

Sächsisches Landesamt  
für Umwelt und Geologie

Branchenbezogene Merkblätter  
zur Altlastenbehandlung

Stand: 04/98  
Bearbeiter: Susanne Blank,  
A. Sohr, J. Deutscher  
Seiten: 18

Referat Altlasten

**3: G i e ß e r e i e n**

## **1 Branchentypisches Schadstoffpotential**

### **1.1 Gesetzliche Grundlagen**

Folgende Vorschriften für den Bau und den Betrieb von Gießereien gab es in der DDR:

- TGL<sup>1</sup> 6168 Gießereiwesen, Gießereimaschinen, technische Bedingungen
- TGL 10439 Gießereiausrüstung, Windversorgungssystem für Kupolofenanlagen
- TGL 13898/01 Urformwerkzeuge für die Gießereiindustrie, technische Bedingungen
- TGL 27505/01 Industrieöfen für die Erwärmung und Wärmebehandlung von Metallen, Energieverbrauchsnormative für gas- und ölbeheizte Industrieöfen
- TGL 27505/02 Industrielle Wärmeanlagen, elektrisch beheizte Industrieöfen für die Erwärmung und Wärmebehandlung von Metallen, Energieverbrauchsnormative
- TGL 27956-27959 Gießpfannen
- TGL 32461/02 Elektrische Industrieöfen, Begriffe, technische Bedingungen
- TGL 33621/01 Druckgießmaschinen
- TGL 35299 Gasbeheizte Industrieöfen, Keilrillen-Druckstoßofen, Hauptkennwerte, technische Forderungen
- TGL 43456 Kennziffern für Emissionsgrenzwerte für die Herstellung von Gußzeugnissen, Formstoffaufbereitung, Putzerei
- Wassergesetz (17. April 1963)
- Abwassereinleiterbedingungen (9. Juni 1975)
- Wasserschadstoffverordnung (15. Dezember 1977)
- Landeskulturgesetz (14. Mai 1970)
- Fünfte Durchführungsverordnung zum Landeskulturgesetz - Reinhaltung der Luft - (17. Januar 1973)
- Bodennutzungsverordnung (17. Dezember 1964)
- Giftgesetz (7. April 1977)

Folgende Gesetze und Empfehlungen sind aktuell:

- Erstes Gesetz zur Abfallwirtschaft und zum Boden im Freistaat Sachsen (EGAB, 12. August 1991) mit Verordnungen
- Wasserhaushaltsgesetz (WHG, 1. März 1960)
- Sächsisches Wassergesetz
- Chemikaliengesetz (ChemG, 12. März 1987)
- Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG, 12. März 1987)
- Baugesetz mit Bauordnung

### **1.2 Einteilung**

Gießereibetriebe werden generell in Eisen- und Stahlgießereien (Grauguß, Temperguß, Stahlguß) und in Nichteisengießereien (Leichtmetallguß und Schwermetallguß) eingeteilt (MEIBNER & SCHENKEL, 1978; AMBOS, 1981). Eisen- und Stahlguß wird bis zu 80 % in verlorenen (Sandformen) und 20 % in Dauerformen (Kokillen), Nichteisenguß bis zu 75 % in Dauer- und 25 % in Sandformen hergestellt. Eine weitere Unterteilung ist nach den verwendeten Schmelzöfen (Kupol-, Induktionstiegel-, Induktionsrinnen-, Lichtbogen-, Tiegelöfen) möglich (AMBOS, 1981).

<sup>1</sup> TGL, in der DDR ursprüngliche Abkürzung für Technische Normen, Gütevorschriften und Lieferbedingungen, dann nur noch Symbol für die dortigen Standarts.

### 1.3 Technologie

#### 1.3.1 Schmelzen und Gießen

Das Metall wird in den Schmelzöfen durch Energiezufuhr verflüssigt und je nach den erwünschten Eigenschaften mit Legierungs- und Impfmitteln oder Zuschlagstoffen behandelt. Die wichtigsten Schmelzverfahren sind das Schacht- (Kupolofen), induktive (Induktionstiegel-, Induktionsrinnenofen), Lichtbogen- (Lichtbogenofen) und Tiegelschmelzen (Tiegelofen) (MEIBNER & SCHENKEL, 1978; AMBOS, 1981).

**a) Kupolofen:** Der Kupolofen wird mit dem metallischen Material und Koks (als Energieträger) beschickt. Die Schmelzwärme wird durch die Verbrennung des Kokes geliefert. Im Kupolofen werden nur Grau- und Temperguß geschmolzen.

**b) Induktive Öfen:** Das Schmelzgut wird im Innern einer elektrisch leitenden Spule, die mit Wechselstrom durchflossen wird, durch Aufbau eines Sekundärstromes erwärmt und geschmolzen. Induktive Öfen sind für alle Gußmetalle geeignet, sie werden hauptsächlich zum Schmelzen von Nichteisenmetallen oder zum Warmhalten von Eisenschmelzen genutzt.

**c) Lichtbogenschmelzofen:** Die Schmelzwärme wird über einen Lichtbogen auf das Einsatzmaterial übertragen. Es können sehr hohe Temperaturen erreicht werden, weshalb dieses Verfahren für hochschmelzende Metalle wie Stahl oder Titan eingesetzt wird.

**d) Tiegelschmelzofen:** Das Einsatzmaterial wird in einem Tiegel, der von Heizgasen umströmt oder über Heizwendeln erwärmt wird, geschmolzen. Diese Öfen wurden anfangs mit Koks, später auch mit Gas, Öl oder elektrisch beheizt.

Dem Schmelzen kann sich, insbesondere beim Stahlguß, eine weitere Behandlung, z.B. das sogenannte Frischen, anschließen. Das flüssige Metall wird in Gießpfannen, Warmhalte- oder Betriebsöfen abgegeben. Durch Einblasen von Luft wird der Kohlenstoffgehalt der Schmelze herabgesetzt (Bessemer-Verfahren).

Anderen Metallschmelzen werden in den Gießpfannen Impfmittel oder Legierungselemente zugesetzt. Das Abgießen des flüssigen Metalls in bereitgestellte Formen (Dauer- oder verlorene Formen) erfolgt mittels Schöpfer, kleinen und großen Gießpfannen oder Gießmaschinen.

Beim Schmelzen entstehen Gase mit leichtflüchtigen Metallverbindungen, die beim Kupolofen die größten Ausmaße haben und bis etwa 1980 unkontrolliert ins Freie geleitet wurden. Die Bereiche der Ofen- und Gießanlage sind in der Regel mit Metallen, Legierungselementen und zum Teil mit Schmierölen belastet. Durch die Schmelzbehandlung entstehen Schlacken und bei den Nichteisenschmelzen zusätzlich auch Krätzen, die vor dem Gießen abgeschöpft und neben der Ofenanlage zum Abkühlen abgelagert werden. Desweiteren fällt noch Ofenausbruch an. Diese Abfälle wurden häufig im Hof oder in gießereieigenen Deponien abgelagert. Nichteisenkrätzen wurden seit dem II. Weltkrieg aufbereitet und wieder eingeschmolzen.

Tab. 1: Mögliche Verunreinigungen beim Schmelzen (UNIVERSITÄT DORTMUND, 1992):

Einsatzstoffe (E)/Abfallstoffe (A)	Analysenparameter
<b>Eisenguß</b>	
<b>E:</b> Gießereiroheisen, Hämatit (inkl. Legierungselemente)	
<b>A:</b> - Ofenausbruch und Ofenschlacke	- Zn, Pb, Cr, Cu, Sn, CN <sub>ges</sub> , CN <sub>frei</sub>
- Gichtgas/Schlamm (Entstaubung)	- Zn, Pb, Cr, Cu
<b>Buntmetallguß</b>	
<b>E:</b> Kupfer, Nickel, Zink, Zinn (inkl. Legierungselemente)	
<b>A:</b> - Ofenausbruch und Ofenschlacke	- Cu, Pb, Zn, Cd, As, Ni, Sn, Sb, Al, CN <sub>ges</sub> , CN <sub>frei</sub>
- Gichtgas/Schlamm (Entstaubung)	- Cu, Pb, Zn, Cd, As, Ni, Sn, Sb, Al

Fortsetzung Tab. 1: Mögliche Verunreinigungen beim Schmelzen (UNIVERSITÄT DORTMUND, 1992):

Einsatzstoffe (E)/Abfallstoffe (A)	Analysenparameter
<b>Leichtmetallguß</b>	
<b>E:</b> Aluminium, Magnesium (inkl. Legierungselemente)	
<b>A:</b> - Ofenausbruch und Ofenschlacke  - Gichtgas/Schlamm (Entstaubung)	- Al, Ni, Cu, Zn, Cd, Sn, Mg, Mn, CN <sub>ges</sub> , CN <sub>frei</sub> - Al, Ni, Cu, Zn, Cd, Sn, Mg, Mn

### 1.3.2 Form- und Kernherstellung (Verlorene Formen und Kerne)

Verlorene Formen bestehen in der Regel aus Formsand, der mittels natürlicher (Tone) oder chemischer (Kunsthharze, Zement) Bindersysteme verfestigt wird. Die chemisch härtenden Binder werden in anorganische (Wasserglas, Zement) und organische (z.B. Furan-, Phenol-, Epoxidharze und viele mehr) Binder unterschieden. Die Formen werden mit verlorenen (z.B. Feingußverfahren) oder Dauermodellen (z.B. Holz-, Metall-, Kunststoffmodelle) hergestellt. Aufgrund der sehr großen Anzahl verschiedener Formverfahren kann an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen werden (Verfahrensbeschreibungen siehe MEIBNER & SCHENKEL (1978); AMBOS (1981); TILCH (1993); LANDESGEWERBEAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1991)).

Mit der Zeit setzte sich durch, daß der verbrauchte Formsand durch eine Aufbereitung dem Formbau wieder zugeführt wird. Heute arbeiten fast alle Gießereien mit einem geschlossenen Formsandkreislauf. Handhabungsverluste beim Umgang mit den Binderharzen führten zu Kontaminationen. Die Altsande (durch die hohen Gießtemperaturen werden organische Substanzen verbrannt und es können PAK entstehen) wurden oft auf dem Gelände deponiert.

Tab. 2: Mögliche Verunreinigungen bei der Formherstellung (UNIVERSITÄT DORTMUND, 1992):

Einsatzstoffe (E)/Abfallstoffe (A)	Analysenparameter
<b>E:</b> Formsand und Bindersystem  - anorg. Bindemittel: Tone, Wasserglas, Calciumsulfat, Zement, Öle, Ethylsilikate  - org. Bindemittel: Phenol-Formaldehydharz, Furanharze, Phenolharze, Aminoharze, Nitroverbindungen, Alkohol, Petroleum	
<b>A:</b> Stäube, Altformstoff	PAK, CN <sub>ges</sub> , CN <sub>frei</sub> , As, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn

### 1.3.3 Modell- und Dauerformbau

Modelle können aus Holz, Metall und Kunststoff (Dauermodelle), Quecksilber, Wachs oder Polyesterol (verlorene Modelle) hergestellt werden. Dauermodelle wurden etwa bis 1900 in gießereieigenen Werkstätten und Schreinereien angefertigt, heute jedoch größtenteils in separaten Spezialbetrieben. Verlorene Modelle werden auch heute noch in den Gießereien selbst hergestellt. Die anfallenden Schadstoffe sind von den zu bearbeitenden Werkstoffen und Bearbeitungstechniken abhängig (INFU, 1991).

Dauermodelle werden in der Regel aus Gußwerkstoffen, integriert im Gießprozeß des Gießereibetriebes hergestellt, so daß eine gesonderte Erläuterung dieser Arbeitsschritte nicht notwendig ist.

Tab. 3: Mögliche Verunreinigungen beim Modell- und Dauerformbau (UNIVERSITÄT DORTMUND, 1992):

Einsatzstoffe (E)/Abfallstoffe (A)	Analysenparameter
<b>E:</b> Kunstharze, Epoxyharze, Polyurethane, Polyesterol, Klebstoffe für Holz-, Metall-, Kunststoffmodelle, Öle, Salzlösungen, Metalle (Gußeisen, Aluminium-, Magnesium-, Kupfer-, Zink-, Zinn-, Bleilegierungen, Quecksilber)	
<b>A:</b> - Schmier- und Kühlmittel, Bohr- und Schleiföle  - Quecksilberreste, Harzrückstände, Metallabfälle	- $KW_{ges}$ , Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Sn, Al, As, $SO_4^{2-}$  - Mg, Pb, Zn, Sn, Al, Hg

### 1.3.4 Putzen und Nachbehandlung

Das Putzen besteht im wesentlichen im Auspacken des Gußstücks aus der Form, Entfernen der Kerne, Abtrennen des Gieß- und Speisersystems (Abschlagen, Scheidbrennen), Entsanden (Sandstrahlen) und Beseitigen der Gußfehler. Anschließend wird das Gußstück mit Rostschutzfarbe oder Grundierung beschichtet. Beim Gießen in Dauerformen fallen geringere Putzarbeiten an, da die Gußstücke durch die Metallform eine bessere Oberflächenqualität aufweisen. Einige Gußstücke (Stahlguß, Feinguß) werden chemisch (mit Säuren, Laugen, Beizen) entsandet. Temperguß wird nach dem Entsanden einer Wärmebehandlung unterzogen. Andere Gußstücke werden im Gießereibetrieb (je nach Ansprüchen der Abnehmer) mit Metallen, Kunststoffen, Farben, Lacken beschichtet oder mechanisch bearbeitet (AMBOS, 1981; AMBOS & BEIER, 1984; VÖRÖS, 1982).

Beim allgemeinen Putzen fallen große Mengen Strahlmittel mit Sand- und Metallverunreinigungen an, die zum Teil auch auf dem Gießereigelände abgelagert wurden. Abfälle aus der Sonderbehandlung (Beizen, chem. Entsanden, Galvanisieren usw.) wurden ebenfalls auf dem Hofgelände, in Sickergruben oder in den Vorfluter entsorgt.

Tab. 4: Mögliche Verunreinigungen beim Putzen und Nachbehandeln (UNIVERSITÄT DORTMUND, 1992):

Einsatzstoffe (E)/Abfallstoffe (A)	Analysenparameter
<b>Mechanisches Entsanden</b>	
<b>E:</b> Quarzkies, Stahlkies	
<b>A:</b> Strahlmittelrückstände	
<b>Chemisches Entsanden/Entzundern, Beizen</b>	
<b>E:</b> - mit Säuren: Schwefel-, Salz-, Fluß-, Chrom-, Phosphor-, Salpeter-, Wein-, Oxal-, Pyroarsensäure  - mit Laugen: Natrium-, Kaliumhydroxid  - Sonstige: Kalium-, Zink-, Kaliumkupfercyanid  - Beizhilfsmittel: Phosphate, Nitrate, Sulfite, Chromate, Cyanide	
<b>A:</b> - Beizen von Eisenguß: Beizenschlämme, Konzentrate und Spülwässer  - Beizen von Buntmetallguß: Beizenschlämme, Konzentrate und Spülwässer  - Beizen von Leichtmetallguß: Beizenschlämme, Konzentrate und Spülwässer	- $SO_4^{2-}$ , Cl <sup>-</sup> , Cu, Cr, Zn, As, Sn, Pb, $CN_{frei}$ , $CN_{ges}$ , PAK  - $SO_4^{2-}$ , Cl <sup>-</sup> , Cu, Cr, Zn, As, Ni, Pb, Cd, Sn, $CN_{frei}$ , $CN_{ges}$ , PAK  - $SO_4^{2-}$ , Cl <sup>-</sup> , Cu, Cr, Zn, As, Cd, Al, Mg, $CN_{frei}$ , $CN_{ges}$ , PAK

Fortsetzung Tab. 4: Mögliche Verunreinigungen beim Putzen und Nachbehandeln (UNIVERSITÄT DORTMUND, 1992):

Einsatzstoffe (E)/Abfallstoffe (A)	Analysenparameter
<b>Wärmebehandlung</b>	
<b>E:</b> Kühlschmiermittel, Öle, Alkalichloride, Nitrate, Nitrite, Cyanide, Wasser-Ölbäder, Blei, Zinn	
<b>A:</b> - Kühl- und Schmiermittel, Bohr- und Schleifemulsionen  - Metallabfälle, Warmbad-, Kohlunbad-, Glühbad-, Ölbadabfälle	- KW <sub>ges</sub>  - Pb, Cd, Zn, Cu, NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , Ni, Sn, Al, As, SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , Cl <sup>-</sup> , CN <sub>frei</sub> , CN <sub>ges</sub>
<b>Weitergehende Nachbehandlung</b>	
	LHKW, BTEX

### 1.3.5 Krätzeaufbereitung

In der Krätzeaufbereitung wird aus metallhaltigen Gießereirückständen das Gußmetall wiedergewonnen und in den Schmelz- und Gießprozeß zurückgeführt. Es werden insbesondere Gußrückstände aus der Putzerei und den Bearbeitungswerkstätten, aber auch mit nichtmetallischen Stoffen vermischte Materialien aus dem Schmelzprozeß (z.B. Schlacken, Krätze, Ofenausbruch) und der Putzerei (metallhaltige Putzstäube) verarbeitet. Die Krätzeaufbereitung erfolgt in einer mechanischen und anschließend in einer thermischen Stufe. Leichtmetallrückstände werden wegen der Brand- und Explosionsgefahr in Sekundärhütten, die anderen Metallabfälle in der jeweiligen Gießerei aufbereitet.

Bei diesen Arbeiten fallen Aschen, Krätzen, Schlacken, Schlämme und Ofenausbruch an, die häufig auf dem Gießereigelände entsorgt wurden (INFU, 1991).

Tab. 5: Mögliche Verunreinigungen bei der Krätzeaufbereitung (UNIVERSITÄT DORTMUND, 1992):

Einsatzstoffe (E)/Abfallstoffe (A)	Analysenparameter
<b>E:</b> Schmelzhilfsmittel (Eisen-, Aluminium-, Magnesium-, Zink-, Kalzium-, Manganoxid, Natriumaluminiumfluorid, Natriumchlorid, Natriumfluorid, Magnesiumchlorid)	
<b>A:</b> - Eisenguß: Metallkrätze  - Buntmetallguß: Metallkrätze  - Leichtmetallguß: Leichtmetallkrätze	- Pb, Cr, Cu, Zn, Sn  - Cu, As, Pb, Cd, Sn, Sb, Zn, Ni, Al - Mg, Al, Zn, Mn

### 1.3.6 Sonstige Kontaminationsquellen

Weitere Kontaminationen können durch defekte Öl- oder Gasleitungen, in der Umgebung von Öl-, Formstoffbindemittel-, Batterie-, Kondensatoren-, Farblagern, einer Tankstelle, Kfz-Werkstatt oder durch Kabelentmantelung (Abbrennen der Schutzisolierung alter Elektrokabel) entstehen.

## 1.4 Schadstoffe

Das Schadstoffspektrum richtet sich hauptsächlich nach den eingesetzten Materialien und den verwendeten Hilfsstoffen sowie dem Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Das Schadstoffinventar besteht dabei in der Regel aus Metallen und Schwermetallen sowie deren Verbindungen, PAK, PCB, Kohlenwasserstoffen und in manchen Fällen (abhängig von der Nachbehandlung der Gußstücke) auch LHKW und BTEX.

## 2 Hinweise zur Altlastenbehandlung

### 2.1 Altlastenrelevanz

Die jahrzehntelange Nutzung eines Gießereistandortes führt fast zwangsläufig zu Verunreinigungen, die eine Gefahr für Mensch und Umwelt darstellen. Ursachen hierfür können vielfältig sein:

- Unterbewertung des Gefährdungspotentials
- Sorgloser und leichtfertiger Umgang mit den festen und flüssigen Einsatz- und Abfallstoffen
- Leckagen an Leitungs- und Kanalsystemen oder Gruben
- Überalterung der Anlagen
- Ablagerung von Abfällen aus dem Gießprozeß (Altsande, Schlacken, Krätzen, Ofenausbruch, Schlämme aus den Entstaubungsanlagen), der Nachbehandlung (Beiz- und Spülwasser, Beizschlämme) u.a.
- Unsachgemäße Umbauarbeiten während des Betriebs oder der Abbrucharbeiten nach der Stilllegung
- Kriegsschäden und Havarien.

Hauptsächlich wurde der **Boden** kontaminiert. Von ihm geht eine Gefahr für das Grund- und Oberflächenwasser aus. Durch ablaufende Filter-, Puffer- und Transformationsvorgänge im Boden kann die Schadstoffwirkung abgeschwächt werden. Böden auf dem Gießereigelände sind meist nicht natürlichen Ursprungs, sondern Aufschüttungen verschiedenster Materialien bzw. versiegelte Flächen. Inwieweit diese Materialien die Prozesse negativ beeinflussen, ist von ihrer Art und Zusammensetzung sowie von den speziellen Standortbedingungen abhängig.

Das **Grundwasser** kann durch flüssige, in Phase versickernde und im Wasser gelöste Schadstoffe verunreinigt werden.

Verunreinigungen von **Oberflächengewässern** sind hauptsächlich während des Betriebs durch das Einleiten betrieblicher Abwässer (je nach Standortgegebenheiten) nicht auszuschließen.

Emissionen in die **Luft** treten während des Betriebes durch aus den Schmelzöfen entweichende Gichtgase und Stäube aus der Formerei und Putzerei auf. Nach Stilllegung geht die Belastung der Luft zurück. Während der Durchführung der Sanierungsarbeiten sind die Benzol- und Cyanidgehalte in der Luft im Sinne des Arbeitsschutzes zu prüfen. In Räumen, in denen mit Farb- und Lösungsmitteln hantiert wurde (z.B. Modellbau, Farbspritzanlage), sollten bei vermuteter Gefährdung Luftproben entnommen und analysiert werden.

Eine Gefährdung durch direkten Kontakt mit den Reststoffen und kontaminierten Böden kann bestehen. In diesem Fall kann bei Nutzung der Schutzgüter (Wasser, Boden, Luft) eine Gefahr für die Gesundheit bestehen.

### 2.2 Gefährdete Schutzgüter und relevante Pfade

- Boden
- Grundwasser
- Oberflächengewässer.

Bedingt durch die Nutzung dieser Schutzgüter sind auch Menschen, Pflanzen und Tiere betroffen.

### 2.3 Gefährdungsabschätzung nach der Sächsischen Altlastenmethodik (SALM)

Wegen des möglichen Gefährdungspotentials aufgrund der vorkommenden Schadstoffe, ist in jedem Fall eine Gefährdungsabschätzung nach der Sächsischen Altlastenmethodik (Stufenprogramm) erforderlich.

Bei größeren Betrieben sollte die Betrachtung der Verdachtsflächen separat durchgeführt werden, da die vermuteten Ablagerungen sehr unterschiedlich sind. Bei kleineren Betrieben ist die Eingrenzung der unterschiedlichen Produktionsflächen nicht immer möglich. Für die Einschätzung der Altlastenverdachtsflächen von Gießereistandorten sollte bei weiterer Metallbearbeitung bzw. bei

Vorhandensein einer Tankstelle oder Heizöltanks auf dem Gelände auch das Branchenblatt "Tankstellen/Tanklager" mit herangezogen werden.

### 2.3.1 Verdachtsfallerfassung und formale Erstbewertung

Die Verdachtsfallerfassung und formale Erstbewertung erfolgt nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1997) im Sächsischen Altlastenkataster (SALKA). Folgende Kriterien sind bei der Erfassung der Tankstellen besonders zu beachten:

**(7) Art der Verdachtsfläche:** Gießereistandorte sind prinzipiell als Altstandorte zu betrachten. Teilbereiche wie gießereieigene Deponien und Versickerungsgruben können als Altablagerungen bewertet werden.

**(18) Sohllage zum Grundwasser:** Keller, unterirdisch angelegte Heizöltanks, Gruben und Leitungen sind zu berücksichtigen.

Bei Bewertung von Altablagerungen:

**(11 A): Ablagerungsart:** Die Ablagerung der Schadstoffe erfolgte auf gießereieigenen Deponien, in alten Baugruben, Versickerungsgruben oder als Geländeauffüllung.

**(20 A): Abgelagertes Schadstoffinventar:** Bei den betrieblichen Ablagerungen ist vor allem mit den folgenden Stoffen zu rechnen (Bezeichnung nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG, 1997). Anteilige Schadstoffmengen sind standortabhängig.

Tab. 6: Umweltrelevante Abfälle von Gießereistandorten

Abfallnummer	Abfallart	Gefährdungsklasse
31100-31108	Ofenausbrüche, Hütten- und Gießereischutt	35-55
31200-31218	Metallurgische Schlacken, Krätzen und Stäube	33-55
31401/02	Gießereialtsand/Putzereisand, Strahlsand	33
31423	Ölverunreinigter Boden	44
31425/26	Formsand/Kernsand	33
31428	Verbrauchte Ölbinder	44
31440	Strahlmittelrückstände mit schädlicher Verunreinigung	44
31441	Chemisch verunreinigter Bauschutt	44
31616-31629	Schlämme aus Gießereien	22-45
35000-35327	Metallabfälle	33-44
35500-35504	Metallschlämme	44-45
51100	Galvanikschlämme, Metallhydroxidschlämme	45
51300-51310	Metalloxide und -hydroxide	35-44
51533/34	Härtesalze	55
52000-52725	Säuren, Laugen und Konzentrate	44-55
54106/07	Trafoöle mit/ohne PCB und polychlorierte Terphenyle	44-55
54100-54408	Mineralölprodukte und synthetische Öle	33-55
54401	Synthetische Kühl- und Schmiermittel	55
54402	Bohr- und Schleifemulsionen, Emulsionsgemische	55
55200-55399	Organische Lösungsmittel, Farben, Lacke, Kitte, Klebstoffe, Harze	44-55
55903	Harzrückstände (nicht ausgehärtet)	44
55904	Harzöl	44
57101	Phenol- und Melaminharzabfälle	33
57103	Gießharzabfälle	33
91100	Hausmüll	33

**(20 S) Einordnung in Branchenschlüssel und Gefährdungsklassen:**

Tab. 7: Einordnung der Gießereistandorte in Branchenschlüssel und Gefährdungsklassen

Branchenschlüssel	Branche	Gefährdungsklasse
0590	Eisen-, Stahl- und Tempergießerei	35
0600	Ne-Metallgießerei	35

**2.3.2 Historische Erkundung und Bewertung (Beweisniveau 1)**

Die Historische Erkundung ist nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1998) durchzuführen und nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995 c) für den Boden, SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995 b) für das Grundwasser bzw. SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (in Vorbereitung) für das Oberflächenwasser zu bewerten.

Eine Gießerei hat je nach Größe eine oder mehrere große Hallen, in denen sich die Formerei, Formstoffaufbereitung, Putzkammer (bei der Anwendung von Dauerformen entfallen diese Betriebsteile in der Regel), Schmelzofen, eventuell auch ein Warmhalteofen und die Kernformerei befinden. Große Gießereibetriebe können auf dem Hof verlaufende Bahngleise aufweisen. Auf dem Betriebsgelände befindet sich in der Regel ein Verwaltungsgebäude, ein oder mehrere Lagerschuppen und eine Werkstatt, desweiteren ein Laborgebäude oder Lagerraum für Chemikalien, Formstoffbindemittel und Härter. Wird mit verlorenen Formen gearbeitet, so sind der Gießereisand und auch der Steinkohlenstaub häufig (glanzkohlenstoffbildendes Material zur Verhinderung des Anbrennens von Sand am Gußstück) in großen Silos untergebracht. Bei ölbeheizten Schmelzaggregaten befinden sich die Öltanks in unterirdischen Ölbunkern oder im Freien. Die Öl- bzw. Gasleitungen für die Schmelzaggregate sind unterirdisch verlegt. Sie sollten nach Leckagen oder Rohrbrüchen überprüft werden.

Handelt es sich um ein bereits abgerissenes Gelände, können verbliebene Fundamente des Ofens und des Schornsteins auf die Schmelz- und Gießanlage hinweisen.

Der Hofbereich eines Betriebes ist selten befestigt. In größeren Betrieben befindet sich in den Hallen ein Beton- oder gepflasterter Boden.

Bei großen Gießereistandorten ist zu empfehlen, das Gebiet in mehrere Teilflächen entsprechend der Technologie/Arbeitsschritte zu unterteilen und jede Teilfläche separat zu untersuchen, da es größere Unterschiede zwischen den anfallenden Schadstoffen gibt.

**Stoffgefährlichkeit -  $r_0$ :**

$r_0 = 4-6$  nach Brancheneinstufung in SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995 c)

Handelt es sich um Gießereien, die mit Kokillen gießen, ist von einer geringeren Stoffgefährlichkeit auszugehen, da in der Regel die Formerei und der Modellbau (Schadstoffe aus der Metall- und Kunststoffbearbeitung, Lacke, Farben, Lösungsmittel, Klebstoffe) wegfallen und der Putzaufwand geringer als beim Sandgießverfahren ist. Dadurch entfallen bestimmte Abfallstoffe bzw. fallen in geringeren Mengen an. Eine hohe Gefährlichkeit geht von Gießereien aus, die Gußstücke mit dem Feingußverfahren (z.B. mit Quecksilbermodellen:  $r_0 = 5,5$ ) herstellen. Werden die Gußstücke nach der Putzerei noch in der Galvanik oder Härterei behandelt, ist von einem  $r_0 = 6$  auszugehen.

In Gießereien, die mit Dauerformen arbeiten, fallen hauptsächlich Hydraulik- und Schmieröle, Ofenausbruch, Schlacken, Schlämme und, bei Verwendung verlorener Kerne, geringe Kernsandreste an.



In Gießereien mit verlorenen Formen ist zusätzlich mit größere Mengen von Formsandresten und Strahlmittelrückständen zu rechnen.

### **Örtliche Bedingungen, m-Werte:**

Die schadstoffspezifischen Einflußfaktoren werden im folgenden eingegrenzt. Die spezifischen Standortbedingungen sind bezogen auf den Einzelfall zu bewerten.

### **Bewertung des Grundwassers:**

#### **Grundwasser - m<sub>I</sub>**

- Lage zum Grundwasser: Als tiefster Schadstoffpunkt bei Gießereien sind unterirdische Heizöltanks, Öl- oder Gasleitungen, Versickerungsgruben oder Chemikalienlager in Kellerräumen anzusehen und hinsichtlich des Abstands zur Grundwasseroberfläche zu bewerten (ansonsten Geländeoberkante).
- Art der Einlagerung: Die abgelagerten Stoffe sind meist ohne größere Absicherung auf gießereieigenen Halden abgelagert. Altsanddeponien sind zum Teil bewachsen.
- Kontaminationsfläche: Gesamtheit des Gießereigeländes aufgrund der Tatsache, daß viele Reststoffe auf dem Betriebsgelände verblieben sind, abzüglich der Flächen, die mit Sicherheit unbelastet sind.
- Löslichkeit: Bei den möglichen Schadstoffen haben Phenole ein sehr gutes Lösungsvermögen. Bei Anwesenheit von Lösungsvermittlern gehen auch Schwermetalle in Lösung.  $\Delta m = 0$ .

#### **Grundwasser - m<sub>II</sub>**

- Grundwassergeschützteitsklasse je nach Standort, siehe SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995 b)
- Sorbierbarkeit: Der größte Teil der anfallenden Stoffe ist absorbierbar. Es wird die geringste Sorbierbarkeit (Phenole, BTEX) herangezogen und abhängig vom Humus- bzw. Tongehalt bewertet.

Anteil Humus bzw. Ton:   • schwach-mittel:            $\Delta m = 0$   
                                   • stark-Torf/Ton:                    $\Delta m = - 0,1$ .

- Lösungsvermittler: BTEX können gegenüber Schwermetallen und PAK als Lösungsvermittler wirken.  $\Delta m = + 0,1$
- Abbaubarkeit: Schwermetalle sind nicht abbaubar und können den biologischen Abbau organischer Substanzen beeinträchtigen. Pilze können im Gegensatz zu Bakterien PAK nicht vollständig abbauen. (KÄSTNER, MAHRO & WIENBURG, 1993),  $\Delta m = 0$

#### **Grundwasser - m<sub>III</sub>**

- Sorption: Je nach Humus- bzw. Tongehalt im Grundwasserleiter, analog m<sub>II</sub>.
- Abbaubarkeit: Schwermetalle sind nicht abbaubar und können den biologischen Abbau organischer Substanzen beeinträchtigen. Pilze können im Gegensatz zu Bakterien PAK nicht vollständig abbauen. (KÄSTNER, MAHRO & WIENBURG, 1993),  $\Delta m = 0$

#### **Grundwasser - m<sub>IV</sub>**

Die meisten Gießereien sind in einem Industriegebiet entstanden, in dem das Grundwasser im allgemeinen nicht einer sensiblen Nutzung unterzogen wird.

## Bewertung des Bodens:

### Boden - $m_I$

Der Boden ist als Träger- und Transportmedium der Altlast mit verschiedenen möglichen Ausbreitungsrichtungen auch als Schutzgut zu betrachten.

Fallzuordnung: Prinzipiell können alle aufgezeigten Fälle auftreten, hauptsächlich aber Fall 1 (der zu schützende Boden ist die Altlast selbst) und Fall 2 (der zu schützende Boden liegt in der Umgebung der Altlast).

Mit der Fallzuordnung wird der  $m_I$ -Wert festgelegt:

Fall 1	$m_I = 1,0$
Fall 2	$m_I = 0,6$
Fall 3	$m_I = 0,7$
Fall 4	$m_I = 0,9$

zu Fall 1:

- Abdeckung oder Bewuchs: Giebereieigene Deponien sind in der Regel mit Vegetation bedeckt, das Gelände ist zum Teil bebaut; der Hof ist meist unbefestigt (standortspezifisch bewerten). Sind kontaminationsverdächtige Flächen größtenteils abgedeckt bzw. bewachsen, so ist  $\Delta m = ### 0$ .

zu Fall 2:

Erosionsgefährdete Fläche ist vor allem das Hofgelände.

- Löslichkeit: Das Spektrum reicht von leicht bis schwer löslichen Schadstoffen. Für den Stoffaustrag sind die leichtlöslichen Stoffe (Phenol, Cyanid) zu bewerten,  $\Delta m = 0$
- Flüchtigkeit: zur Beurteilung des Austrags leicht flüchtiger Stoffe sind Cyanid- und LHKW-Konzentrationen entscheidend. Wenn mit diesen Stoffen umgegangen wurde, ist  $\Delta m = 0$ .

zu Fall 3:

- Löslichkeit/Aggregatzustand: Das Spektrum reicht von leicht- bis schwerlöslichen Schadstoffen. Für die Betrachtung des Schadstoffaustrags sind die leichtlöslichen Stoffe (Phenole, Cyanid) zu beachten,  $\Delta m = 0$ .
- Sorption: Der größte Teil der anfallenden Stoffe ist adsorbierbar. Es wird die geringste Sorbierbarkeit (Phenole, BTEX) herangezogen und abhängig vom Humus- bzw. Tongehalt bewertet.

Anteil Humus bzw. Ton:   • schwach-mittel:        $\Delta m = 0$   
                                   • stark-Torf/Ton:        $\Delta m = - 0,1$ .

- Lösungsvermittler: BTEX können gegenüber Schwermetallen und PAK als Lösungsvermittler wirken.  $\Delta m = + 0,1$

zu Fall 4:

- Flüchtigkeit: Zur Beurteilung des Austrages leicht flüchtiger Stoffe sind Cyanid- und LHKW-Konzentrationen entscheidend. Wurde mit diesen Stoffen umgegangen, so ist  $\Delta m = 0$ .
- Sorption: Der größte Teil der anfallenden Stoffe ist adsorbierbar, deshalb wird die geringste Sorbierbarkeit (Phenole, BTEX) herangezogen und abhängig vom Humus- bzw. Tongehalt bewertet.

Anteil Humus bzw. Ton:   • schwach-mittel:        $\Delta m = 0$   
                                   • stark-Torf/Ton:        $\Delta m = - 0,1$ .

**Boden - mII**

- Abhängig von der hydrogeologischen und bodenkundlichen Situation vor Ort.

**Boden - mIII**

- Abbau: Schwermetalle sind nicht abbaubar und können den biologischen Abbau organischer Substanzen beeinträchtigen. Pilze können im Gegensatz zu Bakterien PAK nicht vollständig abbauen. (KÄSTNER, MAHRO, & WIENBURG, 1993),  $m_{III} = 1,0$
- Verweilzeit im Boden: Da es sich um Stoffgemische handelt, kann die Verweilzeit sehr unterschiedlich sein, wobei Schwermetalle die größte haben. Es sind weder überwiegend leicht flüchtige noch überwiegend leicht lösliche Schadstoffe am Standort,  $\Delta m = 0$
- Sorption, Bindungsstärke:
  - a) Bewertung bzgl. oraler Schadstoffaufnahme: Vor allem Schwermetalle und PAK werden an organische Bodenbestandteile gebunden, die anderen Stoffe nur gering oder gar nicht adsorbiert. Für die Bewertung wird die größte Sorbierbarkeit ( $\log SC = 6,2$ ; PAK) in Abhängigkeit vom Humusgehalt herangezogen,  $\Delta m = 0 \dots + 0,1$ .
  - b) Bewertung bzgl. Bioverfügbarkeit: organische Stoffe sind nur gering verfügbar. Die Anwesenheit von Schwermetallen verringert die Verfügbarkeit durch Komplexbildung. Schwermetalle können sich negativ auf das Pflanzenwachstum auswirken. Es ist die größte Bioverfügbarkeit der zu erwartenden Schadstoffe zu bewerten. Bei Anwesenheit von Phenolen:  $\Delta m = + 0,1$ .

**Boden - mIV**

- Ehemalige Gießereigelände werden in der Regel erneut als Industriestandorte genutzt.

**2.3.3 Orientierende Erkundung und Bewertung (Beweisniveau 2)**

Die Orientierende Erkundung ist nach SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (in Vorbereitung) durchzuführen und nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995 b), SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995 c), SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (in Vorbereitung) zu bewerten. Es sind orientierende Messungen im Zu- und Abstrom des Grundwassers sowie die Hintergrundwerte von Boden und Grundwasser notwendig. Folgende Analysen von Grundwasser sollten bei entsprechendem Verdacht (siehe dazu Punkt 1.3.) mindestens angefertigt werden:

**Untersuchungen des Bodens:**

- Bestimmung bei der Probenahme:
  - Aussehen
  - Geruch
  - Konsistenz
  - Homogenität
- Eluat aus der Bodenprobe:
  - Geruch
  - Färbung
  - pH-Wert
  - Leitfähigkeit
- anorganische Parameter:
  - Schwermetalle
  - Metalle
  - Cyanid, leicht freisetzbar
  - Cyanid, gesamt
  - Sulfat
  - Chlorid

- organische Parameter:
  - PAK (16 Einzelsubstanzen nach EPA)
  - Phenolindex
  - DOC / TOC
  - AOX
  - Kohlenwasserstoffe

- Festsubstanz/Originalprobe:

- anorganische Parameter:
  - Metalle
  - Cyanid, leicht freisetzbar
  - Cyanid, gesamt

- organische Parameter:
  - PAK (16 Einzelsubstanzen nach EPA)
  - Kohlenwasserstoffe
  - BTEX
  - EOX
  - DOC / TOC

#### **Untersuchungen des Grundwassers:**

- Bestimmung bei der Probenahme:
  - Wassertemperatur
  - Geruch
  - Farbe
  - Trübung
  - pH-Wert
  - Redoxpotential
  - Leitfähigkeit
  - Sauerstoffgehalt

- Untersuchungen im Labor:

- anorganische Parameter:
  - Schwermetalle
  - Metalle
  - Cyanid, leicht freisetzbar
  - Cyanid, gesamt
  - Sulfat
  - Chlorid

- organische Parameter:
  - PAK (16 Einzelsubstanzen nach EPA)
  - Phenolindex
  - DOC / TOC
  - AOX
  - Kohlenwasserstoffe

#### **Untersuchungen der Oberflächengewässer:**

Um eine Beeinträchtigung durch Schadstoffe festzustellen, sind physikalisch-chemische Untersuchungen im Wasser sowie im Sediment erforderlich. In Fließgewässern sollte mindestens eine Probe im Anstrom oberhalb des Gießereistandes genommen werden, um die Hintergrundbelastung zu ermitteln. Es sind die gleichen Parameter wie bei den Boden- und Grundwasserproben zu ermitteln.

Eine formale Bewertung des Risikos erfolgt entsprechend Beweisniveau 1.

Mit Hilfe der Analysenergebnisse können bezüglich der m-Werte und des  $r_0$ -Wertes weitere Einschränkungen gemacht werden.

Die Stoffgefährlichkeit der Branche ist entsprechend den Analyseergebnissen für die relevanten Parameter zu spezifizieren.

Tab. 8: Stoffgefährlichkeiten für die typischen Stoffe und Stoffgruppen.

Stoffe/Stoffgruppen	Stoffgefährlichkeit
PAK	5,0
PCB	5,5
Phenol	4,8
Kohlenwasserstoffe	bis 6,0
Nitrat	1,5
Sulfat	1,5
Cadmium/-verbindungen	5,0
Kupfer/-verbindungen	4,2
Nickel/-verbindungen	4,0
Quecksilber/-verbindungen	5,5
Zink/-verbindungen	1,5
Arsen/-verbindungen	5,0
Chrom/-verbindungen	4,5
Blei/-verbindungen	4,0

Tab. 9: Stoffgefährlichkeiten für die weniger typischen Stoffe und Stoffgruppen.

Stoffe/Stoffgruppen	Stoffgefährlichkeit
LHKW (weitere Nachbehandlung der Gußstücke)	6,0
BTEX (weitere Nachbehandlung der Gußstücke)	6,0
Cyanid (Galvanik)	5,8
Ammoniak	4,8
Ammoniumverbindungen	4,2
Andere Metalle/Verbindungen	bis 4,5
Heizöl, Heizgas	5,0
Kohlenwasserstoffe	bis 6,0

## FORMALE BEWERTUNG

### Grundwasser - mII

- Sorbierbarkeit: Sind vorwiegend PAK und Schwermetalle relevant (größter Prüfwert), haben folgende Werte Gültigkeit:

- Anteil Humus bzw. Ton:   • schwach-mittel:      $\Delta m = - 0,1$   
                                   • stark-Torf/Ton:        $\Delta m = - 0,2$ .

### Grundwasser - mIV

Die meisten Gießereien sind in einem Industriegebiet entstanden, in dem das Grundwasser im allgemeinen nicht als Trinkwasser genutzt wird.

In folgender Tabelle sind die Prüf- und Maßnahmenwerte für relevante Stoffe in Bezug auf das Grundwasser nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995 a) zusammengefaßt.

Tab. 10: Prüf- und Maßnahmenwerte für Grundwasser-relevante Schadstoffe

Stoffe/Stoffgruppen	Prüfwert (P) in [ $\mu\text{g/l}$ ]	Maßnahmenwert (M) in [ $\mu\text{g/l}$ ]
Arsen	10	60
Blei	40	200
Cadmium	5	20
Chrom, gesamt	50	250
Chrom, VI-wertig	20	40
Kupfer	50	250
Quecksilber	1	5
Zink	300	2000
Cyanid, gesamt	50	250
Cyanid, frei	10	50
PAK	0,2	2
Kohlenwasserstoffe (außer Aromaten)	200	1000
BTEX	30	120
Phenole (wasserdampfflüchtig)	20	100

**Boden - m<sub>II</sub>**

Fall 2/3/4

- Sorbierbarkeit: Sind vorwiegend PAK und Schwermetalle relevant, haben folgende Werte Gültigkeit:

Anteil Humus bzw. Ton: • schwach-mittel:  $\Delta m = - 0,1$   
 • stark-Torf/Ton:  $\Delta m = - 0,2$ .

- Löslichkeit/Flüchtigkeit: Auf Grundlage von Untersuchungsergebnissen bei niedrigen Konzentrationen der leichtlöslichen und leichtflüchtiger Stoffe ist nach eigenem Ermessen  $\Delta m$  bis  $- 0,4$  möglich.

**Boden - m<sub>IV</sub>**

- Ehemalige Gießereistandorte werden in der Regel erneut als Industriestandorte genutzt.

In der Tabelle sind die Prüf- und Maßnahmenwerte für die wichtigsten relevanten Stoffe in Bezug auf den Boden nach SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995 a) zusammengefaßt:

Tab. 11: Prüf- und Maßnahmenwerte für Bodenrelevante Schadstoffe

Stoffe/Stoffgruppen	Kinderspiel- plätze		Wohngebiete	
	P-Wert in [ $\text{mg/kg}$ ]	M-Wert in [ $\text{mg/kg}$ ]	P-Wert in [ $\text{mg/kg}$ ]	M-Wert in [ $\text{mg/kg}$ ]
Arsen	20	50	40	100
Blei	200	500	400	1000
Cadmium	6	15	12	30
Chrom, gesamt	100	250	200	350
Kupfer	300	750	600	1500
Nickel	60	150	120	300
Quecksilber	4	10	8	20
Zink	500	1000	500	1000

Fortsetzung Tab. 11: Prüf- und Maßnahmenwerte für Bodenrelevante Schadstoffe

Stoffe/Stoffgruppen	Kinderspielplätze		Wohngebiete	
	P-Wert in [mg/kg]	M-Wert in [mg/kg]	P-Wert in [mg/kg]	M-Wert in [mg/kg]
Cyanid, löslich	40	100	80	200
Benzo(a)pyren	1	2,5	2	5
Phenol	20	50	40	100
BTEX			7	

Stoffe/Stoffgruppen	Park- und Freizeitflächen		Gärtn./ Landw. Nutzflächen		Gewerbe/ Industrie
	P-Wert in [mg/kg]	M-Wert in [mg/kg]	P-Wert in [mg/kg]	M-Wert in [mg/kg]	P-Wert in [mg/kg]
Arsen	100		40	50	200
Blei	1000		300	1000	2000
Cadmium	30		2	5	60
Chrom, gesamt	300	600	200	500	1000
Kupfer	1500		100	200	3000
Nickel	300		100	200	600
Quecksilber	20		2	20	40
Zink	1000	3000	500	1000	2500
Cyanid, löslich	200				400
Benzo(a)pyren	5		2	2-10	10
Phenol	100				200
BTEX			2		25

#### 2.3.4 Detailerkundung und Bewertung (Beweisniveau 3)

Die Detailerkundung ist nach SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (in Vorbereitung) durchzuführen. Die Schadstoffbelastung ist qualitativ und quantitativ einzugrenzen und Summenparameter sind zu spezifizieren. Dabei tritt die formale, vergleichende Bewertung in den Hintergrund.

Im Ergebnis der Detailerkundung erfolgt die Sanierungsentscheidung.

#### 2.4 Sanierungsuntersuchung und Sanierung

Vor der Sanierung ist eine Sanierungsuntersuchung durchzuführen, in der die Sanierungsvarianten standortspezifisch und nutzungsabhängig geprüft und verglichen werden. Die Möglichkeiten zur Sanierung eines Gießereigeländes sind beschränkt und von den einzelnen Schadstoffpunkten abhängig. Meist werden Teilbereiche ausgegrenzt, die zu sanieren sind.

##### 2.4.1 Dekontamination

**Boden:** Die Bereiche, die mit hohen Schwermetallkonzentrationen belastet sind, können durch eine **Bodenwäsche** gereinigt werden, wobei bei einer pH-Wert-Verschiebung in den sauren Bereich die Metalle in Lösung gehen, aus dem Boden entfernt werden und anschließend durch Fällung aus dem Waschwasser entfernt werden können. Hierbei geht es ausschließlich um die Verminderung der mobilen Bodenanteile. Neben den Schwermetallen werden auch organische Substanzen in das Waschwasser eingetragen. Diese können durch Mikroorganismen abgebaut werden.

Ein anderes Verfahren, nach welchem Mischkontaminationen (Schwermetalle, Kohlenwasserstoffe, PAK, BTEX u.a.) saniert werden können, sind die **Thermischen Verfahren**. Wegen der geringen Flüchtigkeit der Schwermetalle finden an dieser Stelle nur Hochtemperaturverfahren Anwendung. Nachteile dieser Verfahren sind hohe Kosten und Zerstörung der Bodenstruktur. Thermische Verfahren sind prinzipiell für jede Schadstoffart (zum Teil mit Einschränkungen) anwendbar.

Bereiche, die überwiegend durch organische Verunreinigungen belastet sind (z.B. Bereiche des Heizöltanks, Tankstelle, evtl. auch die Kfz- Werkstatt) können durch **biologische** in-situ, on- oder off-site-**Verfahren** behandelt werden.

**Grundwasser:** Das Grundwasser kann durch **aktive-hydraulische Verfahren** gereinigt werden. Das heißt, Grundwasser über Brunnen oder Drainage fassen und behandeln sowie das gereinigte Wasser anschließend wieder einleiten.

Neue Grundwasserreinigungsverfahren sind **permeable reaktive Wände** und **Funnel-and-Gate**. Diese Verfahren beruhen auf dem Prinzip einer langfristigen Abstromsanierung. Permeable reaktive Wände werden senkrecht über die gesamte Breite und Tiefe der Kontaminationsfahne im Aquifer installiert. Das Funnel-and-Gate-Prinzip beruht auf der Kombination eines geringdurchlässigen Trichters (Funnel), der den kontaminierten Grundwasserstrom passiv auf einen oder mehrere besonders gestaltete hoch permeable Durchlaßbereiche (Gate) hinsteuert, in denen eine Sorption oder Schadstoffentfernung stattfindet. Schadstoffgruppen wie z.B. PAK, PCB, BTEX-Aromaten, MKW, LHKW und verschiedene Metalle können mit passiven Sanierungsmaßnahmen eliminiert werden (SCHAD, 1996).

#### 2.4.2 Sicherung

Sicherungsmaßnahmen sind nur vorübergehende Lösungen. Sie verhindern die weitere Ausbreitung der Schadstoffe, ohne diese jedoch zu entfernen. **Immobilisierungsmaßnahmen** zur Vermeidung des Schadstoffaustrittes sind prinzipiell anwendbar.

Eine **Oberflächenabdichtung** verhindert den Kontakt des Niederschlagswassers mit den Schadstoffen sowie das Lösen der Schadstoffe im Niederschlagswasser und deren Eindringen in tiefere Bodenschichten oder gar ins Grundwasser bzw. den Eintrag der Schadstoffe über den oberirdischen Abfluß in das Oberflächengewässer.

Eine andere Möglichkeit bieten **passive hydraulische Maßnahmen**. Aus der Schadenstelle wird kontaminiertes Grundwasser gefördert, um den Grundwasserspiegel zu senken (hydraulische Senke). An den Grenzen des Schadstoffherdes kann durch eine Sperrinfiltration verhindert werden, daß kontaminiertes Grundwasser den Bereich verläßt. Voraussetzungen für dieses Vorgehen sind sehr genaue Kenntnisse der Untergrundverhältnisse sowie ein aufwendiges Monitoringprogramm.

**Dichtwände** verhindern ein Ausbreiten von belastetem Grundwasser. Sie werden von der Geländeoberkante bis zur stauenden Schicht eingebracht.

#### 2.4.3 Sanierungsüberwachung

Eine Überwachung der Dekontaminierungs- und Sicherungsmaßnahmen ist während der Eingriffe unbedingt erforderlich. Sie beruht in der Regel auf einer Grundwasserüberwachung im Abstrom mit den entsprechenden Parametern (siehe Orientierende Erkundung) bei nachgewiesener latenter Gefährdung bzw. als begleitende/nachsorgende Maßnahme einer Gefahrenabwehr.

Firmen und Einrichtungen Sachsens, die Altstandorte sichern oder dekontaminieren, können SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1995) entnommen werden.



#### **2.4.4 Anbieter von Leistungen zur Altlastenbehandlung**

Auf dem Gebiet der Erkundung und Sanierung von Altlasten tätige Ingenieurbüros und Fachfirmen sind dem "Verzeichnis der Anbieter von Leistungen zur Altlastenbehandlung im Freistaat Sachsen" zu entnehmen. Das letztmals im Oktober 1995 vom LfUG herausgegebene Verzeichnis ist ab sofort über die Industrie- und Handelskammern in Chemnitz, Leipzig und Dresden zu beziehen.

Bundesweite Angaben enthält das "Technologieregister zur Sanierung von Altlasten" (EDV-Programm TERESA, Version 1997, vertrieben durch das Umweltbundesamt [UBA]). Aktuelle Informationen sind auch über den Ingenieurtechnischen Verband Altlasten (ITVA) erhältlich.

Abfalltechnische Behandlungsanlagen (thermische, biologische und chemisch-physikalische Bodenbehandlungszentren) sind im "Abfalltechnischen Anlagenkataster" (ANKA) des LfUG sowie in regelmäßigen Publikationen, wie z.B. der Zeitschrift TERRATECH, recherchierbar.

Anbieter von Immobilisierungsverfahren enthält u.a. die LfUG-Publikation "Immobilisierung von Schadstoffen in Altlasten", SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1996).

### 3. Literaturhinweise

**Hinweis:**

Das Branchenblatt wurde im Rahmen einer Diplomarbeit an der TU Dresden im Auftrag des Sächsischen Landesamtes für Umwelt und Geologie erstellt (BLANK, 1996).

AMBOS, E. (1981): Urformtechnik Metallischer Werkstoffe.- 1. Auflage, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.

AMBOS, E. & BEIER, M. (1984): Nachbehandlung von Gußstücken.- 1. Auflage, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.

BLANK, S. (1996): Auswirkungen von Gießereien auf den Grundwasserleiter unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse in Sachsen.- Diplomarbeit, TU Dresden, Institut für Grundwasserwirtschaft.

INFU-Institut für Umweltschutz, Universität Dortmund (1991): Feststoffuntersuchungsprogramme für Altstandorte der Metallverarbeitung.- Materialien zur Ermittlung und Sanierung von Altlasten, Dortmund.

KÄSTNER, M.; MAHRO, B. & WIENBERG, R. (1993): Biologischer Schadstoffabbau in kontaminierten Böden unter besonderer Berücksichtigung der Polycyclischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe.- Hamburger Berichte Nr. 5, TU Hamburg-Harburg, 1. Auflage, Economica-Verlag, Bonn.

LANDESGEWERBEAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1991): Eisen- Temper-, Stahl- und Nichteisenmetallgießereien.- 1. Auflage, Informationszentrum für betrieblichen Umweltschutz, Stuttgart.

MEIßNER, E. & SCHENKEL, H. (1978): Technologie des Maschinenbaus.- 9. Auflage, VEB Verlag Technik, Berlin.

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1995): Verzeichnis der Anbieter von Leistungen zur Altlastenbehandlung im Freistaat Sachsen, Radebeul.

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1996): Immobilisierung von Schadstoffen in Altlasten. - Materialien zur Altlastenbehandlung, Bd. 1/1996, Radebeul.

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (in Vorbereitung): Probenahme bei der Technischen Erkundung von Altlasten.- Materialien zur Altlastenbehandlung in Sachsen, Radebeul.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995 a): Empfehlungen zur Handhabung von Prüf- und Maßnahmewerten für die Gefährdungsabschätzung in Sachsen.- Materialien zur Altlastenbehandlung in Sachsen, Band 2, Dresden.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995 b): Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Grundwasser.- Handbuch zur Altlastenbehandlung, Teil 3, Dresden.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1995 c): Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Boden.- Handbuch zur Altlastenbehandlung, Teil 4, Dresden.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1997): Verdachtsfallerfassung und formale Erstbewertung.- Handbuch zur Altlastenbehandlung, Teil 2, Dresden.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (1998): Historische Erkundung von altlastenverdächtigen Flächen.- Materialien zur Altlastenbehandlung in Sachsen, Band 4/98, Dresden.

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR UMWELT UND LANDESENTWICKLUNG (in Vorbereitung): Gefährdungsabschätzung, Pfad und Schutzgut Oberflächenwasser.- Handbuch zur Altlastenbehandlung, Teil 5, Dresden.

SCHAD, H. (1996): Prinzip und Vorteile von passiven Systemen zur Grundwassersanierung.- Tagungsband zum Workshop: Passive Systeme zur in-situ-Sanierung von Boden und Grundwasser im Mai 1996, Dresden.

TILCH, W. (1993): Formstoffe und Formverfahren.- Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, Stuttgart.

UNIVERSITÄT DORTMUND (1992): INFU-Gießereien, Dortmund.

VÖRÖS, A. (1982): Gußputzen.- 1. Auflage, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.