fb 677
- Pfeiffer, W.: Absaugluftmengen von Erfassungseinrichtungen offener Bauart, Staub- Reinhaltung der Luft 42/1982 Nr. 8, Springer-VDI-Verlag
- Bohl, W.: Technische Strömungslehre, Kamprath-Reihe Technik, 9.Auflage 1991
- Siegel, W.: Pneumatische Förderung, Vogel-Fachbuch: Verfahrenstechnik, 1. Auflage 1991
- Löffler, F.: Staubabscheidung mit Schlauchfiltern und Taschenfiltern, Vieweg-Verlag, 2. Auflage 1991
- Eck, B.: Ventilatoren, Springer Verlage, 5. Auflage 1991
- Scheurich, H., Dressler, M.: Ermittlung des Späneauswurfs aus dem Werkzeug und Dokumentation des Spanflugverhaltens im Spanraum; Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart; Juni 2000
- Froschmeier, T., Dressler, M.: Bestimmung des cw- Wertes von Holzpartikeln aus spanenden Bearbeitungsverfahren; Institut für Werkzeugmaschinen der Universität Stuttgart; Juli 2001
- Leidmann, H.: Theorie der Strömungsvorgänge in Holzabsauganlagen, Skriptum FH Rosenheim, 1992
- Dittes, W.; Goettling, D.; Wolf, H.: Arbeitsplatzluftreinhaltung – Schadstofffassungseinrichtungen in der Fertigungstechnik. 2. Aufl. Bremerhaven: Wirtschaftsverlag NW1987. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz, Fb 438
- Tucholke, P.: Untersuchungen zum Energieeinsparpotential von Radialventilatoren in Lüftungs- und Klimageräten, Studienarbeit, Versorgungs- und Umwelttechnik, Berlin, 2010
- Grundmann, R., und Schönholtz, F.: Grundlagen der Ventilatorentechnik, Technische Publikation, Bad Hersfeld, Trox tlt-Technik, 2013
- TSM/M Holzbearbeitungsmaschinen – Handhabung und sicheres Arbeiten; Ausgabe 11/2013; Berufsgenossenschaft Holz und Metall
- Detering, B.: Analyse der Staubbelastung von Arbeitsplätzen an numerisch gesteuerten Oberfräsen der Holzbearbeitung, Studienarbeit, Holz-Berufsgenossenschaft, München 1990
- Klein, R.-H.: Verbesserung der Absaugwirkung durch optimale Gestaltung der Erfassungselemente am Beispiel einer Zylinderschleifmaschine der Holzbearbeitung, Studienarbeit, Holz-Berufsgenossenschaft, München 1987
- Schultz, P.: Staubtechnische Bewertung eines Nachrüstsatzes zur Staubabsaugung für die Tischbandsägemaschine, Studienarbeit, Holz-Berufsgenossenschaft, Stuttgart 1992
- KOLLMANN, F.: Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe. Band 1, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin 1982

8.2 Beispiel zur Ermittlung erforderlicher Luftgeschwindigkeiten zur Erfassung auch größerer Späne

Bei Fräsarbeiten an einem Buchenholzriegel entstehen – neben Staub – auch Späne. Die Späne haben einen aerodynamischen Durchmesser von 1 mm und eine Dichte von 500 kg/m^3 . Außerdem kann für den Span vereinfachend für den Luftwiderstand ein c_w -Wert von 0,85 angenommen werden. Das verwendete Fräswerkzeug hat einschließlich der überstehenden Schneiden einen Flugkreisdurchmesser von 150 mm und wird mit einer Drehzahl von 6.000 U/min betrieben. Der Anstellwinkel der Schneiden im Zerspanungsbereich beträgt 15° . Die Erfassung erfolgt über einen einfachen Fänger in Kastenform. Dieser hat eine Gesamtbreite von 500 mm und umschließt das Fräswerkzeug zentral, wobei der Schneiden-Flugkreis des Werkzeugs ca. 5 mm über die Vorderkante des Kastens hinaussteht.

Abzuschätzen ist, welche Luftgeschwindigkeit im Erfassungselement vorliegen muss, damit die Späne erfasst werden.

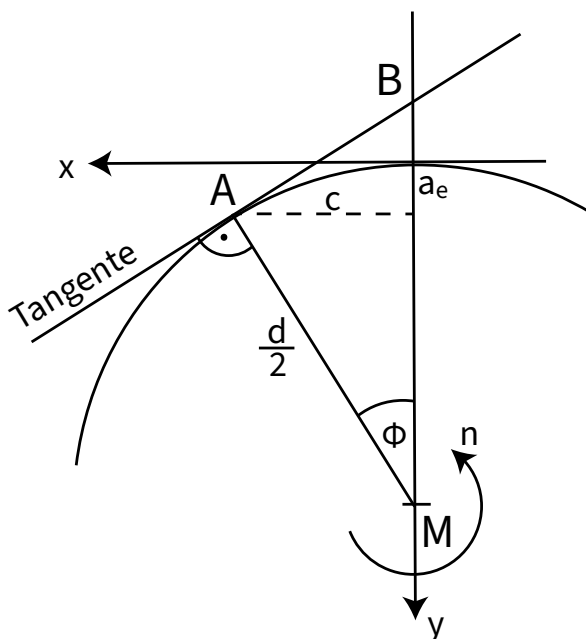


Abb. 103 Skizze zur Berechnung des Austrittspunkts der Späne

Lösung:

Damit der Span von der Erfassungseinrichtung erfasst wird, muss durch die Absaugströmung seine Flugbahn so beeinflusst werden, dass die resultierende Geschwindigkeits-Komponente aus der Spanflugbahn und der Absaugung innerhalb des kastenförmigen Fängers liegt. Das ist der Fall, wenn der Umkehrpunkt auf der Flugbahn des Spans in x-Richtung (tangential) innerhalb des durch die Außenkontur des Fängers gebildeten Bereichs bleibt. Die radiale Komponente (y-Richtung) kann dabei unbeachtet bleiben, da sie in die gleiche Richtung weist wie die y-Komponente der Absaugströmung.

1. Ermittlung der Geschwindigkeiten in x-Richtung (Anteil auf der x-Achse und damit parallel zur Kante des Erfassungselements)

Der Freisetzungspunkt des Spans ist nach Abbildung 103 im Punkt A gegeben, der im Winkel $\varphi = 15^\circ$ von der zentralen y-Achse abweicht. Der Angriffswinkel für die Luftgeschwindigkeit muss ermittelt werden, allerdings nicht bezogen auf das Werkzeugzentrum (Punkt M), sondern auf den Anschluss des Absaugrohrs an den Fänger im Abstand von

$$D = 2 \cdot d \quad (2 \cdot \text{Werkzeug-Durchmesser}).$$

Die Geschwindigkeit des Spans zum Freisetzungzeitpunkt kann vereinfachend mit der Schnittgeschwindigkeit des Werkzeugs gleichgesetzt werden:

$$\text{Drehfrequenz: } f = \frac{n}{60} = \frac{6000}{60} = 100 \quad [\text{Hz}]$$

Winkelgeschwindigkeit:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 100 = 628,20 \quad [-]$$

Schnittgeschwindigkeit:

$$w_{P0} = \frac{d}{2} \cdot \omega = \frac{0,15}{2} \cdot 628,20 = 47,12 \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Die Komponenten in x-Richtung ergeben sich zu:

Span-Geschwindigkeit:

$$w_{P0, x} = \sin(15^\circ) \cdot w_{P0} = 12,20 \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]$$

Luft-Geschwindigkeit:

$$w_{L, x} = \sin(40^\circ) \cdot w_L = 0,643 w_L \text{ mit}$$

$$\alpha = 40^\circ \quad \left(\tan \alpha = \frac{0,50/2}{2 \cdot 0,15} = 0,833 \right)$$

2. Ermittlung des Umkehrpunkts in tangentialer

Richtung:

Relativgeschwindigkeit bei der Freisetzung

$$\text{des Partikels: } w_{r0,x} = w_{L,x} - w_{P0,x}$$

$$\text{Umkehrpunkt: } x_U = \frac{1}{b} \cdot \left| 1 - \frac{w_{L,x}}{w_{r0,x}} - \ln \frac{w_{r0,x}}{w_{L,x}} \right|$$

mit:

$$b = \frac{3}{4} \cdot \frac{c_w}{d} \cdot \frac{\rho_L}{\rho_P} = \frac{3}{4} \cdot \frac{0,85}{0,001} \cdot \frac{1,29}{500} = 1,64475 \left[- \right]$$

Die Berechnung erfolgt iterativ durch Einsetzen verschiedener Vorgabewerte für die Luftgeschwindigkeit w_L der Absaugströmung. Der errechnete Umkehrpunkt x_U wird anschließend mit der Abmessungs-Koordinate des Erfassungselements in x-Richtung $x_E = \frac{0,50}{2} = 0,25 \text{ [m]}$ verglichen. Dabei muss $x_U \leq x_E$ sein.

Tabelle 53 Ergebnis-Tabelle – Luftgeschwindigkeiten und Umkehrpunkt

Luftgeschwindigkeit w_L	Umkehrpunkt x_U
20 m/s	9,56 m
25 m/s	1,05 m
30 m/s	0,44 m
35 m/s	0,25 m
40 m/s	0,16 m

Erst bei einer Luftgeschwindigkeit von mindestens 35 m/s ist eine ausreichende Erfassungsgeschwindigkeit gewährleistet und die Späne werden von der Absaugung erfasst.

**Deutsche Gesetzliche
Unfallversicherung e.V. (DGUV)**

Glinkastraße 40

10117 Berlin

Telefon: 030 13001-0 (Zentrale)

E-Mail: info@dguv.de

Internet: www.dguv.de