

# BG-Information

## Gefahrstoffe in Gießereien

vom November 2001

Berufsgenossenschaftliche Informationen (BG-Informationen) enthalten Hinweise und Empfehlungen, die die praktische Anwendung von Regelungen zu einem bestimmten Sachgebiet oder Sachverhalt erleichtern sollen.

# BG-Information

## Gefahrstoffe in Gießereien

vom November 2001

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1. Vorbemerkung</b>	6
<b>2. Rechtliche Bestimmungen</b>	7
<b>3. Gefährdete Arbeitsbereiche innerhalb der Verfahrensstufen der Gussproduktion</b>	8
3.1 Formverfahren	8
3.2 Formstoff	8
3.3 Anlieferung von Formstoffbindern	9
3.4 Bereitstellung von Formstoffbindern	9
3.5 Formstoffaufbereitung (Mischen)	10
3.6 Vakuumverfahren	11
3.7 Zusätzliche Aspekte bei Verfahren mit verlorenen Modellen	11
3.7.1 Vollformverfahren	11
3.7.2 Feingießverfahren	11
3.8 Formüberzugstoffe (Schichten)	12
3.9 Schmelzen	12
3.10 Abgießen/Kühlen/Auspacken	13
3.11 Sortieren	15
3.12 Trennen	16
3.13 Strahlen	16
3.14 Putzen	17
3.15 Gusschweißen	17
3.16 Modellbau	18
<b>4. Verfahrensübergreifende Gefährdung durch Quarzstaub und künstliche Mineralfasern</b>	20
<b>5. Leitkomponenten beim Einsatz von Formstoff-Bindemitteln und Formüberzugstoffen</b>	22
<b>6. Krebserzeugende Substanzen</b>	23

<b>Literaturverzeichnis</b>	24
<b>Abbildungen</b>	27
1. Übersicht Gussherstellungsverfahren	28
2. Auftreten wesentlicher Binderkomponenten	29
3. Beim Abgießen und Abkühlen festgestellte Gase und Dämpfe	30
4. Leitkomponenten beim Einsatz von Formstoff-Bindemitteln und Formüberzugsstoffen	31
5. Flutwendeplatz zum Auftrag von Schichten	32
6. Direkterfassung der Kernkastenbegasung	33
7. Schichtlüftung	34
8. Direktabsaugung der Gießgase aus der Form über eingeformte gelochte Erfassungsrohre	35
9. Modifizierte Baggerschaufel zum Altsandtransport	36

## 1. Vorbemerkung

Gießen ist Urformen im Sinne der Fertigungstechnik. Es schafft für eine breiter werdende Produktpalette den kürzesten und direkten Weg der Formgebung metallischer Erzeugnisse. Zu den grundlegenden Anforderungen für sicheres Arbeiten in Gießereien gehört neben dem Verhüten von Unfällen auch der Gesundheitsschutz.

Art und Umfang einer Exposition gegenüber Gefahrstoffen (gesundheitsgefährlichen Stoffen) in der Gießerei resultieren aus dem Charakter der Einsatzstoffe sowie den Arbeitsverfahren, denen diese Stoffe – vornehmlich beim Kontakt mit feuerverflüssigten Massen – unterworfen sind und die zu unbeabsichtigter Entwicklung luftgetragener oder hautgefährdender Stoffe führen können.

Wachsende und kurzfristig sich wandelnde Anforderungen an das Produkt und an die Regenerierbarkeit und Umweltverträglichkeit führen zu einer Komplexität der Abläufe, deren Gefährdungs- und Präventionsbetrachtung im vorliegenden Rahmen auf das notwendige zusammengefasste Maß beschränkt bleiben muss.

Stoffe und Arbeitsverfahren, die im letzten Drittel des 20. Jahrhunderts im mitteleuropäischen Raum nicht mehr im Einsatz waren, werden in diesem Merkblatt nicht behandelt. Nicht behandelt werden weiterhin NE-Metallgießverfahren (Sand-, Kokillen- und Druckgießen), das Schleudergieß- und das Stranggießverfahren, für die eigene spezifische Anwenderkriterien bestehen. Ausgeschlossen wird weiterhin die Behandlung von Brand- und Explosionsgefahren, da hierfür eigene Regularien gelten.

## 2. Rechtliche Bestimmungen

Der Betrieb einer Gießereischmelzanlage und der Einrichtungen einer Sandgussgießerei sind genehmigungspflichtig nach dem Bundesimmissionsschutzgesetz [1]. Dabei werden mehr oder weniger auch arbeitsbereichsbezogene Bedingungen für die Inbetriebnahme gestellt. Für den Unternehmer besteht außerdem eine Ermittlungs-, Präventions- und Überwachungspflicht nach der Gefahrstoff-Verordnung [2] und die Ermittlungs- und Dokumentationspflicht nach dem Arbeitsschutzgesetz [3], für deren Umfang die maximale Arbeitsplatzkonzentration (MAK) oder technische Richtkonzentration (TRK) eines Stoffes maßgeblich ist [4].

## 3. Gefährdete Arbeitsbereiche innerhalb der Verfahrensstufen der Gussproduktion

### 3.1 Formverfahren

In der Form- und Kernherstellung werden Formstoffe auf Sandbasis mechanisch verdichtet oder chemisch gebunden oder durch Vakuumanwendung (Abb. 1) in einen gießfertigen Zustand gebracht.

Während Handformguss und größere Kerne überwiegend aus chemisch kalthärtenden Formstoffen unter Zuhilfenahme von Durchlaufmischern erstellt werden, sind bei Arbeiten mit Kernformmaschinen Formstoffe mit kalthärtenden Begasungsverfahren vorrangig und beim Maschinenformen das mechanische Verfahren unter Anwendung der Druckluft und des Druckwellenanstiegs mit synthetischen Sanden im Serieguss heute gebräuchlich. Das Formen mit Rüttel- bzw. Rüttelpressformmaschinen ist auf ganzer Linie rückläufig.

Die wesentlichen Vorzüge der chemischen Verfahren sind Produktivität, Qualität und Prozesssicherheit. Umweltverträglichkeit, Arbeits- und Gesundheitsschutz sind dagegen nicht problemfrei. Wird die Entwicklung der letzten Jahre betrachtet, so kann festgestellt werden, dass die Weiterentwicklung der chemischen Bindersysteme zu einer Verminderung der Bindergehalte und einer Verringerung der freien Phenol- und Formaldehydanteile und damit zu einer Verbesserung des Emissionsverhaltens geführt haben.

### 3.2 Formstoff

Als Formstoff werden vor allem Quarzsande eingesetzt. Neben geringen Verunreinigungen bestehen sie aus kristalliner Kieselsäure. Wegen der kristallinen Struktur des Quarzes kann **einatembarer** Quarzstaub bei entsprechendem Feinstaubanteil zu Staublungenerkrankungen (Silikose) führen.

Quarzsande sind nach Korngrößen klassifiziert. Eine bestimmte Menge an Feinstaub (Unterkorn) ist jedoch vorhanden und wird durch Transport- und Umfüllvorgänge, Temperatureinwirkungen beim Abgießen, Altsandaufbereitung und Regenerierung erheblich vermehrt. Durch technische Maßnahmen wie Kapselung, Be- und Entlüftung sowie organisatorische Maßnahmen kann eine Verringerung des freien Austritts an quarzhaltigem Feinstaub erzielt werden. Der Anteil des aus dem Sandumlauf abgeschiedenen Feinstaubes und des beim Abguss verursachten Abbrandes wird laufend durch Neusand ersetzt, die physikalischen Eigenschaften des eingesetzten Fertigsandes laufend kontrolliert.

Im Gegensatz zur Gussstückherstellung durch Einformen von Dauermodellen kommen beim Vollformverfahren Schaumstoffmodelle, beim Feingussverfahren Wachsmodele zum Einsatz.

### 3.3 Anlieferung von Formstoffbindern

In der Gießerei wird eine Vielzahl von Chemikalien u. a. als Binder, Härter, Beschleuniger, Formüberzugstoff eingesetzt. Diese werden in Tuben, Dosen, Kannen, Eimern, Fässern, Containern bis hin zu Tankwagenfüllungen, die in betriebliche Vorratsbehälter umgefüllt werden, angeliefert. Für den Umfüllvorgang (z. B. vom Tankwagen zum Vorratsbehälter) werden Rohrleitungssysteme benutzt. **Dabei ist sicherzustellen, dass bei mehreren Anschlüssen keine Verwechslungen der einzelnen, insbesondere exotherm reagierender, Chemikalien wie Harzen und Härtern erfolgt und Überfüllungen sowie freier Luftstromaustzug unterbunden werden.**

Dies kann erreicht werden durch

- unterschiedlich ausgebildete Anschlüsse für Harz und Härter, die einen Fehlschluss verhindern,
- eindeutige und dauerhafte Kennzeichnung der Einfüllstutzen,
- Verschluss des Einfüllstutzens und Sicherung gegen unbefugte oder irrtümliche Verwendung,
- Überfüllsicherungen und Pendelleitungen zwischen Füll- und Aufnahmebehälter.

**Die Mehrzahl der Chemikalien sind Stoffe mit gefährlichen Eigenschaften. Hierbei ist es für den Betreiber besonders wichtig, vom Hersteller Informationen über die angelieferten Produkte zu erhalten.** Diese sind in einem **Sicherheitsdatenblatt** nach der EG-Richtlinie 91/155 niedergelegt, welches beim Betreiber in der jeweils gültigen Fassung vorhanden sein muss.

Zur Vermeidung von Bränden, Unfällen und Gesundheitsrisiken sind **Betriebsanweisungen** für die Mitarbeiter der Gießerei in leicht verständlicher Form zu erstellen und bekannt zu machen, wobei die Angaben des Stofflieferanten im Sicherheitsdatenblatt zu berücksichtigen sind. Der Arbeitgeber hat nach § 20 GefStoffV die Mitarbeiter vor Aufnahme der Tätigkeit und nach Änderung des Arbeitsverfahrens über die bei der Arbeit auftretenden Gefahren sowie die Schutzmaßnahmen zu unterweisen. Die Unterweisung erfolgt mindestens einmal jährlich, am besten mit Hilfe der Betriebsanweisung und muss schriftlich dokumentiert werden.

### 3.4 Bereitstellung von Formstoffbindern

**Die Lagerung von gefährlichen Arbeitsstoffen darf nicht am Arbeitsplatz erfolgen. Hier dürfen nur die für den Fortgang der Arbeit benötigten Mengen in handhabungssicherer Form bereit gehalten werden.** Als derartige Menge wird der Bedarf bis zu einer Arbeitsschicht angesehen.

Zum manuellen Umfüllen sind geeignete Vorrichtungen wie Abfüllhahn, Fasskipper, Handpumpe zu verwenden. Um Verwechslungen zu vermeiden sollten u. a. Lagerbehälter, Messbecher, Rohrleitungen für jede Chemikalie am Arbeitsplatz gekennzeichnet sein.

Eine Sonderrolle nimmt die Lagerung glanzkohlenstoffbildender Zusätze wie Kohlenstaub oder Kohlenstaubersatzmaterialien wegen möglicher Risiken durch Selbstentzündung oder elektrostatischer Aufladung ein. Für Errichtung und Betrieb derartiger Lager und Fördereinrichtungen gelten besondere Anforderungen [5].

## 3.5 Formstoffaufbereitung (Mischen)

Der Kreislauf der Formstoffaufbereitung beginnt hinter der Ausleerstation mit dem Abscheiden unerwünschter Bestandteile im Altsand, dessen Regenerierung heute unerlässlich ist. Das wichtigste Aggregat der Formstoffaufbereitung ist der Mischer.

Bereits bei der qualitativen und quantitativen Zugabe chemischer Bindersysteme zum Formstoff wird Einfluss auf die gesamte Gefahrstoffsituation in der Gießerei genommen.

Mögliche Fehldosierungen der einzelnen Binderkomponenten können hier aufgelöst werden durch z. B.

- das Streben nach kürzeren Mischzeiten, größerer Bereitstellungsdauer und Vermeidung ungenutzter Reste von aufbereitetem Sand,
- Qualität der Mischmaschine,
- Fehldosierung des Sandvolumens,
- Sandtemperatur,
- Wechsel der Umgebungstemperatur (Sommer, Winter),
- Korngröße und Fremdbestandteile des Sandes,
- Herstellung der Bindermischungen durch verschiedene Personen,
- Software- oder Steuerungsfehler bei prozessgesteuerter Aufbereitung.

Die vom Bindemittelhersteller angegebenen Mischungsverhältnisse sind unbedingt einzuhalten, um überproportionaler Erzeugung von Gefahrstoffen entgegen zu wirken. Bei einer Fehldosierung (manuell oder prozessgesteuert) können zusätzliche Gefahrstoffe und höhere Konzentrationen in der Luft über den gesamten Verarbeitungsbereich (vom Mischen bis zum Auspacken, insbesondere nach dem Abgießen) auftreten.

Je nach chemischem Formverfahren können bei den einzelnen Arbeitsgängen im Fertigungsverlauf durch Reaktionen der Binderkomponenten gesundheitsgefährliche Stoffe entstehen (siehe Abbildungen 2 und 3). Als Leitkomponenten (siehe Abbildung 4 und Abschnitt 5) treten hier Formaldehyd und je nach Verfahren Furfurylalkohol und Phenol (heiße und kalte Verfahren) sowie beim Cold-Box-Verfahren Amine auf.

Harz und Härter reagieren mit starker Wärmeentwicklung und Volumenvergrößerung chemisch miteinander. Ein direktes Zusammenfließen ohne Anwesenheit des Form- bzw. Kernsandess muss daher verhindert werden. In Mischersystemen ist die Ansteuerung der elektromagnetisch betätigten Verschlüsse der Leitungen zum Mischbehälter daher über Sand- Füllstandssonden verriegelt [6] und [7].

Mischraumentlüftung sowie geschlossener Mischaustrag und Mischguttransport bieten weitere Möglichkeiten für eine Reduzierung oder Lenkung von Emissionen.

Werden bei der Kernherstellung Katalysatoren für die Begasung benötigt um den Härteprozess zu beschleunigen, sind die sich anschließenden Spülzeiten in Abhängigkeit von der Katalysatorkonzentration möglichst lang zu wählen um ein zusätzliches Ausdunsten von Restmengen des Katalysators zu vermeiden. Die während des Begasens aus dem Kernkasten austretenden Katalysatormengen müssen durch wirksame technische Lüftungen abgeführt werden. Die vorgeschriebene steuerungstechnische Verriegelung des Begasungsvorganges mit der Absaugung im Kernformbereich der Maschine muss einwandfrei funktionieren. Als besonders effektiv hat sich die Direkterfassung des aus den Entlüftungsdüsen der Form austretenden Begasungsstroms erwiesen (geschlossenes System, Abbildung 6).

Werden Arbeiten in tiefen Kastenformen oder Bodenformen durchgeführt oder große Kerne erstellt, werden Gefahrstoffbelastungen durch den intensiven Kontakt zu den chemischen Formstoffen größer. Solche Arbeiten dürfen nur unter Anwendung wirksamer Lüftungsmaßnahmen durchgeführt werden.

### **3.6 Vakuumverfahren**

Beim Vakuumverfahren werden als Formstoff trockene Quarzsande eingesetzt. Durch den Unterdruck erhält der Formstoff die benötigte Festigkeit und kommt völlig ohne Bindemittel aus. Kerne – und gegebenenfalls verlorene Modelle – werden nach den herkömmlichen Methoden gefertigt.

Der Unterdruck muss von dem Zeitpunkt an, zu dem eine formstoffgefüllte Kastenhälfte transportiert wird, über das Kerne einlegen, Gießen, Abkühlen bis zum Transport an die Ausleerstation gehalten werden. Während dieser Zeit können keine Gefahrstoffe in die Umgebung gelangen, da diese mit dem Schlauchsystem des Unterdrucks gleichzeitig abgeführt werden. Mit dem Aufheben des Unterdrucks im Formkasten wird die Bindung des Formstoffes unterbrochen und der Quarzsand fließt aus dem Formkasten.

Beim Entformen und Entkernen wird Quarzfeinstaub frei. Bei entsprechend hohen Temperaturen der Gussteile und somit auch der Kernreste können in begrenztem Umfang Stoffe in der Atemluft entsprechend Abbildung 2 auftreten.

### **3.7. Zusätzliche Aspekte bei Verfahren mit verlorenen Modellen**

#### **3.7.1 Vollformverfahren**

Als Modellwerkstoff wird meist expandierendes Polystyrol (EPS) verwendet. Die aufgetragene Schichte (häufig Alkoholschichte) muss zur Gasabfuhr in den Formstoff gasdurchlässig sein. Beim Abgießen werden unter Luftabschluss Styrol, Formaldehyd, Benzol, Wasserstoff und Kohlenstoff entwickelt. Letzterer bewirkt die Bildung einer Glanzkohlenstoffschicht. Dort wo es auf die Begrenzung der Glanzkohlenstoffbildung und der damit verursachenden Fehler besonders ankommt, wird anstelle von EPS auch Methylmethacrylat (MMA) eingesetzt. Beim Abgießen derartig modellierter Formen und Vergasen der MMA-Modelle sind Formaldehyd und Methylmethacrylat nachgewiesen worden.

Sofern die normalerweise fräsende, bohrende oder kaltschneidende Bearbeitung der Polyesterblöcke durch Laserstrahlschneiden ersetzt wird, muss auch hierbei das Entstehen obiger Stoffe geprüft werden.

#### **3.7.2 Feingießverfahren**

Das beim Feingießverfahren eingesetzte in Spritzgießwerkzeugen hergestellte und anschließend zusammengefügte Wachsmo-  
dell, wird mit einer Hülle aus keramischem Formstoff umgeben. Es wird vor dem Abgießen der Keramikform durch Erwärmen dieser Form bei der Schmelztemperatur des Wachses (einer Mischung aus Kohlenwasserstoffen, Harzen und Kunststoffen) zur Wiederverwendung ausgeschmolzen, kommt also mit der Metallschmelze nicht in Berührung. Es gibt Wachse, die beim Erwärmen Styrol freisetzen, so dass Lüftungstechnische Maßnahmen zu diskutieren sind.

## 3.8 Formüberzugstoffe (Schlichten)

Zur Verbesserung der Gussstückoberfläche und zur Minderung der thermischen Belastung des Sandes beim Kontakt mit der Metallschmelze werden auf Formen und Kerne Schlichten aufgetragen. Die Bestandteile von Schlichten sind Feuerfeststoffe, Bindemittel und eine Trägerflüssigkeit und eventuell Konservierungsmittel. Durch verstärkten Einsatz von Wasser gegenüber Alkohol als Trägerflüssigkeit ist eine Verringerung sowohl der Feuer- als auch der Gesundheitsgefährdung in entsprechend arbeitenden Gießereien eingetreten. Lässt sich der Einsatz von Alkoholschlichten aus technologischen Gründen nicht vermeiden, sind Maßnahmen zur Verhütung von Bränden, aber auch zur Vermeidung von Erstickungsgefahren zu ergreifen. Da diese Gase schwerer als Luft sind, insbesondere beim Schlichten von Groß- und Bodenformen, ist für eine wirksame Lüftung zu sorgen.

Bei Hautkontakt mit Schlichten ist auf Hautschutzmaßnahmen zu achten.

Das Auftragen der Schlichten erfolgt mittels Pinsel, Tauchen, Fluten oder Spritzen. **Je nach Verfahren und Größe der Form oder des Kerns sowie der freien Oberfläche müssen hier entsprechend angepasste technische Lüftungsmaßnahmen [8] sowie persönliche Schutzausrüstungen zum Einsatz kommen.** Ein Beispiel für Humanisierungseffekte auch beim Schlichten von Großformen bietet eine rhönradartige Flutwendeanlage, die das Schlichten der um 90° in die Senkrechte gekippten Formhälfte mittels Flutdüse ermöglicht (siehe Abbildung 5). Nach der Komplettbeschichtung wird die Formhälfte um 180° gegenüber der Ausgangslage gedreht, wobei die überschüssige Schlichte in eine Auffangwanne abläuft.

Die Aufbewahrung von Alkoholschlichten muss in stand- und bruchsicheren, nicht brennbaren und geschlossenen Behältern erfolgen.

## 3.9 Schmelzen

Die Gefahrstoffsituation beim Schmelzen ist abhängig vom Schmelzaggregat, vom Zustand des Einsatzmaterials, vom Einbringen der Zusatzstoffe, der nachträglichen Schmelzebehandlung wie Einstellen von C/Si, Desoxydation, Entgasung, Entschwefelung, der Gefügebeeinflussung durch Impfmittel oder Magnesiumbehandlung sowie der Zugabe bestimmter Legierungsbestandteile (Chrom, Nickel, Mangan, Selen).

Es liegt in der Verantwortung des Schmelzbetriebes, dass eine unkontrollierte Entsorgung von Gewerbe-, Fahrzeug- und Siedlungsabfällen u. ä., insbesondere von Gummi- oder Kunststoffprodukten, nicht über den Ofen erfolgt und der aus Kreislauf- und Zukaufschrott bestehende metallische Ofeneinsatz nicht kontaminiert ist. Der zugekaufte Eisenschrott sollte beim Abnehmer nicht nur an einer Stelle abgekippt und gebunkert werden, damit ein allmählicher Aufbau einer kontaminierten Bunkersohle ausgeschlossen ist.

Bei der Lagerung von Ferrosilicium (FeSi) ist wegen der Gefahr der Bildung des giftigen Phosphorwasserstoffs (knoblauchartiger Geruch) ein Kontakt mit Feuchtigkeit jeder Art zu vermeiden. Das Verfahren der Drahtimpfung im Vergießbereich erhöht die Sicherheit beim Umgang mit diesem Zusatzstoff.

Bedingt durch die hohen Temperaturen während der Schmelzphase entsteht eine Vielzahl von Reaktionen, die u. U. zum kurzzeitigen Anfall großer Mengen an aufsteigenden Rauchen im gesamten Gebäude führen kann. Gleiches gilt bei der offenen Schmelzbehandlung mit Magnesium oder Magnesium-Vorlegierungen vor dem Gießprozess.

**Wirksame Lüftungsmaßnahmen sind in diesen Arbeitsbereichen von der Chargierung bis hin zum Abstich erforderlich [8].** Im Wandel der Ofentechnologie wie etwa bei der Umstellung von NF- auf MF-Induktionstiegelöfen mit mechanisierter kontinuierlicher Ofenbeschickung ist es gelungen, Absaughaube, Ofendeckel und Beschickungseinrichtung konstruktiv zu einer Einheit zu verbinden, die in jedem Betriebszustand während des Chargierens, Schmelzens und einer möglichen Schmelzbehandlung entwickelte Rauche und Stäube vollständig erfasst [21]. Darüber hinaus bietet dieses System Schutz gegen Eisenspritzer, Wärmestrahlung, Lärm beim Chargieren und weitgehende Sicherheit gegen Auswirkungen von Feuchtigkeit in angelieferten Ofeneinsatzstoffen.

Bei Schmelzaggregaten mit Brennstoff-Wärmeträger wie Kupolofen oder Drehtrommelofen ist weiterhin dafür zu sorgen, dass keine Gefährdung durch Gichtgas auf Bühnen oder in begehbaren Arbeitsbereichen besteht.

**Arbeiten in nichtbetriebenen Kupolöfen von Zwillingsofenanlagen mit gemeinsamen Wind- und Gichtgasleitungen dürfen nur nach gasdichter Abschieberung durchgeführt werden und wenn durch Messungen nachgewiesen ist, dass die CO-Konzentration in der Atemluft unterhalb des MAK-Wertes liegt [4] und [6].** Von der Umgebungsluft unabhängig wirkende Atemschutzgeräte [13] müssen zur Verwendung bereit stehen.

Auf Ausbrech- und Ausmauerungsarbeiten wird in Abschnitt 4 eingegangen.

### 3.10 Abgießen/Kühlen/Auspacken

Durch die Zersetzung der Bindemittel beim Gießen und Abkühlen sowie beim Auspacken, also Ausdrücken des Formballens und dem folgenden Trennen des Gussstückes vom Formballen entsteht ein Gemisch von gas- und dampfförmigen Schadstoffen komplexer Zusammensetzung, dessen Konzentration u. a. von den Stoffmengen, vom Formstoff/Eisenverhältnis, von den Abkühlungsbedingungen sowie von der möglichst weitgehenden Verbrennung entstehender Gießgase abhängt. Auch glanzkohlenstoffbildende Formstoffzusätze (z. B. Kohlenstaub) sind hieran beteiligt. Die während des Gießens oder danach entstehenden Stoffe und die Abgussbedingungen können derart komplex sein (siehe Abbildungen 3 und 4 sowie [17] und [18]), dass eine Gesamterfassung und Lenkung der Gießgase mit zunehmender Gussstückgröße problematischer wird.

Die in Abbildung 3 aufgeführten kanzerogenen Stoffe sind mit (K) bezeichnet. Unter ihnen kommt den Stoffen Benzol und 1,3 Butadien ein eindeutig am Menschen nachgewiesenes kanzerogenes Potential zu.

Für Stoffe mit krebserzeugender Wirkung ist der Grenzwert (TRK-Wert) ausschließlich an der technischen Machbarkeit orientiert und wird demzufolge regelmäßig an den aktuellen technischen Stand angepasst [4].

Als besonders kritisch ist der unter Luftabschluss innerhalb der Form ablaufende Zersetzungsprozess einzustufen. **Der Prozess des Abbrennens der Gießgase sollte möglichst lange aufrecht erhalten werden. Das Eintreten des Schwelvorganges, also der Emission unverbrannter Zersetzungsprodukte, sollte möglichst langfristig hinausgeschoben werden. Dies erfordert eine optimale Entlüftung der Formen.**

Zur Verringerung der Schadstoffe ist beim Einsatz von kunstharzgebundenen Sanden eine optimale Sandregenerierung (ohne Harzrückstände), die Einhaltung der vorgegebenen Bindemitteldosierungen sowie eine Minimierung des Kohlenstaubgehaltes erforderlich.

Werden diese Bedingungen eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass für die Überwachung der Schadstoffkonzentration, unabhängig vom Formverfahren, Kohlenmonoxid und Benzol (siehe Abschnitt Leitkomponenten) von besonderer Bedeutung sind. Diese beiden Stoffe treten beim Abgießen und Kühlen hinsichtlich ihrer Konzentration wesentlich stärker auf als die Binderkomponenten (siehe Abbildung 4).

Nachdem Mitte der 80er Jahre weitgehende Kenntnisse über die Entstehung verschiedener PAK-Verbindungen vorlagen und festgestellt worden war, dass im wesentlichen Glanzkohlenstoffbildner die Höhe der PAK-Konzentration beeinflussen, wurden neue Einsatzstoffe entwickelt und eingeführt. Neben den Formzusatzstoffen sind auch Kunstharze der Kernformstoffe glanzkohlenstoffbildend. Heute ist bekannt, dass verschiedene der bis zu den 80iger Jahren eingesetzten Glanzkohlenstoffbildnern, wie beispielsweise Pech, in einigen Fällen zu nicht vernachlässigbaren PAK-Konzentrationen im Formstoff und zu höheren PAK-Konzentrationen in der Luft am Arbeitsplatz geführt hatten.

Auch auf dem Gebiet des Urethan-Cold-Box-Verfahrens sind in der jüngeren Vergangenheit deutliche Fortschritte mit umweltverträglicheren Verfahren erzielt worden. Durch Ersatz einiger Lösemittel konnte eine Reduzierung der BTX-Stoffe (BTX = Benzol, Toluol, Xylol) um bis zu 30% erzielt werden.

Komplex ist die Bildung der Nitrosamine. Sie hängt von Bindemittel, Oberflächeneigenschaften und der Korngröße der Sande, der Luftfeuchte und der Temperatur ab. Aus mehreren hundert N-Nitrosamin-Messungen wurde festgestellt, dass in 95% der Fälle die Konzentration  $\leq 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (TRK-Wert  $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) lag [20].

Während bei der Massengussherstellung die Lüftungstechnik durch tunnel- und kapselförmige Einhausung der Kühlzonen Standard und fester Bestandteil der Ausrüstung ist, müssen die Überlegungen bei der Großguss-Gießhallenlüftung andere Wege gehen: Als besonders effektiv befinden sich zwei Verfahren in der Diskussion:

1. Die **Schichtlüftung** unter Ausnutzung des Wärmearauftriebs durch thermische Leistungsabgabe des Flüssig Eisens oder durch Warmluftzuführung. Sie bringt schadstoffbelastete Luft in erhöhte Hallenbereiche außerhalb des bodennahen Arbeitsbereiches, wo sie abzuführen ist (siehe Abbildung 7). Voraussetzung ist eine impulsarme Luftzuführung im unteren Hallenbereich und die Vermeidung von Turbulenzen durch Querströmungen [8].
2. Noch nicht auf dem gleichen Stand der Anwendungsreife für den Dauereinsatz, aber besonders effektiv, erscheint die **Direktabsaugung** aus dem Formkasten. Versuche haben gezeigt, dass beim Unterdruck in der Form von 0,4 bar über eingeförmte Lochblechzylinder eine sofortige Reduzierung der aus dem Formkasten austretende Gase erfolgt, wobei 80 Massen % der erfolgten Gefahrstoffe bei einem abzusaugenden Luftstrom von nur 20 m<sup>3</sup>/hm<sup>3</sup> Formstoffpackung erfasst werden (siehe Abbildung 8 und [9]). Weil die Kondensatentsorgung noch nicht befriedigend gelöst ist, verfolgt eine andere Überlegung die Direkterfassung aus der Form mit Nachverbrennung der Gießgase [22].

### Auspacken

Eine Vollkapselung der Auspackstelle erfordert bauliche und verfahrenstechnische Maßnahmen.

Bei der Herstellung einzelner größerer Gussstücke ist die Absaugung nur durch den Auspackrost nach unten oder nur in Tischebene wegen des thermischen Auftriebs und des Erfordernisses hoher Erfassungsgeschwindigkeiten bei entsprechender Frischluftzufuhr zumal bei zunehmenden Sand/Eisen-Verhältnis weniger geeignet. Geteilte Auspackkabinen mit Deckenöffnung für Kranbeschickung sind weniger wirksam als geschlossene Auspackkabinen mit innenliegender Kranschiene und entsprechender Türaussparung. Die an der Auspackstelle wirkende Luftgeschwindigkeit der Absaugung sollte 0,4 m/s an keiner Stelle unterschreiten.

### 3.11 Sortieren

Beim Maschinenguss bzw. Massenguss erfolgt das Sortieren des ausgepackten Gusses und das Abschlagen von Steigern und Angüssen auch heute noch häufig von Hand. Trotz zunehmend angetroffener Handhabungshilfen (Manipulatoren) mit abgeschirmtem und fremdbelüftetem Steuerstand ist für das Trennen zusätzlich konventionelle Handarbeit erforderlich.

Das Sortieren des ungeputzten Gusses kann an einer Sortierlinie vor einer Absaugwand erfolgen. Durch Seitenschirme oder Schürzen lässt sich der Einfluss von Querströmungen herabsetzen. Insbesondere bei kernreichem Guss bringt das manuelle Sortieren wegen der Thermik und des Ausbreitungsverhaltens der gasförmigen Zersetzungsprodukte von Kern- und Formstoffbindern wie Kohlenmonoxid, Phenol, Formaldehyd und Benzol Probleme. **Der Auspack- und Entkernungsvorgang sollte daher in geschlossener Kabine erfolgen und verfahrenstechnisch vor dem Sortieren weitgehend abgeschlossen sein.** Vorgeschaltete Auspack- Durchlaufstrahlanlagen (z. B. Durchlaufstrahltrommeln) haben sich in dieser Richtung bewährt. In geschlossenen Räumen mit weiteren Produktionsabläufen ist das Auspacken und Sortieren wegen der Staubeinwirkung auf die Umgebung in keinem Falle vertretbar.

# BGI 806

## 3.12 Trennen

Das Entfernen von Anschnittsystemen und Speisern vom Gussstück kann auf unterschiedlichste Weise erfolgen. Abhängig vom Gusswerkstoff und der Flächengröße der zu trennenden Teile können mechanische Trennverfahren (z.B. Abschlagen, Brechen, Trennschleifen) oder thermische Trennverfahren (z. B. Autogenlichtbogenbrennen) zum Einsatz kommen. Bei richtiger Auswahl der Angüsse tritt beim Grauguss die Trennung oft schon beim Ausleeren auf.

Bei allen thermischen Trennverfahren – üblicherweise beim Stahlguss angewendet – wird der Gusswerkstoff an der Trennstelle verflüssigt und teilweise verbrannt. Als besonders kritisch ist das autogene Abtrennen von Sphäroguss- oder Stahlgussanschnitten und Gießläufen anzusehen. Formsandreste geraten in der Schneidflamme zusätzlich zur Thermik in Turbulenzen. Andererseits ist dafür zu sorgen, dass der Staub nicht zum Absetzen kommt.

Darüber hinaus treten bei diesen Verfahren Stickoxide, Metalloxide, Metaldämpfe und nitrose Gase in solchen Konzentrationen auf, dass diese Arbeiten vor entsprechend ausgestatteten Saugwänden oder in abgesaugten Kabinen durchzuführen sind.

Beim Lichtbogen-Druckluftbrennen kann das in der Elektrode enthaltene Kupfer als Rauch in die Atemluft gelangen.

Besser ist eine veränderte Speisertechnik, die das mechanische Abtrennen erleichtert [10]. Das mechanische Trennen von Sphäroguss und Stahlguss erfolgt in der Serienproduktion in voll- oder teilgekapselten Trennschleifmaschinen.

## 3.13 Strahlen

Je nach dem angewendeten Form- und Gießverfahren kann es erforderlich sein, die äußeren Oberflächen der ausgepackten Gussstücke durch Schleuderstrahlen, schwer zugängliche Oberflächen mittlerer und großer Gussstücke auch durch Druckluftstrahlen von anhaftenden Form- und Kernsandresten zu befreien.

Beim Strahlen wird – auch bei Verwendung quarzfreier Strahlmittel – durch Zerstörung von Formsandresten und quarzhaltigen Schichtbildungen hoch konzentrierter Quarzsand erzeugt.

Die Stralarbeiten müssen daher in einem dicht gekapselten Strahlraum mit

- Zuluft von der Decke,
- Absaugung unterhalb des Strahlmittelauffangtrichters,
- Aufbereitung des Strahlmittels

erfolgen.

Als Staubquellen kommen in Betracht:

- mangelhafte Strahlmittelregenerierung,
- zu frühes bzw. zu schnelles Öffnen der Strahlraumtüren,
- die oft unzureichende offene Entsorgung der Strahlmittelregenerierung.

Während die Entsorgung mit einfachen Mitteln im geschlossenen System ausgeführt werden kann, sind für den Staubaustritt beim Öffnen des Strahlraums infolge plötzlichen Druckausgleichs konstruktive Maßnahmen erforderlich. Nach Beendigung des Strahlvorgangs müssen bestimmte Wartezeiten vor dem Öffnen der Strahlraumtüren eingehalten werden, damit ein ausreichender Luftwechsel im Strahlraum sichergestellt wird [11].

Beim Druckluft-Freistrahlen in Kabinen sind je nach Strahlrauminhalt bis zu 12 Luftwechsel pro Minute nötig. Für die betreffenden Versicherten müssen Strahlerhelme nach DIN EN 271 [19] bereitstehen.

**Das nach dem Strahlen gegebenenfalls erforderliche Aus- und Abblasen der Gussstücke mit Druckluft darf nicht außerhalb des Strahl- oder Putzhauses erfolgen.**

### 3.14 Putzen

Das abschließende Gussputzen erfolgt grundsätzlich durch Schleifen. Dabei werden Grate und Spiegel im Bereich der Teilungszonen entfernt sowie Vererzungen aus den Gussstückoberflächen beseitigt. Beim Schleifen entsteht in erheblichem Umfang Quarzfeinstaub. Dieser muss durch geeignete Absaugeinrichtungen aus dem Arbeitsbereich entfernt werden. Bei der schleifenden Bearbeitung von Großgussstücken ist auch beim Einsatz ortsfester Staubabscheideanlagen mindestens zeitweise noch mit kritischen Staubkonzentrationen zu rechnen. **Befindet sich z. B. der Bearbeitungsbereich strömungstechnisch im Schatten des Gussstückes oder in dessen Innerem, das häufig noch Form- und Kernsand behaftet ist, sollte der Einsatz von Drehtischen oder Manipulatoraufnahmen geprüft werden, um die Position des Schleifers laufend optimieren zu können.** Mit Erfolg haben sich auch Handschleifmaschinen mit Punktabsaugung eingeführt. Die Punktabsaugung zeichnet sich durch kleine Luftmengen bei Ansauggeschwindigkeiten von 60 m/s und mehr aus. Sie erfasst die beim Schleifen abgeschleuderten Staubpartikel.

Auch in der Rohgussbearbeitung haben im Serienguss CNC-gesteuerte Putzmaschinen Eingang gefunden. Einen Überblick über Bemühungen zur Humanisierung der Putzarbeit gibt [12].

### 3.15 Gusserschweißen

Bei der Behebung von Gussfehlern werden häufig autogene Auftragschweißungen oder Lichtbogenschweißungen durchgeführt. Werden Gusseisenwerkstoffe mit chrom- und/oder nickelhaltigen Schweißzusatzstoffen geschweißt, können krebserzeugende Metalloxide dieser Legierungsbestandteile entstehen. **Die Rauche sind möglichst an der Entstehungsstelle abzusaugen.** Das Auffüllen von Fehlstellen erfolgt autogen in bestimmten zulässigen Zonen des Gussstückes durch Zuführen eines niedrig legierten gusseisernen Zusatzstabes an die zuvor erwärmte Stelle. Hier ist mit der Entwicklung von Stickoxiden zu rechnen.

## 3.16 Modellbau

Der Modellbau hat sich mit zunehmender Weiterentwicklung der Konstruktions- und Fertigungsmethoden von einem Hilfsbetrieb der herkömmlichen Gießerei zu einem eigenständigen Gewerbezweig spezialisiert. Während bei der Stückgussproduktion der Modellbau auch heute teilweise zur Gießerei gehört, hat der Modellbau in der Kundengießerei mehr oder weniger den Charakter eines Modellinstandhaltungsbetriebes und richtet das Hauptaugenmerk im übrigen auf die Gestaltung der Anschnitte und Speiser.

Für die Herstellung eines Kernkastens oder einer Modellplatte wird ein Urmodell, üblicherweise aus Holz, Kunstharz oder Aluminiumwerkstoffen, spanabhebend gefertigt. Während die Aluminiumbearbeitung keine erhöhten Anforderungen an den Gesundheitsschutz stellt, erfordert die schleifende Bearbeitung von Buchenholz sowie Kunstharz nicht nur aus Gründen der Brandgefährdung durch Schleifstaub, sondern auch wegen des Allergisierungspotentials für Haut- und Atemwege, eine besonders hierauf abgestimmte Stauberfassung und -abscheidung. Buchenholzstaub wird darüber hinaus ein karzinogenes Risiko für die äußeren Atemwege zugeschrieben.

Das Urmodell wird vor dem Abformen gespachtelt, versiegelt und anschließend geschliffen und poliert. Nach Auftrag eines Trennmittels wird die Oberfläche in eine zähflüssig gemachte Gießharzmasse eingehüllt, die nach dem Aushärten zum Teil mehrfach laminiert, das heißt mit harzgefülltem Glasfasergewebe beschichtet und hinterfüllt oder mit PU ausgeschäumt wird. Die hierdurch erhaltene Gegenform wird auf der Modellplatte befestigt und mit Epoxid- oder PU-Gießharz ausgegossen.

Im Zuge dieses manuell ausgeführten Fertigungsablaufes erfolgt eine Exposition gegenüber folgenden Stoffen:

Die Spachtelmassen bestehen aus styrolhaltigen Polyesterharzen. Als Härter werden Pasten mit organischen Peroxiden eingesetzt. Styrol und das in Spuren enthaltene Butylbrenzcatechin verursachen Reizungen von Haut, Augen und Schleimhäuten. Peroxide gefährden darüber hinaus die Augen in Form von Augenverätzungen. Sie erfordern die Verwendung von Schutzbrille, Schutzkleidung, Schutzhandschuhen, die Bereitstellung einer Augenspülflasche oder Augenspüleinrichtung und das Arbeiten mit einer an der Entstehungsstelle der Dämpfe wirksamen Absaugung. Wegen der erhöhten Zündgefahr bestehen bei der Verarbeitung und Lagerung von Peroxiden Explosionsrisiken. Zündquellen und Rauchen müssen daher strengstens vermieden werden. Die Lagerräumtemperatur darf für solche Stoffe 25° C nicht überschreiten. Peroxide dürfen nicht mit anderen brennbaren und entzündlichen Stoffen zusammengelagert werden.

Das als Porenversiegler verwendete Grundiermittel enthält meist Xylol, das Trennmittel Isopropanol, beides Stoffe mit Brandgefahr.

Die Schnellgießharze sind Epoxidharze und PU-Harze. Epoxidharze werden überwiegend für Modelle, PU-Harze dagegen überwiegend bei der Fertigung von Kernbüchsen eingesetzt, deren Einschußstellen hohe Anforderungen an die Festigkeit stellen. Die in den Epoxidharzen enthaltenen Amine sowie aminhaltigen Härter wirken stark hautreizend, ätzend und sensibilisierend und sind hautresorptiv. PU-Harze sind polyolhaltig. Auch sie sind nicht unkritisch. Die Härter sind isocyanathaltig und damit giftig, schleimhautreizend, allergisierend und sensibilisierend. Beide Substanzen dürfen nur bei wirksamer Absaugung an der Entstehungsstelle unter Anwendung von Hautschutz- und Hautpflegemaßnahmen, Schutzhandschuhen, Schutzbrille und Schutzkleidung verarbeitet werden. Putzlappen sollten separat in geschlossenen Behältnissen gesammelt und entsorgt werden. Augenspülflaschen oder Augenduschen sind funktionsfähig zu halten.

Neuerdings ist ein verfahrenstechnischer Wandel zu beobachten, der sich auch gewerbehygienisch positiv auswirkt.

Das Gießharzverfahren wird durch **datengestützte Übertragung der Modellkonturen über CNC-gesteuerte Fräsmaschinen direkt in Blockware** bzw. Platten aus PU abgelöst. Diese Fertigung erfordert außerdem nur einen Bruchteil der Zeit, kann über Nacht ablaufen, hat eine hohe Maßhaltigkeit und hohe Haltbarkeit des Modells.

#### **Sonderformen der Modellherstellung:**

Urmodelle, die nicht gefräst werden können, werden aus Graphit oder Kupfer gefertigt, damit sie elektroerosiv bearbeitet werden können. Beim Erodieren entwickelte Metallrauche sind aus dem Atembereich fernzuhalten.

Für die Herstellung einer geringen Anzahl von Abgüssen, d. h. z. B. als Entscheidungsbasis, werden Modelle bzw. Kerne im Rapid Prototyping-Verfahren hergestellt, wobei ein CAD-Daten-gesteuerter Laser den Harzbinder eines schüttfähigen Sand/Harz/Gemisches aushärtet und die Modellkontur in Richtung der Z-Achse schichtweise aufbaut. Der Wirkungsbereich des Lasers ist schon aus Laserschutzgründen mit hierfür geeignetem Laserschutzmaterial abzuschirmen, die freiwerdenden Dämpfe (CO und Formaldehyd) geschlossen abzuführen. Auf einem ähnlichen Prinzip basiert der Einsatz eines lichtempfindlichen Polymers.

## 4. Verfahrenübergreifende Gefährdung durch Quarzstaub und künstliche Mineralfasern

Nicht nur beim Gussauspacken und Gussputzen, sondern während des gesamten Sandumlaufs, vor allem aber in der Sandaufbereitung, besteht Quarzstaubgefährdung. Darüber hinaus besteht beim Ausbrechen der Ausmauerungen von Öfen und Pfannen einschließlich faserförmiger Mineralstoffe Gefährdung durch einatembare Stäube.

In keinem Fall vertretbar ist das offene Abblasen staubförmiger Flächenverunreinigungen mittels Druckluft. Die Staubablagerungen sind primär zu vermeiden bzw. abzusaugen über besondere Abscheider. Eine Entstaubung von Kernen oder Formen im Massenguss sollte unter Verwendung von Erfassungseinrichtungen erfolgen.

Der Altsand darf nicht im freien Fall abgeworfen oder übergeben, sondern muss über Lenkbleche geleitet werden.

Bandübergabe- und Austragsstellen lassen sich mit gefingerten Schürzen an der Bandeinlaufstelle kapseln. Eine gut gekapselte Bandübernahmestelle bedarf bei einer Bandbreite von 1000 bis 1200 mm eines Absaugvolumenstroms von 0,6 bis 0,8 m<sup>3</sup>/s. Diese Absaugung sollte mindestens 3 m hinter der Abwurfstelle angeordnet sein, sofern das Band nicht komplett gekapselt ist.

Eines der schwierigsten Probleme mit Auswirkung auf den gesamten Hallenbereich stellt die Staubbelastung beim Ausräumen von Bodenformen in der Großteilformerei dar. Meist bleibt nur die Verlegung des Ausräumvorganges in einen produktionsfreien Zeitraum. Die Schutttransportwege sind unabhängig davon so kurz wie möglich zu halten. Der freie Abwurf des Materials ist zu vermeiden. Formstoffknollen und Eisenreste verhindern häufig, dass die mit dem Hallenkran verbundene Bagger-schaufel vollständig geschlossen werden kann. Die Folge ist ein Herabrieseln von Sand entlang des gesamten Transportweges. Hier kann eine Modifizierung der Schaufel mit einem schwenkbar angeordneten Schirm (Abbildung 9) staubmindernd wirken.

Das Ausbrechen des Tiegels von Elektroöfen sowie der Pfannenausmauerung sollte nicht in herkömmlicher manueller Form, sondern tunlichst auf mechanisiertem Wege durch Ausräum- oder Ausdrückgeräte, an Rinnen mit Hilfe ferngesteuerter Meißelgeräte, erfolgen. Abgesehen von dem Humanisierungseffekt bezüglich Vermeidung der hitze- und staubbedingten Erschwernisse, ergibt sich eine enorme Verkürzung dieser Vorgänge im Sinne der Verfügbarkeit der Schmelz- und Gießaus-rüstungen.

Werden Futtererneuerung oder -ausbesserung im Schmelzbetrieb in Kupolöfen ausgeführt, ist beim Spritzauftrag zum Schutz des Ofenpersonals und der Umgebung auf die Anwendung eines staubarmen Spritzverfahrens zu achten.

Für Futterausbrech- und Erneuerungsarbeiten müssen mindestens Feinstaub-Partikelfiltergeräte [13] bereitstehen.

Bei der Beschaffung von **Isolier- und Dichtungstoffen aus Mineralwolle** (asbestfreie Einsatzstoffe) sollte unbedingt ein Konformitätsnachweis in Form des RAL-Gütezeichens der Gütegemeinschaft der mineralfaserherstellenden Industrie für die Einhaltung des Kanzerogenitätsindexes  $KI \geq 40$  dieser Faserstoffe eingeholt werden [14] bis [16], da sowohl Faserabmessungen bei Durchmessern unterhalb  $3 \mu\text{m}$  als auch Zusammensetzung auch hier kanzerogenes Potential schaffen können. Als Einsatzgebiete kommen insbesondere isolierende Speisereinsätze, Dichtschnüre, Gewebestoffe und Platten für Isolier- und Schutzzwecke aller Art in Schmelz- und Wärmebetrieben bis hin zu PSA für Schmelz-, Gieß- und Schweißpersonal in Frage.

### 5. Leitkomponenten beim Einsatz von Formstoff-Bindemitteln und Formüberzugstoffen

Der Unternehmer hat beim Umgang mit Gefahrstoffen eine Arbeitsbereichsanalyse am Arbeitsplatz zu erstellen. Ist das Auftreten von Gefahrstoffen in der Luft am Arbeitsplatz nicht sicher auszuschließen, so ist zu ermitteln, ob die Grenzwerte unterschritten sind [26]. Diese Ergebnisse können durch Berechnungen, Ergebnisse aus vergleichbaren Arbeitsbereichen, die Einhaltung verfahrens- und stoffspezifischer Kriterien, BG/BIA-Empfehlungen oder Messungen erreicht werden. Eine Vielzahl vergleichbarer Arbeitsbereiche befinden sich in [17].

Die nach der Probenahme und Analysenauswertung in den einzelnen Bereichen sich anschließenden Kontrollmessungen (Folgemessungen) können anstatt der Erfassung aller Stoffe eine auf Leitkomponenten reduzierte Erfassung beinhalten, wenn bei der Formstoffaufbereitung die vom Hersteller angegebenen Bindemitteldosierungen beachtet werden und die Konzentrationsverhältnisse der Komponenten in der Luft untereinander gleichbleibend sind. Kriterien für die Auswahl einer oder mehrerer Leitkomponente(n) sind die Toxizität der bei der Arbeitsbereichsanalyse ermittelten Einsatzstoffe, ihre Konzentrationsanteile in der Luft sowie ihre analytische Erfassbarkeit.

Eine Auswahl von Leitkomponenten beim Einsatz von Formstoff-Bindemitteln und Formbezugstoffen befindet sich in Abbildung 4, die den Inhalt des gleichlautenden VDG-Merkblatts R311 in vereinfachter Form wiedergibt [25].

## 6. Krebserzeugende Substanzen

In Abschnitt 3.10 wurde auf die beim Abgießen/Kühlen/Auspacken festgestellten kanzerogenen Substanzen eingegangen, in Abschnitt 3.15 auf kanzerogenes Risiko beim Gusschweißen und in Abschnitt 4 auf kanzerogenes Potenzial künstlicher Mineralfasern hingewiesen.

Es muss darüber hinaus festgestellt werden, dass auch heute noch in einzelnen Bereichen (u. a. Wärmeisolierungen und Brandschutz) Altbestände von Asbest vorhanden sein können, mit deren Entfernung nur Unternehmen bzw. Personen mit nachgewiesener Fachkunde nach TRGS 519 [24] beauftragt werden dürfen. Die Vorgehensweise bei Asbestentfernung ist festgelegt.

Als eindeutig kanzerogen gelten ferner Arsen und Nickel und deren Verbindungen [23]. Eine Gefährdung durch diese Stoffe kann beim Schmelzen und Gießen sowie in der Gussbearbeitung auftreten. Sie macht die Installation und Erhaltung weitestgehender geschlossener funktionsfähiger Erfassungseinrichtungen erforderlich. Ihre Höchstanteile in Strahlmitteln sind in Vorschriften geregelt [11].

## Literaturverzeichnis

- [1] Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundesimmissionsschutzgesetz)
- [2] Verordnung über gefährliche Stoffe (Gefahrstoffverordnung)
- [3] Gesetz über die Durchführung durch Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes der Beschäftigten bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz)
- [4] (TRGS 900) „Grenzwerte in der Luft am Arbeitsplatz“ (Luftgrenzwerte)  
(TRGS 905) „Verzeichnis krebserzeugender, erbgutverändernder oder fortpflanzungsgefährdender Stoffe“
- [5] BGV C15/VBG 3 „Kohlenstaubanlagen“
- [6] UVV VBG 32 „Gießereien“
- [7] DIN EN 710 „Sicherheitsanforderungen an Gießereimaschinen und -anlagen der Form- und Kernherstellung und dazugehörige Einrichtungen
- [8] BIA-Report 8/96 „Lufttechnik in Industriehallen“
- [9] Abschlussbericht GEMI/Kessler + Luch/MDKT/SMBG 02/92  
„Lüftungstechnische Maßnahmen bei der Herstellung ortsfest geformter Gussstücke“
- [10] Ambos E.; Beier H.-M.: Die Wahl zweckmäßiger Trennverfahren bei der Nachbehandlung von Gussstücken – Beitrag zur Material- und Energieökonomie; Gießereitechnik Leipzig 27 (1981) 11 (S. 339 – 344).
- [11] BGV D 26/VBG 48 „Strahlarbeiten“
- [12] Vorhabenbilanzierung Gießereien 1974 bis 1988 Fa. Zangemeister & Partner, Beratungsgesellschaft, Köln/Hamburg
- [13] BGR 190 (ZH1/701) „Einsatz von Atemschutzgeräten“
- [14] BGR 294 (ZH1/294) „Regeln für Sicherheit und den Gesundheitsschutz beim Umgang mit künstlichen Mineralfasern“
- [15] Güte- und Prüfbestimmungen der Gütegemeinschaft Mineralwolle e.V. für Erzeugnisse aus Mineralwolle, Internetadresse [www.mineralwolle.de](http://www.mineralwolle.de)
- [16] TRGS 521 „Faserstäube“
- [17] BIA-Report 02/89 „Gefahrstoffe an Gießereiarbeitsplätzen“
- [18] IfG-Bericht P291 „Analyse von Gießgasen in Eisengießereien“ 07/2000, unveröffentlicht

- [19] DIN EN 271 „Atemschutzgeräte; Druckluft-Schlauchgeräte oder Frischluft-Schlauchgeräte mit Luftförderer mit Haube für Strahlarbeiten; Anforderungen; Prüfung; Kennzeichnung“
- [20] Entwicklung der Arbeitssituation in Gießereien; Gießerei 84 (1997 Nr. 15, Seite 11-19)
- [21] Dötsch E.: Beitrag zur Beschickung von Induktionstiegelöfen; Gießerei 87 (2000) Nr. 8 (Seite 64-66)
- [22] IfG-Bericht P292 „Möglichkeiten zur Verbesserung der Arbeitsplatzatmosphäre beim Gießen großer Gussstücke durch Direkterfassung der Gießgase 10/2000“, unveröffentlicht
- [23] Letzel S.: Arbeitsmedizinisch-toxikologische Bewertung von Schadstoffmessdaten aus dem Bereich von Eisengießereien – vorläufige Auswertung und Bewertung, Stand 17.11.2000; Forschungsbericht aus Institut und Poliklinik für Arbeits-, Sozial- und Umweltmedizin der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen – Nürnberg, unveröffentlicht
- [24] TRGS 519 „Asbest, Abbruch, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten“
- [25] VDG-Merkblatt (Verein Deutscher Gießereifachleute) R311 „Gase und Dämpfe beim Einsatz von Formstoffbindemitteln und Formüberzugsstoffen – Bewertung der Schadstoff-Konzentration“
- [26] TRGS 440 „Ermitteln und Beurteilen der Gefährdung durch Gefahrstoffe am Arbeitsplatz: Ermitteln von Gefahrstoffen und Methoden zur Ersatzstoffprüfung“



## Abbildungen

1. Übersicht Gussherstellungsverfahren
2. Auftreten wesentlicher Binderkomponenten
3. Beim Abgießen und Abkühlen festgestellte Gase und Dämpfe
4. Leitkomponenten beim Einsatz von Formstoff-Bindemitteln und Formüberzugstoffen
5. Flutwendeplatz zum Auftrag von Schichten
6. Direkterfassung der Kernkastenbegasung
7. Schichtlüftung
8. Direktabsaugung der Gießgase aus der Form über eingeformte gelochte Erfassungsrohre
9. Modifizierte Baggerschaufel zum Altsandtransport

Abbildung 1: Übersicht Gussverfahren

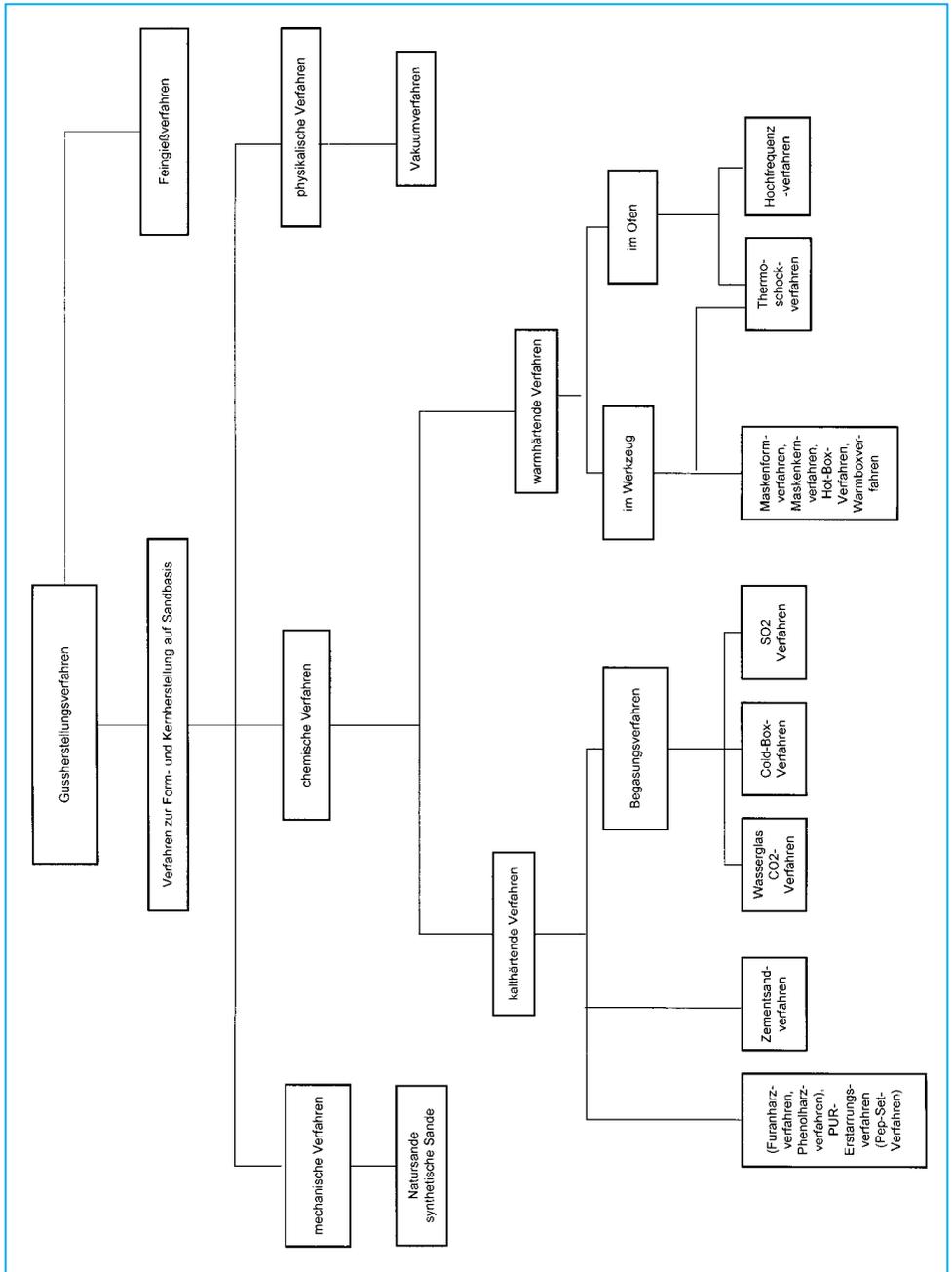
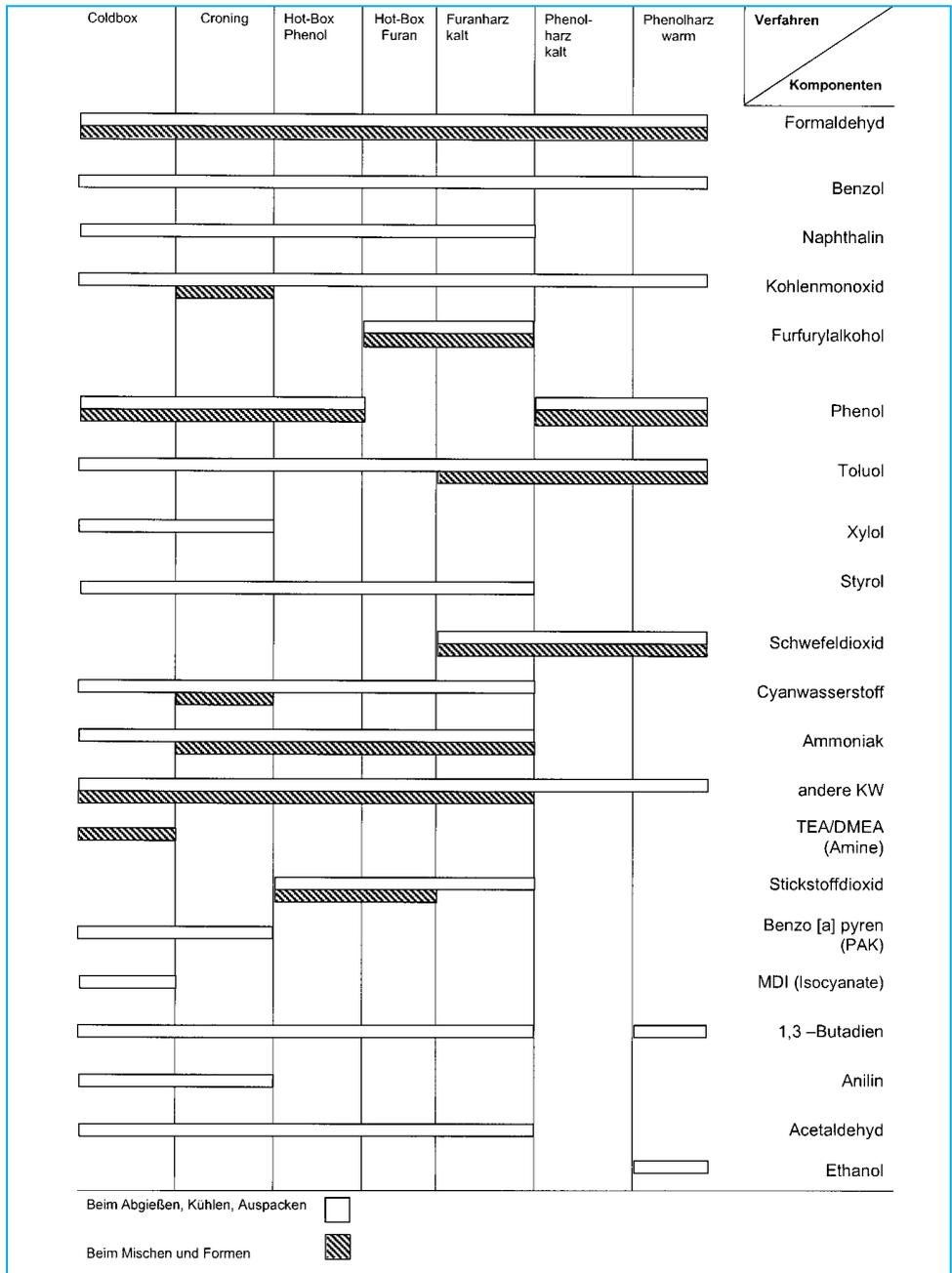


Abbildung 2: Auftreten wesentlicher Komponenten



## BGI 806

Abbildung 3: Beim Abgießen  
und Abkühlen festgestellte Gase und Dämpfe

Stoffklasse	Komponenten
Kohlenwasserstoffe	Methan, Ethan, Ethylen, Propan, Propylen, Petroleum-Kohlenwasserstoffe, 1,3-Butadien (K)
Aldehyde	Formaldehyd (K) Furfurylaldehyd (K) Acetaldehyd (K)
Alkohole	Furfurylalkohol, Methanol, Ethanol, Propanol
Amine	Triethylamin, Dimethylethylamin, Dimethylisopropylamin
Isocyanate	Diphenylmethan –4,4'-diisocyanat
Heterocyclen	Pyridin, Propylpyridin
Anorganische Verbindungen	Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Schwefelwasserstoff, Schwefeldioxid, Phosphorsäure und Phosphoroxide, Phosphin, Arsin, Cyanwasserstoff, Ammoniak, Stickstoffoxide, Silan
Aromaten	Benzol (K), Toluol, Xylol, Mesitylen, Ethylbenzol, Phenol, Dimethylphenol, Kresol, Styrol, p-Toluolsulfonsäure, Anilin (K), Naphthalin
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe	Phenanthren, Pyren, Benzo[a]pyren (K)

Abbildung 4: Leitkomponenten beim Einsatz von Formstoff-Bindemitteln und Formüberzugstoffen

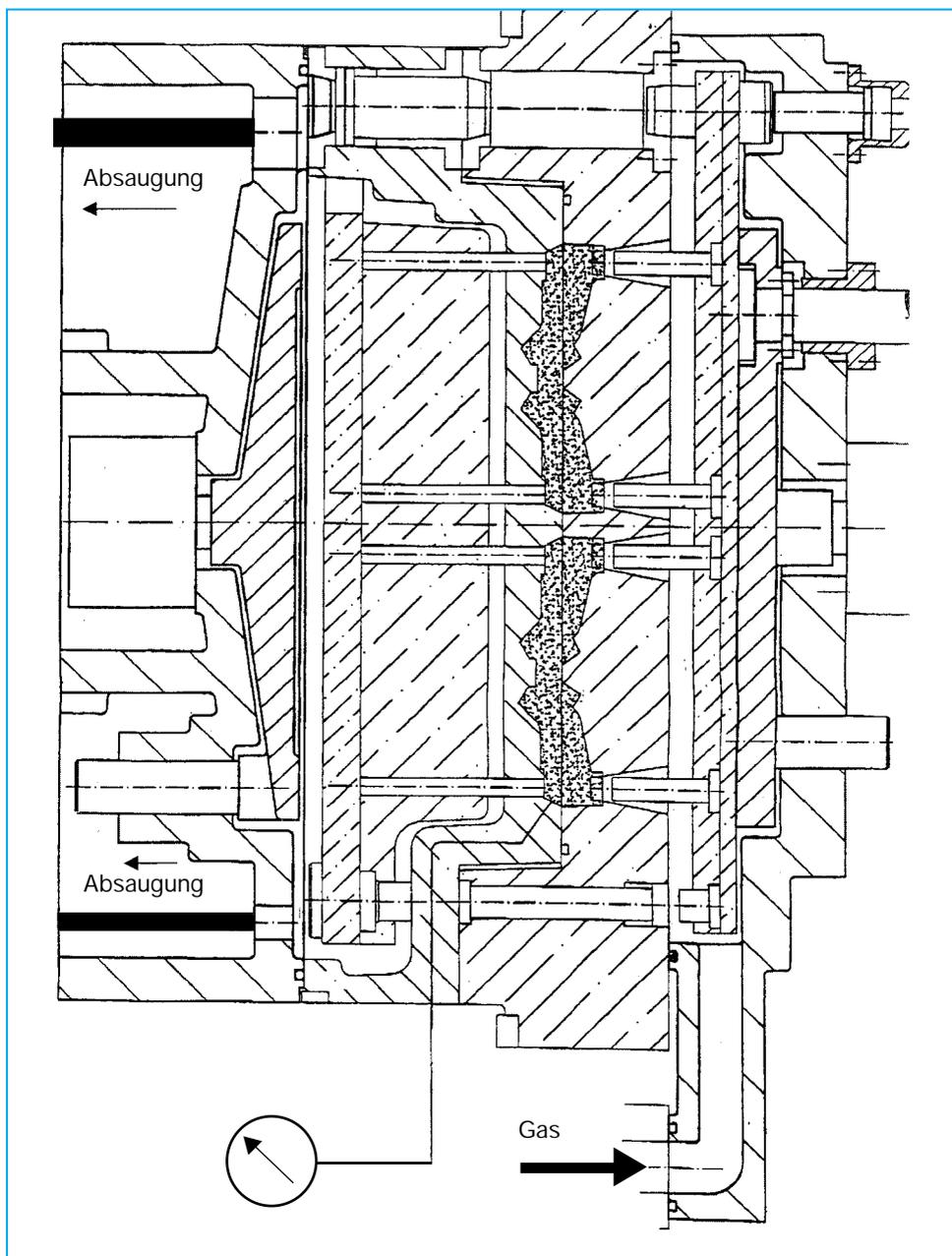
Stoff	Tongebundene Formstoffe mit Kohlenstoffträgern								
	Phenolharz, kalthärtend	Furanharz, kalthärtend	Urethanreaktanten (z. B. Cold-Box-Verfahren)	SO <sub>2</sub> -Verfahren	Maskenformverfahren	Hot-Box-Verfahren, Phenolharz	Hot-Box-Verfahren, Furanharz	Formüberzugstoffe	Gießstrecke
Formaldehyd	x	x			x	x	x		
Isopropanol, andere Alkohole								x	
Furfurylalkohol		x					x		
Phenol	x				x	x			
Kresol	x				x	x			
Benzol									x
Kohlenmonoxid									x
Triethylamin			x						
Dimethylethylamin			x						
Schwefeldioxid		x		x					

## BGI 806

Abbildung 5: Flutwendeplatz zum Auftrag von Schichten  
(Fa. Heidelberger Druckmaschinen AG)



Abbildung 6: Direkterfassung der Kernkastenbegasung  
(Fa. Hottinger)



# BGI 806

Abbildung 7: Schichtlüftung  
(Fa. Kessler + Luch)

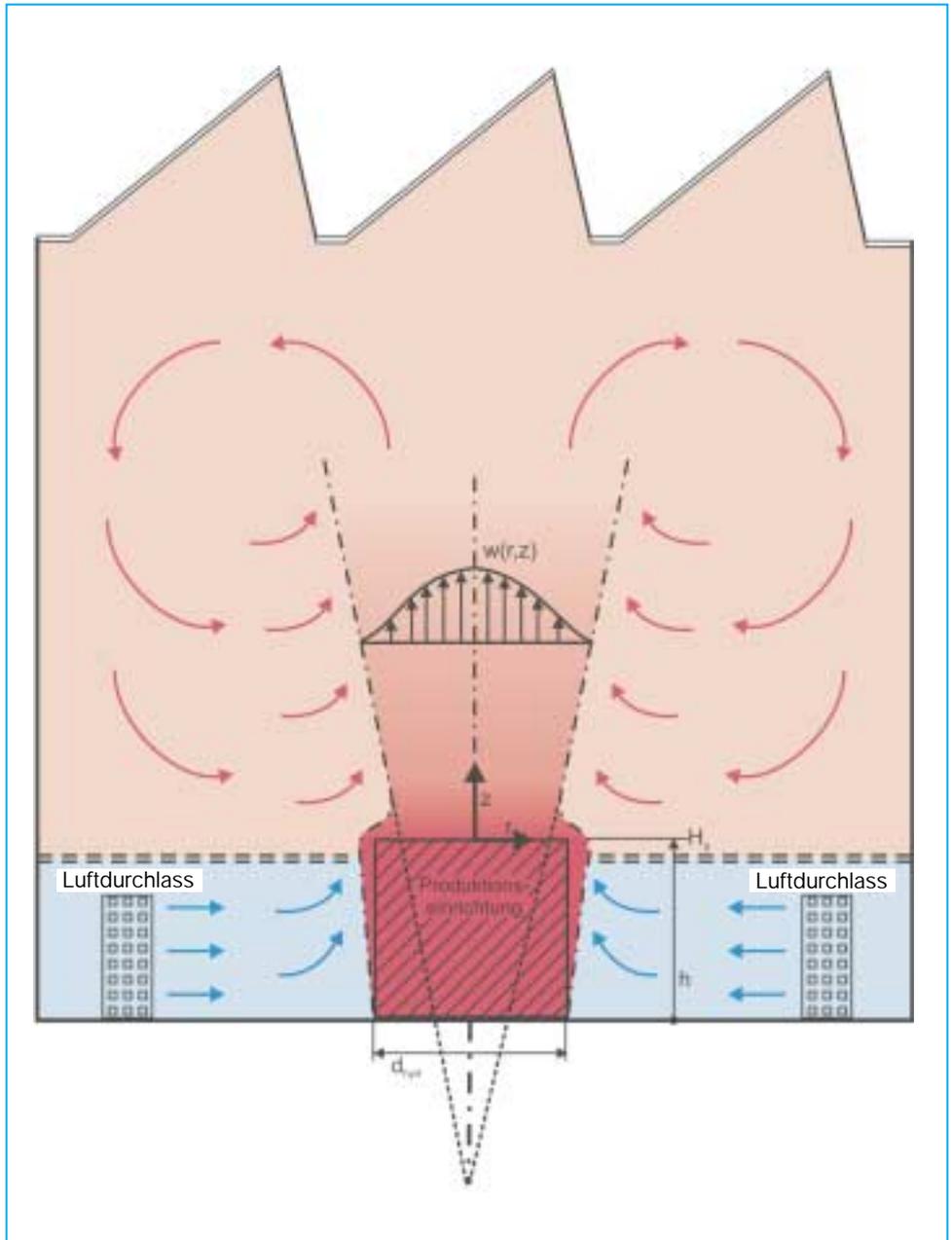
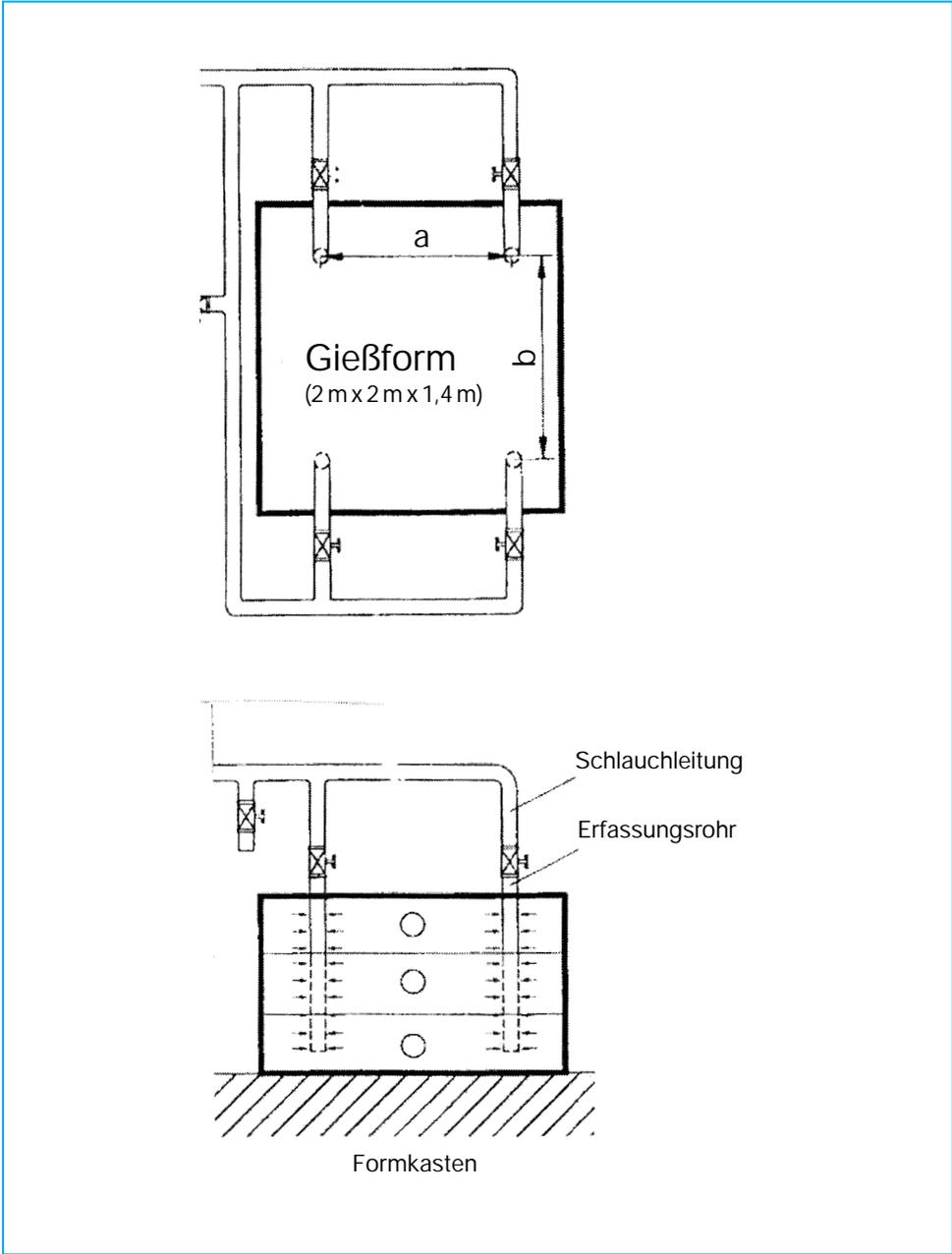
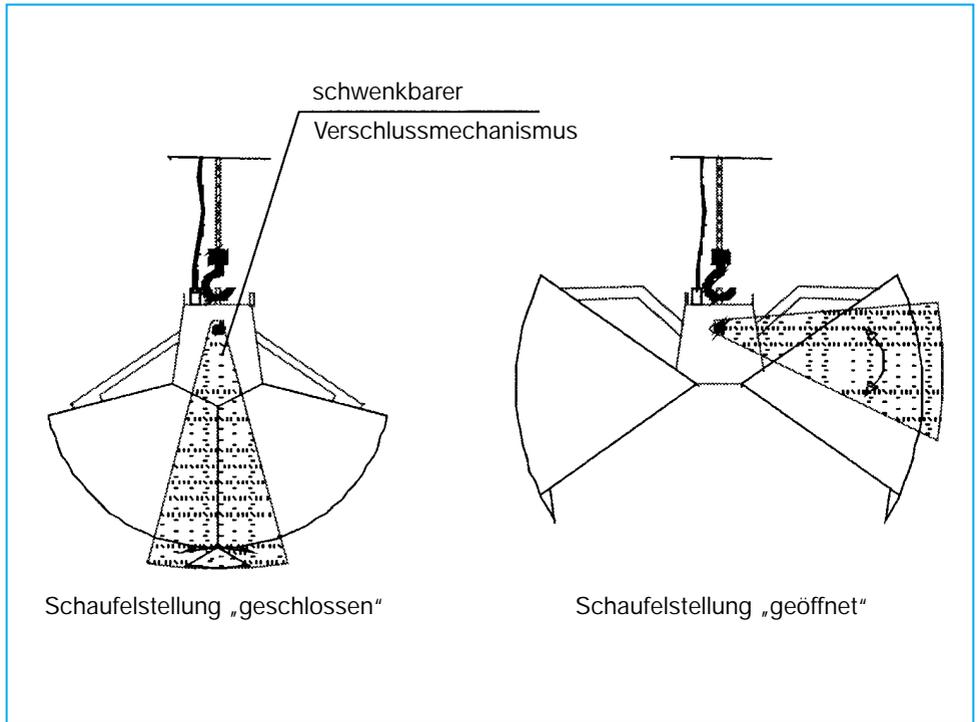


Abbildung 8: Direktabsaugung der Gießgase aus der Form über eingeformte gelochte Erfassungsrohre (aus [9])



# BGI 806

Abbildung 9: Modifizierte Baggerschaufel zum Altsandtransport (aus [9])



Notizen

---

# BGI 806

Notizen

---