

Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis

Schutz der Beschäftigten
vor Stäuben und Aerosolen
an Gießereiarbeitsplätzen

HESSEN



Regierungspräsidium
Kassel



BG

Berufsgenossenschaft
Metall Nord Süd



Niedersachsen

RheinlandPfalz



Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis „Schutz der Beschäftigten vor Stäuben und Aerosolen an Gießereiarbeitsplätzen“

Diese Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis wurde durch die Ländermessenstellen Hessen, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz in Zusammenarbeit mit der Metall Berufsgenossenschaft Nord Süd erstellt. Der Verein Deutscher Gießereifachleute (VDG) hat die Bearbeitung der Handlungsanleitung beratend unterstützt.

Herausgeber: Hessisches Sozialministerium, Dostojewskistraße 4, 65187 Wiesbaden

Dipl.-Ing. Jürgen Wehde
Regierungspräsidium Kassel
Fachzentrum für Produktsicherheit und Gefahrstoffe
Ludwig-Mond-Straße 33
34121 Kassel

Dipl.-Min. Elke Siewert
Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim
Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung
und Gefahrstoffe (ZUS LG), Dez. 43
Goslarsche Straße 3
31134 Hildesheim

Dipl.-Chem. Dr. Heinrich Lauterwald
Landesamt für Umwelt, Wasserwirtschaft und Gewerbeaufsicht Rheinland-Pfalz
Messinstitut, Zentrallabor
Kaiser-Friedrich-Straße 7
55116 Mainz

Dipl.-Ing. Adolf Tigler, Dr. Katrin Moeller
Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd
Wilhelm-Theodor-Römheld-Strasse 15
55130 Mainz

Bildnachweis
Werksfoto Kessler+Luch – Düsenplatte an einem Schmelzofen

Mai 2008

Inhalt

Vorbemerkung	4
1 Gefährdungspotenzial durch Stäube, Staubinhaltsstoffe und gasförmige Gefahrstoffe	5
2 Grundsätzliche Anforderungen der Gefahrstoffverordnung und des technischen Regelwerks	6
3 Identifizierte Staubbelastungen in den Arbeitsbereichen und Bewertung angetroffener Schutzmaßnahmen	7
4 Untersuchungsergebnisse	14
5 Maßnahmenkonzept zur Expositionsminderung	17
5.1 Allgemeines	17
5.2 Substitution	17
5.3 Lüftungstechnische Maßnahmen	19
5.4 Schutzmaßnahmen in verschiedenen Gießereibereichen	23
5.5 Beurteilung der Exposition und der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen	32
6 Zusammenfassung	33

Vorbemerkung

Die Handlungsanleitung zur guten Arbeitspraxis „Schutz der Beschäftigten vor Stäuben und Aerosolen an Gießereiarbeitsplätzen“ ist eine branchenspezifische Hilfestellung zur Gefährdungsbeurteilung und für die Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten in verschiedenen staubbelasteten Gießereibereichen. Sie wurde durch die Ländermessstellen in Niedersachsen, Rheinland-Pfalz und Hessen in Zusammenarbeit mit der BG Metall Nord Süd erarbeitet. Der Verein Deutscher Gießereifachleute (VDG) hat die Bearbeitung der Handlungsanleitung beratend unterstützt.

Der Arbeitgeber hat in Gießereien eine Gefährdungsbeurteilung im Hinblick auf die Gefährdung durch Gefahrstoffe gemäß § 7 Gefahrstoffverordnung durchzuführen. Diese Handlungsanleitung unterstützt Arbeitgeber bei der Ermittlung der möglichen Gefährdungen, der Festlegung von Schutzmaßnahmen - insbesondere im Hinblick auf den Ersatz gefährlicher Stoffe oder Verfahren, der technischen Minimierung von Belastungen, organisatorische und personenbezogene Maßnahmen sowie der Prüfung der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen.

Im Rahmen einer Schwerpunktaktion der Ländermessstellen aus Hessen, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz wurden die Expositionsverhältnisse einschließlich der angewandten Schutzmaßnahmen in staubbelasteten Gießereibereichen ermittelt und bewertet. Die Erhebungen wurden insbesondere in Sandgießereien (Eisen- und NE-Gießereien) unterschiedlicher Größe durchgeführt. Hier konzentrierten sich die Aktivitäten auf die Bereiche Schmelzherstellung- und -behandlung in Eisengießereien, Formerei (Handformen/Gießen), Kernmacherei, Auspacken und Putzerei.

Als Ziele wurden neben der einzel- und überbetrieblichen Darstellung und Bewertung des Ist-Zustandes die Erarbeitung eines Konzeptes mit expositionsminimierenden Maßnahmen formuliert.

Mit dem vorgeschlagenen Maßnahmenkonzept und dessen Transfer sollen die Betriebe der Branche informiert, beraten und für die erforderlichen Maßnahmen zum Schutz der Beschäftigten an ihren Arbeitsplätzen sensibilisiert werden.

Detaillierte Informationen zur Aktion, insbesondere zu den messtechnischen Ermittlungen, können dem entsprechenden zugrunde liegenden Abschlussbericht entnommen werden.

Die Handlungsanleitung ist auch über das Internet im Sozialnetz Hessen (Betrieblicher Arbeitsschutz, Gefahrstoffe) (<http://projekte.sozialnetz.de/ca/ud/bbjw/>) und bei der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (www.baua.de) zugänglich.

1 Gefährdungspotenzial durch Stäube, Staubinhaltsstoffe und gasförmige Gefahrstoffe

Die bei Gießereiprozessen entstehenden partikelförmigen Gefahrstoffe (Rauche, Stäube) können zu Erkrankungen der Atmungsorgane führen. Diese Erkrankungen gehen im Wesentlichen auf eine Überladung der Lunge und der Bronchien zurück. Die Wirkung hängt u.a. vom Ort der Ablagerung (Deposition) eingeatmeter Partikel im Atemtrakt und der Größe der Partikeln ab.

In Abhängigkeit von der Zusammensetzung der Rauche und Stäube können darüber hinaus z.B. fibrogene, toxische oder krebserzeugende Wirkungen entstehen. Die sich bildenden gasförmigen Gefahrstoffe haben fast ausschließlich toxische Wirkungen.

Bei den partikelförmigen Emissionen sind als relevante metallische Staubinhaltsstoffe insbesondere Chrom (VI)-Verbindungen und Nickeloxide (Stahlguss) sowie Bleiverbindungen (z.B. Bronze) anzuführen. Daneben können in Abhängigkeit von der Legierungszusammensetzung weitere Metallverbindungen (u.a. Eisenoxide, Aluminiumoxide, Manganoxide, Cobaltoxide) freigesetzt werden.

Formsande für die Herstellung von Gießformen werden überwiegend auf der Basis von Quarzsand hergestellt. Weiterhin wird Quarz in Form von Quarzmehl in Schlichten verarbeitet.

Der Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) hat am 07.05.2002 beschlossen, dass kristallines Siliziumdioxid in Form von Quarz in Cristobalit (alveolengängigen Staubanteil) krebserzeugende Wirkung am Menschen hat (Kategorie 1). Ein gesundheitsbasierter Luftgrenzwert für Quarzfeinstaub war nach den vorliegenden experimentellen und epidemiologischen Daten nicht ableitbar. Jedoch ließen die Daten die Aussage zu, dass das mit einer Expositionskonzentration von $0,05 \text{ mg/m}^3$ über 40 Berufsjahre verknüpfte zusätzliche Lungenkrebsrisiko mehr als 1,5% betragen kann.

2003 hatte der wissenschaftliche Ausschuss der Europäischen Kommission SCOEL (European Commission's Scientific Committee for Occupational Exposure Limits) mitgeteilt, dass das Einatmen von alveolengängigem kristallinen Siliciumdioxid Silikose (Quarz-Staublunge) hervorruft.

Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen Beschäftigte alveolengängigen Stäuben aus kristallinem Siliciumdioxid in Form von Quarz und Cristobalit ausgesetzt sind, zählen nach der Technischen Regel TRGS 906 zu den vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) als krebserzeugend bezeichneten Tätigkeiten.

Bei Tätigkeiten mit furanharzgebundenen Sanden bestehen Gesundheitsgefahren durch das Einatmen oder die Aufnahme über die Haut (Formaldehyd, 2-Furaldehyd, Furfurylalkohol, Phenol).

Kohlenstoffmonoxid (CO) bildet sich durch thermische Zersetzung von Kohlendioxid (z.B. an der Gießstrecke). Kohlenstoffmonoxid ist ein geruchloses Gas. Kohlenstoffmonoxid ist als giftig und reproduktionstoxisch (fortpflanzungsgefährdend) der Kategorie RE₁ eingestuft.

Amine finden als Katalysatoren Anwendung um den Aushärtvorgang der Bindemittel im Formsand bei der Kernherstellung nach dem Cold-Box-Verfahren zu beschleunigen. Dabei kommen u.a.

Triethylamin (TEA), N,N-Dimethylisopropylamin (DMIA), N,N-Dimethyl-n-propylamin (DMPA) und N,N-Dimethylethylamin (DMEA) zum Einsatz.

Triethylamin ist u.a. als ätzend sowie gesundheitsschädlich beim Einatmen und Berührung mit der Haut eingestuft. Nach der toxikologisch-arbeitsmedizinischen Begründung des MAK-Wertes können bei durchschnittlichen Triethylaminkonzentrationen von 3 ml/m^3 und 8-stündiger Exposition mit Kurzzeitexpositionen von mehr als 4 ml/m^3 , aber auch bereits teilweise darunter, Sehstörungen auftreten.

Der AGS führt in der TRGS 440 aus, dass für DMIA, DMPA und DMEA nur unvollständige chemisch-physikalische und toxikologische Daten vorliegen und daher keine Bewertung möglich ist. Aufgrund der Struktur dieser Substanzen ist jedoch mit einer Reiz-/Ätzwirkung an Hand und Augen zu rechnen und stellen somit keine Ersatzstoffe für TEA im Sinne der TRGS dar.

2 Grundsätzliche Anforderungen der Gefahrstoffverordnung und des technischen Regelwerks

Nach den Kriterien des § 7 Gefahrstoffverordnung hat der Arbeitgeber die von Gefahrstoffen ausgehenden Gefährdungen für die Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten zu beurteilen (Gefährdungsbeurteilung). Die durch Gefahrstoffe bedingten Gefährdungen sind durch die in der Gefährdungsbeurteilung festgelegten Maßnahmen zu beseitigen oder nach dem Stand der Technik auf ein Minimum zu verringern.

An Gießereiarbeitsplätzen entstehen in der Regel Gefahrstoffe. Die hiervon ausgehenden Gefährdungen sind unter verschiedenen Gesichtspunkten zu beurteilen. Hierzu zählen u.a.

- gefährliche Eigenschaften der Stoffe
- Ausmaß, Art und Dauer der Exposition unter Berücksichtigung der Expositionswege (Atmung, Haut, orale Aufnahme)
- Möglichkeiten einer Substitution (Arbeitsverfahren, Stoffe)
- Wirksamkeit der getroffenen oder zu treffenden Schutzmaßnahmen

Das Ergebnis der betriebs- bzw. arbeitsbereichsbezogenen Gefährdungsbeurteilung einschließlich der festgelegten Schutzmaßnahmen ist in die Betriebsanweisung aufzunehmen und im Rahmen der Unterweisung zu vermitteln (Technische Regel TRGS 555).

Die Kontrolle der Wirksamkeit festgelegter Maßnahmen ist entsprechend § 9 GefStoffV durch Einhaltung von Arbeitsplatzgrenzwerten, der Anwendung Verfahrens- und stoffspezifischer Kriterien (VSK) entsprechend TRGS 420 oder bei fehlenden Arbeitsplatzgrenzwerten durch andere geeignete Beurteilungsmethoden nachzuweisen.

Der Arbeitgeber hat arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen zu veranlassen, wenn bei Tätigkeiten die Arbeitsplatzgrenzwerte nicht eingehalten werden (Stoffe nach Anhang V Nr. 1 GefStoffV wie z.B. Alveolengängiger und Einatembare Staub, Kohlenstoffmonoxid).

Der Arbeitgeber hat die Erstuntersuchungen und die Nachuntersuchungen während der Tätigkeit mit den in Anhang V Nr. 1 GefStoffV genannten Gefahrstoffen anzubieten, wenn eine Exposition besteht. Nachuntersuchungen auch nach Beendigung der Beschäftigung sind anzubieten bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber krebserzeugenden oder erbgutverändernden Stoffen und Zubereitungen der Kategorie 1 und 2 (z.B. Nickel, Chrom (VI)-Verbindungen).

Die Technische Regel TRGS 400 „Gefährdungsbeurteilung für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen“ beschreibt Vorgehensweisen zur Informationsermittlung und Gefährdungsbeurteilung nach § 7 Gefahrstoffverordnung.

Die Ermittlung und Beurteilung der Konzentrationen gefährlicher Stoffe in der Luft in Arbeitsbereichen erfolgt nach der TRGS 402.

In der TRGS 401 „Gefährdung durch Hautkontakt-Ermittlung, Beurteilung, Maßnahmen“ werden Grundanforderungen für Tätigkeiten mit Hautkontakt gegenüber Stoffen, Zubereitungen und Erzeugnissen dargestellt und konkretisiert die in § 7 Gefahrstoffverordnung geforderte Informationsermittlung und die Gefährdungsbeurteilung für diese Tätigkeiten.

Die TRGS 440 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdungen durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Ermitteln von Gefahrstoffen und Methoden zur Ersatzstoffprüfung“ enthält in Anlage 4 Stoff- oder verfahrensspezifische Informationen des Ausschusses für Gefahrstoffe (AGS) zu Ersatzstoffen für Amine im Urethan Cold-Box Kernherstellungsverfahren.

In der TRGS 900 „Arbeitsplatzgrenzwerte“ werden für Gefahrstoffe in der Luft am Arbeitsplatz Konzentrationen angegeben, bei deren Unterschreitung im Allgemeinen keine akuten oder chronisch schädlichen Auswirkungen auf die Gesundheit nicht zu erwarten sind.

3 Identifizierte Staubbelastungen in verschiedenen Arbeitsbereichen von Gießereien

Zur Beschreibung der Arbeitsplatzverhältnisse wurden Daten in 13 Gießereien (Eisen- und Nicht-eisengießereien) erhoben und ausgewertet.

3.1 Schmelzherstellung und –behandlung in Eisen- und Stahlgießereien

Ausgangsmaterial für die Herstellung von Gussprodukten sind Schrott, Gussbruch und Kreislaufmaterial, die im Schmelzofen erschmolzen werden. In der Gattierung werden die verschiedenen sortenreinen Schrotte mit Zuschlagsstoffen (z.B. Kalk) für die Schmelze zusammengestellt.

Zum Schmelzen der Metalle werden verschiedene Ofentypen und Energieträger eingesetzt. Haupttypen sind Kupolöfen, Drehtrommelöfen, Tiegelöfen, Induktionstiegelöfen und Lichtbogenöfen. Das flüssige Metall wird in Gießpfannen oder Warmhalteöfen abgegeben. Teilweise werden den Metallschmelzen in den Gießpfannen Impfmittel oder Legierungselemente zugesetzt.

Zur Einstellung bestimmter Werkstoffeigenschaften kann eine Schmelzbehandlung erforderlich sein. Ein Beispiel hierfür ist die Magnesiumbehandlung von Gusseisenschmelzen zur Herstellung von duktilem Gusseisen (Gusseisen mit Kugelgraphit).

Bei der Herstellung und Behandlung von Flüssigeisenschmelzen entstehen insbesondere staubförmige metalloxidhaltige Emissionen. Bedingt durch den Chargenbetrieb ergeben sich in der Schicht bei verschiedenen Tätigkeiten zyklische, teilweise nur kurzzeitige Staubbelastungen in der Raumluft. Hierzu zählen insbesondere:

- Chargieren von Rohstoffen (z.B. über Vibrationsrinnen oder Chargierwagen)
- Abwiegen von Zuschlags- und Hilfsstoffen, Entsorgung leerer Säcke bei gleichzeitiger Volumenreduzierung
- Manuelle Zugabe von Zuschlags- und Hilfsstoffen, manuelle Nachlegierung
- Rinnenreinigung
- Aufbringen von Schlackebindern
- Abschlacken
- Qualitätskontrolle (z.B. Probenahme, Temperaturmessung)
- Ablassen in Warmhalteöfen oder direkt in Transportpfannen, Umfüllvorgänge
- Transport von Flüssigeisen in offenen Pfannen / im Konverter
- Nachbehandlung der Schmelze

Neben diesen Tätigkeiten am Ofen sind verschiedene andere Einzeltätigkeiten durchzuführen (z.B. Kontrollgänge, Materialtransporte, Aufräum- und Reinigungsarbeiten). Alle nicht lüftungstechnisch erfassten Emissionen tragen zur direkten Exposition der Beschäftigten und darüber hinaus zur Grundlasterhöhung im Raum bzw. der Halle bei und belasten dadurch auch benachbarte Arbeitsbereiche.

Die individuelle Exposition gegenüber Stäuben wurde in den untersuchten Bereichen im Wesentlichen von der Häufigkeit durchzuführender Einzeltätigkeiten und deren Emissionsintensität, der Erfassungsqualität an den Öfen bzw. den Behandlungsstationen, den fehlenden Erfassungseinrichtungen bei den weiteren Einzeltätigkeiten, der allgemeinen Grundbelastung im Raum sowie der teilweise vorhandenen natürlichen Lüftung bestimmt.

3.2 Formerei

Die Herstellung von Eisen-, Stahl- und Tempereguss erfolgt überwiegend mit Formen aus Formstoffen, z.B. mit tongebundenem Sand oder durch Einsatz organischer Bindersysteme.

Beim Handformen erfolgt die Herstellung einer Sandform ohne Nutzung einer Formmaschine. Der Mischvorgang und die Zufuhr von Formsand erfolgt in der Regel kontinuierlich über Durchlauf- oder Chargenmischer. Im Mischer werden Sand und das Bindemittel intensiv vermischt. Über den Gelenkarm des Mixers kann das Mischrohr von den Beschäftigten über die Formkästen geführt werden und diese befüllen. Der in die Formkästen verfüllte Sand wird dann händisch verteilt und verdichtet. Das Kaltharzverfahren ist durch den Einsatz organischer Bindersysteme gekennzeichnet, die bei Raumtemperatur durch Polykondensation selbstständig aushärten (Furan- und Phenolharze, Härter wie z.B. p-Toluolsulfonsäure).



Abbildung 1: Handformen, Formsandzufuhr aus Mischer (Quelle: Regierungspräsidium Kassel)

Nach der Formherstellung schließt sich der Abguss an. In Abhängigkeit vom Formverfahren, dem Gussstückgewicht (einige Gramm bis mehrere 100 Tonnen) und der Seriengröße (Einzelstücke, kleine und große Serie) erfolgt der Abguss maschinell oder manuell. Der manuelle Abguss kann dabei aus krangeführten Pfannen, handgeführten Manipulatoren oder im kleinen Maßstab aus Gießlöffeln bzw. Handpfannen erfolgen.



Abbildung 2: Abguss aus Pfanne (Quelle: Regierungspräsidium Kassel)

Expositionen gegenüber Stäuben treten in diesem Arbeitsbereich insbesondere auf bei den Tätigkeiten:

- Befüllen der Formkästen mit Formsand
- Abschlacken der bereitgestellten Schmelze
- Abguss (Einzelstücke, Kleinserie, Serienguss)
- Aufbringen von Abdeckpulver auf die Flüssigeisenoberfläche nach Abguss (Kokillenguss)
- Arbeitsplatzreinigung mit Besen und Schaufel
- Reinigungsarbeiten (u.a. Modelle, Formen, Arbeitskleidung) mit Druckluft

Je nach chemischem Formverfahren können aus den eingesetzten Bindersystemen durch chemische Reaktion und durch Pyrolyse beim Abguss Gefahrstoffe freigesetzt werden bzw. entstehen. Einen Überblick über die verfahrensspezifischen Leitkomponenten geben hier die z.B. die Tabellen der BGI 806 „Gefahrstoffe in Gießereien“ (derzeit Überarbeitung der BGI in Vorbereitung)

Die individuelle Exposition wurde in den untersuchten Bereichen im Wesentlichen bestimmt durch:

- Häufigkeit durchzuführender Einzeltätigkeiten und deren Emissionsintensität
- Durchsatzleistung im Arbeitsbereich
- Qualität der Lüftungstechnischen Erfassung
- Reinigungsarbeiten mit Druckluft bzw. Besen
- Verschmutzungsgrad des Arbeitsbereichs (Depotstaub auf Anlagen und Raumboden)
- Beeinflussung durch staubintensive benachbarte Arbeitsplätze
- Hautkontakt beim Handformen gegenüber Formsand
- Aufwirbelung von Stäuben über geöffnete Tore (Querströmungen), Stapler, Personen, Maschinenbewegungen etc.
- Vernachlässigung der Hygiene (Essen, Trinken, Rauchen am Arbeitsplatz)

3.3 Kernherstellung

Kerne werden in Gussformen (Sandformen oder Kokillen) eingelegt, um Hohlräume oder komplizierte Konturen im Gussstück zu erzeugen. Sandkerne werden manuell (z.B. Handformen) oder maschinell (z.B. in Kernschießautomaten) hergestellt. In der Regel werden die Kerne mit einer Schlichteschicht überzogen, um glatte Gussoberflächen zu erhalten und eine Reaktion zwischen Formstoff und Metall zu verhindern.

Sandkerne werden i. d. Regel aus chemisch gebundenen Sanden hergestellt. In den betrachteten Gießereien wurden die Verfahren „Kaltharz“ und „PUR-Coldbox“ bewertet. Die Art des eingesetzten Bindemittels entscheidet somit über die Zusammensetzung der organischen Emissionen.

Kernherstellung (maschinell, Cold-Box-Verfahren)

Beim Cold-Box-Verfahren werden Kerne aus einer Mischung von Sand mit einem 2-Komponenten-Bindemittel (Phenol-Formaldehydharz und Polyisocyanat) hergestellt. Der Formstoff wird in der gekapselten Kernschießanlage in den Kernkasten geschossen und bei Raumtemperatur durch Begasen mit einem tertiärem Amin (z.B. Triethylamin oder Dimethylethylamin) innerhalb von 2 bis 60 Sekunden durch Polyaddition ausgehärtet. Da das Amin nach Abschluss der Reaktion unverändert aus dem Prozess hervorgeht, müssen die Emissionen durch Lüftungstechnische Einrichtungen erfasst und abgeleitet werden. Häufig müssen die Kerne nach dem Ausschalen mechanisch nachbearbeitet werden (z.B. Grate entfernen). Die nach der Fertigung entnommenen Kerne erreichen ihr Optimum an Festigkeit nach etwa 1-24 Stunden.

Expositionen gegenüber Stäuben und gasförmigen Gefahrstoffen (insbesondere Amine) wurden im Bereich Maschinenkernmacherei (Cold-Box-Verfahren) bei Entnahme der Kernkästen aus der Anlage, der mechanischen Nacharbeit, den Reinigungsarbeiten (Druckluft, Besen) und bei der Zwischenlagerung gefertigter Kerne im Arbeitsbereich registriert. Die Höhe der Exposition war dabei abhängig vom Anlagentyp, der Qualität der Lüftungstechnischen Erfassung, von der zu verarbeitenden Formsandmenge bzw. der Kerngröße, dem Durchsatz im Arbeitsbereich, dem Umfang der erforderlichen Nacharbeiten an den Kernen und dem Ort der Kernzwischenlagerung.

Bei den manuellen Tätigkeiten besteht Hautkontakt mit dem Formsandgemisch und somit die Gefahr der Hautresorption (Formaldehyd, Phenol) und der Hautsensibilisierung (Isocyanate, Formaldehyd).

Kernherstellung (manuell, Handkernmacherei)

Beim Kaltharzverfahren werden Bindemittel (Furan- oder Phenolharz, Säurehärter) und Sand (i. d. Regel Neusand) vermischt (manuell oder über Chargenmischer), händisch in die Kernkästen eingebracht und verdichtet. Häufig müssen die Kerne nach dem Ausschalen mechanisch nachbearbeitet werden (Grate entfernen, Fehlstellen ausbessern).

Expositionen gegenüber Stäuben bestanden in den Handkernmachereien beim Befüllen der Kästen, der Nacharbeit, dem Schlichten und den Reinigungsarbeiten (Druckluft, Besen, Schaufel). Die Höhe der Exposition ist dabei abhängig von der zu verarbeitenden Formsandmenge bzw. der Kerngröße. Lüftungstechnische Einrichtungen wurden nicht angetroffen.

Bei den überwiegend manuellen Tätigkeiten besteht Hautkontakt mit dem Formsandgemisch und somit die Gefahr der Hautresorption (Formaldehyd, Furfurylalkohol, Phenol) und der Hautsensibilisierung (Formaldehyd).

3.4 Auspacken

Beim Auspacken (Ausleeren) wird das teilweise noch heiße Gussteil (bis 700 °C) von seiner Form getrennt. Zur Trennung der Gussstücke vom Formsand wurden i.d. Regel Ausschlagroste (Schwingroste) oder Auspackrinnen verwendet. Mittels Kran wurden dazu die geöffneten Formkästen auf den Rüttelrost aufgesetzt. Vertikale Schwingbewegungen leeren den Kasten (Schlagwirkung), Sand fällt durch den Rost (weitgehend zerkleinert), Gussstücke werden dem Rost entnommen oder über Transportbänder weitergeleitet („Auspackrinne“). Der Formsand wird über Transportbänder der Wiederaufbereitungsanlage zugeführt.

Durch die Zersetzung der Bindemittel beim Abguss und beim Abkühlen entsteht beim Auspacken ein Gemisch aus staub- und gasförmigen Gefahrstoffen komplexer Zusammensetzung, dessen Konzentration u.a. von den Einsatzmengen und von den Abkühlungsbedingungen abhängt. Durch starke thermische Auftriebsströmungen wird das beim Zerfall der Formen entstehende Stoffgemisch nach oben getragen und kann bei fehlender Kapselung bzw. fehlender Lüftungstechnischer Erfassung zu starken Raumluftbelastungen führen. Mit zunehmender Gussteilgröße wird die Erfassung und Ableitung von Emissionen problematischer.

Expositionen gegenüber Stäuben treten insbesondere auf bei den Tätigkeiten:

- Manuelles Ausschlagen der Gussteile auf offenen Ausleerrosten oder offen auf dem Raumboden (Kleinbetriebe)
- Gussteile entnehmen oder Ziehen mittels Kran (erfolgte teilweise vor der Kabine)
- Manueller Abtransport von Formsand (sofern Gussteile vor der Kabine gezogen werden)
- Arbeiten in der Anlage (z.B. Entfernen von abgerüttelten Metallverstärkungen durch Arbeiten unterhalb des Rostes) und Kontrollgänge in die Anlage
- Arbeitsplatzreinigung mit Besen und Schaufel

Die individuelle Exposition wurde im Wesentlichen bestimmt durch:

- nicht vorhandene Lüftungstechnischer Einrichtungen bzw. der unzureichenden Erfassungsqualität vorhandener Lüftungstechnischer Einrichtungen an Rüttelrosten und Ausformrinnen
- die Größe der zu entleerenden Formen und der Durchsatzleistung im Bereich
- die Temperatur der Formen (höhere Staubfreisetzung bei heißen Formen)
- durch das Ziehen von Gussteilen aus den Formen vor der Auspackstation
- Arbeiten in den Anlagen (z.B. Entfernen abgerüttelter Metallverstärkungen, Kontrollgänge in der Anlage)
- Reinigungsarbeiten mit Besen und Schaufel
- den Verschmutzungsgrad des Arbeitsbereichs (Formsand auf den Fußböden, manuelle Aufnahme und Abtransport)
- die natürliche Belüftung (Querströmungen über geöffnete Tore) sowie die
- Vernachlässigung der Hygiene (Essen, Trinken, Rauchen am Arbeitsplatz)

3.5 Putzerei

Zur Nachbehandlung von Gussstücken werden diese zunächst in Strahlkabinen gereinigt (Strahlputzen). Angüsse und Speiser werden abgeschlagen bzw. mittels Bandsäge oder Trennschleifer abgetrennt.

Grate und Unebenheiten werden vom Gussstück mit stationären Schleifmaschinen (z.B. Bandschleif- oder Pendelschleifmaschinen) oder handgeführten Bearbeitungsgeräten (Winkel- oder Gradschleifer mit verschiedenen Werkzeugen, Powerfeile) entfernt.



Abbildung 3: Putzarbeiten in einer Arbeitskabinen (Quelle: Regierungspräsidium Kassel)

Bei größeren Graten und fest anhaftenden Rückständen wird mit Meißeln, Brechwerkzeugen oder Fräsen gearbeitet. Die Arbeiten erfolgen in der Regel in Putzhäusern, Putzkabinen oder auf Arbeitstischen im Arbeitsbereich.

In der Putzerei entstehen staubförmige Emissionen insbesondere beim Strahlen, dem Abtrennen von Angüssen und Speisern mit Trennschleifern (stationäre Anlagen, z.B. Pendeltrennschleifer oder handgeführte Geräte, z.B. Winkelschleifer) sowie den eigentlichen Putzarbeiten.

Bei der Entgratung und Glättung von Metalloberflächen mit stationären Bearbeitungsmaschinen (z.B. Bandschleifer, Schleifböcke) oder handgeführten druckluft- oder elektrisch betriebenen Bearbeitungsgeräten (z.B. Winkel-/Geradschleifer mit Schruppscheiben, Powerfeile) entstehen staubförmige Emissionen aus dem metallischen Abrieb und dem Verschleiß des Schleifwerkzeugs. Expositionen gegenüber Formsandresten (Quarz) sind nur dann zu erwarten, wenn diese durch die vorangegangenen Strahlarbeiten nicht ausreichend entfernt wurden.

Die Reinigung des Arbeitsplatzes (Werkstücke, Maschinen, Geräte, Raumboden) erfolgte in der Regel mit Druckluft bzw. mit Besen und Schaufel. Durch diese Staub erzeugenden Methoden wurden die Arbeitsbereiche zusätzlich belastet.

Als relevante Gefahrstoffe sind der Einatembare Staub (E-Staub), Metalle und Metallverbindungen und ggf. Quarz (bei unzureichender Entfernung von Formsanden beim Putzstrahlen) zu benennen.

Zu den expositionsbestimmenden Faktoren zählten insbesondere

- die Art des Arbeitsplatzes (stationär oder mobil)
- die Qualität der Lüftungstechnischen Erfassungseinrichtung am Arbeitsplatz (Tiefenwirkung der Erfassungselemente)
- die Gussteilgröße (damit verbunden auch der Durchsatz am Arbeitsplatz)
- der Putzaufwand je Gussteil, abhängig von der Größe und der Geometrie des Gussstückes (teilweise Putzarbeiten auch im Inneren von Gussstücken)
- Körperpositionen zum Erfassungselement (abhängig von den Bearbeitungsstellen am Gussteil)
- die Art des Werkzeugs (je nach Putzauftrag unterschiedlicher Materialabtrag bei Verwendung von Schleif-/Schruppscheiben, Schleifbändern oder Schleifstiften) und
- der Zeitfaktor für Transport- und Richtzeiten (bedeutsam bei größeren Gussstücken)

4 Untersuchungsergebnisse

In einer Schwerpunktaktion der Ländermessstellen aus Hessen, Niedersachsen und Rheinland-Pfalz sowie der BG Metall Nord Süd erfolgten in 38 Sandgießereien (27 Eisen und 11 NE-Gießereien) Erhebungen zur Untersuchung der Expositionsverhältnisse.

In den einzelbetrieblichen Untersuchungen wurden die Expositionen sowie die angetroffenen Schutzmaßnahmen ermittelt und bewertet. Die hierzu erstellten Berichte beschreiben somit für einzelne Arbeitsbereiche die Belastungen insbesondere gegenüber Stäuben, die Qualität der angetroffenen Schutzmaßnahmen und – soweit möglich - auch die Ursachen für ermittelte Belastungen.

Die Expositionshöhe der Beschäftigten in ihren Arbeitsbereichen gegenüber Stäuben und anderen Gefahrstoffen wird im Wesentlichen von der Qualität der Lüftungstechnischen Erfassung der Emissionsquellen beeinflusst. Die Auslegung der Lüftungstechnischen Erfassungseinrichtung muss dabei die jeweiligen Arbeitsbedingungen, die auf die Exposition Einfluss nehmen können, berücksichtigen. Zu den Arbeitsbedingungen zählen z.B. die

- Arbeitsverfahren (Herstellungs-/Verwendungsverfahren, Tätigkeitsprofil der Beschäftigten)
- Art der verarbeiteten Stoffe und Zubereitungen (Gefährlichkeitsmerkmal, chemisch-physikalische Eigenschaften)
- Auslastung des Arbeitsbereichs (Stoffmengen je Schicht, Häufigkeit durchzuführender Einzeltätigkeiten)
- Art der Arbeitsplatzreinigung

Zur Bewertung der Exposition für die typischen Tätigkeitsprofile aus den einzelnen Bereichen und damit einhergehend der Qualität vorhandener Schutzmaßnahmen wurden bei den Arbeitsplatzmessungen die Leitparameter „Einatembare Staub (E-Staub)“ und „Alveolengängiger Staub (A-Staub)“ gewählt. Zusätzlich erfolgte die Bestimmung des Quarzgehaltes in der A-Staubfraktion.

Für die Bereiche Formerei und Kernmacherei, bei denen organische Einsatzstoffe Verwendung finden (u.a. Bindemittel, Katalysatoren), wurden weitere Leitparameter in die Bestimmung einbezogen (z.B. Furfurylalkohol, Amine).

Die nachfolgenden Tabellen geben einen zusammenfassenden Überblick über die angetroffenen Expositionsverhältnisse für E- und A-Staub. In ca. 100 Arbeitsbereichen (Summe Schmelzherstellung, Handformen/Abguss, Kernmacherei (maschinell / manuell), Auspacken und Putzerei) wurden für E- und A-Staub ca. 200 Schichtmittelwerte gebildet (ca. 300 Messwerte). Der Bewertungsindex ergibt sich als Quotient aus dem Schichtmittelwert und dem Arbeitsplatzgrenzwert für E-Staub (10 mg/m^3).

Tätigkeit	Anzahl Schichtmittel	Schichtmittel E-Staub (Bewertungsindex)		
		min	max	Mittelwert
Schmelzherstellung	16	0,17	1,27	0,56
Handformen/Abguss	47	0,11	1,76	0,45
Kernherstellung (maschinell)	10	0,04	0,84	0,24
Kernherstellung (manuell)	4	0,14	0,67	0,41
Auspacken	22	0,3	10,1	1,5
Putzerei	51	0,05	13,0	2,1

Tabelle 1: E-Staub - Schichtmittelwerte für die untersuchten Arbeitsbereiche (Summe 150 Schichtmittelwerte)

Den Tabellen 1 und 2 kann entnommen werden, dass bei vergleichender Betrachtung der Arbeitsbereiche die höchsten Staubbelastungen in den Putzereien und den Auspackstationen vorlagen. Hier waren

die häufigsten Überschreitungen des Arbeitsplatzgrenzwertes für den Einatembaren Staub zu verzeichnen. Danach folgen in der Rangfolge der Belastungsschwerpunkte die Bereiche Schmelzherstellung, Handformen/Abguss und Kernherstellung.

Tätigkeit	Anzahl Schichtmittel A-Staub	Schichtmittel A-Staub (Bewertungsindex)		
		min	max	Mittelwert
Schmelzherstellung	11	0,13	0,99	0,44
Handformen/Abguss	23	< 0,1	1,0	0,37
Kernherstellung (maschinell)	8	0,06	1,0	0,35
Kernherstellung (manuell)	1	0,29	0,29	0,29
Auspacken	14	0,09	2,3	0,53
Putzerei	--	--	--	--

Tabelle 2: A-Staub - Schichtmittelwerte für die untersuchten Arbeitsbereiche (Summe 57 Schichtmittelwerte)

Weiterhin lässt sich feststellen, dass in den Bereichen Schmelzherstellung/-behandlung, Handformen/Abguss, Auspacken und Putzerei jeweils der Bewertungsindex für den Einatembaren Staub gegenüber dem des Alveolengängigen Staubes dominierte. Der Quotient der Indices E-Staub/A-Staub lag im Mittel zwischen 3 und 10.

Die Messwerte für die kristalline Kieselsäure (Quarz) im A-Staub sind in der Tabelle 3 dargestellt. Deren mittlere Konzentrationen lagen zwischen 0,03 bis 0,09 mg/m³. Spitzenkonzentrationen lagen erwartungsgemäß in den Bereichen mit hoher A-Staubbelastung vor (bis 0,29 mg/m³).

Tätigkeit	Anzahl Messwerte Quarz	Quarz (mg/m ³)		
		min	max	Mittelwert
Schmelzherstellung	4	<0,01	0,15	0,06
Handformen/Abguss	15	0,01	0,08	0,03
Kernherstellung (maschinell)	--	--	--	--
Kernherstellung (manuell)	--	--	--	--
Auspacken	11	0,01	0,29	0,09
Putzerei	--	--	--	--

Tabelle 3: Messwerte für Quarz im A-Staub (30 Messwerte)

Nach der Veröffentlichung des Ausschusses für Gefahrstoffe (AGS) zu den Eigenschaften von Quarzfeinstaub kann nach einer Risikoabschätzung das mit einer Expositionskonzentration von 0,05 mg/m³ über 40 Berufsjahre verknüpfte zusätzliche Lungenkrebsrisiko mehr als 1,5% betragen. Diese Konzentration wurde in den Gießereibereichen Schmelzherstellung und Auspacken überschritten (basierend auf den ermittelten Mittelwerten).

Die in der maschinellen Kernherstellung ermittelten Aminkonzentrationen führten in zwei von 7 untersuchten Arbeitsbereichen zu teilweise sehr hohen Belastungen, die deutlich über dem entsprechenden Arbeitsplatzgrenzwert lagen; in den weiteren untersuchten Bereichen lagen die Indices zwischen <0,1 und 0,7.

Bei der Tätigkeit Handformen wurden an einigen Arbeitsplätzen ergänzende Beprobungen auf Furfurylalkohol, Formaldehyd und Phenol durchgeführt. Abgesehen von den relativ hohen Belastungen in einem Arbeitsbereich durch Furfurylalkohol und Formaldehyd ($I = 1,1$ bzw. $1,0$) lagen die Indices in den weiteren untersuchten Betrieben unter $0,4$. Die Phenolindices lagen jeweils unter $0,1$.

In den Bereichen Handformen, manuelle und maschinelle Kernherstellung ist Hautkontakt gegenüber bindemittelhaltigen Sanden gegeben. Hier besteht die Gefahr der Hautresorption (Formaldehyd, Furfurylalkohol, Phenol) und der Hautsensibilisierung.

Zu den wesentlichen festgestellten belastenden Faktoren und deren Ursachen zählen:

- Keine oder nur unzureichende lüftungstechnische Erfassung von Emissionsquellen (stationäre Anlagen, mobile Bearbeitungsgeräte, innerbetriebliche Transporte)
- Unzureichende Reinigung der Arbeitsbereiche (Formsand auf Böden, Anlagen etc.)
- Reinigungsarbeiten mit Besen, Schaufel und Druckluft
- Querströmungen aus der natürlichen Belüftung über geöffnete Tore (Aufwirbelung von Depotstäuben und Beeinträchtigung der Erfassungsqualität vorhandener Quellenabsaugungen)

In der Regel sind die Belastungen im Arbeitsbereich nicht auf eine einzelne Ursache, sondern auf die Kombination mehrerer Faktoren zurückzuführen. Diese Belastungen führen direkt zur Belastung der Beschäftigten in ihrem Arbeitsbereich, zur Belastung benachbarter Arbeitsbereiche und zur allgemeinen Erhöhung der Grundlast in den Hallen.

Weiterhin musste häufig die Vernachlässigung der Hygiene (Essen, Trinken, Rauchen am Arbeitsplatz) bemängelt werden.

Bei Tätigkeiten in der Formerei und der Kernherstellung besteht zusätzlich die Gefahr der Aufnahme von Gefahrstoffen über die Haut (furan- und phenolharzhaltige Formsande). Hier wurden von den Beschäftigten oft ungeeignete Handschuhe getragen.

Die für einzelne Arbeitsbereiche ermittelten betriebsspezifischen Bedingungen lassen sich in der Regel nicht auf andere, vergleichbare Arbeitsbereiche übertragen, da die Arbeitsbedingungen und damit die Auswirkungen der expositionsbeeinflussenden Parameter sehr unterschiedlich sein können. Die betriebsübergreifende Auswertung der Aktionsergebnisse lässt somit auch keine Darstellung der Abhängigkeit der Expositionshöhe von einzelnen beeinflussenden Parametern zu.

5 Maßnahmenkonzept zur Expositionsminderung

5.1 Allgemeines

In der Schwerpunktaktion wurden Belastungsschwerpunkte und arbeitsbereichsspezifische Emissionsquellen identifiziert, die zur gesundheitlichen Beeinträchtigung der Beschäftigten führen können. Da in den wesentlichen Gießereibereichen Schmelzherstellung und –behandlung, Handformen/Abguss, Kernherstellung, Auspacken sowie Putzerei unterschiedliche Arbeitsverfahren und -techniken zur Anwendung kommen, entstehen entsprechend bereichstypische Expositionen.

Auf der Basis der Aktionsergebnisse werden für die untersuchten Bereiche nachfolgende Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik empfohlen, die zur Erstellung der individuellen betriebsspezifischen Gefährdungsbeurteilung verwendet werden können.

Als weitere wichtige Hilfen mit Hinweisen zur Gestaltung von Arbeitsplätzen und Arbeitsräumen sind zu nennen:

- Übereinkommen über den Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer durch gute Handhabung und Verwendung von kristallinem Siliciumdioxid und dieses enthaltener Produkte (<http://www.nepsi.eu/>)
Leitfaden zum Übereinkommen (Good practice guide) einschließlich Anleitungsblätter, die Techniken bewährter Praktiken und Techniken für verschiedene allgemeine und spezifische Aufgaben beschreiben
- „Schutzleitfäden für häufige Tätigkeiten mit Gefahrstoffen in chemischen Betrieben“ der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/EMKG/Schutzleitfaeden.html__nnn=true)
- Fachbericht 085 des Vereins Deutscher Gießereifachleute (VDG) „Staubminderung an Gießereiarbeitsplätzen in Sandgießereien – ein Branchenleitfaden“
- BGIA-Report 8/2006 „Quarzexposition am Arbeitsplatz“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), vormals HVBG

5.2 Substitution

Grundsätzlich sind alle Möglichkeiten zu prüfen, inwieweit durch Veränderungen des technischen Arbeitsprozesses und der Substitution von Zubereitungen mit gefährlichen Eigenschaften die Gefährdung der Gesundheit der Beschäftigten verringert werden kann. Da alternative Gießereiprozesse, z.B. das Vollformgießverfahren als alternative Formherstellungsmethode mit geringerer Emissionsbilanz i. d. Regel nur bei Errichtung neuer Anlagen Anwendung finden können, konzentrieren sich Substitutionen auf machbare Veränderungen bestehender Prozesse, z.B. durch Modifikation von Verfahren oder durch den Ersatz von Einsatz- und Hilfsstoffen.

Das Ergebnis der Substitutionsprüfung ist in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren. Können mögliche Substitutionen nicht durchgeführt werden (z.B. aufgrund von Qualitätsvorgaben an das Produkt), ist dies in der Gefährdungsbeurteilung nachvollziehbar zu begründen.

Nachfolgend werden einige Beispiele für Substitutionsmöglichkeiten insbesondere für den Bereich der Formerei aufgeführt:

Bei der Formherstellung können flüchtige organische Verbindungen (VOC) bis zu 60% des Gewichtes des Bindemittelsystems ausmachen (u.a. Phenol-, Furanharze, Isocyanate, Amine, Lösemittel). VOC-Emissionen, die beim Sandmischen, der Verarbeitung (Form- und Kernherstellung) und beim Metallguss emittieren, können durch Optimierung der Prozesskontrolle und des Materialumgangs reduziert werden. Kriterien wie z.B. Sandkonsistenz (Reinheit, Korngröße, Feuchtigkeit), Temperaturkontrolle

(Sandtemperatur), Mischerwartung, Formqualität (Verhindern von Formdefekten) haben einen wichtigen Einfluss u.a. auf den Chemikalienverbrauch.

Der Einsatz von Formstofftechniken auf Alkali-Silikat-Binderbasis wie das begasungshärtende Wasserglas-Kohlendioxid oder das kalt selbsthärtende Wasserglas-Ester-Verfahren, Einsatz von Ton (u.a. Bentonit) oder Magnesiumsulfat weisen ein deutlich geringeres Emissionspotenzial als vergleichbare organisch gebundene kalt- und heißhärtende Bindersysteme auf (BMFT-Programm, 1999).

Beim „Lost-Foam-Gießverfahren“ in binderfreiem Sand werden sogenannte verlorene Modelle aus leichtem Schaumstoff verwendet, die in Formsand eingebettet werden. Beim Gießen vergast der Schaumstoff durch die Hitze der Schmelze und hinterlässt einen Hohlraum, der durch das Metall gefüllt wird.

Eine Verringerung entstehender Emissionen bietet gegenüber dem herkömmlichen Cold-Box-Verfahren das Cold-Box-plus-Verfahren durch eine Änderung im Härtungsmechanismus. Die Formstoffmischung wird in auf 50° C bis 80° C vorgewärmte Kernformwerkzeuge gebracht, wobei die Oberflächenschicht des Kernes katalytisch vernetzt. Das Verfahren kommt mit einem erheblich geringeren Bindemittelgehalt und kürzeren Begasungszeiten aus, da der Kern nur an der Oberfläche aushärten muss. Darüber hinaus ist das Verfahren wesentlich wirtschaftlicher als das Hot- bzw. Cold-Box-Verfahren.

Das klassische Cold-Box-Verfahren verwendet organische Lösemittel, so dass VOC's bei der Kernherstellung, der Kernlagerung, beim Abguss und dem Auspacken emittieren. Alternative Lösemittel für Bindemittelsysteme bestehen aus Pflanzenöl- Methylester (Rapsölmethylester, RME) und Dibasener (DBE), mit denen sich die Belastung durch Benzol, Toluol, Xylol (BTX) deutlich reduzieren lässt (BVT-Merkblatt Gießereien).

Das Beach-Box-Verfahren mit anorganischem Binder beruht auf dem Naturprinzip einiger mineralischer Stoffe, Kristallwasser zu binden und wieder abzugeben. Bei der Kernherstellung wird das Kristallwasser ausgetrieben und der Kern bzw. die Form zeigt eine Stabilität, die man sonst nur von der Zementverfestigung kennt. Umgekehrt zerfällt der Kern in wenigen Sekunden bei direktem Kontakt mit Wasser. Sand und Binder können nach dem Abgießen zurück gewonnen werden. Das Bindersystem zeigt weder bei der Kernherstellung noch beim Abgießen Emissionen (Laempe & Mössner GmbH, Schopfheim; Innovationspreis des Landes Baden-Württemberg 2003).

Die Verwendung von Schlichten auf Wasserbasis anstelle auf Basis organischer Lösemittel sowie die Applikation über Tauchen anstelle über Spritzen (soweit dies die Formgröße zulässt) ersparen die Einrichtung lüftungstechnischer Maßnahmen und vermeiden Expositionen. Die Anwendung wässriger Schlichten erfordern jedoch eine Behandlung zur Trocknung (Mikrowellentrocknung). Die Mikrowellentrocknung führt darüberhinaus zur Vervollständigung von Polymerisationsreaktionen und der Vermeidung von Expositionen beim Abguss und dem Auspacken (BVT-Merkblatt Gießereien).

Das Abtrennen der Angüssen/Speiser im Bereich Putzerei durch langsam laufende Sägen (z.B. Bandsäge) anstelle durch schnell laufende Trennschleifer oder durch Gasbrenner beinhaltet deutlich geringere Expositionen (anwendbar, soweit dies die Gussteilgröße zulässt).

5.3 Lüftungstechnische Maßnahmen

Effiziente Lüftungstechnische Einrichtungen sind die Grundvoraussetzung für eine gute Luftqualität an Arbeitsplätzen und für einen wirtschaftlichen Betrieb dieser Einrichtungen. Das Ziel der Konzipierung neuer Lüftungstechnischer Einrichtungen bzw. der Optimierung bestehender Einrichtungen muss es daher sein, eine hohe Wirksamkeit mit möglichst geringen Erfassungsluftströmen zu realisieren.

Die individuelle Ermittlung der Ist-Situation in betrieblichen Arbeitsräumen sowie die Projektierung und Dimensionierung entsprechender Lüftungstechnischer Einrichtungen bedarf umfangreicher Beratung durch Betriebe, die über die erforderliche fachliche Kompetenz verfügen. Allgemeine Katalogangaben oder Musterlösungen reichen daher in der Regel nicht aus, um die betrieblichen Gegebenheiten ausreichend zu berücksichtigen und den erwarteten Nutzen zu erzielen.

Bei der Planung einer Werkhalle, der Beschaffung einer Bearbeitungsmaschine oder der Einführung eines neuen Verfahrens sind erforderliche Lüftungstechnische Maßnahmen frühzeitig zu berücksichtigen. Dies erspart erhebliche Kosten bei der Beschaffung entsprechender Einrichtungen und vermeidet gegebenenfalls notwendige Nachrüstungen.

Nähere Hinweise zu den Anforderungen an Lüftungstechnische Einrichtungen erhält man z.B. durch nachfolgende Richtlinien bzw. Regeln:

- VDI-Richtlinie „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz, Minderung der Exposition durch luftfremde Stoffe, Erfassen luftfremder Stoffe“ (VDI 2262 Bl. 4)
- Berufsgenossenschaftliche Regel „Arbeitsplatzlüftung - Lufttechnische Maßnahmen (BGR 121)

Weitere Informationen zur Lufttechnik an Arbeitsplätzen und in Industriehallen finden sich z.B. im

- BGIA-Report 5/2005 „Lufttechnik in Industriehallen“ der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV), vormals HVBG
- BGIA-Handbuch „Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz“ (u.a. Ziffer 130215, 130243, 130245)

5.3.1 Lüftungstechnische Erfassung am Arbeitsplatz

Die Erfassung luftfremder Stoffe an der Entstehungsstelle ist die vorrangig anzuwendende lufttechnische Maßnahme. Sie ist im Allgemeinen wirkungsvoller und wirtschaftlicher zu realisieren als die Ableitung von Gefahrstoffen durch Raumlüftung.

Wesentlich für die Wirksamkeit einer Erfassungseinrichtung sind die Anpassung ihrer Form und Anordnung an die jeweilige Art der Stofffreisetzung und –ausbreitungsrichtung sowie die Auslegung des Erfassungsluftstroms. Bei der Auslegung von Erfassungseinrichtungen sind darüber hinaus eventuell vorhandene Störströmungen aus natürlicher Belüftung, z.B. über geöffnete Türen/Tore oder Gebläse zu berücksichtigen und ggf. durch Leitelemente oder Wände zur Vermeidung von Ausspülungen luftfremder Stoffe in den Arbeitsbereich zu verhindern.

In Abhängigkeit von der Art des Emissionsvorgangs (z.B. Thermikluftströme aus wärmeabgebenden Schmelzöfen oder impulsbehaftete Partikelströme bei Verwendung handgeführter schnell laufender Trenngeräte) sind jeweils individuell „angepasste“ Erfassungssysteme zu konzipieren.

Erfassungseinrichtungen sind zur Minimierung der Erfassungsluftströme möglichst nahe an der Emissionsquelle zu positionieren (möglichst integriert in die Anlage bzw. das Bearbeitungsgerät). Dabei dürfen die Erfassungseinrichtungen den Arbeitsablauf möglichst nicht behindern. Der Erfassungsluftstrom und damit die Wirkung auf die Quelle muss dabei so groß gewählt werden, dass die luftgetragenen Stoffe möglichst vollständig erfasst werden.

Nicht erfasste bzw. unvollständig erfasste Quellen tragen ansonsten zur Exposition der Beschäftigten, zur Grundbelastung des Arbeitsbereichs und eventuell auch zur Belastung benachbarter Bereiche bei. Derartige „diffuse Emissionen“ aus nicht erfassten Quellen können z.B. aus Transport, Lagerung, verspritzten Materialien oder Aufwirbelungen von Formsandablagerungen auf dem Raumboden resultieren.

Die Erfassungseinrichtungen werden nach dem Grad der Umschließung in drei Gruppen eingeteilt: geschlossene, halboffene und offene Systeme (s. Abbildung 4).

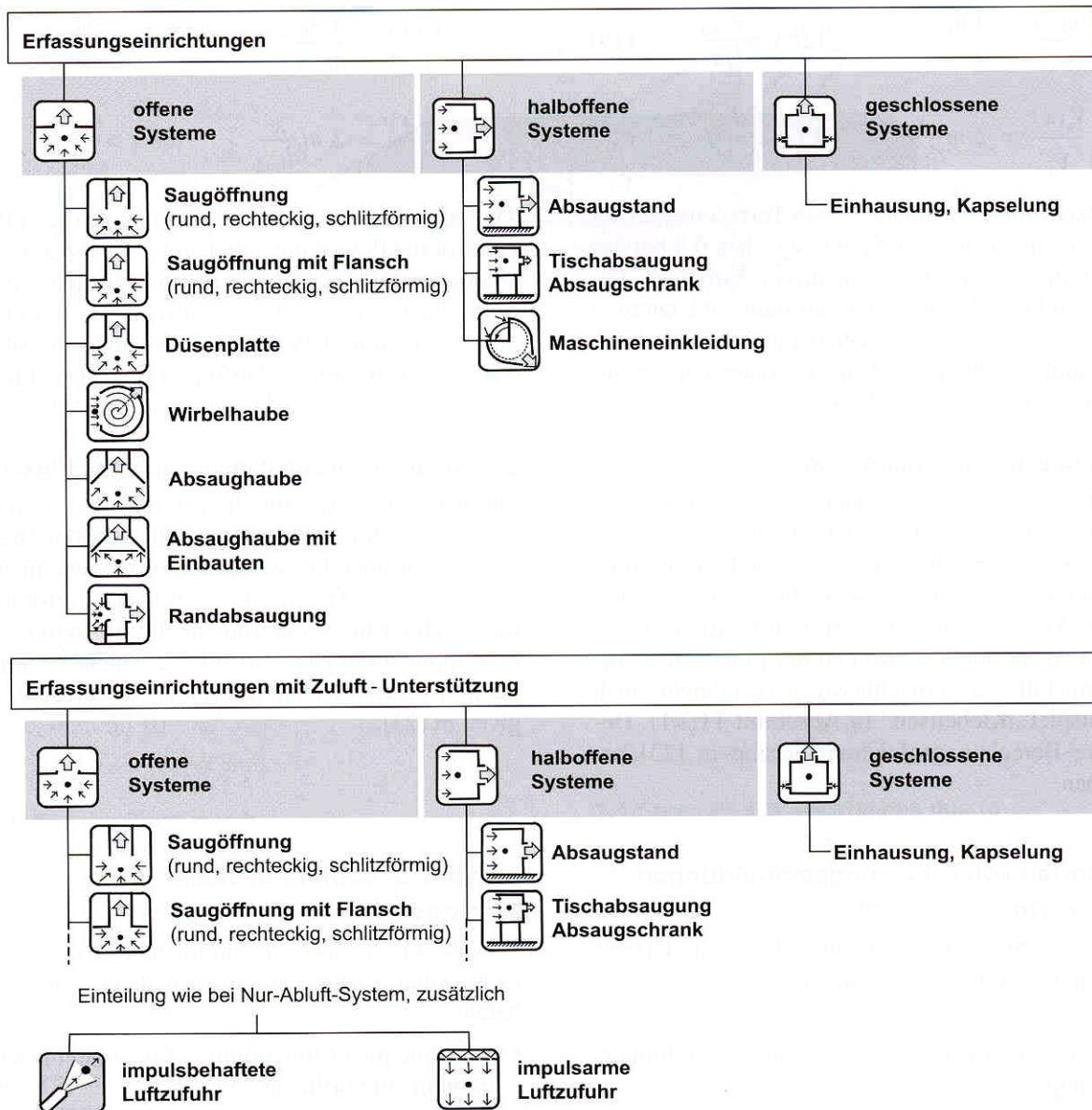


Abbildung 4: Zuordnung und Gliederung von Erfassungseinrichtungen (Quelle: VDI 2262, Blatt 4)

Ein wesentliches Merkmal der Strömung an einer lüftungstechnischen Erfassungseinrichtung ist der rasche Geschwindigkeitsabbau vor der Abluftöffnung und die damit verbundene geringe Tiefenwirkung, d.h. die Strömungsgeschwindigkeiten in axialer Richtung vermindern sich stark innerhalb sehr kurzer Entfernung. Am wirkungsvollsten ist eine vollständige Einhausung der Emissionsquelle, da hier die geringsten Erfassungsluftströme erforderlich sind. Je offener das System zur Anpassung an die

betrieblichen Abläufe gestaltet werden muss, umso größer werden die benötigten Erfassungsluftströme.

Die Effizienz einer Erfassungseinrichtung kann durch Querströmungen, z.B. auf Grund von offenen Türen oder Toren oder lokalen Luftbewegungen (z.B. Kühlluftgebläse, Transportbewegungen von Fahrzeugen oder bewegte Anlagenteile), gemindert werden. Daher sind unvermeidbare Störströmungen zu ermitteln und bei der Auslegung von Erfassungseinrichtungen zu berücksichtigen. Ggf. müssen zur Vermeidung von Ausspülungen aus dem Emissionsstrom geeignete Maßnahmen zur Abschirmung getroffen werden (z.B. durch das Anbringen von Vorhängen aus Kunststoffstreifen).

Richtwerte für Erfassungsluftgeschwindigkeiten werden in der VDI 2262 Blatt 4 angegeben. Hiernach sollte die Erfassungsluftgeschwindigkeit z.B. für Prozesse mit „mittlerer Eigengeschwindigkeit“, zu denen u.a. die starke thermische Konvektion an Schmelzöfen, Abgussstellen oder Behandlungsstationen zählen, bei ca. 0,5 bis 1,0 m/s liegen. Hieraus berechnet sich für die jeweils verwendete Erfassungseinrichtung der erforderliche Erfassungsluftstrom.

In der VDI werden auch für weitere Prozesse in Verbindung mit entsprechenden Erfassungseinrichtungen Richtwerte genannt (z.B. für Schneid-Trennarbeiten in Arbeitskabinen mit Erfassung oder Abwiegen von Zuschlagsstoffen auf Arbeitstischen mit Erfassung).



Abbildung 5: Werksfoto Kessler+Luch – Düsenplatte an einem Schmelzofen

Bei durchzuführenden Neubeschaffungen bzw. Umbauten vorhandener Einrichtungen sind die Erfassungseinrichtungen der Bauart „Düsenplatte“ (Saugrohr mit Flansch) bzw. Wirbel (Drall)-hauben den konventionellen Hauben vorzuziehen (siehe Abbildung 5).

5.3.2 Lüftungstechnische Maßnahmen im Arbeitsraum

Lassen sich die Arbeitsplatzgrenzwerte durch die Erfassung im Entstehungsbereich nicht einhalten, kann zusätzlich eine raumluftechnische Maßnahme zur Ableitung entstehender Emissionen notwendig sein. Für Räume, Werkhallen oder sektionsweise zu belüftende Bereiche, die starken stofflichen und thermischen Belastungen ausgesetzt sind, empfiehlt die VDI 2262 Blatt 3 „Luftbeschaffenheit am Arbeitsplatz – Lufttechnische Maßnahmen“ als raumluftechnische Maßnahme das Lüftungskonzept „Verdrängungsströmung“ (s. Abbildung 6). Hier wird reine Zuluft impulsarm in Bodennähe oder von der Seite in den Aufenthaltsbereich der Beschäftigten eingebracht. Diese zugeführte Luft ersetzt die durch den thermischen Prozess freigesetzte stoffbeladene Luft, die durch die Thermik nach oben steigt. Hierdurch bilden sich im Raum zwei unterschiedliche Luftschichten aus: Während im unteren Raumbereich im Aufenthaltsbereich der Beschäftigten die Luft nahezu Zuluftqualität besitzt, ergeben sich in der oberen Schicht deutlich höhere Gefahrstoffkonzentrationen luftfremder Stoffe und von dort über die Abluft an die Außenluft abgegeben werden kann.

Weitere Informationen zu diesem Konzept sind auf der Homepage des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften zu erhalten (<http://www.hvbg.de/d/bia/fac/lueftung/index.html>). Neben weiteren Informationen wird hier auch die Luftführung mit einem Video illustriert.

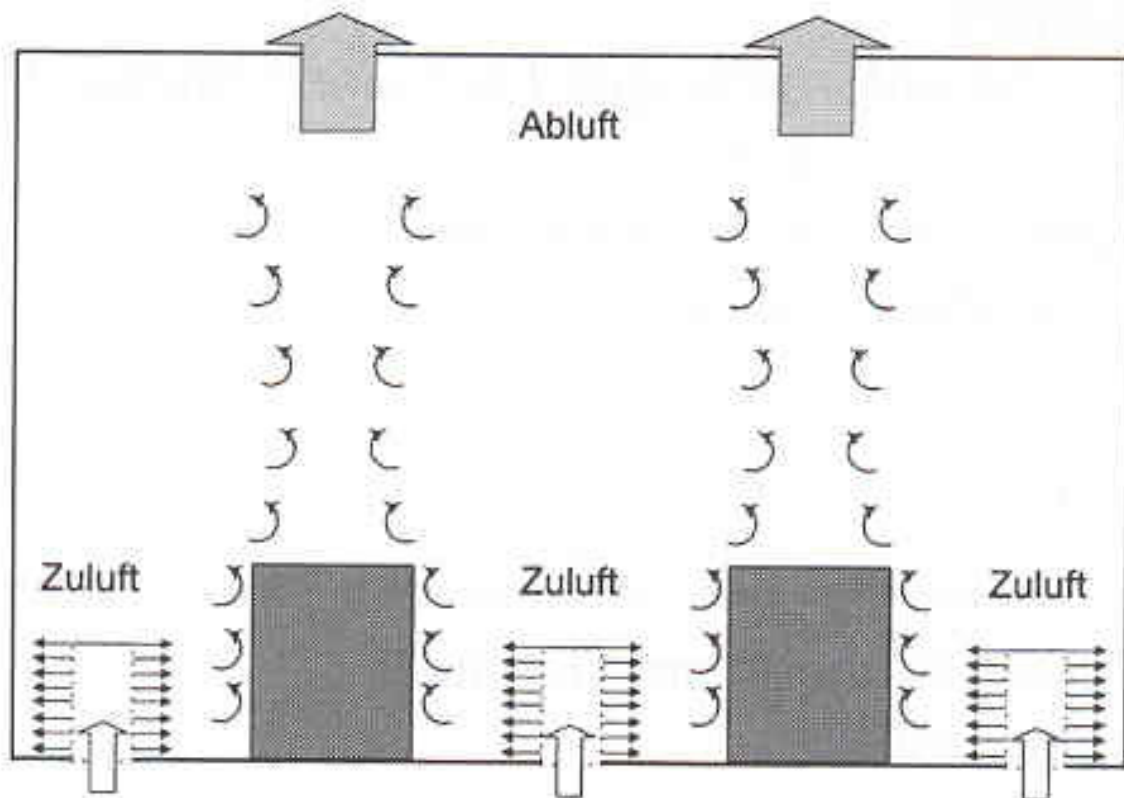


Abbildung 6: Schematische Darstellung der Schichtlüftung (Quelle: BGIA-Handbuch, 130215)

Können lüftungstechnische Maßnahmen begründet nicht eingesetzt werden bzw. sind diese in ihrer Wirkung unzureichend, muss persönlicher Atemschutz verwendet werden (Empfehlung: Gebläseatemschutz Airstreamhelme mit Klarsichtvisier, Filterklasse THP2, bei Bearbeitung von hochlegiertem Stahl THP3).

5.4 Schutzmaßnahmen in verschiedenen Gießereibereichen

5.4.1 Schmelzherstellung und –behandlung in Eisen- und Stahlgießereien

Bei Einsatz von Induktionsöfen (Netzfrequenz, Mittelfrequenz und Hochfrequenz) erfolgen die Tätigkeiten Chargierung, Zugabe von Zuschlagsstoffen, Temperaturmessung, Probenahme, Abschlacken und der Abstich in Pfannen bei geöffnetem Ofendeckel. Die dazu notwendigen Öffnungszeiten können bis zu 25% der Schichtzeit betragen. In einigen Betrieben kann zusätzlich eine Umfüllung der abgelassenen Schmelze zur Verteilung auf verschiedene Gießbereiche erforderlich werden.

Zur Erfassung emittierender Stäube bei den Tätigkeiten am Ofen wird eine Kombination aus einer Ofendeckelabsaugung und einer variablen Hauben- bzw. Düsenplattenabsaugung empfohlen:

- **Ofendeckel- oder Ofenrandabsaugung**
Bei geschlossenem Ofendeckel werden die emittierenden Stäube und Rauche durch einen Ringspalt im Ofendeckelrand bzw. einem auf dem Ofenrand montiertem Absaugring erfasst. Diese häufig anzutreffenden Systeme haben den Nachteil, dass die Erfassungsqualität bei geöffnetem Deckel (z.B. bei Beschickung) abnimmt. Hier kann eine variable Absaughaube diese Nachteile ausgleichen.
- **Absaughauben**
Seitlich verschiebbare Absaughauben bzw. optimalerweise Wirbelhauben mit höherer Effektivität bei niedrigerem Erfassungsluftstrom bieten den Vorteil, dass mit ihnen sowohl bei den Tätigkeiten am geöffneten Ofen, beim Abstich als auch bei Umfüllvorgängen gute Wirkungsgrade erreicht werden können. Dieses System eignet sich insbesondere in den Fällen, in denen die Chargierung über Vibrationsrinnen erfolgt.
Alternativ zur seitlich verschiebbaren Absaug- bzw. Wirbelhaube können an Teleskoprohren angebrachte Düsenplatten, die über dem Ofen variabel den Erfordernissen angepasst werden können, zum Einsatz kommen. Bei Verwendung von Kranchargiersystemen, die über der Ofenöffnung eingesetzt werden müssen, sind Einschränkungen in der Erfassungsqualität hinzunehmen.

Vorschläge für Lüftungsmaßnahmen zur Erfassung weiterer Emissionsquellen:

- Zur Erfassung der beim Abstich entstehenden Emissionen können Abluft- bzw. Wirbelhauben eingesetzt werden
- Bei Einsatz von Kupolöfen wird das beim Schmelzprozess entstehende Gichtgas mittels entsprechender Prozessregelung erfasst und entstaubt (Ober- und Untergichtabsaugung).
- Durch Abdecken der Gießrinnen zum Warmhalteofen und Erfassung der Emissionsquellen lassen sich Emissionen in die Raumluft vermindern.
- Weitere mögliche Emissionsquellen wie z.B. Chargierinnen, Abwiegen von Zuschlagsstoffen, Umfüllstationen sind jeweils an eine Erfassung anzuschließen.
Beim manuellen Umgang mit staubenden Zuschlagsstoffen (Wiegen, Mischen, Umfüllen) sind zweckmäßigerweise Arbeitstische zu verwenden. Durch eine Absaughaube wird der Arbeitstisch dreiseitig eingehaust, so dass nur die Bedienseite offen bleibt (Seitenhaube). Der Erfassungsluftstrom wird so an den offenen Haubenquerschnitt angepasst, dass freigesetzte Stäube sicher erfasst werden.
- Leere Säcke sind möglichst ohne Stauberzeugung zu entsorgen. Dazu werden diese z.B. in große Plastiksäcke gefüllt, die von einem Metallrahmen gestützt und offen gehalten werden. Sind die Plastiksäcke gefüllt, werden sie verschlossen und in einem geeigneten Kippcontainer entsorgt. Alternativ können Müllpresscontainer verwendet werden, die mit einem Entstaubungssystem ausgerüstet sind.

- Die Nachbehandlung wird in der Regel in Pfannen oder Konvertern mittels Magnesiumdrahteinspulung an separaten Arbeitsplätzen durchgeführt (Staplertransport von Flüssigisen erforderlich). Da dieser Verfahrensschritt mit sehr heftiger chemischer Reaktion und entsprechender Rauch- und Lichtentwicklung verbunden ist, empfiehlt sich die Kapselung dieses Arbeitsplatzes (z.B. 3-seitig umschlossene Kabine mit Ablufferfassung oberhalb der Pfanne/Konverter) und Verschließen der Kabine bis zur Beendigung der Reaktion.
- Soweit Reparaturarbeiten an Schmelzöfen manuell auszuführen sind (Ausbrechen und Zustellen), sollte dies aufgrund der hohen Staubbelastungen möglichst in separaten Räumen mit intensiver Raumbel- und entlüftung unter Anwendung persönlicher Atemschutzausrüstung durchgeführt werden. Soweit möglich, sollten Manipulatoren oder kleine Bagger mit klimatisierten Kabinen zum Einsatz kommen.
- Zur Reinigung von Anlagen etc. sind geeignete Industriestaubsauger zu verwenden (weitere Details siehe Kapitel „Bereichsübergreifende Maßnahmen“).

5.4.2 Formerei (Handformen/Handkernherstellung/Gießen)

Handformen/Handkernherstellung

Beim Handformen können inhalative Belastungen durch Stäube sowie inhalative und dermale Belastungen durch organische Bindemittel mit nachfolgenden Maßnahmen reduziert werden:

- Die vom Bindemittelhersteller angegebenen Mischungsverhältnisse (Sand, Bindemittel) sind zur Vermeidung unnötiger Gefahrstofffreisetzungen einzuhalten.
- Bei der Befüllung der Formkästen mittels Durchlaufmischer ist unnötiges Verstauben der Feianteile des Sandes durch freien Fall zu vermeiden, in dem das Mischrohr nahe der Kastenoberfläche geführt oder die Fallhöhe durch Anbringen flexibler Rohre verkürzt wird.
- Die Herstellung kleinerer Formen und Kerne erfolgt auf Arbeitstischen. Durch eine Absaughaube wird der Arbeitstisch dreiseitig eingehaust, so dass nur die Bedienseite offen bleibt. Der Erfassungsluftstrom wird so an den offenen Haubenquerschnitt angepasst, dass freigesetzte Stäube sicher zur Erfassungseinrichtung an der Rückwand der Haube geführt und erfasst werden (0,5 bis 1,5 m/s Erfassungsluftstrom).
- Zur Reinigung von Anlagen, Formkästen und der Böden sind geeignete Industriesauger bzw. Kehrsaugmaschinen zu verwenden (weitere Details siehe Kapitel „Bereichsübergreifende Maßnahmen“). Anfallende Verunreinigungen sind möglichst umgehend, zumindest aber am Schichtende zu entfernen.

Das Reinigen des Arbeitsbereiches durch trockenes Kehren oder Abblasen von Staubablagerungen (u.a. Formen, Maschinen) mit Druckluft ist grundsätzlich nicht zulässig (Anhang III Nr. 2.3 GefStoffV).

- Hallentore sollten grundsätzlich zur Vermeidung von Querströmungen geschlossen gehalten bzw. mit Staplertoren ausgestattet werden. Derartige Strömungen führen zur Mobilisierung von Depotstäuben und zur Beeinflussung der Lüftungstechnischen Erfassung entsprechender Einrichtungen an Anlagen und Maschinen (Ausspülung von Gefahrstoffen).
- Wenn Formen und Kerne von Hand hergestellt werden, besteht unmittelbarer Hautkontakt mit hautschädigenden chemischen Stoffen (Harze, Härter, Katalysatoren, Schlichten etc.). Zur Vermeidung von Hauterkrankungen muss die Haut vor gefährlichen Einwirkungen von Gefahrstoffen geschützt werden. Unmittelbarer Hautkontakt ist daher zu vermeiden (siehe Kapitel „Bereichsübergreifende Maßnahmen“).

Gießen

Bei den Tätigkeiten im Bereich Abguss können Belastungen durch Stäube, Rauche und Gase beim Abschlacken der bereitgestellten Schmelze, dem Abguss, dem Aufbringen von Abdeckpulver auf die Flüssigeisenoberfläche nach dem Abguss (Kokillenguss), der Arbeitsplatzreinigung mit Besen und Schaufel und den Reinigungsarbeiten (u.a. Modelle, Formen, Arbeitskleidung) mit Druckluft entstehen.

- Beim Abguss werden zur Emissionsminderung Erfassungseinrichtungen so nahe wie möglich - ohne den Gießvorgang zu behindern – an den Formen platziert. Je mehr sich der Gießvorgang auf eine bestimmte Stelle oder eine Zone beschränken lässt, umso leichter ist die Erfassung technisch zu realisieren. Im gleichen Maße reduzieren sich dann auch die zu erfassenden Luftmengen einschließlich der für hierfür aufzubringenden Energie. Die Erfassungsgeschwindigkeit der oberhalb bzw. seitlich oberhalb angebrachten Erfassungseinrichtungen sollte nach VDI 2262 zwischen 0,5 und 1 m/s im Querschnitt liegen.
- An automatischen Gieß- und Kühlstrecken lassen sich durch oberhalb der Strecke linienförmig angebrachte Erfassungselemente (Hauben bzw. Wirbelhauben) entstehende Gießgase beim Abguss nahezu vollständig erfassen. Die angelieferten Pfannen mit Flüssigeisen müssen dabei zur Vermeidung von Rauchasträgen abgedeckt werden. Kühlstrecken werden in der Regel in Kühl- und Absaugtunneln angeordnet, die eine Erfassung ermöglichen.
- Beim Abguss einzelner handgefertigter Formen aus Pfannen mittels Kran (z.B. im Handformbereich) sind dagegen Erfassungen an der Quelle praktisch nicht in verhältnismäßigem Aufwand realisierbar. Hier könnten sektionsweise wirkende Raumb- und entlüftungssysteme vorgesehen werden (Schichtlüftung).
- Abschlackvorgänge sollten in Einhausungen, die an eine effektive Erfassung angeschlossen sind, durchgeführt werden.
- Zur Reinigung von Anlagen und Böden sind geeignete Industriesauger bzw. Kehrsaugmaschinen zu verwenden (weitere Details s. „Bereichsübergreifende Maßnahmen“). Anfallende Verunreinigungen sind möglichst umgehend, zumindest aber am Schichtende zu entfernen.
Das Reinigen des Arbeitsbereiches durch trockenes Kehren oder Abblasen von Staubablagerungen (u.a. Formen, Maschinen) mit Druckluft ist grundsätzlich nicht zulässig (Anhang III Nr. 2.3 GefStoffV).

5.4.3 Maschinelle Kernherstellung (Cold-Box-Verfahren)

Im Bereich der maschinellen Kernherstellung (Cold-Box-Verfahren) sind Expositionen gegenüber dem eingesetzten „Begasungsmittel“ Amine beim Handling gefertigter Kerne bei der Entnahme der Formkästen aus den Kernschießmaschinen, bei der weiteren Bearbeitung und der Lagerung sowie gegenüber Stäuben bei der mechanischen Nacharbeit und der Reinigung der Kerne von anhaftendem Staub mit Druckluft zu erwarten. Auch hier besteht Hautkontakt gegenüber den organischen Formsandbindemitteln und die Gefahr dermalen Belastung.

Die Reaktion von aliphatischen Aminen mit nitrosierenden Agenzien kann zur Bildung von N-Nitrosoaminverbindungen führen. Derzeit können keine geeigneten „Ersatzstoffamine“ für das Kernbegasungsmittel Triethylamin empfohlen werden. Bei Einsatz von Kernbegasungsmitteln wie z.B. N,N-Dimethylethylamin, N,N-Dimethylisopropylamin, die aufgrund fehlender Daten noch nicht arbeitsmedizinisch-toxikologisch bewertet werden konnten oder können, wird aus Gründen der Prävention empfohlen, die Exposition der Arbeitnehmer zu minimieren. Als Anhalt für die zu treffenden Schutzmaßnahmen sollte der Größenbereich der für die niedermolekularen Amine bereits festgelegten Grenzwerte (1-2 ppm) bei einer Spitzenbegrenzung mit dem Überschreitungsfaktor =1= zugrunde gelegt werden.

Dieser Größenbereich kann nach TRGS 440 nur bei konsequenter Umsetzung der im Folgenden genannten technischen Maßnahmen für den gesamten Arbeitsbereich erreicht werden:

- Einsatz von Dosier- und Vergasungseinrichtungen, die eine möglichst genaue Amingasdosierung entsprechend dem zu begasenden Kernvolumen ermöglichen
- Einsatz von Kernkästen, die beim Schießen weitgehend gasdicht sind und die eine gezielte Aminbegasung (Düsensysteme) erlauben und die mit einer Verdrängungsluft-Erfassung ausgerüstet sind
- Einhausung und Absaugung des Kernschießbereiches der Cold-Box-Kernschieß-Maschine
- Installation einer dreiseitig geschlossenen Nachbearbeitungsbox, in der die frisch hergestellten Cold-Box-Kerne von Hand nachbearbeitet werden (Entfernung der Fugenansätze)
- Die Zwischenlagerung der frisch hergestellten Cold-Box-Kerne an der Maschine hat in abgesaugten Boxen bzw. belüfteten Räumen zu erfolgen

Weitere ergänzende Maßnahmen:

- Einhaltung der vom Harzhersteller vorgegebenen Dosierungen für Härter und Katalysator
- Durchführung einer ausreichenden Anzahl an Luftspülungen. Der während des Begasens aus dem Kernkasten austretende Katalysator muss durch eine wirksame technische Lüftung abgeführt werden. Während des Begasens und der anschließenden Luftspülung muss die Anlage steuerungstechnisch zwangsverriegelt werden.
- Verwendung wasser- anstelle lösemittelbasierter Schichten
- Installation einer Lüftungstechnischen Erfassung im Bereich der Kernzwischenlagerung (möglichst in separaten Räumen mit Raumb- und -entlüftung)
- Das Reinigen des Arbeitsbereiches durch trockenes Kehren oder Abblasen von Staubablagerungen mit Druckluft (z.B. Modelle, Kerne, Kernkästen, Kernregale, Anlagen) ist grundsätzlich nicht zulässig. Zur Reinigung von Gussstücken und Anlagen sind geeignete Industriestaubsauger zu verwenden (weitere Details siehe Kapitel „Bereichsübergreifende Maßnahmen“).

Bei den Tätigkeiten an den Kernschießmaschinen besteht unmittelbarer Hautkontakt mit hautschädigenden chemischen Stoffen (Harze, Härter, Katalysatoren, Schichten etc.). Zur Vermeidung von Hauterkrankungen muss die Haut vor gefährlichen Einwirkungen von Gefahrstoffen geschützt werden. Unmittelbarer Hautkontakt ist daher zu vermeiden (siehe „Bereichsübergreifende Maßnahmen“).

5.4.4 Auspacken

Zum Auspacken durch Trennen von Guss und Sand werden i. d. Regel Rüttelroste (Entformen von Gussstücken aus Einzelteilmontage oder Kleinserie) oder Auspackrohre bzw. Auspackrinnen (Kleinserie, automatische Formanlagen) verwendet. In Kleinbetrieben erfolgt das Auspacken von Hand bzw. mit Kranunterstützung offen im Arbeitsbereich.

Expositionen treten insbesondere beim manuellen Ausschlagen von Gussteilen auf offenen Ausleerrosen, der Entnahme bzw. Ziehen der Gussteile, Arbeiten in Anlagen (z.B. Entfernen von abgerüttelten Metallverstärkungen), der Durchführung von Kontrollgängen in den Anlagen und der Arbeitsplatzreinigung mit Besen und Schaufel auf.

In Abhängigkeit von der Größenbandbreite der Gussstücke, der Durchsatzleistung sowie des verwendeten Automatisierungsgrades können unterschiedliche Schutztechniken zur Anwendung kommen:

- Zum Auspacken auf Rüttelrosten bei kleineren Gussstückgrößen und entsprechend kleinen Rosten empfiehlt sich eine Lüftungstechnische Erfassung oberhalb des Rostes.
- Bei größeren Gussstückgrößen ist die effektivste Methode zur Reduzierung entstehender Emissionen die Einhausung des Rüttelrostes und deren Anschluss an eine Ablufferfassung. Bei diesen

Staub- und Schallschutzkabinen erfolgt die Beschickung der Rüttelroste und Entnahme der Gussteile sowie der Kästen mittels Kran bzw. bei größeren Kabinen und teilautomatisiertem Ausleerprozess über Rollenbahnen und Manipulatoren mit klimatisiertem Steuerstand im eingehausten Bereich.

Die Kabinen werden z.B. durch Tore oder verfahrbare Schiebetüren geschlossen. Bei Verwendung von Kränen erfolgt die Beschickung über Öffnungen in der Kabinendecke, ggf. über verschiebbare Kabinendecken.

- Bei Kontrollgängen bzw. notwendigen Arbeiten in den Einhausungen bzw. ggf. erforderliche Arbeiten in der Sandförderung unter den Rüttelrosten ist persönlicher Atemschutz anzuwenden.
- Bei automatischen Formanlagen wird das Gussteil oftmals mit hydraulischer Presse aus dem Formkasten gedrückt. Anschließend wird das Gussteil zunächst auf einem Ausleerrüttler und dann in einer rotierenden Ausschlagtrommel bzw. einer gekapselten Auspendrinne vom Sand getrennt und abgekühlt. Auspendrinnen bzw. -rinnen, die heutzutage immer häufiger verwendet werden, sind besser geeignet, Emissionen zu erfassen als bei herkömmlichen Rüttlern.
- Hallentore sollten grundsätzlich zur Vermeidung von Querströmungen geschlossen gehalten bzw. mit Staplertoren ausgestattet werden. Derartige Strömungen führen zur Mobilisierung von Depotstäuben und zur Beeinflussung der Lüftungstechnischen Erfassung entsprechender Einrichtungen an Anlagen und Maschinen (Ausspülung von Gefahrstoffen).
- Zur Reinigung von Anlagen, Gussteilen und der Böden sind geeignete Industriesauger, Vakuumreinigungssysteme bzw. Kehrsaugmaschinen zu verwenden. Das Reinigen des Arbeitsbereiches durch trockenes Kehren oder Abblasen von Staubablagerungen mit Druckluft ist entsprechend Anhang III Nr. 2.3 GefStoffV grundsätzlich nicht zulässig (weitere Details siehe Kapitel „Bereichsübergreifende Maßnahmen“). Anfallende Verunreinigungen sind möglichst umgehend, zumindest aber am Schichtende zu entfernen.

Problematisch ist die technische Erfassung entstehender Emissionen im Großguss, wenn nach dem Gussziehen die Formgruben durch Ausbaggern ausgeräumt werden müssen. Der Baggerfahrer kann vor den entstehenden intensiven Staubemissionen in seiner klimatisierten Kabine geschützt werden. Im Arbeitsbereich kann dann eine effektive Raumb- und entlüftung hilfreich sein (z.B. sektionsweise wirkende Raumb- und -entlüftungssysteme, Schichtlüftung). Unterstützend sollte der Sand mit Wasser benetzt werden. Die Arbeiten sind organisatorisch möglichst an das Ende einer Schicht zu legen, so dass nur die Beschäftigten anwesend sind, die die Arbeiten ausführen.

5.4.5 Putzerei

In der Putzerei entstehen staubförmige Emissionen insbesondere beim Strahlen von Gussteilen, dem Abtrennen von Angüssen und Speisern sowie den eigentlichen Putzarbeiten. Für die Abtrennarbeiten sowie den oberflächlich wirkenden Putzarbeiten werden handgeführte Bearbeitungsgeräte (z.B. Trennschleifer, Flex, Powerfeile) und stationäre Bearbeitungsmaschinen (z.B. Pendelschleif- und Bandschleifmaschinen, Schleifböcke) mit entsprechend geräte- bzw. maschinenspezifischem Emissionen bzw. Emissionsverhalten verwendet.

Die in Putzereien relevanten Maßnahmen können in primäre Maßnahmen (Optimierung der Verfahrenstechnik) und Sekundärmaßnahmen (Lüftungstechnische Maßnahmen) gegliedert werden.

Zu den Primärmaßnahmen zählen u.a.:

- Einsatz quarzfreier Strahlmittel
- Verminderung des Putzaufwandes durch neue Formverfahren (z.B. Vollformguss)
- Einsatz staubarmer Bearbeitungsverfahren

- Automatisierung (z.B. Durchlaufstrahlanlagen, Einsatz von Robotern und Manipulatoren)
- Staubarme Transportvorgänge (z.B. Rollbänder oder Hängetransportvorrichtungen)
- Maßgenaues Giessen
- Formgestaltung des Gussstückes (Reduzierung der Putzstellenanzahl)

Sekundärmaßnahmen konzentrieren sich auf die Erfassung an der Entstehungsstelle. Nachfolgend werden hierzu einige mögliche Maßnahmen vorgestellt.

Abtrennen von Speisern und Angüssen

Das Abtrennen von Speisern und Angüssen sollte vorrangig mit staubarm arbeitenden Maschinen wie z.B. der langsam laufenden Bandsäge oder durch Brechen bzw. Abschlagen erfolgen. Hierdurch werden in Relation zu schnell laufenden Bearbeitungsgeräten (z.B. Trennschleifer) im Wesentlichen nur grobe Partikeln erzeugt, die sich mittels der anlagenintegrierten Erfassung ableiten lassen.

Müssen technisch begründet schnell laufende Maschinen und Geräte verwendet werden, sind bevorzugt stationäre Maschinen (z.B. Pendeltrennschleifer, Abbildung 7) mit maschinenintegrierter Stauberfassungseinrichtung zur Aufnahme der vom Werkzeug gerichtet abgeleiteten Partikelströme zu verwenden.

Bei notwendiger Verwendung handgeführter Bearbeitungsgeräte (z.B. bei großen Gussstücken) sind die nachfolgend für Putzarbeiten beschriebenen Maßnahmen zu beachten.

Putzarbeiten

Bearbeitung kleinerer Werkstücke:

Zur mechanischen Nachbearbeitung kleinerer Gussteile (z.B. Trennschleifen, Entgraten oder Feinschleifen) mittels handgeführter druckluft- oder elektrisch betriebener Geräte (z.B. Stab-, Vertikal und Winkelschleifer mit verschiedenen Werkzeugen) werden Arbeitstische („Putztische“) verwendet.

Durch eine Absaughaube wird der Arbeitstisch dreiseitig eingehaust, so dass nur die Bedienseite offen bleibt. Der Erfassungsluftstrom wird so an den offenen Haubenquerschnitt angepasst, dass freigesetzte Stäube sicher erfasst werden.

Es sind bevorzugt handgeführte Bearbeitungsgeräte mit integrierter und effektiver Erfassung am Werkzeug zu verwenden (z.B. angeschlossen an die Sicherheitsabdeckung). Durch den Anschluss von Industriestaugern (Ex-Schutz beachten) mit Vakuumerzeugern, deren Unterdrücke bei bis zu 40.000 Pa liegen können, lassen sich die beim Schleif-/Trennvorgang entstehenden Stäube zu einem großen Teil direkt am Werkzeug erfassen (Punktabsaugung mit relativ kleinen Luftmengen bei Ansauggeschwindigkeiten bis 60 m/s).

Stationäre Schleifmaschinen (z.B. Bandschleifmaschinen, Schleifböcke) verfügen in der Regel über maschinenintegrierte Ablufterfassungssysteme, bei denen die Anordnung der Erfassungselemente den entstehenden gerichteten Partikelstrom berücksichtigen.

Bearbeitung größerer Werkstücke:

Für die Bearbeitung größerer Gussteile müssen in der Regel handgeführte Bearbeitungsgeräte eingesetzt werden. Zur Ausführung dieser Arbeiten sind Arbeitskabinen („Putzkabinen“) zu verwenden, deren Größe durch die Bauteilgröße bestimmt wird.

Kabinen umschließen den Emissionsbereich, wodurch der Arbeitsbereich vom Arbeitsraum abgegrenzt wird. Durch die Kapselung der Tätigkeiten und der damit verbundenen Erfassung werden freigesetzte Stäube lokal gebunden und nicht auch in benachbarte Bereiche getragen. Die durch die Kabinenöff-

nung strömende Raumluft wird auf der gegenüberliegenden Kabinenwand abgesaugt und einem Abscheider zugeführt (s. Abbildung 8).

Die Position des zu bearbeitenden Gussstückes sollte innerhalb der Kabine liegen, so dass der Beschäftigte im offenen Erfassungsquerschnitt steht. Kann dabei eine seitliche Position des Beschäftigten eingehalten werden, wird der Effekt der Windschattenbildung vermieden und die Partikel können ungehindert zur Kabinenrückwand strömen.



Abbildung 7: Wirbelzylinder als Schleifplatzabsaugung an einer Pendelschleifmaschine (Quelle: Kessler + Luch Entwicklungs- und Ingenieurgesellschaft, Gießen)

Es sind bevorzugt handgeführte Bearbeitungsgeräte mit integrierter und effektiver Erfassung am Werkzeug (z.B. angeschlossen an die Sicherheitsabdeckung) zu verwenden. Durch den Anschluss von Industriestaugern lassen sich die beim Schleif-Trennvorgang entstehenden Stäube zu einem großen Teil direkt am Werkzeug erfassen (Punktabsaugung mit relativ kleinen Luftmengen bei Ansaugeschwindigkeiten bis 60 m/s). Das eventuell in der Praxis als nachteilig angesehene erhöhte Gewicht und die eingeschränkte Beweglichkeit kann ggf. durch Anhängen des Gerätes an einer Aufhängung mit Federzug ausgeglichen werden.

Die durch die schnell laufenden Bearbeitungsgeräte (z.B. Trennschleifer) entstehenden Partikelströme emittieren gerichtet mit hoher Eigengeschwindigkeit. Die Impulsrichtung sollte während der Arbeiten möglichst in Richtung des Erfassungsluftstromes, d.h. zur Kabinenrückwand und vom Beschäftigten abgewandt erfolgen. Dies kann durch die Verwendung von drehbaren Arbeitstischen oder mehrachsigen Manipulatoren erfolgen. Mit Ansaugeschwindigkeiten im Eintrittsquerschnitt von 0,2 bis 0,4 m/s werden nach VDI 2262 unter Einhaltung der Impulsrichtung freigesetzte Partikel zu den Ansaugöffnungen an der Kabinenrückseite geführt. Größere Partikel lagern sich dabei am Kabinenboden ab, die staubarm mittels Industriesauger entfernt werden. Je nach Bauhöhe der Kabine sind dann Erfassungsluftströme von ca. 2000 bis 3000 m³/h pro Meter Kabinenbreite erforderlich. In Abhängigkeit vom Arbeitsprozess können hiervon abweichende Erfassungsvolumenströme erforderlich sein.

Eine Optimierung der Luftführung von Arbeitskabinen mit Erfassungseinrichtung kann durch die Kombination mit einem integrierten Zuluftsystem erreicht werden. Durch die Luftnachführung unter

Einsatz einer impulsarmen Verdrängungsströmung kann eine gerichtete Luftströmung aufgebaut werden, die die Ableitung freigesetzter Partikeln zur Erfassungseinrichtung unterstützt.

Die Art der Kabinen und deren Größe ist an den jeweiligen Bedarf anzupassen. Die Bearbeitung von Gussteilen außerhalb von Arbeitskabinen ist grundsätzlich zu vermeiden.

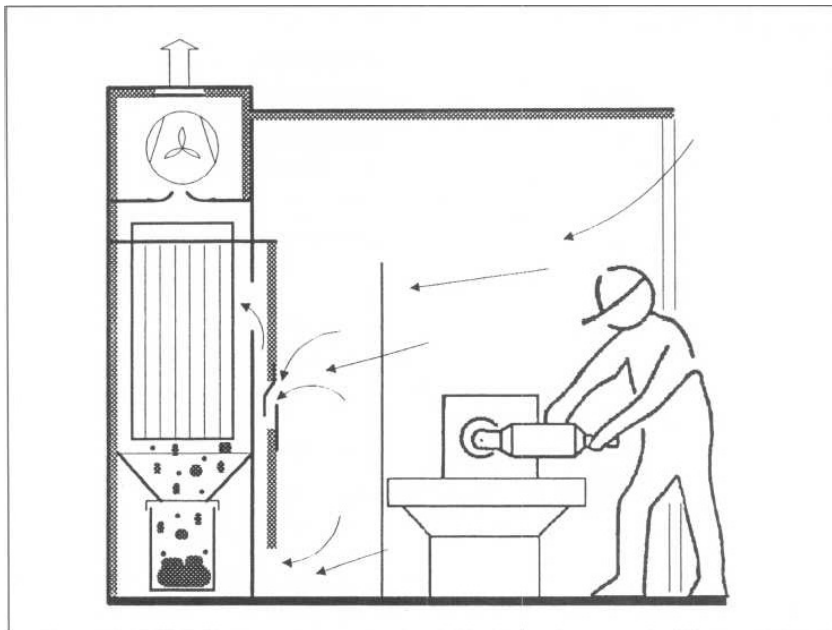


Abb. 8: Funktionsweise einer Arbeitskabine (Quelle: BGIA-Handbuch, 130245)

Die Ausführung von Putz-/Schleiftätigkeiten in belüfteten und abgesaugten Arbeitskabinen kombiniert mit dem Einsatz direkt abgesaugter handgeführter Bearbeitungsgeräte bietet derzeit die beste technische Möglichkeit zur Minimierung der Staubexposition.

Können die Vorgaben der Erfassungstechnik an der Entstehungsstelle, z.B. Lenkung der Partikelströme zur Erfassungseinrichtung, aufgrund des Arbeitsablaufs nicht oder nur unzureichend realisiert werden (u.a. bei Bearbeitung sehr großer und schwerer Gussteile) oder sind keine effektiv abgesaugten handgeführten Bearbeitungsgeräte verfügbar, können zusätzlich raumluftechnische Maßnahmen eingesetzt werden (z.B. bereichsweise wirkende Mischströmung zur gezielten Belüftung der Arbeitsbereiche).

Zur Ausführung von Tätigkeiten in Arbeitskabinen bzw. im Raum ist in der Regel zusätzlich persönlicher Atemschutz erforderlich (Empfehlung: Gebläseatemschutz Airstreamhelme mit Klarsichtvisier, Filterklasse THP2, bei Bearbeitung von hochlegiertem Stahl THP3). Tragezeitbegrenzungen sind für diese Systeme nach BGR 190 nicht zu beachten.

Zur Reinigung von Gussstücken und Anlagen sind geeignete Industriestaubsauger zu verwenden (weitere Details s. „Bereichsübergreifende Maßnahmen“).

In Putzkabinen dürfen die Lufteintrittsöffnungen in den Absaugwänden nicht mit Werkzeugen oder Werkstücken verstellt werden.

5.4.6 Bereichsübergreifende Maßnahmen

Bereichsübergreifend sind folgende allgemeingültige Gefahrstoff minimierende Maßnahmen zu berücksichtigen:

- Erarbeitung von individuellen Gefährdungsbeurteilungen für den jeweiligen Arbeitsbereich einer Gießerei und deren Dokumentation
 - ✓ Installation eines betrieblichen Arbeitsschutzsystems mit Beschreibung von Arbeitsabläufen in Verfahrensanweisungen und Handlungsvorschriften in Arbeitsanweisungen
 - ✓ Erstellung eines Emissions (Expositions) -katasters im Betrieb
 - ✓ Ermittlung der Bereiche mit hohen Staubbelastungen, Erarbeitung von Maßnahmenkonzepten unter Beteiligung der Beschäftigten
 - ✓ Kurz- bis mittelfristige Investition zur Minimierung von Belastungen (mit Prioritätensetzung)
 - ✓ Wirkungskontrolle (z.B. messtechnische Überwachung von Leitparametern bzw. Lüftungstechnische Kriterien zur Beurteilung, Wartung)
 - ✓ Überprüfung durchgeführter Maßnahmen durch interne und externe Audits
 - ✓ Veröffentlichung der Bewertung durchgeführter Maßnahmen im Betrieb, Ankündigung geplanter Maßnahmen
- Wartung/Instandhaltung Lüftungstechnischer Einrichtungen, sofortige Mängelbeseitigung (z.B. von Leckagen)
- Das Reinigen des Arbeitsbereiches durch trockenes Kehren oder Abblasen von Staubablagerungen mit Druckluft ist grundsätzlich nicht zulässig (Anhang III, Nr. 2.3, Abs. 6 Gefahrstoffverordnung). Zur Entfernung von Formsandresten (u.a. Modelle, Formen, Kerne, Regale, Maschinen) sind geeignete Industriestaubsauger zu verwenden.

Tätigkeiten oder Verfahren, bei denen Beschäftigte alveolengängigen Stäuben aus kristallinem Siliciumdioxid in Form von Quarz und Cristobalit ausgesetzt sind, zählen nach TRGS 906 zu den vom AGS als krebserzeugend bezeichneten Tätigkeiten. Dementsprechend sind grundsätzlich Industriestaubsauger der Staubklasse H am Arbeitsplatz einzusetzen. Bei Aufnahme größerer Staubmengen sind bei Saugern der Klasse H Filterüberlastungen zu erwarten, so dass auf Sauger der Klasse M zurück gegriffen werden muss.

Alternativ kann ein Arbeitsbereich oder eine Halle auch mit einem zentralen Vakuumreinigungssystem ausgestattet sein, dessen strategisch angeordneten Anschlüsse zu einem zentralen Staubfilter führen.

Kehrsaugmaschinen zur Bodenreinigung müssen mindestens der Staubklasse M entsprechen (derzeit sind nach den uns vorliegenden Informationen keine Maschinen der Klasse H erhältlich). Geeignete Industriestaubsauger können dem BGIA-Handbuch entnommen werden (Kennziffer 510210).
- Vermeidung bzw. Verkürzung von Transportwegen (Aufwirbelung von Staubablagerungen, Emissionen aus offenen Pfannen, Exposition gegenüber Dieselmotoremissionen), z.B. durch Verwendung von Hängebahnen (Klein- bzw. Großserie, soweit dies die Gussteilgröße zulässt).
- Bei Tätigkeiten mit Formsand (Handformen, manuelle und maschinelle Kernherstellung) sind zur Vermeidung des unmittelbaren Hautkontaktes gegenüber Furan- und Phenolharzen geeignete Schutzhandschuhe zu tragen. Empfehlenswert sind Handschuhe aus Nitril oder Nitril/Baumwolle (z.B. Camatril/Trikotril der Firma KCL). Beim Tragen von Schutzhandschuhen aus Nitril/velourisiert sind Baumwollunterziehhandschuhe empfehlenswert. Die Handschuhe müssen Stulpen besitzen, um auch den Bereich des Unterarms zu schützen. Weiterhin sollten Schürzen und Schutzbrillen (Anti-Beschlag) getragen werden. Es ist eine gründliche Hautpflege zu betreiben (Verwendung gut verträglicher, schonender Hautreinigungsmittel sowie Feuchtigkeitscreme oder -lotion).

- Beachtung des Verbotes, am Arbeitsplatz und in fertigungsnahen Kurzpausenräumen zu essen, zu trinken oder zu rauchen (§ 8 Abs. 9 Gefahrstoffverordnung). Im Arbeitsbereich dürfen keine Lebensmittel aufbewahrt werden.
Einrichtung von Sozialbereichen, die von den Arbeitsbereichen getrennt sind; Schaffung von Aufbewahrungsmöglichkeiten für Getränke und Nahrungsmittel.
- Einrichtung von Umkleibereichen mit Toiletten, Duschen, Waschbecken und getrennten Spinden zur Aufbewahrung von Straßen- und Arbeitskleidung.
- Wechsel stark verschmutzter Arbeitskleidung vor Nutzung der Sozialräume (Kantinen- und Pausenräume), Wechsel der Arbeitskleidung nach Schichtende, Nutzung der Waschgelegenheiten vor Nutzung der Pausenräume bzw. nach Schichtende, keine Reinigung verstaubter Arbeitskleidung mit Druckluft, Reinigung der Arbeitskleidung durch den Arbeitgeber.
- Erstellung von Betriebsanweisungen und Durchführung von Unterweisungen, Beachtung des Nutzungsgebotes bereitgestellter Schutzeinrichtungen und Beachtung von Verboten durch die Beschäftigten.
- Beschränkung des Zugangs zu den Arbeitsbereichen auf autorisiertes Personal
- Der Arbeitgeber hat arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen zu veranlassen, wenn bei Tätigkeiten die Arbeitsplatzgrenzwerte nicht eingehalten werden (Stoffe nach Anhang V Nr. 1 GefStoffV wie z.B. Alveolengängiger und Einatembarer Staub, Kohlenstoffmonoxid). Die arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen erfolgen als Erstuntersuchungen vor Aufnahme einer gefährdenden Tätigkeit, Nachuntersuchungen in regelmäßigen Abständen während dieser Tätigkeit und als Nachuntersuchungen bei Beendigung dieser Tätigkeit.

Der Arbeitgeber hat die Erstuntersuchungen und die Nachuntersuchungen während der Tätigkeit mit den in Anhang V Nr. 1 GefStoffV genannten Gefahrstoffen anzubieten, wenn eine Exposition besteht. Nachuntersuchungen auch nach Beendigung der Beschäftigung sind anzubieten bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber krebserzeugenden oder erbgutverändernden Stoffen und Zubereitungen der Kategorie 1 und 2 (z.B. Nickel, Chrom (VI)-Verbindungen).

5.5 Beurteilung der Exposition und der Wirksamkeit der Schutzmaßnahmen

Die Höhe und die Dauer der inhalativen Exposition sowie die Wirksamkeit der getroffenen Schutzmaßnahmen ist nach den Regelungen der Technischen Regel TRGS 402 zu beurteilen. Der Befund als Ergebnis der Beurteilung weist darauf hin, ob die getroffenen Schutzmaßnahmen ausreichend sind oder ob weitere Maßnahmen veranlasst werden müssen.

Bei Tätigkeiten mit Exposition gegenüber einatembaren Stäuben sind die Schutzmaßnahmen entsprechend der Gefährdungsbeurteilung so festzulegen, dass mindestens die Arbeitsplatzgrenzwerte für den einatembaren Staubanteil (E-Fraktion) und für den alveolengängigen Staubanteil (A-Fraktion) eingehalten werden (Anhang III Nr. 2.3 Abs. 2 GefStoffV). Sind weitere stoffspezifische verbindliche Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) in der Technischen Regel TRGS 900 festgelegt, ist zu ermitteln, ob auch diese eingehalten sind. Für Stoffe ohne verbindliche Arbeitsplatzgrenzwerte sind andere Beurteilungsmaßstäbe heranzuziehen (siehe TRGS 402).

Im Sinne einer pragmatischen Vorgehensweise wird vorgeschlagen, zur Beurteilung vorhandener Schutzmaßnahmen in den staubbelasteten Arbeitsbereichen Schmelzherstellung/-behandlung, Handformen/Abguss, Auspacken und Putzerei den Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) für den Einatembaren Staub heranzuziehen (10 mg/m^3).

Die Auswertung der Aktionsergebnisse zeigte, dass der Bewertungsindex für den Einatembaren Staub im Vergleich zu dem des „Alveolengängigen Staubes“ in den v.g. Bereichen jeweils dominierte.

Für den Bereich der maschinellen Kernherstellung wird empfohlen, zur Beurteilung der Exposition den AGW für das jeweils eingesetzte Amin zu verwenden.

Für Tätigkeiten mit bleihaltigen Legierungen ist die stoffspezifische TRGS 505 „Blei“ zu berücksichtigen.

Schlussfolgerungen aus arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen gemäß § 7 Abs. 1 Nr. 9 GefStoffV können die Beurteilung ergänzen (bei Tätigkeiten mit bleihaltigen Legierungen zwingende Berücksichtigung entsprechend TRGS 505).

Die Ergebnisse der Beurteilung sind in der Gefährdungsbeurteilung zu dokumentieren. Die Ergebnisse von Arbeitsplatzmessungen sind aufzubewahren und den Beschäftigten zugänglich zu machen.

Ergibt die Beurteilung, dass der AGW und/oder der Stand der Technik nicht eingehalten sind, müssen unverzüglich weitere expositionsminimierende Maßnahmen veranlasst und danach die Gefährdungsbeurteilung erneut durchgeführt werden (siehe auch TRGS 402).

Sicherung des Befundes

In regelmäßigen Abständen und / oder bei wesentlichen Veränderungen der Verfahrensbedingungen ist zu überprüfen, ob der abgeleitete Befund „Schutzmaßnahmen ausreichend“ unverändert gültig ist. Zur Überprüfung der Funktion und der Wirksamkeit der technischen Schutzmaßnahmen wird vorgeschlagen, nachfolgende Maßnahmen durchzuführen bzw. zu veranlassen:

- Überprüfung der Funktionsfähigkeit Lüftungstechnischer Einrichtungen in mindestens jährlichem Abstand (Anhang III Nr. 2.3 Abs. 7 GefStoffV):
- Leistungskontrolle durch Einhaltung festgelegter lufttechnischer Daten (Mindestluftgeschwindigkeiten im Strömungsquerschnitt, Volumenstrom, Unterdruck) an den Absaugeinrichtungen in mindestens jährlichem Abstand

Die Funktion Lüftungstechnischer Einrichtungen ist täglich vor Arbeitsbeginn mittels einfacher Methoden zu überprüfen (z.B. Rauchröhrchen, Wollfaden).

Können Luftgeschwindigkeitsmessungen nicht durchgeführt werden, müssen Überprüfungen durch regelmäßige Arbeitsplatzmessungen zur Überprüfung der Einhaltung von Arbeitsplatzgrenzwerten nach TRGS 402 durchgeführt bzw. andere gleichwertige Beurteilungsmethoden genutzt werden

6 Zusammenfassung

Im Rahmen einer Schwerpunktaktion der Ländermessstellen in Niedersachsen, Rheinland-Pfalz und Hessen unter Beteiligung der Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd wurden in verschiedenen Arbeitsbereichen von Sandgießereien Untersuchungen zur Ermittlung der Staubbelastungen und den angebotenen Schutzmaßnahmen durchgeführt.

Die Ermittlungen hatten zum Ergebnis, dass die häufigsten Überschreitungen des Arbeitsplatzgrenzwertes für den Einatembaren Staub (E-Staub) in den Bereichen Putzerei und Auspacken zu verzeichnen waren. Danach folgten in der Rangfolge der Belastungsschwerpunkte die Bereiche Schmelzherstellung und Handformen/Abguss.

Relativ niedrig waren die Staubbelastungen im Bereich der manuellen und maschinellen Kernherstellung. Bei der maschinellen Kernherstellung (Cold Box) wurden jedoch teilweise hohe Aminbelastungen am Arbeitsplatz festgestellt.

Die Expositionshöhe der Beschäftigten in ihren Arbeitsbereichen gegenüber Stäuben und anderen Gefahrstoffen wird im Wesentlichen von der Qualität der Lüftungstechnischen Erfassung der Emissions-

quellen beeinflusst. Die Auslegung der Lüftungstechnischen Erfassungseinrichtung muss dabei die jeweiligen Arbeitsbedingungen, die auf die Exposition Einfluss nehmen können, berücksichtigen. Beispiele für einige bedeutsame Emissionsquellen in Gießereien sind die Schmelzöfen, Nachbehandlungsstationen, der Transport und Abguss von Metallschmelze, das Auspacken von Formkästen, die Putzarbeiten und Reinigungsarbeiten mit Druckluft. Hygienische Grundmaßnahmen werden häufig nicht beachtet (u.a. Nahrungs- und Genussmittel am Arbeitsplatz).

Zu den wesentlichen festgestellten belastenden Faktoren und deren Ursachen zählen:

- Keine oder nur unzureichende Lüftungstechnische Erfassung von Emissionsquellen (stationäre Anlagen, mobile Bearbeitungsgeräte, innerbetriebliche Transporte)
- Unzureichende Reinigung der Arbeitsbereiche (Formsand auf Böden, Anlagen etc.)
- Reinigungsarbeiten mit Besen, Schaufel und Druckluft
- Querströmungen aus der natürlichen Belüftung über geöffnete Tore (Aufwirbelung von Depotstäuben und Beeinträchtigung der Erfassungsqualität vorhandener Quellenabsaugungen)

In der Regel sind die Belastungen nicht auf eine einzelne Ursache, sondern auf die Kombination mehrerer Belastungsfaktoren zurückzuführen. Diese Belastungen führen direkt zur Exposition der Beschäftigten in ihrem Arbeitsbereich, zur Exposition benachbarter Arbeitsbereiche und zur allgemeinen Erhöhung der Grundlast in den Hallen.

Weiterhin musste häufig die Vernachlässigung der Hygiene (Essen, Trinken, Rauchen am Arbeitsplatz) bemängelt werden.

Bei Tätigkeiten in der Formerei und der Kernherstellung besteht zusätzlich die Gefahr der Aufnahme von Gefahrstoffen über die Haut (furan- und phenolharzhaltige Formsande). Hier wurden von den Beschäftigten oft ungeeignete Handschuhe getragen.

Die für einzelne Arbeitsbereiche ermittelten, beurteilten und dokumentierten betriebspezifischen Expositionen sowie die zugehörigen Arbeitsbedingungen lassen sich in der Regel nicht auf andere vergleichbare Arbeitsbereiche übertragen, da die betrieblichen Verhältnisse sehr unterschiedlich sein können.

Aus den Ergebnissen dieser Aktion und den vorliegenden Erkenntnissen anderer Institutionen konnten generelle Anforderungen an die Schutzmaßnahmen formuliert werden. Eine Minimierung der Staubbelastung ist erreichbar durch das Zusammenwirken von staubarmer Verfahrensweise, Lüftungstechnischer Erfassung, Sauberkeit am Arbeitsplatz und persönlicher Hygiene.

Die im Bericht beschriebenen Maßnahmen können von den Betrieben unterstützend bei der individuell zu erstellenden Gefährdungsbeurteilung verwendet werden.

Nachfolgend werden zusammenfassend einige Kernaussagen dargestellt:

- **Ersatzstoffe und Ersatzverfahren mit geringerer Gefährdung haben Vorrang vor technischen, organisatorischen sowie personenbezogenen Maßnahmen und sind zu bevorzugen. Der Verzicht auf Ersatzlösungen ist in der Dokumentation der Gefährdungsbeurteilung zu begründen**
- **Belastungsschwerpunkte in Gießereien resultieren überwiegend aus Emissionen lokal begrenzter stationärer Quellen. Hier sollte der Erfassung an der Emissionsquelle der Vorzug eingeräumt werden, da diese mit wesentlich geringerem Aufwand realisiert werden kann als mit aufwändigeren Raumbel- und -entlüftungskonzepten**

- **Lüftungstechnische Erfassungen mit den optimierten und wirtschaftlich effizienter arbeitenden Verfahren wie Düsenplatten oder Wirbelhauben sind bei Neubeschaffungen bzw. Umbauten den konventionellen Absaughauben vorzuziehen**
- **Für Problembereiche, die mit lokalen Erfassungseinrichtungen nicht zielführend entstaubt werden können (z.B. Großguss), bietet sich die lokale räumliche Abtrennung bzw. die sektionsweise Errichtung raumluftechnischer Anlagen an. Hier ist das dem Stand der Technik entsprechende Lüftungskonzept „Schichtlüftung“ zu bevorzugen**
- **Durch bauliche und/oder organisatorische Maßnahmen sind Transportwege mit offenen Behältnissen zu vermeiden bzw. auf ein Minimum zu reduzieren; Sandaufbereitungsanlagen sollten räumlich separiert werden**
- **Geöffnete Tore sollten zur Vermeidung der damit verbundenen Nachteile wie Beeinflussung von Erfassungseinrichtungen durch Querströmungen oder Aufwirbelung von Staubdepots verschlossen bzw. durch Staplertore ersetzt werden**
- **Neben der inhalativen Belastung ist in einzelnen Arbeitsbereichen bei Tätigkeiten mit Formsand auch die dermale Belastung durch Hautkontakt zu berücksichtigen. Der Hautkontakt ist durch Zurverfügungstellung sowie der Verwendung geeigneter Schutzhandschuhe zu unterbinden (s. Sicherheitsdatenblatt des Produktherstellers bzw. Inverkehrbringers, Hersteller von Schutzhandschuhen)**
- **Die Grundanforderungen an die Hygiene am Arbeitsplatz sind zu beachten (u.a. Essen, Trinken und Rauchen außerhalb der Arbeitsbereiche in dafür eingerichteten Bereichen); s. auch TRGS 500**
- **Das Verbot, zur Reinigung von Arbeitsplätzen, Anlagen, Werkstücken, Formen, Kleidung etc. keine Druckluft zu verwenden, ist zu beachten (Einsatz geeigneter Industriestaubsauger, Vakuumreinigungssysteme bzw. Kehrsaugmaschinen)**

Zur Beurteilung der Wirksamkeit getroffener Maßnahmen gegenüber Staubbelastungen in den Bereichen Schmelzherstellung/-behandlung, Handformen/Abguss, Auspacken und Putzerei kann der Arbeitsplatzgrenzwert für den Einatembaren Staub herangezogen werden.

Die Überprüfung der Einhaltung des ermittelten Befundes „Schutzmaßnahmen ausreichend“ kann z.B. durch die regelmäßige Messung festgelegter lufttechnischer Daten (Mindestansauggeschwindigkeiten im Strömungsquerschnitt, Volumenstrom, Unterdruck) erfolgen.

Detaillierte Informationen, insbesondere zur messtechnischen Ermittlung der Expositionen, können dem Abschlussbericht zur Aktion entnommen werden. Dieser Bericht kann bei den auf Seite 2 dieser Handlungsanleitung genannten Institutionen bezogen werden.