

ABSAUGUNG AM ARBEITSPLATZ

In zahlreichen Industriezweigen, z. B. in der Holzverarbeitenden Industrie, in Gießereien, bei der Metallverarbeitung, in der chemischen Industrie, im Bergbau u. a. m. muß man mit Fertigungsverfahren arbeiten, bei denen unvermeidliche Stäube, Gase oder Dämpfe entstehen.

Das stellt für die in diesen Betrieben beschäftigten Menschen eine Belästigung oder sogar eine Gefahr für die Gesundheit dar. Nach dem Umweltschutzprogramm der Bundesregierung [1] vom 14. Oktober 1971 sind Vorschriften zu erarbeiten, die sicherstellen, daß bei der Entwicklung von Arbeitsverfahren besonders aber beim Bau von Arbeitsstätten, die Erfordernisse einer angemessenen Lüftung und Absaugung am Arbeitsplatz schon bei der Planung berücksichtigt werden. Diese Vorschriften liegen in der »Verordnung über Arbeitsstätten« [2] vom 20. März 1975 vor. Zum Schutz gegen auftretende Gase, Dämpfe, Nebel und Stäube besagt der Paragraph 14 dieser Verordnung folgendes:

Soweit in Arbeitsräumen das Auftreten von Gasen, Dämpfen, Nebeln oder Stäuben in unzuträglicher Menge oder Konzentration nicht verhindert werden kann, sind diese an ihrer Entstehungsstelle abzusaugen und zu beseitigen. Sind Störungen an Absaugeinrichtungen nicht ohne weiteres erkennbar, so müssen die betroffenen Arbeitnehmer durch eine selbsttätig wirkende Wärmeinrichtung auf die Störung hingewiesen werden. Es müssen ferner Vorkehrungen getroffen sein, durch die die Arbeitnehmer im Falle einer Störung an Absaugeinrichtungen gegen Gesundheitsgefahren geschützt sind.«

In den Erläuterungen zu Paragraph 14 dieser Verordnung wird darauf hingewiesen, daß sich in Arbeitsräumen Gase, Dämpfe, Nebel oder Stäube nur in einer Menge ansammeln dürfen, welche keine Belästigungen, Gesundheitsgefahren oder Explosionsgefahren zur Folge haben können. Die Unzuträglichkeit hängt von der Menge bzw. der Konzentration und der Art der Luftverunreinigung ab.

Grenzwerte für gesundheitsschädliche Stoffe sind in der Liste der max. Arbeitsplatz-Konzentration (MAK-Werte) aufgeführt [3].

Dipl.-Ing. Herbert Mürmann

Die Explosionsbereiche, d. h. die unteren und die oberen Explosionsgrenzen sind in der Literatur unter der Zusammenstellung »Brenn- und Explosions-Kenngrößen von Stäuben« [8] zu finden und die VDI-Richtlinie VDI 2263 »Verhütung von Staubbränden und Staubexplosionen« [7] ergänzt die Sicherheitsvorschriften der gewerblichen Berufsgenossenschaft.

Wie erfasse ich den Staub

Der Paragraph 14 der »Verordnung über Arbeitsstätten« geht von dem Grundsatz aus, die in Arbeitsräumen entstandenen Gase, Dämpfe, Nebel und Stäube zuerst an der Entstehungsstelle zu beseitigen. Zur Erfassung der entstandenen Gase, Dämpfe, Nebel und Stäube bestehen im Grundsatz 3 Möglichkeiten:

- Absaugung an der Entstehungsstelle.
- Lokalisieren der Entstehungsstelle.
- Einkapselung der Entstehungsstelle.

Als typisches Beispiel der Absaugung an der Entstehungsstelle soll die schematische Darstellung in Bild 2, Absaugung beim Elektroschweißen, die-

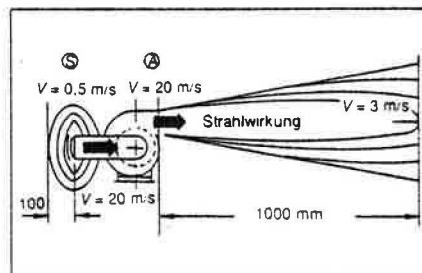


Bild 1: Unterschied zwischen Saug- und Blaskwirkung

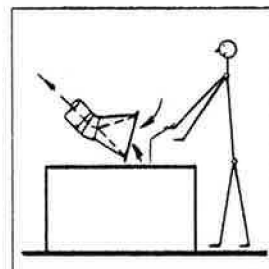


Bild 2: Absaugung an der Entstehungsstelle

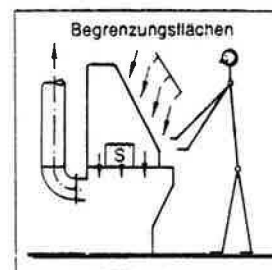


Bild 3: Lokalisierung der Entstehungsstelle

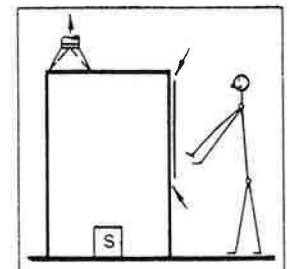


Bild 4: Einkapselung der Entstehungsstelle

nen, Wieweit dabei ein Erfassen an der Entstehungsstelle möglich ist, hängt in hohem Maße von der Ausbildung der Absaughaube und von der richtigen Bemessung der Absaugluftmenge ab. Die Absaugöffnung der Absaughaube soll möglichst dicht an die Entstehungsstelle herangelegt werden. Es ist zwecklos, auch nur in geringer Entfernung von der Entstehungsstelle absaugen zu wollen. Es müßte dazu eine Absaugluftmenge gewählt werden, bei der jede Absauganlage unwirtschaftlich wird. Gegen diese grundlegende Erkenntnis wird vielfach verstoßen. Man verkennt zu leicht den Unterschied zwischen Saug- und Blaskwirkung. In Bild 1 ist dieser Unterschied bildlich dargestellt. Beim Blasen tritt die Luft mit hoher Geschwindigkeit aus der Ausblasöffnung heraus und behält in Folge der ihr innewohnenden kinetischen Energie ihre Bewegungsrichtung bei. Die Geschwindigkeit verringert sich nur allmählich durch die Reibungsverluste an der umgebenden ruhenden Luft. Es tritt also eine Strahlwirkung ein.

Beim Saugen dagegen muß, wie Bild 1 zeigt, die um die Saugöffnung herum in Ruhe befindliche Luft beschleunigt werden. Da nun die der Saugöffnung nächsten Luftteilchen am schnellsten beschleunigt werden, tritt mit zunehmendem Abstand von der Saugöffnung eine schnelle Abnahme der Saugwirkung ein. Die Strahlwirkung fehlt hier also.

Unter Lokalisieren der Entstehungsstelle soll verstanden werden, daß man Arbeiten mit Staubentwicklung durch Begrenzungsflächen soweit lokalisiert, daß sie sich in dem jeweiligen Arbeitsraum nicht mehr ausbreiten können. Die Absaugung kann dann an geeigneter Stelle erfolgen. In Bild 3 ist schematisch ein solcher Arbeitsplatz dargestellt. Die



Staubentstehungsstelle ist von 4 Flächen begrenzt und durch die Tischfläche findet die Absaugung statt, während durch die Arbeitsfläche ein Strömen der abgesaugten Luft stattfindet und so noch austretenden Staub erfäßt.

Die dritte Möglichkeit der Erfassung stellt die völlige Einkapselung der Entstehungsstelle dar. In Bild 4 ist dieser Vorgang schematisch dargestellt. Die Staubentstehungsstelle selbst ist vollkommen eingekapselt, die Absaugluftmenge ist dabei abhängig von der Größe der Einkapselung und von der Größe der Nachströmöffnungen.

Bei der Frage der Erfassung von Verunreinigungen ist die Luftführung von großer Wichtigkeit. Anhand der Darstellung 5 soll das näher erläutert werden. Die Anordnung einer sogenannten Oberhaube über einem Bad oder einer Staubentstehungsstelle ist sehr ungünstig und sollte man unbedingt vermeiden, weil die schädlichen Dämpfe und Stäube in den Atmungsbereich der Personen gesaugt werden (Bild 5, oben). Eine Absaugung nach unten ist besser (Bild 5, unten), weil in diesem Falle die schädlichen Dämpfe oder die Stäube nicht in den Atmungsbereich der Personen kommen.

Wahl der Absaugluftmenge

Die optimale Absaugluftmenge wird festgelegt nach Erfahrungswerten und empirischen Formeln, die aufgrund von systematischen Untersuchungen aufgestellt wurden [5]. Für einfache, trichterförmige Absaughauben sind in Bild 5 die entsprechenden Formeln in Abhängigkeit von der Haubenordnung angegeben.

Ausschlaggebend für den Wert der Absaugluftmenge \dot{V} in m^3/s ist neben der Haubenfläche A und der Erfassungsgeschwindigkeit v besonders der Abstand x von der Entstehungsstelle, da hier eine quadratische Abhängigkeit vorhanden ist. Bei Anordnung der Haube auf einem Arbeitstisch oder Fußboden beträgt die Absaugluftmenge \dot{V} nur noch 75 % des Wertes bei Anordnung frei in der Luft. Für Hauben mit einem umlaufenden Flansch, Bild 5, ist der Wert der Absaugluftmenge ebenfalls um 25 % geringer.

Die Erfassungsgeschwindigkeiten v für die in Bild 6 aufgeführten Gleichungen können als grobe Anhaltswerte der Tabelle 1 entnommen werden. Damit lassen sich aber nicht für alle Fälle der Praxis die erforderlichen Werte des Ab-

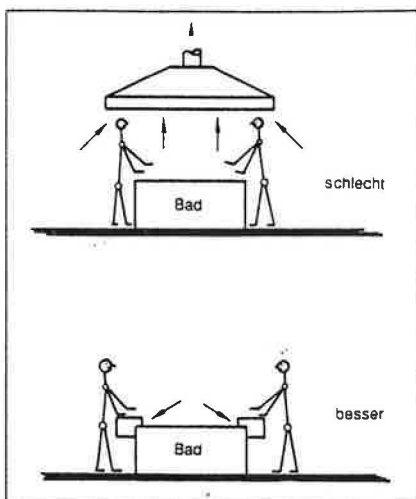


Bild 5: Absaugung der Luftführung

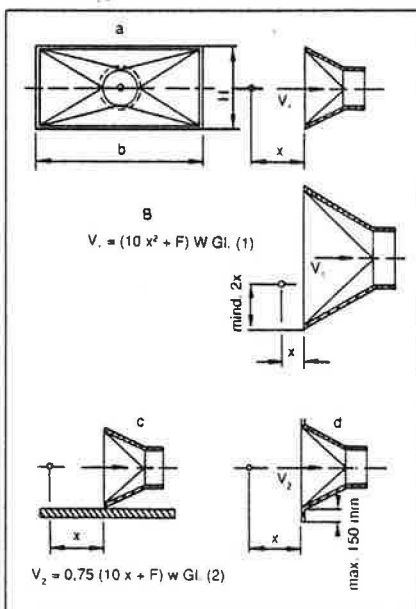


Bild 6: Formeln zur Berechnung der Absaugluftmenge für trichterförmige Hauben

E Entstehungsstelle der schädlichen Gase und Stäube (zentrisch bis auf große Haube)

$$A = B \cdot H \text{ in } m^2$$

x Abstand von der Entstehungsstelle in m

v Erfassungsgeschwindigkeit in m/s

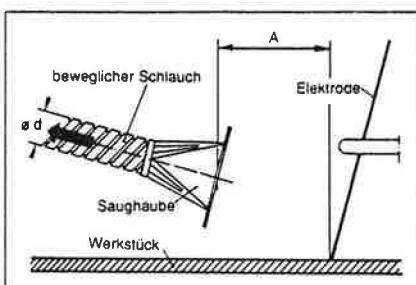


Bild 7: Trichterförmige Absaughaube zum Erfassen der Rauche beim Elektro-Schweißen

Tabelle 1: Erfassungsgeschwindigkeiten v beim Absaugen außerhalb von Hauben in Abhängigkeit von der Art der Verbreitung der Verunreinigungen

Art der Verbreitung der Verunreinigungen	Anwendungsgebiete	v in m/s
ohne Eigengeschwindigkeit in die ruhende Luft tretend	Badabsaugungen, Entfettung, Galvanik, Beizbäder usw.	0,25 bis 0,5
mit geringer Eigengeschwindigkeit in schwach bewegte Luft tretend	Spritzkabinen, unterbrochene Abfüllarbeiten, langsame Bandtransporte, Schweißen	0,5 bis 1,0
lebhaft Entwicklung in Zone schneller Luftbewegung	kleine Spritzstände, Faßabfüllung, Transportbänder beladen, Brecher	1,0 bis 2,5
mit großer Anfangsgeschwindigkeit in Zone sehr schneller Luftbewegung dringend	Schleifen, Trommeln, Sandstrahlen, Umrühren	2,5 bis 10

saugluftdurchsatzes festlegen. Die Gestalt der Absaughauben wird oft nach verschiedenen Gesichtspunkten festgelegt. Tritt Eigengeschwindigkeit des abzugsaugenden Mediums auf, z. B. infolge Fliehkraftwirkung, Auftrieb und Strömungsenergie, so muß dies bei Anordnung und Gestaltung der Absaughauben berücksichtigt werden. Die Werte der Absaugluftmengen lassen sich dann nur aufgrund von Erfahrungen festlegen [5].

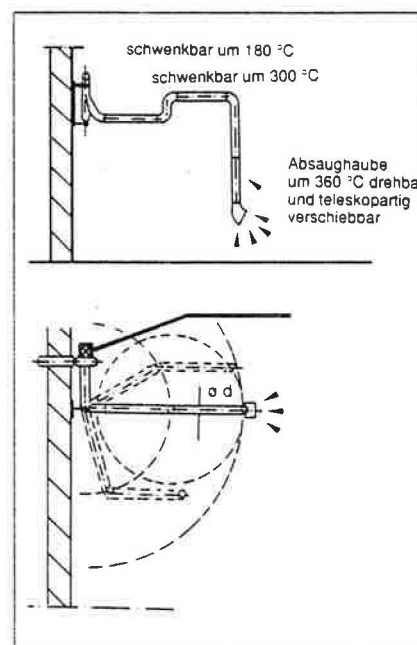


Bild 8: Trichterförmige Absaughaube, schwenkbar, drehbar und teleskopartig verschiebbar

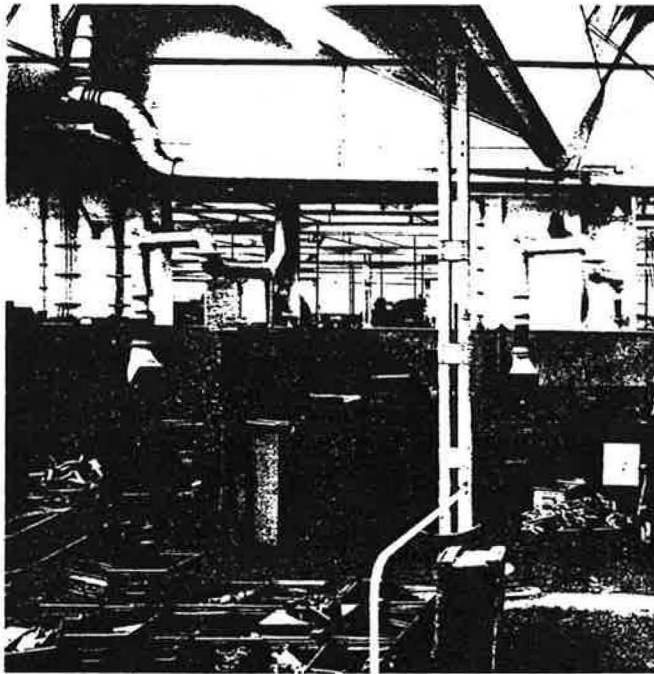


Bild 9: Einsatz trichterförmiger Absaughauben mit Schwenkarm in einer E-Schweißerei

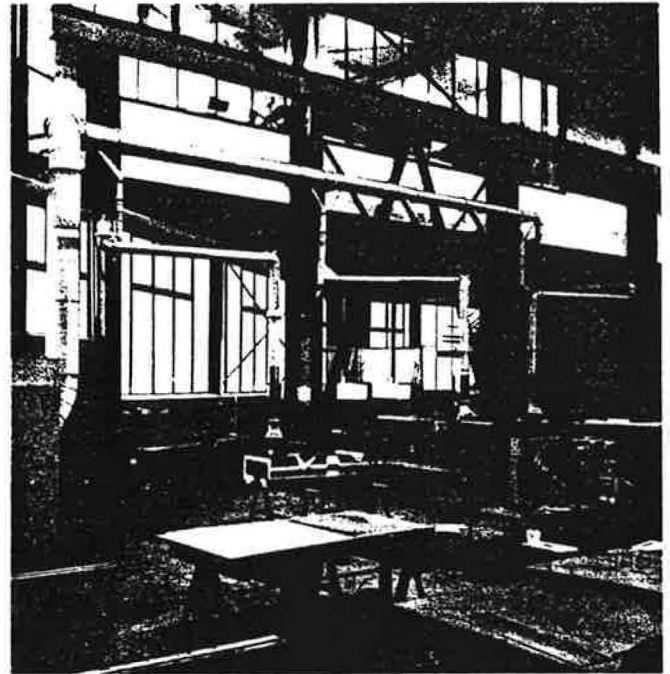


Bild 10: Einsatz trichterförmiger Absaughauben mit Schwenkarm an Feinschleifplätzen

Beispiele über Ausführung von Absaughauben

Eine trichterförmige Absaughaube zum Absaugen von Schweißdämpfen beim Elektroschweißen ist schematisch in Bild 7 dargestellt. Diese trichterförmige Absaughaube mit Flanschenausbildung wird über einen beweglichen Schlauch mit einem Absaugsystem bzw. mit dem Absaugventilator verbunden. Die Absaughaube selbst soll möglichst dicht an die Schweißelektrode herangeführt werden, um so ein direktes Absaugen der beim Schweißen entstehenden Rauche zu erzielen, d. h. der Abstand A von der Absaughaube zur Elektrode soll möglichst klein sein.

Werden die Schweißarbeiten auf einer Schweißplatte durchgeführt, so kann die Befestigung der Absaughaube mittels Ständer oder durch eine verstellbare Haltegabel an der Schweißplatte erfolgen. Werden auch größere Werkstücke geschweißt, so empfiehlt es sich, gegebenenfalls einen Haftmagneten zu verwenden, der es gestattet, die Absaughaube direkt am Werkstück an den verschiedensten Stellen zu befestigen. Eine sehr zweckmäßige und vielseitig verwendbare Absaugvorrichtung stellt der in Bild 8 gezeigte Spezial-Schwenkarm dar. Die trichterförmige Absaughaube ist an einem Doppel-Schwenkarm befestigt, dessen Aktionsradius 4 bis 5 m betragen kann. Die Absaughaube kann innerhalb des Aktionsradius ohne gro-

ßen Kraftaufwand in jede beliebige Stellung gebracht werden und bleibt ohne Befestigung stehen. Das ist für das einwandfreie Erfassen der Stäube und Dämpfe von großer Wichtigkeit, da die Absaughaube immer schnell in unmittelbare Nähe der Entstehungsstelle gebracht werden kann. Die Absaughaube ist außerdem noch durch ein teleskopartig verschiebbares Rohr in der Höhe verstellbar und läßt sich auch noch drehen. Je nach Art der Erfassung kann der Durchmesser des Schwenkarmes 125 mm, 160 mm und 200 mm ausgeführt werden. Dem Durchmesser entsprechend erfolgt dann auch die Auslegung der Absaugluftmenge. Der Anwendungsbereich dieses Spezial-Schwenkarmes erstreckt sich von der Absaugung von Schweißdämpfen (siehe Bild 9) und Auspuffgasen bis zur Staubabsaugung beim Gußputzen, bei Steinmetzarbeiten und an Maschinen zur Holzbearbeitung.

Eine Entstaubungsanlage mit diesem Spezial-Schwenkarm für 3 Feinschleifplätze für Werkzeugmaschinen-teile zeigt Bild 10. Zur Entstaubung, d. h. zur Absaugung und Staubabscheidung wurde ein Entstaubungsgerät mit Gewebetaschenfilter eingesetzt.

In vielen Fällen wird der entstehende Staub durch das Fertigungsverfahren in bestimmte Bahnen gelenkt. Die Absaughauben sind dann so auszubilden, daß der Staub der Absaugstelle zugeführt wird.

Bild 11 zeigt eine Absaughaube an einem Schleif- oder Gußputzbock. Das typische Lokalisieren einer Entstehungsstelle für Staub stellen Gußputztische dar. Beim Putzen von Gußstücken durch Handschleifmaschinen bringt die Anordnung von Saughauben direkt an der Handschleifmaschine immer eine Erhöhung des Gewichtes der Handschleifmaschine mit sich. Außerdem ist auch die Einkapselung der Schleifscheibe sehr schwierig. Aus diesem Grunde werden Putzarbeiten an Gußstücken an sogenannten Gußputztischen oder in Gußputzkabinen durchgeführt. Bei den Gußputztischen erfolgt die Absaugung durch die Tischfläche und der Raum oberhalb der Tischfläche ist haubenartig eingekleidet. Dadurch ergibt sich bei minimalem Luftbedarf eine einwandfreie Stauberfassung.

Auch das Absaugen von Pendelschleifmaschinen läßt sich nicht immer

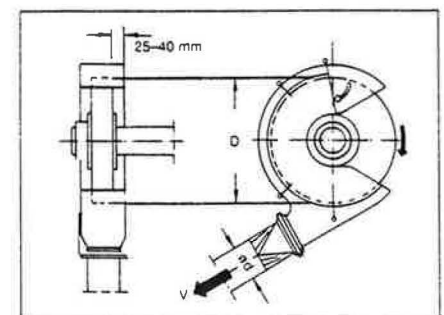


Bild 11: Absaughaube an einer Schleifscheibe



Tabelle 2: Richtwerte für das Absaugen von Gießereinrichtungen

Maschine oder Arbeitsplatz	Absaugluftmenge VA (m ³ /h)	Anschlußdurchmesser d Ø (mm)
Ausschlagrost Länge < 2,5 m	7500 /m ²	
> 2,5 m	9300 /m ²	
Bodenrost	1600 /m ²	
Übergabestelle Förderband	2000 /m	
Förderband	1500 bis 2000/m	
Becherwerk, Oberteil	1850 /m ²	
Unterteil	2000 /m ²	
Aufgabe	2000 /m ²	
Gußputztrommel 0,6 m Durchmesser	700	110
0,9 m	1600	150
1,2 m	2900	200
1,5 m	4700	250
1,8 m	6600	300
Gußputzböcke bis 300 mm 45 m/s Umfangsgeschwindigkeit	450	80
400 mm	550	80
500 mm	650	100
mittlere Scheiben Ø 600 mm	800	110
700 mm	950	115
Hochleistungsputzböcke, 80 m/s Umfangsgeschwindigkeit, mittlere Scheiben Ø 300 mm	570	90
400 mm	1140	120
500 mm	1560	150
600 mm	1950	165
700 mm	2250	180
Punktabs. Winkelschleifer	180	50
Punktabs. Meißelhammer	90	40
Gußputztisch Länge 1000 mm	1800	180
1500 mm	2800	225
2000 mm	4100	280
Putzhaus Rauminhalt 20 m ³	12000	450
30 m ³	14400	500
50 m ³	16000	525
100 m ³	18000	565
150 m ³	27000	700
200 m ³	34000	775
300 m ³	36000	800

mittels Haube, die in unmittelbarer Nähe der Schleifscheibe angebracht wird, durchführen. Beim Putzen und Schleifen von Stahl oder Stahlguß mit starker Funkenbildung besteht außerdem die Gefahr, daß durch die Funkenbildung die Haube zubackt oder die Rohrleitung verstopft. In diesen Fällen ist eine Lokalisierung des Arbeitsplatzes für Pendelschleifen zweckmäßig (siehe Bild 13).

Eine Einkapselung der Entstehungsstelle ist als Beispiel in Bild 12 zu sehen. In der hinteren Kabine in Bild 12 befindet sich der Ausschlagrost einer Gießstrecke. Dieser Ausschlagrost ist durch eine Kabine völlig eingekapselt. Lediglich die Eintrittsseite der Werkstücke und die Austrittsseite sind »offen«. Durch diese beiden Öffnungen erfolgt ein Nachströmen der abgesaugten Luft.

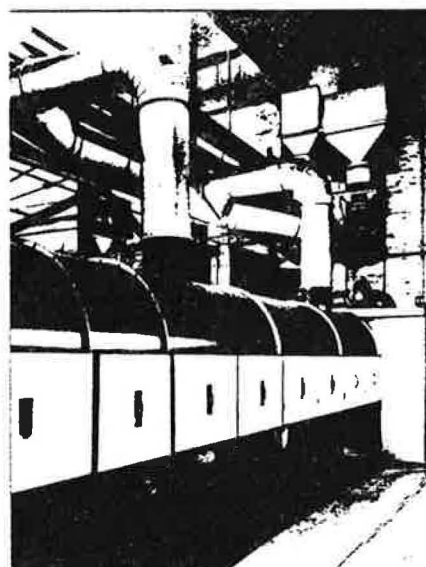


Bild 12: Einkapselung einer Kühlstrecke und Ausschlagkabine in einer Gießerei

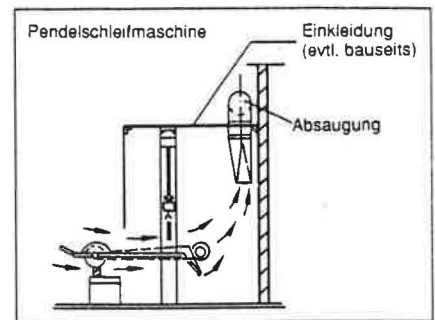


Bild 13: Stauberfassung beim Pendelschleifen

Auch die im vorderen Teil von Bild 12 zu erkennende Gießstrecke kann als völlige Einkapselung gelten. Die aufsteigenden Dämpfe und Stäube bei der Kühlstrecke steigen infolge Thermik nach oben. Seitlich ist die Gießstrecke durch leicht abnehmbare Klappen verkleidet. Lediglich der untere Teil der Gießstrecke ist zum Nachströmen der Luftmenge offen.

Für Gießereieinrichtungen gibt die Tabelle 2 Richtwerte über Absaugluftmengen an, die über Jahrzehnte in der Praxis erprobt sind. Die hier gezeigten Beispiele und aufgeführten Werte der Absaugluftmenge sind auch für andere Arbeitsplätze und Arbeitsvorgänge anzuwenden, weitere Beispiele [5].

Zum Schluß soll noch darauf hingewiesen werden, daß bei der Abführung der Abluft aus Absauganlagen darauf zu achten ist, daß keine Belästigung oder Gefährdung der Nachbarschaft auftritt. Auf die Vorschriften des Bundes-Immissionsschutzgesetzes vom 15. März 1974 [4] soll hingewiesen werden.

Literatur

- [1] Das Umweltschutzprogramm der Bundesregierung
- [2] Bundesgesetzblatt I, Seite 729: Verordnung über Arbeitsstätten vom 20.03.1975.
- [3] MAK-Werte 1987
- [4] Bundesgesetzblatt I, Seite 721: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen oder ähnliche Vorgänge, vom 15.03.1974 (Bundes-Immissionsschutzgesetz)
- [5] Mürmann, H.: Lüfttechnische Anlagen für gewerbliche Betriebe, Carl Marhold Verlag, Berlin, 2. Auflage 1980
- [6] VDI-Richtlinie 2262: Staubbekämpfung am Arbeitsplatz
- [7] VDI-Richtlinie 2263: Verhütung von Staubbränden und Staubexplosionen
- [8] Forschungsbericht Staubexplosionen: »Brenn- und Explosions-Kenngrößen von Stäuben«, Schriftenreihe des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften e.V.