



# Merkblatt „Biologische Arbeitsstoffe bei der Bodensanierung“ BGI 583 (ZH 1/186) – Kommentar

Prof. Dipl.-Ing. Univ. R. Scholbeck und Dr. U. Schies, München

## 1 Einleitung

Die Tiefbau-Berufsgenossenschaft hat im Sachgebiet „Mikrobiologie im Tiefbau“ das Merkblatt „Biologische Arbeitsstoffe bei der Bodensanierung“ BGI 583 (ZH 1/186) völlig neu überarbeitet.

Das Merkblatt dient als Hilfe zur Ermittlung und Beurteilung der Gefährdungen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen bei der Bodensanierung sowie zur Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen. Nicht berücksichtigt sind Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen bei anderen Arbeiten in kontaminierten Bereichen, z.B. Rückbau und Arbeiten auf Deponien. Neu hinzugefügt wurde der Problembereich „Milzbrandverdachtsstandorte“.

In diesem Merkblatt sind die Anforderungen der „Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen“ (BioStoffV) berücksichtigt. Diese Verordnung enthält Mindestvorschriften, mit denen das erforderliche Niveau an Sicherheit und Gesundheitsschutz erreicht werden kann. Sie bezieht Gefährdungen durch Allergien und toxische Substanzen der biologischen Arbeitsstoffe mit ein.

Zielgruppe sind Auftraggeber sowie in der Sanierung tätige Firmen, Ingenieurbüros, Koordinatoren, Fachkräfte für Arbeitssicherheit, Behörden, insbesondere Überwachungs- und Genehmigungsbehörden sowie gesetzliche Unfallversicherungsträger.

Das Merkblatt wird als Ausgabe Dezember 1999 herausgegeben und kann unter der Abruf-Nr. 586 bei der Tiefbau-Berufsgenossenschaft, Technischer Aufsichtsdienst, Landsberger Straße 309, 80687 München, bezogen werden.

Im Folgenden sind die wesentlichen Punkte des Merkblattes zusammengefasst dargestellt, wobei ein Schwerpunkt auf den neu hinzugefügten Bereich „Milzbrandverdachtsstandorte“ gelegt wurde.

## 2 Allgemeines

Bodensanierungsmaßnahmen sind i.d.R. als ungezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen entsprechend der BioStoffverordnung einzustufen. Das biologische Gefährdungspotenzial einer Bodensanierungsmaßnahme ist abhängig vom kontaminierten Boden, den eingesetzten biologischen Substraten sowie den Tätigkeiten und der damit verbundenen Exposition. Aus der Kombination dieser Komponenten ergibt sich dann die Gesamtgefährdung.

Für die Ermittlung der Gefahren einer Bodensanierungsmaßnahme sind folgende Schritte zu beachten:

1. Welche Gefahren können von den Gefahrstoffen im Boden (chemisch und biologisch) selbst ausgehen?
2. Welche Gefahr kann in Abhängigkeit von den möglichen Expositionspfaden von den eingesetzten biologischen Arbeitsstoffen ausgehen?
3. Welches Sanierungsverfahren wird ausgewählt und welche Expositionsmöglichkeiten sind dabei zu beachten?

## 2.1 Boden

Im Rahmen der historischen Erkundung ist auch das biologische Gefährdungspotenzial des zu sanierenden Geländes zu erkunden.

Im Boden befindet sich eine Vielzahl von Mikroorganismen. Die meisten sind hygienisch unbedenklich oder besitzen nur ein geringes Gefährdungspotenzial. Eine durch einen Selektionsdruck der chemischen Kontaminationen bedingte Anreicherung obligat-pathogener Mikroorganismen im Boden wurde bisher nicht beobachtet.

Erfahrungsgemäß ist bei Tätigkeiten mit Boden daher nur mit einer Exposition gegenüber biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 und 2 zu rechnen, wobei die biologischen Arbeitsstoffe der Risikogruppe 1 überwiegen und keine besondere Gefährdung zu erwarten ist, also Maßnahmen der Schutzstufe 1 ausreichen.

Humanpathogene Mikroorganismen der Risikogruppe 3 kommen in der Bodenflora Europas üblicherweise nicht vor. Mit Mikroorganismen, die eine Gefährdung für den Menschen darstellen könnten, ist also nur in sehr seltenen Ausnahmefällen zu rechnen, wie etwa auf ehemaligen Standorten von Tierkörperbeseitigungsanlagen oder Standorten der Lederindustrie, die mit *Bacillus anthracis*, dem Erreger des Milzbrandes, kontaminiert sein können.

Bei Arbeiten in diesen Bereich sollte, wie für die Gefährdungsbeurteilung im Diagramm (Abb. 1: Entscheidungsfindung zur Gefährdungsbeurteilung bei Milzbrandverdachtsstandorten, beispielhaft Gerbereistandorte) dargestellt, vorgegangen werden. Besonders relevant ist dabei eine sorgfältige historische Erkundung. Hierfür sind auch Daten der verantwortlichen Behörden, z.B. Landesgesundheitsämter, Veterinärämter oder der Lederindustrie-Berufsgenossenschaft heranzuziehen. War das Einzugsgebiet für die in den entsprechenden Anlagen verwerteten Leder bzw. Felle lediglich lokal und sind in der Vergangenheit keine Milzbranderkrankungen aufgetreten, ist das Risiko als relativ gering einzustufen. Kamen die Felle jedoch aus dem Ausland oder sind z.B. keine Daten mehr verfügbar, sind weitere Untersuchungen durchzuführen. Diese sollten zunächst auf „Schwerpunkte“ (z.B. Wäschereien) beschränkt bleiben [1].

## 2.2 Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen

### 2.2.1 Allgemeines

Für Bodensanierungsmaßnahmen werden oft Substanzen eingesetzt, die biologische Arbeitsstoffe enthalten können. Da diese Substanzen (z.B. Kompost) meist eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Mikroorganismen enthalten, ist für die Gefährdungsbeurteilung eine abschließende Aufzählung aller darin enthaltener Mikroorganismen nicht durchführbar. Weiterhin ist bei einigen Mikroorganismen (z.B. *Aspergillus niger*) die Eingruppierung in Risikogruppen allein nicht ausreichend, da für die Eingruppierung nur das Infektionsgeschehen betrachtet wird. Ein mögliches toxisches oder allergenes Potenzial muss gesondert betrachtet und in der Gefährdungsbeurteilung berücksichtigt werden. Aus diesem Grund erfolgt bei Bodensanierungsmaßnahmen eine weitere Unterteilung in die Medien:

- Prozesswasser,
- Nährlösung,
- Anreicherungskulturen sowie
- feste organische Stoffe.

### 2.2.2 Prozesswasser

Wird im Verlauf der Sanierung Prozesswasser eingesetzt, kann es in diesem zur Anreicherung obligat-pathogener Mikroorganismen (z.B. *Clostridium sp.*), kommen, die der Risikogruppe 2 zuzuordnen sind, d.h. bei Tätigkeiten mit Prozesswasser sind Maßnahmen der Schutzstufe 2 zu treffen.

### 2.2.3 Nährlösungen

Eine Vermehrung von Mikroorganismen in Nährlösungen ist abhängig von folgenden Randbedingungen:

- Art der Nährstoffe (Kohlenstoff-Quelle, anorganische Nährstoffe),
- Konzentration der Nährstoffe,
- Temperatur,
- Herstellung und Lagerung (Behälter offen oder verschlossen, Örtlichkeiten).

So sollte bereits bei der Herstellung der Nährlösungen auf eine möglichst saubere und staubfreie Umgebung geachtet werden. Auch die Nährstoffbehälter sind stets abzudecken, um eine Verunreinigung und damit Verkeimung der Nährlösung so weit wie möglich zu verhindern.

Trotz aller Vorsichtsmaßnahmen sind Nährlösungen nur begrenzt lagerfähig. Ist keine Kühlung möglich, sind Nährlösungen, die leicht verwertbaren Kohlenstoff enthalten, innerhalb von 24 Stunden zu verbrauchen. Nährlösungen, die lediglich anorganische Zusätze enthalten, können bis zu einer Woche aufbewahrt werden. Bei Kühlung auf < 9° C kann sich die Lagerungsdauer bei kohlenstoffhaltigen Nährlösungen ebenfalls auf bis zu einer Woche verlängern. Maßnahmen der Schutzstufe 2 sind erforderlich, wenn z.B. die hier aufgeführten Anforderungen nicht erfüllt werden können.

### 2.2.4 Anreicherungskulturen

Als Anreicherungskulturen werden Präparate definiert, die dem Boden zugesetzt werden, um die Zahl schadstoffumsetzender Mikroorganismen zu erhöhen. Anreicherungskulturen sind Kultursuspensionen sowie getrocknete Mikroorganismen mit oder ohne organisches Trägermaterial. Komposte oder organische Zuschlagstoffe, denen zur Anreicherung von schadstoffumsetzenden Mikroorganismen Schadstoffe zugesetzt worden sind, gelten ebenfalls als Anreicherungskulturen, wie auch Abläufe aus Kläranlagen und Klärschlämme. Diese Anreicherungskulturen enthalten Mikroorganismen in sehr hohen Konzentrationen.

Prozesswasser sowie Enzympräparate, die zur Beschleunigung des Schadstoffumsatzes eingesetzt werden, sind hinsichtlich des Arbeitsschutzes den Anreicherungskulturen gleichzusetzen.

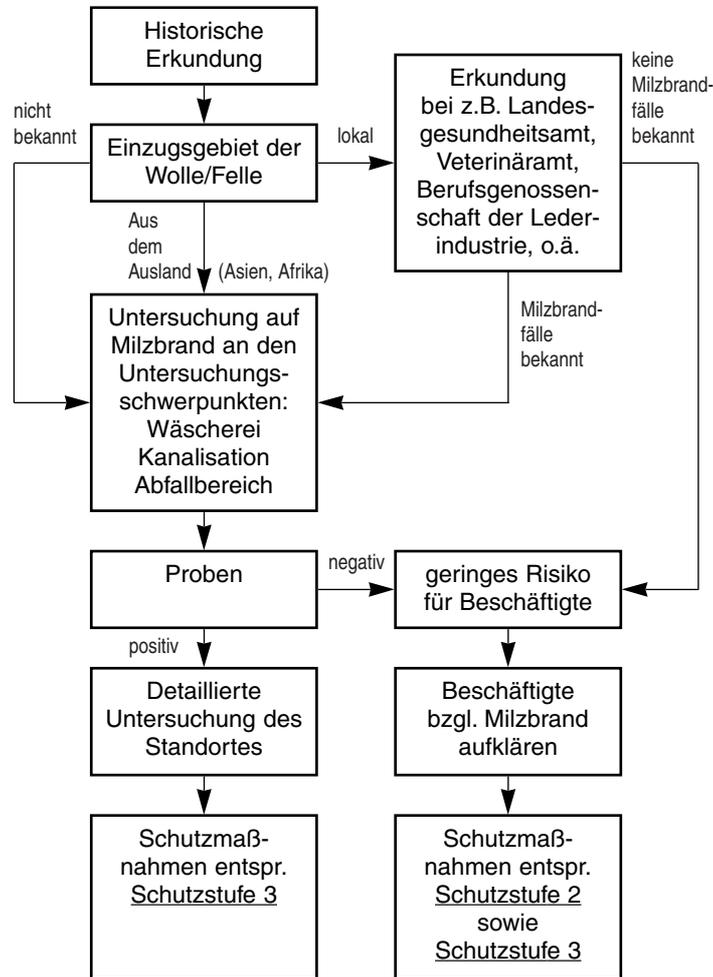


Abb. 1: Entscheidungsfindung zur Gefährdungsbeurteilung bei Milzbrandverdachtsstandorten, beispielhaft Gerbereistandorte

Maßnahmen der Schutzstufe 2 sind hier z.B. einzuhalten, wenn undefinierte Anreicherungskulturen bzw. Enzympräparate eingesetzt werden.

### 2.2.5 Feste organische Zuschlagstoffe

Die Herstellung organischer Zuschlagstoffe als Strukturverbesserer entspricht im Prinzip der Grünschnittkompostierung. Die dabei anfallenden Arbeiten sind mit einer ähnlichen Exposition der Arbeitnehmer gegenüber Mikroorganismen vergleichbar. Etwas anders erfolgt die Herstellung von Substraten als Träger von Nährstoffen und immobilisierten Mikroorganismen. Hier ist die Herkunft der Ausgangsstoffe, wie Frischkompost aus Kompostwerken, Klärschlamm, Gülle und andere organische Abfallstoffe zur Beurteilung der hygienischen Situation wesentlich, ebenso wie die Prozessführung, ebenso wie die Prozessführung der Kompostierung sind maßgeblich für die Zusammensetzung der Mikroorganismenflora. Bei Reststoffen, die Küchenabfälle, Klärschlamm, Gülle oder andere organische Ausgangsstoffe vergleichbarer Herkunft enthalten, muss mit der vermehrten Anwesenheit pathogener Keime gerechnet werden. Eine ausreichende Hygienisierung erfolgt nur bei hohen Temperaturen, die über einen längeren Zeitraum aufrechterhalten werden (> 55° C für 3 Wochen, > 65° C für 1 Woche), sowie durch biochemische Prozesse im Verlauf der Rotte.

Beim Umgang mit festen organischen Zuschlagstoffen muss unabhängig von der Herkunft des Materials immer mit einer erhöhten Sporenkonzentration in der Luft gerechnet werden. Diese können auch nach dem eigentlichen Mischvorgang auftreten, besonders bei einer nachträglichen Bearbeitung der Mieten.

Beim Umgang mit festen organischen Zuschlagstoffen muss unabhängig von der Herkunft des Materials immer mit einer erhöhten Sporenkonzentration in der Luft gerechnet werden. Diese können auch nach dem eigentlichen Mischvorgang auftreten, besonders bei einer nachträglichen Bearbeitung der Mieten.

## 3 Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 1

Allgemeine Hygienemaßnahmen für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen, die der Schutzstufe 1 zuzuordnen sind, sind in den Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 500 „Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen“ festgelegt. Auf Grund des Gefährdungspotenzials der im zu sanierenden Boden enthaltenen Gefahrstoffe sind bei der Bodensanierung grundsätzlich weitergehende Schutzmaßnahmen anzuwenden, als auf Grund der mikrobiologischen Gefährdung erforderlich sind.

Diese Arbeitsschutzmaßnahmen für Arbeiten in kontaminierten Bereichen sind in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) 524 „Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen“ sowie in den „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen“ (BGR 128) der Tiefbau-Berufsgenossenschaft festgelegt.

## 4 Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 2

### 4.1 Allgemeines

Zusätzlich zu den Maßnahmen der Schutzstufe 1 sind bei Schutzstufe 2 die entsprechenden Arbeitsbereiche unter Verwendung eines Symbols für Biogefährdung zu kennzeichnen.

Sind bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen Maßnahmen der Schutzstufe 2 oder 3 zu treffen, so hat der Unternehmer einen Fach- bzw. Sachkundigen zu bestellen, der besondere Kenntnisse und Erfahrungen in sicherheitsrelevanten Fragen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen hat.

### 4.2 Betriebsanweisung

Bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen ab der Schutzstufe 2 hat der Unternehmer den Inhalt der im Betrieb anzuwendenden Arbeitsschutz- und Unfallverhütungsvorschriften in einer Betriebsanweisung aufzuführen und sie an geeigneter Stelle im Arbeitsbereich bekannt zu machen. Bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen empfiehlt es sich, eine gemeinsame Betriebsanweisung für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen sowie für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen zu erstellen. Zu beachten ist die Wirkung der biologischen Arbeitsstoffe auf die Beschäftigten, die notwendigen Schutzmaßnahmen sowie die Reinigung, ggf. Desinfektion und Entsorgung von biologischen Arbeitsstoffen. In dieser Betriebsanweisung sollten auch Hygienemaßnahmen, die beim Essen, Trinken, Rauchen, Schnupfen und dem Toilettengang zu beachten sind, aufgeführt werden. Zur Vermeidung von Rechtsnachteilen ist jeder Unternehmer gut beraten, sich vor dem Einsatz betriebsfremder Personen (z.B. Mitarbeiter von Fremdfirmen, Reinigungspersonal) davon zu überzeugen, dass auch für diese Personen keine gesundheitlichen Risiken bestehen.

### 4.3 Hygienemaßnahmen

Bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen, die der Schutzstufe 2 zuzuordnen sind, sind die Hygienemaßnahmen der Schutzstufe 1 zu erweitern. Dies beinhaltet insbesondere die Schwarz/Weiß-Trennung sowie den Hautschutz.

Kontaminierte Hautareale sind mit Wasser und Seife gründlich zu reinigen. Fingernägel sind zur Verringerung der Keimansiedlung kurz zu schneiden. Vor jeder Mahlzeit sind die Hände mit Wasser und Seife zu reinigen. Für die Reinigung sind zusätzlich Nagelbürsten zu verwenden.

Personal mit Hautverletzungen darf, mit Ausnahme kleinerer Hautverletzungen, im Schwarz-Bereich nicht eingesetzt werden. Kleinere Hautverletzungen sind zu desinfizieren und mit einem dicht schließenden Verband zu schützen.

### 4.4 Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 2 in Abhängigkeit von den Expositionspfaden

Abhängig von den möglichen Expositionspfaden sind weitere Schutzmaßnahmen zu beachten. Diese sind im Merkblatt näher erläutert.

## 5 Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 3 bei Verdacht auf Milzbranderreger (*Bacillus anthracis*)

Ist auf Grund der Ermittlung der Gefahren mit dem Vorhandensein von Milzbrandergern zu rechnen, sind folgende Schutzmaßnahmen zu treffen:

### 5.1 Allgemeines

Bei begründetem Verdacht auf das Vorhandensein des Milzbranderrers (vgl. Entscheidungsdiagramm, Abb. 1), muss das zu bearbeitende Areal zunächst an den Schwerpunkten beprobt werden. Kann der Milzbranderreger nicht nachgewiesen werden, ist lediglich Abschnitt 5.2 zu beachten, wobei von einer Immuni-

sierung der betreffenden Personen abgesehen werden kann. Wird der Milzbranderreger nachgewiesen, ist der entsprechende Bereich als „milzbrandgefährdend“ einzustufen und weitere Analysen sind zu veranlassen. Bei Arbeiten in milzbrandgefährdeten Bereichen sind folgende Schutzmaßnahmen anzuwenden [1].

### 5.2 Organisatorische Maßnahmen

#### 5.2.1 Arbeitsmedizinische Vorsorge und Betreuung

Die Eintrittspforte für Milzbrandsporen ist am häufigsten die verletzte Haut. Schwerpunktmäßig ist deshalb im Beratungsgespräch auf den Hautschutz und die Vermeidung von Hautverletzungen einzugehen. Durch Einatmen von Milzbrandsporen sowie durch Aufnahme in den Magen-Darm-Trakt (Hygienefehler) können auch die selteneren schwereren Verlaufsformen, nämlich Lungenmilzbrand und Darmmilzbrand auftreten.

In Absprache mit dem zuständigen Arbeitsmediziner sollten Personen, die besonders gefährdet sind, immunisiert werden.

Die Vorsorgeuntersuchung ist nach dem arbeitsmedizinischen Grundsatz 42.23 „Tätigkeiten mit Infektionsgefahr“ des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaft (Milzbrand) durchzuführen.

#### 5.2.2 Unterweisung

Die Beschäftigten müssen besonders auf die Milzbrandproblematik hingewiesen werden. Beim geringsten Infektionsverdacht ist sofort ein Krankenhaus aufzusuchen.

Auf die Milzbrandproblematik (Infektionsweg, Anzeichen der Erkrankung) ist mit einem gesonderten Aushang in der Arbeitsstätte hinzuweisen.

Milzbrand ist in Europa eine seltene Erkrankung. So kann es zu einer verspäteten Diagnose und somit Behandlung kommen.

**Anzeige  
Wegener**

Daher müssen die zuständigen Krankenhäuser und Ärzte rechtzeitig auf diese Problematik hingewiesen werden.

Der Unternehmer (Auftragnehmer) hat entsprechend den Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Arbeiten in kontaminierten Bereichen (BGR 128) dafür zu sorgen, dass Versicherte einen Notfallausweis bei sich tragen. Im Notfallausweis ist auf eine mögliche Exposition gegenüber Milzbrand-erregern hinzuweisen.

Die Versicherten haben den Notfallausweis auch außerhalb der Arbeitszeit bis einschließlich eine Woche nach den Baumaßnahmen bei sich zu tragen (Inkubationszeit 1–3 Tage).

### 5.2.3 Essen, Trinken, Rauchen

Zur Vermeidung der oralen inhalativen Aufnahme des Krankheitserregers, ist Essen, Trinken, Rauchen und Schnupfen im kontaminierten Bereich strikt untersagt. Gesicht, Hände und Arme sind vor dem Essen, Trinken, Rauchen und vor Arbeitschluss sorgfältig zu reinigen.

### 5.3 Technische Schutzmaßnahmen

Hautkontakt sowie orale bzw. inhalative Aufnahme des Milzbrand-erregers sind durch technische und persönliche Schutzmaßnahmen zu vermeiden. Im Einzelnen bedeutet dies:

- Staubaufwirbelungen sind zu vermeiden.
- Die Schwarz-Weiß-Trennung ist strikt einzuhalten.
- Schutzanzüge sowie Handschutz sind nach Gebrauch im Schwarz-Bereich der S/W-Anlage in staubdichte, autoklavierbare Behälter zu füllen und sicher zu entsorgen. Eine Abtötung der Erreger kann durch Hitzesterilisation (autoklavieren) der Behälter erfolgen. Dies muss von einer Fachfirma durchgeführt werden.

**Anzeige  
Hamburger Heber**

- Im kontaminierten Bereich eingesetzte Geräte sind vor Verlassen des Schwarz-Bereiches zu desinfizieren.

## 5.4 Persönliche Schutzmaßnahmen

### 5.4.1 Hautschutz

Auf gefährdete Körperteile (z.B. Unterarme, Hals) ist Hautschutzmittel aufzutragen. Kleinere Hautverletzungen sind zu desinfizieren und mit einem dicht schließenden Verband zu schützen.

Die Reinigung möglicherweise kontaminierter Hautstellen ist problematisch, da die Anwendung von Formaldehyd oder Phenoxycarbonsäure (Desinfizierende Wirkung auf Milzbrandsporen) in den hier benötigten Konzentrationen aus gesundheitlichen Gründen nicht möglich ist. Eine Behandlung mit Seife und alkoholischer Lösung oder medizinischen Handwaschmitteln ist vor allem wegen der schmutzlösenden Wirkung sinnvoll, führt aber nicht zur Abtötung. Das Waschwasser muss aufgefangen und dekontaminiert werden.

### 5.4.2 Schutzkleidung

Als Schutz vor Milzbrandsporen ist ein imprägnierter Einwegschutzanzug zu tragen. Bei starker Beanspruchung des Schutzanzuges sind zwei Anzüge übereinander zu verwenden, damit kein Erreger durch evtl. vorhandene Verschleißstellen an die Haut oder textile Unterkleidung gelangen kann. Die Kapuze ist aufzusetzen. U.U. ist wasserdichte Einwegschutzkleidung zu verwenden.

### 5.4.3 Handschutz

Als Schutz vor Milzbrandsporen sind mindestens 2 Schutzhandschuhe übereinander zu tragen. Dies sind z.B. Latexhandschuhe auf der Haut und darüber robuste Gummi- oder Lederhandschuhe oder z.B. für Schreibtätigkeiten leichte Vinylhandschuhe.

### 5.4.4 Atemschutz

Als Atemschutz ist eine P3-Atemschutzmaske zu verwenden. Bei Staubentwicklung sind Vollschutzmasken mit P3-Filter einzusetzen.

## 6 Anhang

Im Anhang 1 des Merkblattes wird eine Übersicht über einzelne Sanierungsverfahren aufgezeigt. Weiterhin wird in Anhang 2 eine Aufzählung von biologischen Arbeitsstoffen (Bakterien und Pilzen) aufgeführt, die für Bodensanierungsmaßnahmen relevant sein können. Begriffe aus dem Bereich der Bodensanierung sowie der Mikrobiologie werden im Glossar (Anhang 3) näher erläutert.

## 7 Literatur

- [1] „Leitfaden zur Erkundung ehemaliger Gerbereistandorte“  
BMBF – Forschungsvorhaben: Modellhafte Gefährdungsabschätzung ehemaliger Gerbereistandorte unter besonderer Berücksichtigung der einzelnen Produktionsverfahren. Projektträger: Umweltbundesamt. Förderkennzeichen 1460789. Federführung: Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein. Projektleitung: Dr. Ulrike Stroh-Neben.

Autoren:  
Prof. Dipl.-Ing. R. Scholbeck, Leiter des Geschäftsbereiches Prävention der Tiefbau-Berufsgenossenschaft  
Dr. U. Schies, Obfrau des Sachgebietes „Mikrobiologie im Tiefbau“ des Fachausschusses Tiefbau