

# Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen im Unterricht



**Herausgeber**

Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung (DGUV)  
Mittelstraße 51, 10117 Berlin  
[www.dguv.de](http://www.dguv.de)

Medienproduktion am Standort München:  
Fockensteinstraße 1, 81539 München  
<http://regelwerk.unfallkassen.de>

Erarbeitet von der Fachgruppe  
„Bildungswesen“ der DGUV.

Ausgabe Juni 2008

Bestell-Nr. GUV-SR 2006, zu beziehen vom zuständigen  
Unfallversicherungsträger, siehe vorletzte Umschlagseite.



# **Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen im Unterricht**

# Inhalt

|  | Seite |
|--|-------|
| <b>Vorbemerkung</b> .....  | 5     |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....   | 5     |
| <b>2 Begriffsbestimmungen</b> .....  | 6     |
| <b>3 Pflichten der Schulleiter und Lehrkräfte</b> .....  | 8     |
| <b>4 Gefährdungsbeurteilung</b> .....  | 8     |
| 4.1 Allgemeine Grundsätze .....  | 8     |
| 4.2 Gefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe und Aufnahmewege .....  | 8     |
| 4.3 Ermitteln der Gefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe, Informationsbeschaffung .....                    | 10    |
| <b>5 Schutzmaßnahmen</b> .....   | 12    |
| 5.1 Allgemeine Grundsätze .....  | 12    |
| 5.2 Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 1 .....  | 12    |
| 5.3 Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 2 .....  | 14    |
| <b>Anhang</b>  |       |
| Anhang I: Ablauf einer Gefährdungsbeurteilung nach BioStoffV .....   | 16    |
| Anhang II: Praktische Beispiele einer Gefährdungsbeurteilung bei gezielten und nicht gezielten Tätigkeiten ..... | 17    |
| Anhang III: Sammlung praktischer Versuche mit biologischen Arbeitsstoffen im Unterricht .....                    | 21    |
| Anhang IV: Musterbetriebsanweisungen .....   | 25    |
| Anhang V: Häufig gestellte Fragen (FAQs) .....   | 30    |
| Anhang VI: Hilfreiche Internetadressen .....   | 33    |
| Anhang VII: Schülerlabore – Praktische Versuche mit biologischen Arbeitsstoffen .....                            | 34    |
| AnhangVIII: Literaturangaben .....   | 36    |

# Vorbemerkung

An allgemeinbildenden Schulen und in den einschlägigen Ausbildungsgängen von beruflichen Schulen wird insbesondere im Biologieunterricht im Rahmen von praktischen Übungen und Experimenten mit biologischen Stoffen gearbeitet.

Biologische Arbeitsstoffe können beim Menschen Infektionen, sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorrufen.

Die Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung – BioStoffV) vom 27. Januar 1999, durch die entsprechende EG-Richtlinien in nationales Recht umgesetzt wurden, gilt auch für Lehrkräfte und sonstige Beschäftigte in Schulen sowie für Schüler.

Mit der Biostoffverordnung sind u.a. Mikroorganismen (Bakterien, Pilze und Viren) sowie Zellkulturen pflanzlicher und tierischer Herkunft unter dem Begriff „Biologische Arbeitsstoffe“ zum Gegenstand von Arbeitsschutzvorschriften geworden.

Zur Konkretisierung der BioStoffV für den Schulbereich wurden die „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen im Unterricht“ erarbeitet, im Folgenden nur „Regeln“ genannt. Ziel dieser Regeln ist es, den Schulen Empfehlungen an die Hand zu geben, welche der Schulleitung und den Lehrkräften sowie dem Sachkostenträger eine bedarfs- und praxisgerechte Umsetzung der Biostoffverordnung, des Gentechnikgesetzes und der Gentechnik-Sicherheitsverordnung unter besonderer Berücksichtigung der schulischen Belange ermöglichen. Praktische Beispiele sollen helfen, den Ablauf einer Gefährdungsbeurteilung verständlich zu machen.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde bei den Aussagen, die für Schulleiterinnen und Schulleiter, Lehrerinnen und Lehrer sowie für Schülerinnen und Schüler gemeinsam gelten, die funktionale Bezeichnung gewählt.

# 1 Anwendungsbereich

Die „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen im Unterricht“ (GUV-SR 2006) finden Anwendung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen im Unterricht an allgemeinbildenden Schulen einschließlich der gymnasialen Oberstufe sowie für vergleichbare Fächer an beruflichen Schulen im dualen System.

Ziel dieser Regeln ist es, Empfehlungen zum Schutz der Schüler sowie der Lehrkräfte vor Gefährdungen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen wie der Durchführung von Experimenten im Unterricht zu geben.

Diese Regel gilt nicht für Schülerbetriebspraktika und Schulen in Vollzeitform der biologischen, chemischen, medizinischen und pharmazeutischen Berufe sowie für vergleichbare Berufsbildungsgänge. Weiterhin gilt diese Regel nicht für Universitäts- und andere Hochschuleinrichtungen.



## 2 Begriffsbestimmungen

### 2.1 Biologische Arbeitsstoffe

Nach § 2 (1) BioStoffV sind biologische Arbeitsstoffe Mikroorganismen, einschließlich gentechnisch veränderter Mikroorganismen, Zellkulturen und humanpathogene Endoparasiten, die beim Menschen Infektionen, sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorrufen können. Ein biologischer Arbeitsstoff ist auch ein mit transmissibler, spongiformer Enzephalopathie assoziiertes Agens (Prionen z.B. BSE), das beim Menschen eine Infektion oder eine übertragbare Krankheit verursachen kann.

**Erläuterung:** Unter dem Begriff der humanpathogenen Endoparasiten werden mikroskopisch kleine tierische Einzeller (Protozoen) und zum Teil makroskopische Organismen, wie Würmer (z.B. Cestoda – Bandwürmer, Nematoda – Fadenwürmer, Trematoda – Saugwürmer) zusammengefasst, die in bestimmten Entwicklungsstadien im menschlichen Körper (Darm, Gewebe, Blut) schmarotzen.

### 2.2 Risikogruppe

Nach § 3 BioStoffV werden biologische Arbeitsstoffe in Abhängigkeit des von ihnen ausgehenden Infektionsrisikos in vier Risikogruppen eingeteilt.

**Tabelle:** Risikogruppen nach § 3 BioStoffV

| Risikogruppe (RG)  | Erkrankung  | Verbreitung in der Bevölkerung | Vorbeugung oder Behandlung  |
|--|---|--------------------------------|-----------------------------|
| <b>RG 1</b><br>z.B. <i>Escherichia coli</i> K12,<br><i>Penicillium citrinum</i> ,<br><i>Saccharomyces cerevisiae</i> | unwahrscheinlich  | ohne Bedeutung                 | nicht erforderlich          |
| <b>RG 2</b><br>z.B. <i>Candida albicans</i> ,<br><i>Aspergillus fumigatus</i> ,<br><i>Salmonella typhimurium</i>     | möglich,<br>Gefahr für Beschäftigte<br>kann bestehen                          | unwahrscheinlich               | normalerweise möglich       |
| <b>RG 3</b><br>z.B. <i>Mycobacterium tuberculosis</i> ,<br>HIV (RG 3**)  | schwere Krankheit möglich,<br>ernste Gefahr für Beschäftigte<br>kann bestehen | Gefahr kann bestehen           | normalerweise möglich       |
| <b>RG 4</b><br>z.B. Ebola- und Lassa-Virus   | schwere Krankheit,<br>ernste Gefahr für Beschäftigte                          | Gefahr ist groß                | normalerweise nicht möglich |

(\*\*) Einige biologische Arbeitsstoffe werden in der Risikogruppe 3 mit zwei Sternchen versehen, wenn eine Infektion normalerweise nicht über den Luftweg erfolgen kann. Das Infektionsrisiko ist in diesen Fällen begrenzt. Die Einstufung erfolgt in Technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA).

### 2.3 Tätigkeiten

Im Sinne der BioStoffV sind Tätigkeiten das Herstellen und Verwenden von biologischen Arbeitsstoffen, insbesondere das Isolieren, Erzeugen und Vermehren, das Aufschließen, das Ge- und Verbrauchen, das Be- und Verarbeiten, Ab- und Umfüllen, Mischen und Abtrennen sowie das innerschulische Befördern, das Lagern einschließlich Aufbewahren, das Inaktivieren und Entsorgen.

Für die Schule bedeutet dies, dass es sich bei der Durchführung von Experimenten mit Mikroorganismen um Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen gemäß BioStoffV handelt. Bei Experimenten mit menschlichen, tierischen oder pflanzlichen Probenmaterialien sowie mit Umweltproben können biologische Arbeitsstoffe ebenfalls eine Rolle spielen, so dass auch in diesen Fällen die BioStoffV zur Anwendung kommt.

Tätigkeiten nach der BioStoffV liegen nicht vor, wenn Lehrkraft und Schüler biologischen Einwirkungen über die Raumluft ausgesetzt sind, die in keinem Zusammenhang mit den Experimenten stehen. In derartigen Fällen ist die Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV) heranzuziehen.

## 2.4 Gezielte Tätigkeiten

Nach § 2 (5) BioStoffV liegen gezielte Tätigkeiten vor, wenn

- a) biologische Arbeitsstoffe mindestens der Spezies nach bekannt sind,
  - b) die Tätigkeiten auf einen oder mehrere biologische Arbeitsstoffe unmittelbar ausgerichtet sind und
  - c) die Exposition der Beschäftigten im Normalbetrieb hinreichend bekannt oder abschätzbar ist.
- b) der Wiedereinführung der gesamten oder eines Teils der Nukleinsäuresequenz (oder eines synthetischen Äquivalents) in Zellen derselben Art oder in Zellen phylogenetisch eng verwandter Arten, die genetisches Material durch natürliche physiologische Prozesse austauschen können, und
  - c) einer eventuell vorausgehenden enzymatischen oder mechanischen Behandlung. Zur Selbstklonierung kann auch die Anwendung von rekombinanten Vektoren zählen, wenn sie über lange Zeit sicher in diesem Organismus angewandt wurden.

## 2.5 Nicht gezielte Tätigkeiten

Nicht gezielte Tätigkeiten liegen vor, wenn mindestens eine der Voraussetzungen nach Abschnitt 2.4 a, b oder c nicht gegeben ist, das heißt z.B. der biologische Arbeitsstoff der Spezies nach nicht bekannt oder die Exposition für Schüler und Lehrkräfte nicht hinreichend abschätzbar ist.

## 2.6 Gentechnische Arbeiten im Sinne des Gentechnikgesetzes

Bei gentechnischen Arbeiten im Sinne des Gentechnikgesetzes handelt es sich um die Erzeugung, Verwendung, Vermehrung, Lagerung, Zerstörung oder Entsorgung sowie den innerschulischen Transport gentechnisch veränderter Organismen.

## 2.7 Gentechnisch veränderter Organismus

Ein Organismus, dessen genetisches Material in einer Weise verändert worden ist, wie sie unter natürlichen Bedingungen durch Kreuzen oder natürliche Rekombination nicht vorkommt, wird als gentechnisch veränderter Organismus bezeichnet.

## 2.8 Genetische Experimente

An Schulen werden insbesondere Versuche durchgeführt, die nicht als Verfahren der Veränderung genetischen Materials gelten und damit nicht unter das Gentechnikrecht fallen. Diese werden in dieser Regel als genetische Experimente bezeichnet.

Dazu zählen z.B.:

- natürliche Prozesse wie Transformation,
- Mutagenese,
- Selbstklonierung nicht pathogener, natürlich vorkommender Organismen, bestehend aus
  - a) der Entnahme von Nukleinsäuresequenzen aus Zellen eines Organismus,

## 2.9 Schutzstufe

Die Schutzstufe umfasst die baulichen, technischen, organisatorischen und persönlichen Schutzmaßnahmen, die für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen entsprechend ihrer Gefährdung zum Schutz der Schüler und Lehrkräfte festgelegt oder empfohlen sind.

## 2.10 Kontamination

Kontamination ist die über die gesundheitlich unbedenkliche Grundbelastung hinausgehende Belastung des Arbeitsplatzes mit biologischen Arbeitsstoffen.

## 2.11 Sterilisation

Nach TRBA 100 ist Sterilisation die Abtötung bzw. Inaktivierung sämtlicher biologischen Arbeitsstoffe einschließlich deren Ruhestadien durch physikalische und/oder chemische Verfahren. Durch Sterilisation werden also z.B. Gegenstände, Einrichtungen, Stoffe keimfrei gemacht.



### 3 Pflichten der Schulleiter und Lehrkräfte

Der Arbeitgeber – vor Ort vertreten durch den Schulleiter – ist dafür verantwortlich, dass

- die Gefährdungsbeurteilung nach § 8 der BioStoffV durchgeführt und dokumentiert wird,
- die erforderlichen Schutz- und Hygienemaßnahmen getroffen werden,
- die Betriebsanweisung erstellt wird sowie
- die Unterweisung von Schülern, Lehrkräften und sonstigen Beschäftigten (z.B. Reinigungspersonal, Hausmeister) erfolgt.

Für ihn besteht die Möglichkeit bestimmte Aufgaben, die sich aus dieser Verantwortung ergeben, auf die Lehrkräfte schriftlich zu übertragen, die in ihrem Bereich eigenverantwortlich tätig werden. Die Aufgabenübertragung entbindet den Schulleiter jedoch nicht von seiner Aufsichts- und Organisationsverantwortung, die nach Landesrecht geregelt ist.

Für die Tätigkeit mit biologischen Arbeitsstoffen bei der Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung des Unterrichts ist die Lehrkraft verantwortlich.

Entsprechend den Zuständigkeitsregelungen im Schulwesen tragen die Schulsachkostenträger Verantwortung für Bau und Ausstattung der Schulen sowie Ver- und Entsorgung mit bzw. von Verbrauchsmaterialien.



### 4 Gefährdungsbeurteilung

#### 4.1 Allgemeine Grundsätze

In einer Gefährdungsbeurteilung gemäß § 5 Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) sind alle Arten von Gefährdungen zu berücksichtigen. Hierzu zählen auch solche, die im Zusammenhang mit biologischen Arbeitsstoffen nach §§ 5 bis 8 BioStoffV stehen.

In dieser Regel liegt der Schwerpunkt auf der Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe.

Die Gefährdungsbeurteilung ist grundsätzlich vor Aufnahme der Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (z.B. Anzucht von Kulturen, Mikroskopieren) durchzuführen. Das heißt, dass diese im Rahmen der Versuchsvorbereitung erstellt werden muss.

Sie ist bei maßgeblichen Veränderungen zu aktualisieren. Dies bedingt nicht zwangsläufig, dass vor jedem Unterricht Gefährdungsbeurteilungen erstellt werden müssen, soweit für Standardversuche bereits entsprechende Dokumente für Gefährdungsbeurteilungen vorliegen.

Das Schema auf der nächsten Seite zeigt die einzelnen Schritte einer Gefährdungsbeurteilung.

Bei der Gefährdungsbeurteilung ist zu berücksichtigen, dass besondere Personengruppen (z.B. Schüler mit verminderter Immunabwehr, Schwangere) besondere Maßnahmen erfordern.

Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung ist nach § 6 ArbSchG in Verbindung mit § 8 BioStoffV zu dokumentieren.

#### 4.2 Gefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe und Aufnahmewege

Biologische Arbeitsstoffe, die in den menschlichen Körper eindringen sind, lösen je nach Aufnahmeweg, Dosis und Immunlage unterschiedliche Reaktionen im menschlichen Körper aus.

In der Regel setzt das Eindringen einer körperfremden Substanz (Antigen), hier eines biologischen Arbeitsstoffes, einen Abwehrmechanismus in Gang, der darauf abzielt, das Antigen unschädlich zu machen.

Von biologischen Arbeitsstoffen können verschiedene Gefährdungen ausgehen:

- infektiöse Wirkungen,
- toxische Wirkungen,
- sensibilisierende Wirkungen.

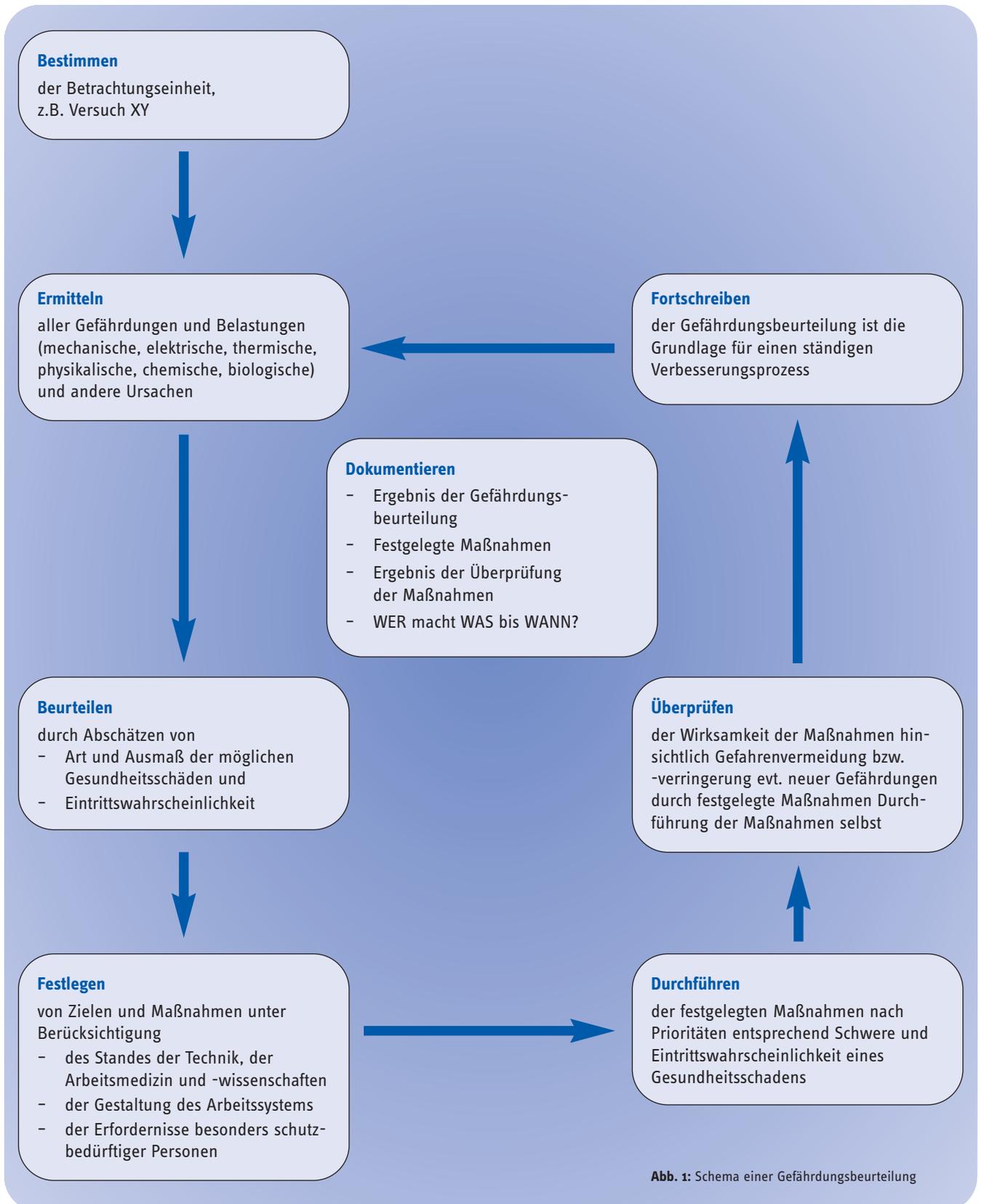


Abb. 1: Schema einer Gefährdungsbeurteilung

Unter **infektiösen Wirkungen** sind die Infektionen zu verstehen, die mit klinischen Symptomen einhergehen und somit eine Erkrankung unterschiedlicher Ausprägung hervorrufen. Bakterien, Viren, Pilze, Prionen und Parasiten können Auslöser einer Infektionserkrankung sein. Die Grundlage für die Einteilung der biologischen Arbeitsstoffe in Risikogruppen gemäß BioStoffV stellt alleinig das Infektionspotenzial dar. Die Zuordnung der biologischen Arbeitsstoffe ist in Technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA) nachzulesen.

Die **toxischen Wirkungen** werden durch giftige Stoffe induziert, die biologischen Arbeitsstoffen entstammen. Man kann zwischen Endotoxinen und Exotoxinen unterscheiden. Exotoxine sind giftige Stoffe, die von Mikroorganismen produziert und ausgeschieden werden; dazu zählt z.B. das Botulinus-Toxin. Bei Endotoxinen handelt es sich um zelluläre Substanzen, wie z.B. Membranbestandteile gram-negativer Bakterien, die erst dann freigesetzt werden, wenn sich die Zelle auflöst.

Die **sensibilisierenden Wirkungen** werden durch Allergene verursacht. Unter einem Allergen wird eine körperfremde, exogene Substanz verstanden, die eine Überempfindlichkeitsreaktion beim Menschen, eine allergische Reaktion, auslösen kann. Unter Sensibilisierung wird die Verstärkung der Empfindlichkeit des Immunsystems gegenüber einem Allergen verstanden. Weitere Hinweise können dem Beschluss 606 des Ausschusses für biologische Arbeitsstoffe (ABAS) entnommen werden.

Die Gefährdungen müssen einzeln betrachtet werden. Sensibilisierende und toxische Wirkungen können auch von biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 ausgehen.

Bevor biologische Arbeitsstoffe eine Gefährdung für den Menschen darstellen können, muss der biologische Arbeitsstoff zunächst einmal in den menschlichen Körper gelangen.

Dafür stehen Mikroorganismen, Parasiten usw. verschiedene Eintrittspforten und Übertragungswege zur Verfügung. Folgende Aufnahmewege sind bei der Durchführung von Schülerexperimenten von Bedeutung:

- **Aerogen**  
(über die Luft, z.B. durch Tröpfcheninfektion)/Inhalation
- **Oral**  
(durch Verschlucken, z.B. Aufnahme durch die Nahrung)/Ingestion
- **Perkutan**  
(durch verletzte oder unverletzte Haut oder Schleimhaut, z.B. Stich- oder Schnittverletzung, Biss oder Stich von Überträgern, wie Fuchs, Zecken, Insekten).

Ist ein Mikroorganismus in einen Wirtsorganismus eingedrungen und vermehrt sich dort, spricht man generell von einer Infektion.

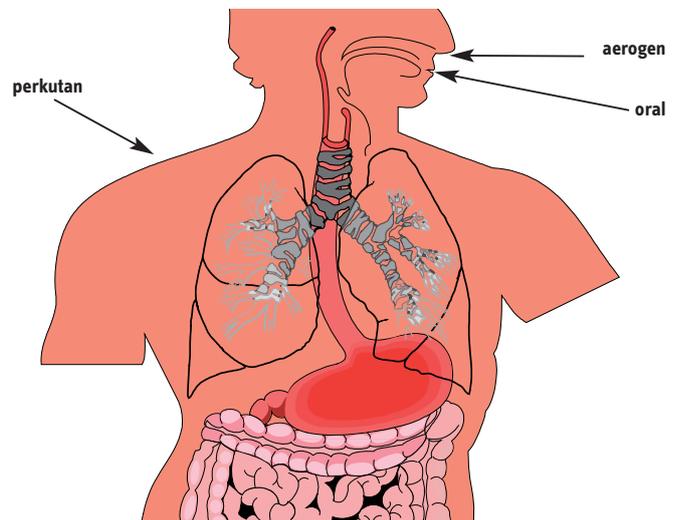


Abb. 2: Aufnahmewege

Die Aufnahme- bzw. Übertragungswege spielen bei der Gefährdungsbeurteilung und Auswahl der Schutzmaßnahmen eine wichtige Rolle.

#### 4.3 Ermitteln der Gefährdungen durch biologische Arbeitsstoffe, Informationsbeschaffung

Entscheidend für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung ist die Informationsbeschaffung, um ausreichend Kenntnisse über die verwendeten biologischen Arbeitsstoffe, die Arbeitsabläufe und die mögliche Exposition zu erhalten.

Ein Ausgangspunkt bei der Informationsbeschaffung ist die Feststellung der Identität des biologischen Arbeitsstoffes. Die Einstufung der biologischen Arbeitsstoffe in Risikogruppen kann mit Hilfe der TRBA 460 (Pilze), 462 (Viren), 464 (Parasiten), 466 (Bakterien) ermittelt werden. Die Risikogruppe bezieht sich ausschließlich auf das Infektionspotenzial, daher müssen zusätzlich mögliche sensibilisierende und toxische Wirkungen berücksichtigt werden.

Beispielsweise können sensibilisierende und toxische Wirkungen durch Schimmelpilze der Risikogruppe 1 nicht ausgeschlossen werden.

Zudem muss der Fachlehrer weitere Informationen über Übertragungswege der Mikroorganismen, Arbeitsabläufe und damit freiwerdende biologische Arbeitsstoffe und mögliche Aufnahmepfade zusammentragen.

Für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen im Anwendungsbereich der BioStoffV wird zwischen gezielten und nicht gezielten

Tätigkeiten unterschieden. Für beide Tätigkeiten muss eine Gefährdungsbeurteilung erstellt werden.

### Gezielte Tätigkeiten:

Bei gezielten Tätigkeiten nach BioStoffV ist eine Zuordnung zu einer Risikogruppe einfach, da der verwendete biologische Arbeitsstoff der Spezies nach bekannt ist. Jeder eingesetzte biologische Arbeitsstoff ist dabei einzeln zu betrachten. Daran schließt sich die Zuordnung der Tätigkeiten zu der adäquaten Schutzstufe an, wobei sich die Schutzstufe nach dem biologischen Arbeitsstoff mit dem höchsten Gefährdungspotenzial richtet. An die festgelegte Schutzstufe sind bestimmte Schutzmaßnahmen geknüpft.

#### Bedingungen für gezielte Tätigkeiten:

1. Der biologische Arbeitsstoff ist mindestens der Spezies nach bekannt,
2. die Tätigkeit ist unmittelbar auf den biologischen Arbeitsstoff ausgerichtet und
3. die Exposition ist abschätzbar.

Gezielte Versuche mit biologischen Arbeitsstoffen im Schulbereich sind z.B. die alkoholische Gärung oder die Milchsäuregärung.

Zu den gezielten Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen zählen auch **genetische Experimente**.

### Genetische Experimente

Die sogenannte Selbstklonierung nicht pathogener Organismen ist eine Anwendung gentechnischer Methoden, welche nicht als Verfahren zur Veränderung genetischen Materials im Sinne des Gentechnikgesetzes gilt (genetische Experimente). Darunter versteht man die Übertragung von DNA-Sequenzen, die in der Population der Empfängerorganismen in vivo vorkommen, zwischen Zellen derselben oder eng verwandter Arten. Zur Selbstklonierung kann auch die Anwendung von rekombinanten Vektoren zählen, wenn sie über lange Zeit in diesem Organismus angewandt wurden.

Ein Beispiel für eine Selbstklonierung an Schulen sind die Experimente im Genbaukasten Blue Genes (Experimentierkoffer vom Fonds der Chemischen Industrie). Hierbei wird eine DNA-Sequenz aus *E. coli* (*lacZ*-Gen) mittels eines pBR322-Vektors in *E. coli* K12 JM109 transformiert. Zur Selektion werden das Ampicillin-Resistenzgen des Vektors und die enzymatische Aktivität des *lacZ*-Gens genutzt.

Da dieses genetische Experiment nicht unter das Gentechnikrecht fällt, sind die dort beschriebenen, zusätzlichen Maßnahmen nicht notwendig. Die in dieser Regel genannten Schutzmaßnahmen sind unabhängig davon anzuwenden.

In § 3 Abs. 3b und 3c Gentechnikgesetz (GenTG) sind weitere Verfahren aufgeführt auf die das Gesetz nicht anzuwenden ist.

### Nicht gezielte Tätigkeiten:

Ist eine der drei Bedingungen für gezielte Tätigkeiten nicht erfüllt, spricht man von „nicht gezielten Tätigkeiten“. In vielen Fällen können bei nicht gezielten Tätigkeiten Mischkulturen vorliegen, bei denen die einzelnen biologischen Arbeitsstoffe nur mit großem Aufwand bestimmt werden könnten.

Nicht gezielte Tätigkeiten im Schulbereich sind z.B. Heu-aufguss, Teichwasserproben und Abklatschkulturen.

Im Gegensatz zu gezielten Tätigkeiten ist bei nicht gezielten Tätigkeiten der biologische Arbeitsstoff mit der höchsten Gefährdung nicht unbedingt ausschlaggebend für die Zuordnung zu einer Schutzstufe. So müssen beispielsweise bei der Untersuchung von Bodenproben – bei der auch immer Mikroorganismen der Risikogruppe 3 nachgewiesen werden können – nicht automatisch Maßnahmen der Schutzstufe 3 ergriffen werden, weil die Konzentration der Risikogruppe 3 – Mikroorganismen nur sehr gering ist. So werden Untersuchungen von Bodenproben im Regelfall der Schutzstufe 1 zugeordnet.

Bei der Gefährdungsbeurteilung von nicht gezielten Tätigkeiten muss daher die Zuordnung zu einer Schutzstufe im Einzelfall entschieden werden und die Schutzmaßnahmen nach dem Stand der Technik getroffen werden.

Tiere, Teile von Tieren oder Pflanzen sind zwar keine biologischen Arbeitsstoffe im Sinne der BioStoffV, Menschen, Tiere und Pflanzen sind jedoch natürlicherweise immer Träger biologischer Arbeitsstoffe (z.B. Magen-Darm-Flora). Bei entsprechenden Experimenten ist daher zu bedenken, dass es auch Infektionen gibt, die beispielsweise von Tieren auf den Menschen übertragbar sind.

## 5 Schutzmaßnahmen

Unter diese Problematik fällt auch die Infektion durch BSE-Erreger, die in Risikomaterial, wie z.B. Augen und Gehirn von Rindern, enthalten sein können. Deshalb ist auf die Präparation von Rinderaugen zu verzichten. Stattdessen können Schweineaugen verwendet werden.

### Gentechnischen Arbeiten im Sinne des Gentechnikgesetzes

Die Übertragung der DNA eines Spenderorganismus führt hier zu einer Veränderung genetischen Materials des Empfängerorganismus und damit zur Erzeugung eines gentechnisch veränderten Organismus.

Ein Beispiel für gentechnische Arbeiten im Sinne des Gentechnikrechts in der Schule sind Versuche mit dem Green Fluorescent Protein (GFP). Hier wird das GFP-Gen, das ursprünglich der Qualle *Aequoria victoria* entstammt, über Vektoren (Plasmide, z.B. pGLO) in den Bakterienstamm *E. coli* K12 eingebracht und dessen genetisches Material verändert (Erzeugung eines grün fluoreszierenden Bakteriums).

Werden gentechnische Arbeiten durchgeführt, unterliegen diese nicht der BioStoffV, soweit im Gentechnikrecht gleichwertige oder strengere Regelungen bestehen. Demnach sind bei diesen Tätigkeiten die Forderungen des Gentechnikgesetzes und nachgelagerter Regelungen z.B. Gentechnik-Sicherheitsverordnung (GenTSV), Gentechnik-Aufzeichnungsverordnung (GenTAufzV) usw. zu beachten.

Das bedeutet unter anderem, dass für entsprechende gentechnische Arbeiten an Schulen eine Zulassung zum S1-Labor und die Bestellung eines Projektleiters für gentechnische Arbeiten notwendig sind. In Vorbereitung solcher Arbeiten muss sich die Schulleitung mit der zuständigen Landesbehörde in Verbindung setzen.

### 5.1 Allgemeine Grundsätze

Nach §10 BioStoffV hat der Arbeitgeber – vor Ort vertreten durch den Schulleiter – die erforderlichen Schutzmaßnahmen zur Sicherheit und zum Gesundheitsschutz der Beschäftigten entsprechend dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zu treffen. Die Verwendung eines gesundheitsgefährdenden biologischen Arbeitsstoffes in Schulen ist nach Möglichkeit zu vermeiden. Vor seiner Verwendung ist zu prüfen, ob er durch einen solchen mit geringerer Gesundheitsgefährdung ersetzt werden kann (Minimierungsgebot).

In der Schule sind gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppen 3 und 4 nicht erlaubt.

Es wird empfohlen, Tätigkeiten, die der Schutzstufe 2 zuzuordnen sind, erst mit Schülern ab der Sekundarstufe II durchzuführen.

Je nach Schutzstufe müssen geeignete Maßnahmen nach dem Stand der Technik ermittelt und festgelegt werden. Schließt die Gefährdungsbeurteilung eine toxische oder sensibilisierende Wirkung der verwendeten biologischen Arbeitsstoffe nicht aus, sind gegebenenfalls zusätzliche Maßnahmen durchzuführen. Die Anwendung baulicher, technischer und organisatorischer Schutzmaßnahmen hat grundsätzlich Vorrang vor dem Einsatz persönlicher Schutzausrüstung.

**Hinweis:** Bei der Auswahl der Schutzmaßnahmen müssen zusätzlich immer weitere Gefährdungen berücksichtigt werden (z.B. Belüftung bei der Verwendung von Lösemitteln oder Benutzung von Schutzhandschuhen bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen).

### 5.2 Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 1

Bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 ist das Auftreten einer Infektion für gesunde Personen unwahrscheinlich. Bei allen Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen müssen unabhängig von der Einstufung in Schutzstufen die allgemeinen Hygienemaßnahmen der Schutzstufe 1 eingehalten werden.

#### Bauliche Schutzmaßnahmen

Bei Bau und Einrichtung des Fachunterrichtsraumes sind im Hinblick auf Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen folgende Anforderungen zu berücksichtigen:

- (1) Abstände von Schülerübungstischen sind so zu bemessen, dass Schüler sich bei praktischen Übungen und Arbeiten nicht gegenseitig behindern. Dies wird vermieden, wenn z.B. zwischen Schülerübungstischen Mindestabstände von 0,85 m – und wenn Schüler Rücken an Rücken arbeiten – von 1,50 m eingehalten sind (Unfallverhütungsvorschrift „Schulen“ GUV-V S 1).

- (2) Die Oberflächen der Schülerübungstische und der Fußboden sollen leicht zu reinigen und müssen dicht und beständig gegen die verwendeten Stoffe und Reinigungsmittel gegebenenfalls Desinfektionsmittel sein.
- (3) In Räumen, in denen mit Mikroorganismen gearbeitet wird, muss ein Handwaschplatz mit Seifenspender und Einmalhandtüchern gegebenenfalls Desinfektionsmittel vorhanden sein.
- (4) Laborkittel und Straßenbekleidung müssen getrennt aufbewahrt werden. Hierzu sind z.B. separate Hakenleisten vorzusehen.

### Technische Schutzmaßnahmen

Bei Tätigkeiten der Schutzstufe 1 sind im Allgemeinen keine technischen Schutzmaßnahmen erforderlich.

Eine Ausnahme bildet die Verwendung von Schimmelpilzen der Risikogruppe 1. Hier kann eine sensibilisierende Wirkung nicht ausgeschlossen werden. Es empfiehlt sich in diesen Fällen grundsätzlich eine geschlossene Handhabung der Proben (Verschluss der Petrischalen nach der Inkubation mittels Klebeband). Ist eine offene Handhabung gewünscht (z.B. Herstellung eines „Tesafilempräparats“), ist eine mikrobiologische Sicherheitswerkbank nach DIN EN 12 469 bzw. ein Abzug zu verwenden.

Biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 1 können ohne Vorbehandlung entsorgt werden, sofern das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung dem nicht entgegensteht. Kann bei nicht gezielten Tätigkeiten das Auftreten von biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 2 nicht ausgeschlossen werden, sind die Kulturen vor der Entsorgung im Autoklaven oder Dampfdruckkochtopf zu sterilisieren. Der Erfolg der Sterilisation im Dampfdruckkochtopf ist abhängig von Temperatur und Druck. Es empfiehlt sich mit Hilfe von sporenbildenden Teststämmen (meist *Bacillus subtilis*, im Handel erhältlich) die Funktionsfähigkeit nachzuweisen bzw. die notwendige Sterilisationsdauer zu ermitteln. Einfache „Selbsttests“ mit in der Schule vorhandenen Versuchsstämmen in regelmäßigen Abständen (vor Verwendung oder mindestens einmal jährlich) sind erforderlich.

**Hinweis:** Das im Handel erhältliche Autoklavierband ist kein verlässlicher Anzeiger dafür, dass der Dampfdruckkochtopf richtig funktioniert, sondern wird in der Forschung nur zur Unterscheidung behandelte – unbehandelte Probe verwendet!

### Organisatorische Schutzmaßnahmen

- (1) Der Zugang zum Fachunterrichts- und Vorbereitungsraum ist auf autorisierte Personen (z.B.: Lehrkräfte, unterwiesene Reinigungskräfte) zu beschränken, um unbefugtes Betreten auszuschließen (§ 21 Abs. 1 der GUV-V S 1).
- (2) Arbeitsbereichs- und stoffbezogene Betriebsanweisungen sind zu erstellen. Die Betriebsanweisungen müssen vor

Aufnahme der Tätigkeit vorliegen. Eine Hilfestellung bietet die Musterbetriebsanweisung im Anhang IV.

- (3) Bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen müssen die Schüler vor Aufnahme der Tätigkeiten anhand der Betriebsanweisung besonders umfassend unterwiesen, sorgfältig angeleitet und überwacht werden.
- (4) Für Tätigkeiten der Schutzstufe 1 nach Biostoffverordnung wird das Tragen eines Laborkittels im Arbeitsbereich aus hygienischen Gründen empfohlen.
- (5) In den Fachunterrichtsräumen darf nicht getrunken, gegessen oder geraucht werden. Nahrungsmittel dürfen im Arbeitsbereich nicht aufbewahrt werden.
- (6) Bei allen Tätigkeiten muss darauf geachtet werden, dass Aerosolbildung soweit möglich vermieden wird. Fenster und Türen der Arbeitsbereiche sollen während der Tätigkeiten geschlossen sein.
- (7) Bei Anreicherung unbekannter Mischkulturen (z.B. Abklatschproben, Bodenproben, Fangplatten) ist eine offene Handhabung nach der Inkubation durch Abkleben mittels Klebeband zu vermeiden.  
**Hinweis:** Ein luftdichter Verschluss der Petrischalen während der Inkubation kann zu einer Anreicherung anaerober Mikroorganismen führen, die häufig der Risikogruppe 2 zuzuordnen sind (z.B. Abklatschprobe: *Staphylococcus aureus*; Bodenprobe: *Clostridium tetani*).
- (8) Mundpipettieren ist untersagt, Pipettierhilfen sind zu benutzen.
- (9) Spritzen und Kanülen sollen nur, wenn unbedingt nötig, benutzt werden. Auf eine sachgerechte Entsorgung ist zu achten.
- (10) Arbeitsbereiche müssen aufgeräumt und sauber gehalten werden. Auf den Arbeitstischen dürfen nur die tatsächlich benötigten Geräte und Materialien stehen. Vorräte dürfen nur in dafür bereit gestellten Bereichen und Schränken gelagert werden.
- (11) Nach Beendigung der Tätigkeit und vor Verlassen des Fachunterrichtsraumes müssen die Hände sorgfältig gewaschen, gegebenenfalls desinfiziert und rückgefettet werden.

### Persönliche Schutzmaßnahmen

Bei Einhaltung der oben aufgeführten organisatorischen Schutzmaßnahmen ist eine persönliche Schutzausrüstung bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 1 grundsätzlich nicht erforderlich.

Die Verwendung von Einmalhandschuhen bzw. anderer persönlicher Schutzausrüstung wird aber bei Kontakt mit Gefahrstoffen oder zur Vermeidung von Verunreinigung der Kulturen notwendig. Eine geeignete persönliche Schutzausrüstung ist durch die Schule (Sachkostenträger) zur Verfügung zu stellen.

**Hinweis:** Als Einmalhandschuhe werden solche aus Nitrilkautschuk empfohlen, wenn sich nicht auf Grund eingesetzter Gefahrstoffe andere Notwendigkeiten ergeben. Gepuderte Latexhandschuhe sind wegen ihres erhöhten Allergiepotezials nicht zulässig!

### 5.3 Schutzmaßnahmen der Schutzstufe 2

Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 2 können beim Menschen Krankheiten hervorrufen. Praktische Versuche, in denen biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 2 zum Einsatz kommen und die der Schutzstufe 2 zugeordnet werden, sollen daher so erfolgen, dass eine Exposition der Lehrkräfte und Schüler vermieden wird.

Für Tätigkeiten der Schutzstufe 2 sind grundsätzlich alle Schutzmaßnahmen, die bereits für die Schutzstufe 1 beschrieben worden sind, zu ergreifen. Ergänzend sind insbesondere folgende Maßnahmen durchzuführen:

#### Bauliche Schutzmaßnahmen

- (1) Für die Desinfektion und Reinigung der Hände müssen ein Waschbecken, dessen Armatur vorrangig ohne Handberührung (z.B. mit Einhebelarmatur) bedienbar sein sollte, und Desinfektionsmittel-, Handwaschmittel- und Einmalhandtuchspender vorhanden sein. Diese sind vorzugsweise in der Nähe der Fachraumtür anzubringen.
- (2) Einrichtungen zum Spülen der Augen müssen vorhanden sein. Hier haben sich Augenduschen nach DIN EN 15154-2 „Sicherheitsnotduschen – Augenduschen mit Wasseranschluss“ oder Handbrausen am Kaltwasseranschluss bewährt. Augenspülflaschen dürfen nicht verwendet werden, da sie mit Mikroorganismen kontaminiert sein können; zudem ist die Menge an Spülflüssigkeit zu gering.

**Hinweis:** Um einer Verkeimung der Augenspüleinrichtung vorzubeugen, wird empfohlen diese einmal monatlich auf Funktionsfähigkeit zu prüfen und durchzuspülen!

#### Technische Schutzmaßnahmen

- (1) Tätigkeiten in der Schutzstufe 2 bei denen mit einer Gefährdung durch Bioaerosole zu rechnen ist, sollen in einer mikrobiologischen Sicherheitswerkbank oder vergleichbaren Einrichtungen (z.B. Abzug mit HEPA-Filter) durchgeführt werden. Hierzu zählt die offene Handhabung von über den Luftweg übertragbaren Mikroorganismen der Risikogruppe 2.
- (2) Bei der Zentrifugation sind Zentrifugen mit abgedichteten Rotoren bzw. Zentrifugenröhrchen zu verwenden.
- (3) Zur Sterilisation von Arbeitsgeräten und erregerhaltigen Abfällen sind Autoklaven zu nutzen. Werden Versuche in der Schutzstufe 2 regelmäßig durchgeführt, muss der Autoklav mit einem Abluftfilter ausgestattet sein.

**Hinweis:** Die regelmäßige Wartung, Instandhaltung und Prüfung von technischen Einrichtungen sind sicher zu stellen!

#### Organisatorische Maßnahmen

- (1) Arbeitsbereiche in denen Tätigkeiten der Schutzstufe 2 durchgeführt werden, sind für diesen Zeitraum mit dem Symbol „Biogefährdung“ zu kennzeichnen.



Abb. 3: Symbol „Biogefährdung“

- (2) Abfälle mit biologischen Arbeitsstoffen sind in geeigneten und gekennzeichneten Behältern sicher zu sammeln und vor der Entsorgung zu autoklavieren. Anschließend können diese in den Restmüll oder in den Ausguss gegeben werden.  
**Hinweis:** Eine Kennzeichnung kann mit dem Symbol „Biogefährdung“ erfolgen.
- (3) Die Schwarz-Weiß-Trennung (z.B. Aufbewahrung von Straßen- und Schutzkleidung an zwei getrennten Hakenleisten) ist konsequent umzusetzen. Die Bereitstellung und Reinigung der Schutzkleidung ist Aufgabe der Schulen. Die Reinigung kann in schuleigenen Waschmaschinen oder durch Firmen erfolgen.
- (4) Biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 2 sind dicht verschlossen und sicher zu transportieren und aufzubewahren.
- (5) Arbeitsgeräte und -flächen müssen nach Beendigung der Tätigkeit desinfiziert werden.
- (6) Das Reinigungspersonal ist anhand einer Betriebsanweisung über mögliche Gefährdungen zu informieren (Musterbetriebsanweisung siehe Anhang IV).

#### Arbeitsmedizinische Vorsorge

Bei Einhaltung aller der für die Schutzstufe 2 geforderten Schutzmaßnahmen ist nicht von einer Infektionsgefährdung aus zu gehen. Somit ist gemäß § 15a (5) Punkt 2. BioStoffV das Angebot von arbeitsmedizinischen Vorsorgeuntersuchungen für Lehrkräfte und Schüler im Regelfall nicht angezeigt.

### **Anzeige- und Aufzeichnungspflicht**

Die in Schulen in der Schutzstufe 2 durchgeführten Experimente sind im Regelfall den nicht gezielten Tätigkeiten zuzuordnen. Sollten im Einzelfall gezielte Tätigkeiten in der Schutzstufe 2 durchgeführt werden, so hat der Arbeitgeber (Schulleiter) gemäß § 13 BioStoffV diese der zuständigen Behörde spätestens 30 Tage vor Aufnahme der Tätigkeit anzuzeigen.

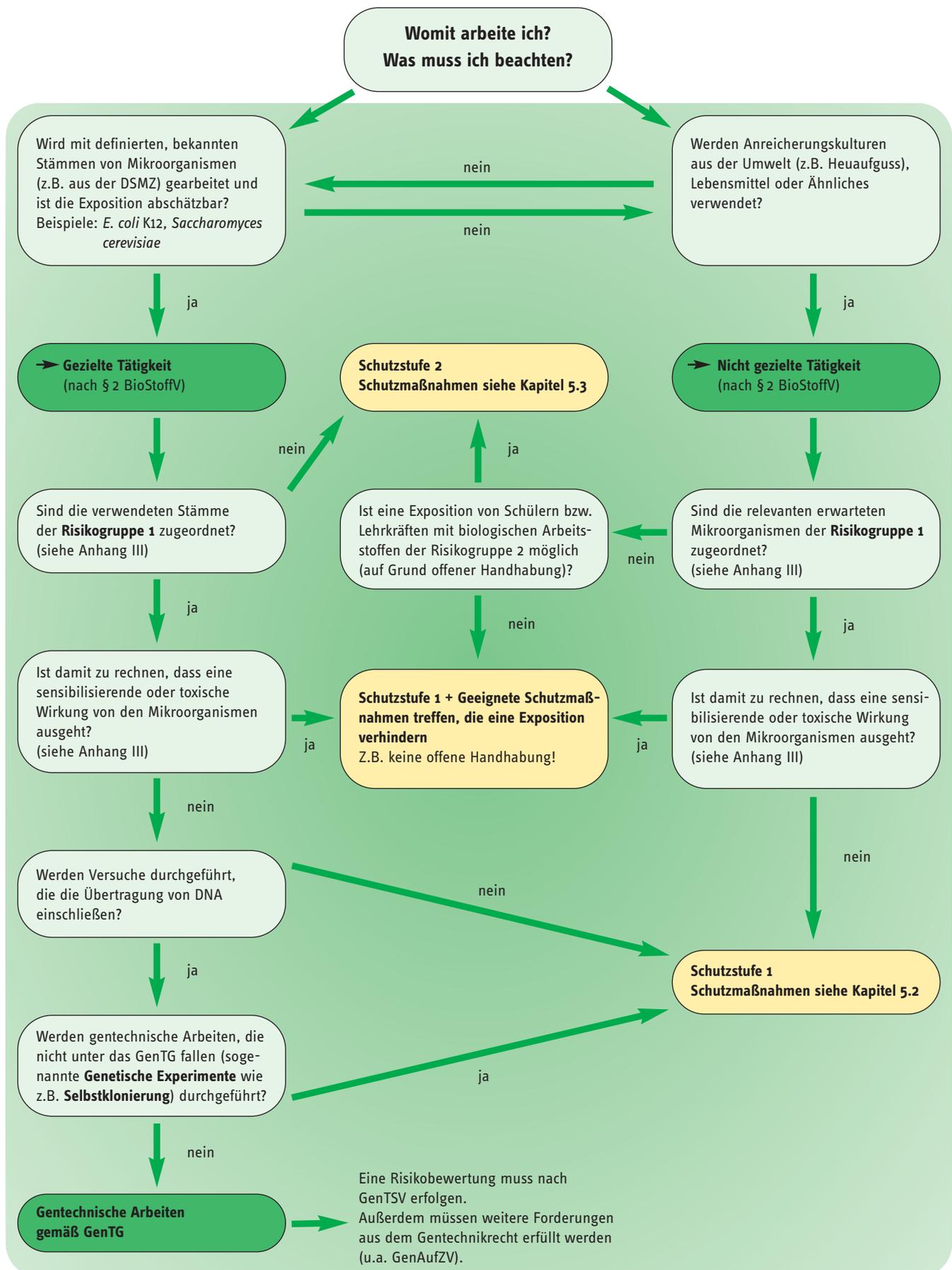
### **Persönliche Schutzmaßnahmen**

Die Benutzung persönlicher Schutzausrüstung schließt das Tragen von geeigneter Schutzkleidung ein. Diese umfasst mindestens einen Schutzkittel, Schutzhandschuhe sowie Schutzbrillen und sind in Abhängigkeit von dem Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung zu tragen.



# Anhang I

## Ablauf einer Gefährdungsbeurteilung nach BioStoffV



# Anhang II

## Praktische Beispiele einer Gefährdungsbeurteilung bei gezielten und nicht gezielten Tätigkeiten

### Beispiele zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung für gezielte Tätigkeiten

| Alkoholische Gärung mit Reinzuchtheefe   |   |  |
|--|---|--|
| Fragen zur Gefährdungsbeurteilung  | Antwort   | Bemerkungen  |
| Wird mit definierten, bekannten Stämmen von Mikroorganismen gearbeitet?                                  | Ja, es wird mit Reinzuchtheefe zur Weinherstellung ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ) gearbeitet.  |  |
| Ist die Tätigkeit auf den biologischen Arbeitsstoff ausgerichtet?  | Ja, die Anzucht von <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ist zur Weinherstellung notwendig.  |  |
| Ist die Exposition abschätzbar?  | Ja, die Konzentration von <i>Saccharomyces cerevisiae</i> in der Suspension ist bestimmbar. Eine Exposition von Schülern über den Luftweg ist erfahrungsgemäß vernachlässigbar.   |  |
|  | → <b>Gezielte Tätigkeit nach § 2 BioStoffV</b>  |  |
| Welcher Risikogruppe sind die verwendeten Stämme zuzuordnen?   | <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ist der Risikogruppe 1 zugeordnet.  | Anhang III bzw. TRBA 460 „Pilze“   |
| Ist damit zu rechnen, dass eine sensibilisierende oder toxische Wirkung von den Mikroorganismen ausgeht? | Nein  | ABAS Beschluss 606   |
| Werden Versuche durchgeführt, die eine Übertragung von DNA einschließen?                                 | Nein  |  |
|  | → <b>Schutzstufe 1</b>  |  |
| Welche Maßnahmen sind zu treffen?  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine Hygienemaßnahmen sind ausreichend</li> <li>- Entsorgung kann über den Hausmüll oder Ausguss erfolgen</li> <li>- Unterweisung der Schüler anhand der Betriebsanweisung für Risikogruppe 1</li> </ul> | Kapitel 5.2, Betriebsanweisung „Arbeiten mit Mikroorganismen der Risikogruppe 1“ |

(Fortsetzung: Beispiele zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung für gezielte Tätigkeiten)

| Genetische Experimente mit dem Genbaukasten Blue Genes  |   |   |
|---|---|---|
| Fragen zur Gefährdungsbeurteilung   | Antwort   | Bemerkungen   |
| Wird mit definierten, bekannten Stämmen von Mikroorganismen gearbeitet?   | Ja, mit <i>Escherichia coli</i> K12 JM 109 pBR322/lacZ  | Es findet eine Übertragung des <i>lacZ</i> -Gens (Plasmidisolierung, Herstellung kompetenter Zellen, Transformation dieser Zellen) statt. |
| Ist die Tätigkeit auf den biologischen Arbeitsstoff ausgerichtet?   | Ja, für diesen Transformationsversuch ist das oben genannte Vektor-Empfänger-System notwendig.  |   |
| Ist die Exposition abschätzbar?   | Ja, die Konzentration von <i>Escherichia coli</i> K12 in der Suspension ist bestimmbar. Eine Exposition von Schülern über den Luftweg ist erfahrungsgemäß vernachlässigbar.   |   |
|   | → <b>Gezielte Tätigkeit nach § 2 BioStoffV</b>  |   |
| Welcher Risikogruppe sind die verwendeten Stämme zuzuordnen?  | <i>Escherichia coli</i> K12 JM 109 pBR322/lacZ ist der Risikogruppe 1 zugeordnet.   | Anhang III, Veröffentlichung des RKI zu biologischen Sicherheitsmaßnahmen   |
| Ist damit zu rechnen, dass eine sensibilisierende oder toxische Wirkung von den Mikroorganismen ausgeht?          | Nein  | ABAS Beschluss 606  |
| Werden Versuche durchgeführt, die die Übertragung von DNA einschließen?   | Ja  |   |
| Wird DNA übertragen, die nur Gene enthält, die in der Population der Empfängerorganismen <i>in vivo</i> vorkommt? | Ja, Empfänger- und Spenderorganismus gehören zur gleichen Bakterienart. Das <i>lacZ</i> -Gen kommt <i>in vivo</i> in diesen Bakterien vor.  | Fällt nicht unter das GenTG   |
|   | → <b>Schutzstufe 1 Anforderungen des Gentechnikrechts müssen nicht beachtet werden</b>  |   |
| Welche Maßnahmen sind zu treffen?   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine Hygienemaßnahmen sind ausreichend</li> <li>- Entsorgung kann über den Hausmüll, Ausguss erfolgen</li> <li>- Unterweisung der Schüler anhand der Betriebsanweisung für Risikogruppe 1</li> </ul> | Kapitel 5.2, Betriebsanweisung „Arbeiten mit Mikroorganismen der Risikogruppe 1“  |

### Beispiele zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung für nicht gezielte Tätigkeiten

| Anreicherungskulturen aus der Umwelt, hier: Heuaufguss mit Teichwasser                                   |   |   |
|--|---|---|
| Fragen zur Gefährdungsbeurteilung  | Antwort   | Bemerkungen   |
| Wird mit definierten, bekannten Stämmen von Mikroorganismen gearbeitet?                                  | Nein, die Mikroorganismen aus den Anreicherungskulturen sind im Einzelnen nicht bekannt.  | Durch die aeroben Bedingungen wird die Vermehrung von anaeroben Mikroorganismen (z.B. Clostridien) unterdrückt.                                 |
|  | → <b>Nicht gezielte Tätigkeit nach § 2 BioStoffV</b>  | Da bereits eine Bedingung für gezielte Tätigkeiten nicht erfüllt ist, müssen die beiden anderen Voraussetzungen nicht weiter betrachtet werden. |
| Welcher Risikogruppe sind die erwarteten Stämme zuzuordnen?  | Relevante Biologische Arbeitsstoffe u.a. <i>Paramecium caudatum</i> (Pantoffeltierchen), <i>Bacillus subtilis</i> und Hefen sind der Risikogruppe 1 zugeordnet.   | Anhang III  |
| Ist damit zu rechnen, dass eine sensibilisierende oder toxische Wirkung von den Mikroorganismen ausgeht? | Nein  | ABAS Beschluss 606  |
|  | → <b>Schutzstufe 1</b>  |   |
| Welche Maßnahmen sind zu treffen?  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine Hygienemaßnahmen sind ausreichend</li> <li>- Entsorgung kann über den Hausmüll oder Ausguss erfolgen</li> <li>- Unterweisung der Schüler anhand der Betriebsanweisung für Risikogruppe 1</li> </ul> | Kein verschimmelttes Heu verwenden!   |

(Fortsetzung: Beispiele zur Durchführung der Gefährdungsbeurteilung für nicht gezielte Tätigkeiten )

| Anzucht von Schimmelpilzen auf Lebensmitteln   |  |   |
|--|--|---|
| Fragen zur Gefährdungsbeurteilung  | Antwort  | Bemerkungen   |
| Wird mit definierten, bekannten Stämmen von Mikroorganismen gearbeitet?                                  | Nein, die Schimmelpilze sind im Einzelnen nicht bekannt.   |   |
|  | → <b>Nicht gezielte Tätigkeit nach § 2 BioStoffV</b>   | Da bereits eine Bedingung für gezielte Tätigkeiten nicht erfüllt ist, müssen die beiden anderen Voraussetzungen nicht weiter betrachtet werden. |
| Welcher Risikogruppe sind die erwarteten Stämme zuzuordnen?  | In der Regel sind Mikroorganismen der Risikogruppe 1 vorhanden; es können in Abhängigkeit vom Substrat Schimmelpilze der Risikogruppe 2 auftreten.   | Anhang III  |
| Ist damit zu rechnen, dass eine sensibilisierende oder toxische Wirkung von den Mikroorganismen ausgeht? | Ja, bei Schimmelpilzen kann eine sensibilisierende bzw. toxische Wirkung nicht ausgeschlossen werden.  | ABAS Beschluss 606  |
|  | → <b>Schutzstufe 1 und zusätzliche Maßnahmen auf Grund der möglichen sensibilisierenden Wirkung</b>  |   |
| Welche Maßnahmen sind zu treffen?  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine Hygienemaßnahmen müssen eingehalten werden.</li> <li>- Die Proben werden sicher aufbewahrt, z.B. im Vorbereitungsraum.</li> <li>- Keine offene Handhabung, d.h. Petrischalen nach der Inkubation mit Parafilm oder Klebeband versiegeln und verschlossen lassen.</li> <li>- Falls offene Handhabung erforderlich ist (z.B. Aufbereitung von Proben zum Mikroskopieren), müssen diese Tätigkeiten unter einem Abzug oder einer Sicherheitswerkbank durch die Lehrkraft durchgeführt werden.</li> <li>- Entsorgung nach Sterilisation der Proben (z.B. im Dampfdruckkochtopf oder Autoklaven)</li> <li>- Unterweisung der Schüler anhand der Betriebsanweisung für Risikogruppe 1</li> </ul> | Zum Mikroskopieren empfehlen sich „Tesafilmpräparate“.  |

# Anhang III

## Sammlung praktischer Versuche mit biologischen Arbeitsstoffen im Unterricht

**Tabelle 1: Gezielte Tätigkeiten – Risikogruppe, Schutzstufe und Schutzmaßnahmen**

| Versuch/Experiment   | Biologische Arbeitsstoffe u.a.   | Risikogruppe               | Schutzstufe | Schutzmaßnahmen und zusätzliche Hinweise   |
|--|--|----------------------------|-------------|--|
| Herstellung von Lebensmitteln: (Alkoholische Gärung)<br>Bier<br>Wein                                     | Hefen ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )  | 1                          | 1           | Kapitel 5.2<br>gezielte Tätigkeit bei Zugabe definierter Hefestämme; ansonsten nicht gezielte Tätigkeit (Schutzmaßnahmen sind identisch)                 |
| Herstellung von Lebensmitteln: (Milchsäuregärung)<br>Sauerkraut<br>Brot<br>Joghurt, Quark, Käse          | <i>Leuconostoc</i> sp.<br>Bäckerhefe ( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )<br><i>Lactobacillus plantarum</i><br>und weitere Milchsäurebakterien  | 1<br>1<br>1                | 1           | Kapitel 5.2<br>gezielte Tätigkeit bei Zugabe definierter Hefe- bzw. Bakterienstämme; ansonsten nicht gezielte Tätigkeit (Schutzmaßnahmen sind identisch) |
| Qualitätsbestimmung verschiedener Wasserproben (IMViC) <sup>1</sup>                                      | <i>Escherichia coli</i> K 12<br><i>Enterobacter</i> sp.(Risikogruppe 1)  | 1<br>1                     | 1           | Kapitel 5.2<br>keine Verwendung von Abwasserproben   |
| Vereinzelungstechnik   | <i>Micrococcus luteus</i>  | 1                          | 1           | Kapitel 5.2  |
| Vermehrung von Bakterien, Verdünnungsausstriche  | <i>Escherichia coli</i> K 12 und andere Bakterien der Risikogruppe 1   | 1                          | 1           | Kapitel 5.2  |
| Kolonienzucht  | <i>Saccharomyces</i> sp.   | 1                          | 1           | Kapitel 5.2  |
| Kulturbeobachtung makroskopisch und mikroskopisch  | Bakterien der Risikogruppe 1   | 1                          | 1           | Kapitel 5.2  |
| Wachstum und Sporulation   | <i>Bacillus subtilis</i>   | 1                          | 1           | Kapitel 5.2  |
| Züchtung von <i>Bacillus megaterium</i> auf Möhren und Erstellung einer Reinkultur auf Standardagar      | <i>Bacillus megaterium</i>   | 1                          | 1           | Kapitel 5.2  |
| Anzucht und Untersuchung von <i>E. coli</i> – Mangelmutanten   | <i>Escherichia coli</i> K12 Mangelmutanten   | 1                          | 1           | Kapitel 5.2  |
| Färbetechniken (z.B. Gramfärbung, Sporenfärbung, Färbung mit Methyleneblau zur Darstellung der Zellform) | <i>Escherichia coli</i> K12<br><i>Bacillus subtilis</i><br><i>Bacillus megaterium</i><br><i>Micrococcus luteus</i><br><i>Streptococcus casseliflavus</i><br><i>Pseudomonas fluorescens</i> | 1<br>1<br>1<br>1<br>1<br>1 | 1           | Kapitel 5.2<br>Zusätzliche Schutzmaßnahmen auf Grund der verwendeten Gefahrstoffe (Farbstoffe)   |
| Methoden zur Zellmassenbestimmung, Wachstumskurve  | <i>Escherichia coli</i> K12  | 1                          | 1           | Kapitel 5.2  |

<sup>1</sup> IMViC = Indolbildung, Methylrot, Voges-Proskauer-Test, Citratverwertung

(Fortsetzung Tabelle 1: Gezielte Tätigkeiten – Risikogruppe, Schutzstufe und Schutzmaßnahmen)

| Versuch/Experiment  | Biologische Arbeitsstoffe u.a.  | Risikogruppe | Schutzstufe | Schutzmaßnahmen und zusätzliche Hinweise |
|---|---|--------------|-------------|--|
| Nachweis von Hemmstoffen und Antibiotika (Agardiffusionstest)   | <i>Escherichia coli</i> K12<br><i>Bacillus megaterium</i><br><i>Bacillus subtilis</i>   | 1<br>1<br>1  | 1           | Kapitel 5.2                              |
| Nachweis von Lysozymwirkung   | <i>Escherichia coli</i> K 12<br><i>Bacillus megaterium</i>                              | 1<br>1       | 1           | Kapitel 5.2                              |
| Nachweis des Pasteureffektes  | <i>Saccharomyces cerevisiae</i>   | 1            | 1           | Kapitel 5.2                              |
| Immobilisierung von Zellen  | <i>Saccharomyces cerevisiae</i>   | 1            | 1           | Kapitel 5.2                              |
| Diauxie (Verwertung zwei verschiedener Kohlenstoffquellen)  | <i>Escherichia coli</i> K12   | 1            | 1           | Kapitel 5.2                              |
| Biologische Vitamin B6-Bestimmung   | <i>Saccharomyces carlbergensis</i>  | 1            | 1           | Kapitel 5.2                              |
| Regulierung des Lactoseabbaus   | <i>Escherichia coli</i> K12   | 1            | 1           | Kapitel 5.2                              |
| Nachweis von Bakteriophagen   | <i>Escherichia coli</i> K12<br>Lambda Phage   | 1<br>1       | 1           | Kapitel 5.2                              |
| Nachweis chromosomaler DNA, Isolierung von Plasmid-DNA  | <i>Escherichia coli</i> K12<br><i>Saccharomyces cerevisiae</i>                          | 1<br>1       | 1           | Kapitel 5.2                              |
| Isolierung streptomycinresistenter Mutanten   | <i>Escherichia coli</i> K12   | 1            | 1           | Kapitel 5.2                              |
| Transformation, Konjugation von <i>E. coli</i> K12  | <i>Escherichia coli</i> K12   | 1            | 1           | Kapitel 5.2                              |
| Übertragung des <i>lacZ</i> -Gens (Plasmidisolierung, Herstellung kompetenter Zellen, Transformation dieser Zellen) | <i>Escherichia coli</i> K12 JM 109<br>pBR 322/ <i>lacZ</i><br>(Genbaukasten Blue Genes) | 1            | 1           | Kapitel 5.2                              |

**Tabelle 2: Nicht gezielte Tätigkeiten – Risikogruppe, Schutzstufe und Schutzmaßnahmen**

| Versuch/Experiment   | Biologische Arbeitsstoffe u.a.  | Risikogruppe                                   | Schutzstufe | Schutzmaßnahmen und zusätzliche Hinweise   |
|--|---|--|-------------|--|
| Heuaufguss   | <i>Paramecium caudatum</i> (Pantoffeltierchen)<br>Kahmhefen<br><i>Bacillus subtilis</i>   | 1<br>1<br>1                                    | 1           | Kapitel 5.2<br>Kein verschimmelter Heu verwenden!  |
| Untersuchung von Teichwasser   | Amöben (Protozoen)<br>Trompetentierchen (Spirotricha) (Protozoen)<br>Glockentierchen (Peritricha) (Protozoen)<br>[keine biol. Arbeitsstoffe: Chlorella (Grünalge), Volvox (Grünalge)]                   | 1,2<br>1<br>1<br>1                             | 1           | Kapitel 5.2  |
| Ermittlung des CSB <sup>2</sup>  | <i>Escherichia coli</i> und andere <i>Enterobacteriaceae</i>  | 2  | 2           | Kapitel 5.3<br>Lehrerexperiment bei Abwasserproben   |
| Mikroskopieren von Mikroorganismen in Lebensmitteln (Käse, Joghurt)  | Schimmelpilze (z.B. <i>Penicillium camemberti</i> , <i>Penicillium roqueforti</i> )<br>Milchsäure-Bakterien   | 1  | 1           | Kapitel 5.2<br>Keine verdorbenen Lebensmittel verwenden!   |
| Isolierung von Milchsäurebakterien aus Joghurt und Sauerkraut  | <i>Leuconostoc mesenteroides</i><br><i>Streptococcus lactis</i><br><i>Lactobacillus plantarum</i>   | 1<br>1<br>1                                    | 1           | Kapitel 5.2  |
| Anzucht von Schimmelpilzen (Lebensmittel)  | Schimmelpilze   | 1,2  | 1           | Kapitel 5.2<br>Zusätzliche Maßnahmen siehe Anhang II   |
| Keimzahlbestimmung in Roh- und Vollmilch   | Milchsäure-Bakterien<br><i>Listeria monocytogenes</i>   | 1<br>2   | 1           | Kapitel 5.2  |
| Aufbewahrung von Hackfleisch, Mikroskopieren der Säfte   | <i>Salmonella enterica</i><br><i>Yersinia enterocolitica</i><br><i>Enterohämorrhag. E. Coli</i> (EHEC)<br>Coliforme<br>Staphylococcen<br>Enterococcen<br>Pseudomonaden<br><i>Listeria monocytogenes</i> | 2<br>2<br>3**<br>1,2<br>1,2<br>1,2<br>1,2<br>2 | 2           | Kapitel 5.3<br>Probenvorbereitung durch Lehrkraft  |
| Abklatschversuche zum Nachweis von Handkeimen/Bedeutung der Händedesinfektion (Geldstücke, Radiergummi, Hände) | In Abhängigkeit vom Probenahmeort:<br>Bakterien<br>Hefen<br>Pilze   | 1,2<br>1,2<br>1,2                              | 1           | Kapitel 5.2<br>Keine Probenahmeorte wählen, wo eine hohe Verunreinigung mit Fäkalkeimen zu erwarten ist (Toilette, ...).<br>Keine offene Handhabung! |

<sup>2</sup> CSB = Chemischer Sauerstoffbedarf

(\*\*) Einige biologische Arbeitsstoffe werden in der Risikogruppe 3 mit zwei Sternchen versehen, wenn eine Infektion normalerweise nicht über den Luftweg erfolgen kann. Das Infektionsrisiko ist in diesen Fällen begrenzt. Die Einstufung erfolgt in Technischen Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA).

(Fortsetzung Tabelle 2: Nicht gezielte Tätigkeiten – Risikogruppe, Schutzstufe und Schutzmaßnahmen)

| Versuch/Experiment  | Biologische Arbeitsstoffe u.a.                                  | Risikogruppe | Schutzstufe | Schutzmaßnahmen und zusätzliche Hinweise   |
|---|---|--------------|-------------|--|
| Spontankulturen auf Agarplatten (Fangplatten)             | Bakterien<br>Pilze  | 1,2<br>1,2   | 1           | Kapitel 5.2<br>Keine Probenahmeorte wählen, wo eine hohe Verunreinigung mit Fäkalkeimen zu erwarten ist (Toilette, Kompost, Abfalltonne ...).<br>Keine offene Handhabung!                                  |
| Untersuchung von Bodenproben                              | Bakterien<br>Pilze  | 1,2<br>1,2   | 1           | Kapitel 5.2  |
| Nachweis von <i>Serratia marcescens</i>                   | <i>Serratia marcescens</i>                                      | 2            | 2           | Kapitel 5.3  |
| Abbau verschiedener C-Verbindungen durch Bodenorganismen  | <i>Bacillus subtilis</i><br><i>Cellulomonas</i> sp.             | 1<br>1       | 1           | Kapitel 5.2  |
| Anreicherung von anaeroben Bodenorganismen                | <i>Clostridium pasteurianum</i><br><i>Clostridium butyricum</i> | 1<br>1       | 1           | Kap. 5.2<br>Anzucht auf kohlenhydratreichen Substraten (z.B. Kartoffeln) um das Wachstum von peptolytischer Clostridien ( <i>C. perfringens</i> , <i>C. tetani</i> , <i>C. botulinum</i> ) zu unterdrücken |
| Nachweis von Kapseln bei Bodenbakterien (Färbung)         | <i>Azotobacter</i> sp.  | 1            | 1           | Kapitel 5.2  |
| Anreicherung phototropher Bakterien                       | Rhodospirillaceae   | 1            | 1           | Kapitel 5.2  |
| Selektive Anreicherung von speziellen Stoffwechselgruppen | <i>Thiobacillus</i> sp.   | 1            | 1           | Kapitel 5.2  |

**Fachlicher Hinweis:**

Die Agarplatten sollten mit dem Deckel nach unten bebrütet werden, um die Entstehung von Kondenswasser zu verhindern.

# Anhang IV

## Musterbetriebsanweisungen

Die folgenden Musterbetriebsanweisungen müssen den örtlichen und sonstigen speziellen Gegebenheiten angepasst und gegebenenfalls ergänzt werden.

- Musterbetriebsanweisung für Arbeiten mit Mikroorganismen in der Schutzstufe 1
- Musterbetriebsanweisung für Arbeiten mit Mikroorganismen in der Schutzstufe 2  
(Werden gezielte Tätigkeiten in der Schutzstufe 2 durchgeführt, d.h. ist der verwendete Mikroorganismus der Spezies nach bekannt, muss dieser mit seinen Eigenschaften in der Betriebsanweisung benannt werden)
- Musterbetriebsanweisung für Arbeiten mit dem Dampfdruckkochtopf, Sterilisation
- Musterbetriebsanweisung für Wartungs- und Reinigungsarbeiten in Räumen, die mit dem Symbol „Biogefährdung“ gekennzeichnet sind

Die Musterbetriebsanweisung hat nur die Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe zum Inhalt; für weitere Gefährdungen (insbesondere durch Gefahrstoffe) müssen gesonderte Regelungen getroffen werden.

Schule:

# Musterbetriebsanweisung

Datum:

Arbeitsbereich: Biologie  
Arbeitsplatz: Biologievorbereitungsraum XXX/Fachraum XXX  
Verantwortliche: Schulleiter/Fachlehrer Biologie

Unterschrift:

## Anwendungsbereich

### Arbeiten mit Mikroorganismen in der Schutzstufe 1

## Gefahren für Mensch und Umwelt

Gefahren für die Umwelt bestehen durch Mikroorganismen der Risikogruppe 1 nach dem Stand der Wissenschaft nicht. Ein Infektionsrisiko für den Menschen ist unwahrscheinlich, ein allergenes oder toxisches Potenzial ist aber nicht auszuschließen.

## Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Im Arbeitsraum geschlossenen Laborkittel, festes und geschlossenes Schuhwerk und gegebenenfalls Schutzbrille tragen. Vor dem Verlassen des Arbeitsraums Laborkittel ausziehen.
- Mundpipettieren ist verboten. Zum Pipettieren ausschließlich Pipettierhilfe benutzen.
- Aerosolbildung vermeiden, die Fenster und Türen der Arbeitsbereiche sollen während der Arbeiten geschlossen sein.
- Spritzen, Kanülen und Skalpelle sollen nur wenn unbedingt nötig benutzt werden. Benutzte Kanülen direkt in die Kanülenabfallbehälter geben, nie in die Schutzhüllen zurückstecken.
- Arbeitsplatz aufgeräumt und sauber halten.
- Nach Beendigung der Arbeiten Hände mit Wasser und Seife waschen.
- Im Arbeitsraum nicht Essen, Rauchen, Trinken, Kaugummi kauen oder Kosmetika auftragen.

## Verhalten im Gefahrfall

Ruf:

- Bei Freisetzung großer Mengen (z.B. Verschütten, Bruch einer Kulturflasche) Mitschüler warnen und den Fachlehrer sofort informieren.
- Kontaminierte Gegenstände oder Oberflächen sofort reinigen bzw. nass aufwischen und gegebenenfalls desinfizieren.
- Zum Wischen und Aufsaugen Zellstoff verwenden.

## Erste Hilfe

Notruf: 112



- Offene Wunde auswaschen, möglichst ausbluten lassen und steril abdecken.
- Verletzungen sind dem Fachlehrer zu melden und in das Verbandbuch einzutragen.

## Instandhaltung und Entsorgung



- Abfälle können über den Hausmüll bzw. Ausguss entsorgt werden. Schimmelpilzkulturen verschlossen entsorgen.

Dieser Entwurf muss noch durch arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Angaben ergänzt werden.

|         |  |               |
|---------|--|---------------|
| Schule: | <h1>Musterbetriebsanweisung</h1>   | Datum:        |
|         | Arbeitsbereich: Biologie<br>Arbeitsplatz: Biologievorbereitungsraum XXX/Fachraum XXX<br>Verantwortliche: Schulleiter/Fachlehrer Biologie | Unterschrift: |

## Anwendungsbereich

### Arbeiten mit Mikroorganismen in der Schutzstufe 2

### Gefahren für Mensch und Umwelt

|   |   |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mikroorganismen der Risikogruppe 2 können bei Einwirkung auf den menschlichen Körper Infektionen und Erkrankungen verursachen.</li> <li>- Die Aufnahme in den Körper kann durch <b>Einatmen</b> von Aerosolen, <b>Verschlucken</b> erregerehaltigen Untersuchungsgutes, <b>Eindringen</b> von Erregern in bestehende oder verletzungsbedingte Hautschäden oder beim <b>Verspritzen</b> der Probe, über das Auge und die Schleimhäute erfolgen.</li> <li>- Bei vielen Tätigkeiten (z.B. Umfüllen, Ausplattieren, Pipettieren, Vortexen) können Aerosole (unsichtbare, feinste schwebende Tröpfchen) entstehen, die bei Einwirkung auf den Menschen Infektionen verursachen können.</li> <li>- Freisetzung der Organismen kann die Umwelt belasten.</li> </ul> |
|---|---|

### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln

|  |   |
|--|---|
| <br><br> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Im Arbeitsraum sind ein geschlossener Schutzkittel, festes und geschlossenes Schuhwerk und gegebenenfalls Schutzbrille zu tragen. Die Schutzkleidung darf nur in den Arbeitsräumen getragen werden und ist beim Verlassen abzulegen. Verschmutzte Schutzkleidung ist für die desinfizierende Reinigung in dafür vorgesehenen und gekennzeichneten Behältern zu sammeln.</li> <li>- Nach Beenden der Tätigkeit mit biologischen Arbeitsstoffen sind die Hände zu desinfizieren, zu waschen und zu pflegen.</li> <li>- Sämtliche Arbeiten, bei denen mit Aerosolbildung zu rechnen ist (z.B. Umfüllen, Ausplattieren, Anfertigen von Verdünnungsreihen, Pipettieren, Mischen) sind unter einer mikrobiologischen Sicherheitswerkbank durchzuführen.</li> <li>- Mundpipettieren ist verboten. Zum Pipettieren ausschließlich Pipettierhilfe benutzen.</li> <li>- Bei der Zentrifugation dicht schließende Zentrifugenröhrchen (Schraubverschluss mit O-Ring) verwenden.</li> <li>- Während des direkten Umgangs mit infektiösem Material müssen Einmalhandschuhe (Typ: ..... ) getragen werden. Schmierkontaminationen sind dabei zu vermeiden.</li> <li>- Kontaminierte Arbeitsgeräte müssen vor einer Reinigung autoklaviert oder desinfiziert werden.</li> <li>- Pathogene Mikroorganismen dürfen nur in gekennzeichneten, verschlossenen und gegen Bruch geschützten Behältern transportiert werden.</li> <li>- Im Arbeitsraum nicht Essen, Rauchen, Trinken, Kaugummi kauen oder Kosmetika auftragen.</li> </ul> |
|--|---|

### Verhalten im Gefahrfall

**Ruf:**

|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bei Freisetzung großer Mengen (z.B. Verschütten, Bruch einer Kulturflasche) Mitschüler warnen und den Fachlehrer sofort informieren.</li> <li>- Zu Beseitigung der Kontamination sind Schutzbrille, Einmalhandschuhe (Typ: ..... ) und bei möglichem Vorhandensein von Aerosolen filtrierende Halbmaske der Schutzstufe FFP3 zu tragen.</li> <li>- Kontaminierte Gegenstände oder Oberflächen sofort reinigen bzw. nass aufwischen und gegebenenfalls desinfizieren.</li> <li>- Zum Wischen und Aufsaugen Zellstoff verwenden.</li> </ul> |
|--|--|

### Erste Hilfe

**Notruf: 112**

|   |   |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Offene Wunde auswaschen, möglichst ausbluten lassen und steril abdecken.</li> <li>- Bei Spritzer ins Auge mit der Augendusche intensiv spülen.</li> <li>- Verletzungen sind dem Fachlehrer zu melden und in das Verbandbuch einzutragen.</li> <li>- Bei intensivem Kontakt (z.B. Verschlucken, Inkorporation durch Verletzungen) gegebenenfalls Arzt aufsuchen.</li> </ul> |
|---|---|

### Instandhaltung und Entsorgung

|   |   |
|---|---|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sämtliche kontaminierten Abfälle autoklavieren. Danach können die Abfälle über den Hausmüll bzw. Ausguss entsorgt werden.</li> </ul> |
|---|---|

Schule:

# Musterbetriebsanweisung

Datum:

Arbeitsbereich: Biologie  
Arbeitsplatz: Biologievorbereitungsraum Zimmer XXX  
Verantwortliche: Schulleiter/Fachlehrer Biologie

Unterschrift:

## Anwendungsbereich

### Arbeiten mit dem Dampfdruckkochtopf, Sterilisation

### Gefahren für Mensch und Umwelt



- Gefahr der Verbrennung an heißen Oberflächen
- Gefahr der Verbrennung durch Siedeverzug
- Gefahr der Freisetzung biologischer Arbeitsstoffe auf Grund mangelnder Sterilisation

### Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Der Dampfdruckkochtopf darf nur von der Lehrkraft verwendet werden.
  - Die Bedienungsanleitung des Dampfdruckkochtopfs ist zu beachten.
  - Zum Schutz vor heißen Oberflächen sind Schutzhandschuhe (Typ: ..... ) zu tragen.
  - Zum Schutz vor heißem ausströmendem Dampf ist eine Schutzbrille zu tragen.
  - Brennbare Flüssigkeiten und hitzeempfindliche Materialien dürfen nicht sterilisiert werden.
  - Flaschen/Gefäße mit Schraubverschluss nur locker zudrehen – nicht vollständig verschließen.
  - Gefäße mit Flüssigkeiten nur maximal 3/4 füllen.
  - Vor dem Sterilisationsvorgang ausreichend Wasser nachfüllen.
  - Deckel erst öffnen, wenn die Temperatur des Dampfdruckkochtopfs deutlich abgesunken ist.
  - Bei Kontamination des Dampfdruckkochtopfs (z.B. auf Grund von übervollen Flaschen oder Siedeverzug) den Innenraum erst reinigen.
  - Die Funktionsfähigkeit des Dampfdruckkochtopfs lässt sich am besten mit Hilfe von sporenbildenden Teststämmen (meist *Bacillus subtilis*, im Handel erhältlich) nachweisen. Einfache „Selbsttests“ mit in der Schule vorhandenen Versuchsstämmen in regelmäßigen Abständen (vor Verwendung oder mindestens einmal jährlich) sind erforderlich.
- WICHTIG:** Das im Handel erhältliche Autoklavierband ist kein verlässlicher Anzeiger dafür, dass der Dampfdruckkochtopf richtig funktioniert, sondern wird in der Forschung nur zur Unterscheidung behandelte – unbehandelte Probe verwendet!

### Verhalten im Gefahrfall

Ruf:

- Bei ungewöhnlichen Betriebszuständen oder technischem Defekt den Dampfdruckkochtopf ausschalten.

### Erste Hilfe

Notruf: 112



- Augenkontakt: Spritzt Flüssigkeit aus dem Dampfdruckkochtopf in die Augen, Augen unter fließendem Wasser bei gut geöffnetem Lidspalt mehrere Minuten spülen (Augendusche!); Weiterbehandlung beim Augenarzt.
- Verbrennungen mit reichlich Wasser kühlen und keimfrei bedecken.
- Verletzungen sind sofort dem zuständigen Vorgesetzten zu melden und unbedingt in das Verbandbuch einzutragen.
- Freigesetztes Sterilisiergut aufnehmen und desinfizieren.

### Instandhaltung und Entsorgung



- Im Dampfdruckkochtopf behandelte Abfälle können im Hausmüll entsorgt werden.
- Vor jeder Benutzung sind die Dichtungen und Sicherheitsventile auf optische Schäden und Leichtgängigkeit zu prüfen.

Dieser Entwurf muss noch durch arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Angaben ergänzt werden.

Schule:

# Musterbetriebsanweisung Hausmeister/Reinigungspersonal

Datum:

Arbeitsbereich: Biologie  
Arbeitsplatz: Biologievorbereitungsraum XXX/Fachraum XXX  
Verantwortliche: Schulleiter/Fachlehrer Biologie

Unterschrift:

## Anwendungsbereich

**Wartungs- und Reinigungsarbeiten in Räumen,  
die mit dem Symbol „Biogefährdung“ gekennzeichnet sind**

## Gefahren für Mensch und Umwelt



- Mikroorganismen der Risikogruppe 2 können bei Einwirkung auf den menschlichen Körper Infektionen und Erkrankungen verursachen.
- Die Aufnahme in den Körper kann durch **Einatmen** von Aerosolen, **Verschlucken** erregershaltigen Untersuchungsgutes, **Eindringen** von Erregern in bestehende oder verletzungsbedingte Hautschäden oder beim **Verspritzen** der Probe, über das Auge und die Schleimhäute erfolgen.
- Freisetzung der Organismen kann die Umwelt belasten.

## Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln



- Nur unterwiesenes Personal darf die gekennzeichneten Räume betreten.
- Die Zugangstüren zu den gekennzeichneten Räumen dürfen nicht offen stehen.
- Geräte und Kulturen dürfen ohne ausdrückliche Anweisung nicht berührt oder entsorgt werden.
- Tische, auf denen sich Versuchsanordnungen befinden, dürfen durch das Reinigungspersonal nicht gereinigt werden.
- Schränke dürfen nur äußerlich gereinigt werden.
- Nicht abgeschaltete Gas- oder Elektroversorgung, offene Gashähne, Gasgeruch oder beschädigte Steckdosen oder Geräte sind sofort dem Fachlehrer/Hausmeister oder Schulleiter zu melden.
- In den gekennzeichneten Räumen nicht Essen, Trinken, Rauchen, Kaugummi kauen oder Kosmetika auftragen.

## Verhalten im Gefahrfall

**Ruf:**

Sollte trotz der Vorsichtsmaßnahmen eine Gefahrensituation (z.B. Bruch einer Kulturflasche) eintreten

- muss der Raum verlassen werden und
- müssen Hausmeister oder Fachlehrer sofort über sämtliche Vorkommnisse informiert werden.

## Erste Hilfe

**Notruf: 112**



- Offene Wunden auswaschen, möglichst ausbluten lassen und steril abdecken.
- Bei Spritzer ins Auge mit der Augendusche intensiv spülen.
- Verletzungen sind dem Fachlehrer/Schulleiter zu melden und in das Verbandbuch einzutragen.
- Bei intensivem Kontakt (z.B. Verschlucken, Inkorporation durch Verletzungen) gegebenenfalls Arzt aufsuchen.

## Instandhaltung und Entsorgung



- Abfallbehälter, die mit dem Symbol „Biogefährdung“ gekennzeichnet sind, werden nicht entleert.

Dieser Entwurf muss noch durch arbeitsplatz- und tätigkeitsbezogene Angaben ergänzt werden.

# Anhang V

## Häufig gestellte Fragen (FAQs)

### Experimente am Menschen

1. Sind Eigenexperimente z.B. Blutzuckertest in der Schule zulässig? Welche Vorschriften sind zu beachten?

Die Demonstration eines Blutzuckertests durch einen an Diabetes erkrankten Schüler ist möglich. Das Einverständnis des betroffenen Schülers und der Eltern sollte unbedingt eingeholt werden.

2. Ist eine Blutgruppenbestimmung von Schülerblut erlaubt?

Nein, es ist nicht erlaubt, dass Schüler eine Blutgruppenbestimmung ihres Blutes durchführen. Auch bei Versuchen mit Eigenblut kann ein Kontakt der Schüler untereinander und somit eine mögliche Belastung mit Hepatitis B oder C, HIV etc. nicht ausgeschlossen werden. Für die Bestimmung muss Modellblut oder von behördlich beaufsichtigten Institutionen (z.B. Hilfsorganisationen) getestetes Blut eingesetzt werden.

### Experimente mit Tieren

3. Dürfen Schüler lebende Haustiere mitbringen?

Gesunde Tiere dürfen in die Schule mitgebracht werden. Man kann von der Gesundheit der Tiere ausgehen, wenn sie regelmäßig den Tierarzt besuchen und bei ihnen keine Erkrankung festgestellt wurde.

4. Dürfen tote Tiere mit in die Schule gebracht werden?

Tote Tiere dürfen nicht in die Schule gebracht werden, da eine Erkrankung der Tiere und mögliche Übertragung auf den Menschen (z.B. Tollwut) nicht ausgeschlossen werden kann.

5. Welche Gefahren sind bei der Präparation und Entsorgung von Schweine- oder Rinderaugen zu beachten?

In der Schule sollten nur Schweineaugen untersucht werden, da es sich bei Rinderaugen um Risikomaterial bzgl. BSE handelt. Die Einhaltung von allgemeinen Hygienemaßnahmen sollte selbstverständlich sein. Die Entsorgung der Augen kann über den Schlachthof oder eine Schlachterei/Metzgerei oder auch über den Hausmüll erfolgen. Auf Grund des Schutzes Dritter sollten die Schweineaugen vor der Entsorgung verpackt werden.

6. Sind in der Schule Versuche mit tierischem Blut zulässig?

Es ist wichtig darauf zu achten, dass nur Blut von gesunden Tieren in der Schule verwendet wird. Das Blut sollte über einen Schlachthof bezogen werden, wo die Tiere vom Amtstierarzt untersucht werden.

7. Müssen die Schüler bei der Untersuchung von z.B. Schweineherzen oder Forellen usw. Einmalhandschuhe tragen?

Die BioStoffV fordert in diesem Fall nicht das Tragen von Einmalhandschuhen. Falls Einmalhandschuhe verwendet werden, ist auf Grund gesundheitlicher Risiken auf Latexhandschuhen zu verzichten (Alternativen: Vinyl-, Nitrilkauschuk-Handschuhe,...).

### Experimente mit Mikroorganismen

8. Welche Bakterienstämme dürfen verwendet werden?

Es dürfen alle Bakterien der Risikogruppe 1 verwendet werden. Beim gezielten Einsatz von Bakterien der Risikogruppe 2 in der Schule sind weitere geeignete Maßnahmen (s. BioStoffV bzw. Kapitel 5.3 dieser Regel) notwendig.

9. Ist der Umgang mit selbst gezüchteten Bakterienkulturen erlaubt?

Das Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung gibt die geeigneten Schutzmaßnahmen vor. Bei bekannten, definierten Bakterienstämmen (Reinkulturen) der Risikogruppe 1 kann eine weitere Anzucht unter Beachtung der Schutzmaßnahmen in Kapitel 5.2 erfolgen. Verunreinigte Kulturen müssen sterilisiert werden.

10. Ist das Anzüchten von Schimmelpilzen auf Lebensmitteln, sowie Versuche zum Verderben und Haltbarmachen von Lebensmitteln zulässig?

Siehe Anhang II. Wichtig ist, dass eine Sporenverbreitung vermieden wird und die Proben in verschlossenen Gefäßen aufbewahrt werden.

11. Was ist bei der Gewässeruntersuchung (Ökologie) zu beachten?

In der Regel gehören die Mikroorganismen in Gewässern (Teichen, Tümpeln, Bächen) der Risikogruppe 1 an. Daher sind die Schutzmaßnahmen wie sie im Kapitel 5.2 beschrieben sind zu beachten.

In Gewässern, die mit Abwasser, Gülle oder Düngemitteln belastet sind, kommen Mikroorganismen der Risikogruppe 2 vor. Solche Untersuchungen fallen unter die Schutzstufe 2 und sind als Lehrerexperiment durchzuführen. Entsprechende Maßnahmen (siehe Kapitel 5.3) sind zu treffen.

12. Wie entsorgt man angelegte Bakterien- und Schimmelpilzkulturen?

Kulturen mit Mikroorganismen der Risikogruppe 1 können über den Ausguss bzw. Hausmüll entsorgt werden. Kann das Auftreten von biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 2 nicht ausgeschlossen werden, sind die Kulturen vor der Entsorgung im Autoklaven oder Dampfdruckkochtopf zu sterilisieren. (siehe auch Arbeitsanweisung „Arbeiten mit Dampfdruckkochtopf, Sterilisation“).

13. Reicht es aus, die Sterilisation von Mikroorganismen im Dampfdruckkochtopf durch zu führen?

Grundsätzlich ist eine Sterilisation im Dampfdruckkochtopf möglich. Der Erfolg der Sterilisation im Dampfdruckkochtopf ist abhängig von Temperatur und Druck. Es empfiehlt sich mit Hilfe von sporenbildenden Teststämmen (meist *Bacillus subtilis*, im Handel erhältlich) die Funktionsfähigkeit nachzuweisen bzw. die notwendige Sterilisationsdauer zu ermitteln. Einfache „Selbsttests“ mit in der Schule vorhandenen Versuchsstämmen in regelmäßigen Abständen (vor Verwendung oder mindestens einmal jährlich) sind erforderlich.

14. Sind Untersuchungen von Bakterien im Abfall in der Schule erlaubt?

Bei dieser Untersuchung handelt es sich um eine nicht gezielte Tätigkeit, da nicht bekannt ist, welche Mikroorganismen im Einzelnen im Abfall enthalten sind; da im Abfall Bakterien und Pilze der Risikogruppe 2 sowie Mikroorganismen mit allergischem Potenzial enthalten sein können, müssen geeignete Maßnahmen für die Schutzstufe 2 ergriffen werden (siehe Kapitel 5.3).

15. Können Kompostierungsversuche im Klassenzimmer durchgeführt werden?

Bei der Kompostierung werden Schimmelpilzsporen mit sensibilisierendem Potenzial in größeren Mengen freigesetzt. Da bei diesem Versuch eine Aerosolbildung nicht zu vermeiden ist, sollten Kompostierungsversuche nur im Freien durchgeführt werden.

16. Welche gentechnischen Experimente sind in der Schule erlaubt ?

Zunächst muss unterschieden werden, ob gentechnische Arbeiten (im Sinne des Gentechnik-Rechts) oder genetische Experimente durchgeführt werden (siehe Kapitel 2.6 bzw. 2.8). Bei genetischen Experimenten mit Mikroorganismen der Risikogruppe 1 sind die Schutzmaßnahmen in Kapitel 5.2 dieser Regel ausreichend. Käuflich erworbene Phagen dürfen nur eingesetzt werden, wenn eine Unbedenklichkeitsbescheinigung vom Lieferanten vorliegt. Der Einsatz des Genbaukastens Blue Genes erfüllt alle Bedingungen und ist insofern unproblematisch.

Sollen gentechnische Arbeiten durchgeführt werden (z.B. Versuche mit GFP), so müssen die weitergehenden Anforderungen des Gentechnik-Rechts beachtet werden.

17. Fallen Arbeiten zur DNA-Isolation unter die BioStoffV?

Versuche bei denen DNA aus Tomaten oder Zwiebeln isoliert wird fallen nicht unter die BioStoffV und erfordern somit keine entsprechenden Schutzmaßnahmen gemäß BioStoffV. Bei diesem Versuch müssen aber die Gefährdungen berücksichtigt werden, die sich aus dem Umgang mit den eingesetzten Gefahrstoffen ergeben.

18. Was ist bei biochemischen Methoden zur Veränderung von Bakterien im Schullabor zu beachten?

Bei Mutagenese-Experimenten ist darauf zu achten, dass Bakterien der Risikogruppe 1 eingesetzt werden, gegebenenfalls müssen Maßnahmen nach GefStoffV getroffen werden.

## Exkursionen und Sonstiges

19. Welche Vorbereitungen müssen bei Freilandexkursionen bzw. bei Arbeiten im Schulgarten getroffen werden?

Schüler und gegebenenfalls Eltern sollten über mögliche Infektionen (z.B. FMSE, Borreliose durch Zeckenstich) informiert werden. Bei Exkursionen sollte geeignete Kleidung (lange Hosen, langärmeliges Oberteil) getragen werden.

Allergien müssen im Vorfeld abgeklärt sein.

Für Arbeiten im Schulgarten ist ein Impfschutz gegen Tetanus angeraten. Entsprechende Informationen zum Impfstatus der Schüler sollten im Vorfeld eingeholt werden.

20. Darf man mit Schülern Pilze sammeln, zubereiten und verzehren?

Die Sammlung und Bestimmung von Pilzen ist unproblematisch. Giftige Pilze sind zu kennzeichnen. Auf Zubereitung und Verzehr der Pilze ist zu verzichten.

21. Spielt die BioStoffV im Hauswirtschaftsunterricht eine Rolle?

In Lebensmitteln (z.B. Milchprodukte, Hackfleisch, verschimmelttes Brot) sind Mikroorganismen enthalten. In den meisten Fällen handelt es sich um nicht gezielte Tätigkeiten im Sinne der BioStoffV. Je nach Ergebnis der Gefährdungsbeurteilung müssen entsprechende Maßnahmen gemäß der BioStoffV und der Hinweise in dieser Regel eingehalten werden.

22. Darf frische Kuhmilch vom Bauernhof (Rohmilch) verzehrt oder weiter verarbeitet werden?

Rohmilch kann Bakterien der Gattung *Campylobacter*, insbesondere *Campylobacter jejuni* und andere Krankheitserreger enthalten. Diese Bakterien können Darmerkrankungen verursachen, wenn sie mit getrunkenen Rohmilch als Vehikel in den Körper gelangen. Kinder sind empfänglicher für *Campylobacter-Infektionen* als Erwachsene.

Zum Schutz vor *Campylobacter-Infektionen* ist es wichtig die Rohmilch, die direkt vom Erzeuger abgegeben wird, vor dem Verzehr bzw. weiteren Verarbeitung abzukochen!

## Anhang VI

### Hilfreiche Internet-Adressen

Die nachstehende Tabelle beinhaltet Internet-Adressen, die Fundstellen für das einschlägige Vorschriften- und Regelwerk, Bezugsquellen für Mikroorganismen und Unterrichtsmaterialien benennen und allgemeine Informationen zu biologischen Arbeitsstoffen geben. Diese Internet-Adressen stellen auch einen Ausgangspunkt für weitere Recherchen zu dem Thema „Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Schulen“ dar, da sie zum Teil auf weitere Links verweisen.

| Hilfreiche Internet-Adressen   |  |   |
|--|--|---|
| Internet-Adressen  | Einrichtung, Institution   | Stichwort   |
| <a href="http://www.dguv.de">http://www.dguv.de</a><br>und Adressen der regional<br>zuständigen UV-Träger  | Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung<br>Zuständiger Unfallversicherungsträger | Vorschriften und Regeln des zuständigen<br>Unfallversicherungsträgers   |
| <a href="http://www.bgchemie.de">http://www.bgchemie.de</a>  | Berufsgenossenschaft der chemischen<br>Industrie                                 | Musterbetriebsanweisungen für Laboratorien<br>(z.B. S1-Labor, Sicherheitswerkbank, Abzug,<br>Tischzentrifuge)             |
| <a href="http://www.baua.de/prax/biostoffe">http://www.baua.de/prax/biostoffe</a>  | Bundesanstalt für Arbeitsschutz<br>und Arbeitsmedizin                            | staatliche Vorschriften und Regeln<br>zu biologischen Arbeitsstoffen<br>(z.B. BioStoffV, TRBA, ABAS-Beschlüsse)           |
| <a href="http://lasi.osha.de">http://lasi.osha.de</a>  | Länderausschuss für Arbeitsschutz und<br>Sicherheitstechnik                      | Publikationen zum Arbeitsschutz u.a. LV 23<br>„Handlungshilfe zur Umsetzung der BioStoffV“                                |
| <a href="http://www.rki.de">http://www.rki.de</a>  | Robert-Koch-Institut   | Informationen zu Infektionserkrankungen;<br>Impfkalender; Liste der Desinfektionsmittel                                   |
| <a href="http://www.bvl.bund.de">http://www.bvl.bund.de</a>  | Bundesamt für Verbraucherschutz und<br>Lebensmittelsicherheit                    | Zentrale Kommission für biologische Sicher-<br>heit (Gentechnik)  |
| <a href="http://www.dsmz.de">http://www.dsmz.de</a>  | Deutsche Stammsammlung für Mikroorga-<br>nismen und Zellkulturen                 | Schulgeeignete Mikroorganismen  |
| <a href="http://www.fonds.vci.de">http://www.fonds.vci.de</a>  | Fonds des Verbandes der chemischen<br>Industrie                                  | Informationen über Genbaukasten Blue Genes;<br>Antrag auf Fördermittel für Genbaukasten Blue Genes                        |
| <a href="http://www.vdbio.de">http://www.vdbio.de</a><br>(Alt: <a href="http://www.vdbiol.de">http://www.vdbiol.de</a> )                           | Verband deutscher Biologen e.V.  | Auflistung von Schulmaterialien für den praxis-<br>orientierten Unterricht mit Linksammlung                               |
| <a href="http://www.biologie.uni-erlangen.de/mibi/schule/schuleindex.htm">http://www.biologie.uni-erlangen.de/<br/>mibi/schule/schuleindex.htm</a> | Lehrstuhl für Mikrobiologie der<br>Universität Erlangen                          | Angebote für Gymnasien zu Gentechnik und<br>Molekularbiologie; „Erlanger Experimentierkoffer“                             |
| <a href="http://www.ipn.uni-kiel.de">http://www.ipn.uni-kiel.de</a>  | Leibniz-Institut für die Pädagogik der<br>Naturwissenschaften der Uni Kiel       | Unterrichtsmaterialien bzw. Literaturhinweise<br>zu Unterrichtsmaterialien; wichtige Links                                |
| <a href="http://www.zum.de">http://www.zum.de</a>  | Zentrale für Unterrichtsmedien im<br>Internet e.V.                               | Unterrichtsmaterialien; Lernmodule  |
| <a href="http://www.lernort-labor.de">http://www.lernort-labor.de</a>  | Zentrum für Beratung und Qualitätsent-<br>wicklung (LeLa)                        | Schülerlabore; Veranstaltungen;<br>Informationen  |
| <a href="http://www.ipn.uni-kiel.de/eibe/">http://www.ipn.uni-kiel.de/eibe/</a>  | Europäische Initiative für Biotechnik<br>im Unterricht                           | Unterrichtsmaterialien Gen- und Bio-<br>technologie (Experimentier- und Praxis-<br>anleitungen, Hintergrundinformationen) |
| <a href="http://www.biodidaktik.de">http://www.biodidaktik.de</a>  |  | Links zu Bildungsservern der Länder;<br>Lehrpläne, Unterrichtshilfen, Zeitschriften,<br>Veranstaltungen                   |
| <a href="http://www.lehrer-online.de/biologie">http://www.lehrer-online.de/biologie</a>  |  | Forum und Fachportal für Lehrkräfte;<br>Linksammlung  |

# Anhang VII

## Schülerlabore – Praktische Versuche mit biologischen Arbeitsstoffen

| Labor  | Region  | Homepage   |
|--|---|--|
| Netzwerk Schülerlabore                                       | Deutschland   | <a href="http://www.lernort-labor.de">www.lernort-labor.de</a>   |
| Schülerlabore der Helmholtz-Gemeinschaft                     |   | <a href="http://www.helmholtz.de">www.helmholtz.de</a>   |
| Schullabor Novartis  | Basel   | <a href="http://www.schullabor.ch/schullabor.html">www.schullabor.ch/schullabor.html</a>   |
| Demonstrationslabor Bio-/Gentechnik der Universität Bayreuth | Bayreuth  | <a href="http://www.old.uni-bayreuth.de/departments/didaktik-bio/genlaborbor/angebote.html">www.old.uni-bayreuth.de/departments/didaktik-bio/genlaborbor/angebote.html</a> |
| Schülerlabore der LMS (Lise-Meitner-Schule)                  | Berlin  | <a href="http://www.lise.be.schule.de">www.lise.be.schule.de</a>   |
| Gläsernes Labor  | Berlin  | <a href="http://www.glaesernes-labor.de">www.glaesernes-labor.de</a>   |
| NatLab   | Berlin  | <a href="http://www.natlab.de">www.natlab.de</a>   |
| Alfried-Krupp-Schülerlabor (Ruhruniversität Bochum)          | Bochum  | <a href="http://www.aks.rub.de">www.aks.rub.de</a>   |
| Forschung und Schule (FuSch)                                 | Borstel   | <a href="http://www.fz-borstel.de/fusch/index.htm">www.fz-borstel.de/fusch/index.htm</a>   |
| BioS Biotechnisches Schülerlabor Braunschweig                | Braunschweig  | <a href="http://www.gbf.de/bio-s/index.htm">www.gbf.de/bio-s/index.htm</a>   |
| BIO-TE(A)CH  | Dresden   | <a href="http://www.bio-teach.de">www.bio-teach.de</a>   |
| Gläsernes Labor  | Dresden   | <a href="http://www.dhmd.de">www.dhmd.de</a><br>(Deutsches Hygiene-Museum Dresden)   |
| Schülerlabor am Forschungszentrum                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eggenstein-Leopoldshafen</li> <li>• Karlsruhe</li> </ul> | <a href="http://www.fortbildung.fzk.de">www.fortbildung.fzk.de</a>   |
| Gentechnik zum Begreifen                                     | Erlangen  | <a href="http://www.biologie.uni-erlangen.de/mibi/schule/schuleindex.htm">www.biologie.uni-erlangen.de/mibi/schule/schuleindex.htm</a>                                     |
| Schülerlabor der Fh Flensburg „Biotechnologie zum Anfassen“  | Flensburg   | <a href="http://www.fh-flensburg.de/vt/ff_schulen.htm">www.fh-flensburg.de/vt/ff_schulen.htm</a>   |
| Genomix (Industriepark Hoechst)                              | Frankfurt am Main   | <a href="http://www.sanofi-aventis.de">www.sanofi-aventis.de</a><br>(Menü: „Über uns/Unser Engagement“)  |
| Grünes Labor Gatersleben                                     | Gatersleben   | <a href="http://www.gruenes-labor.de">www.gruenes-labor.de</a>   |
| Science Bridge (Mobiles Labor)                               | Gießen  | <a href="http://www.sciencebridge.net">www.sciencebridge.net</a>   |
| XLAB-Göttinger Experimentallabor für junge Leute e.V.        | Göttingen   | <a href="http://www.xlab-goettingen.de">www.xlab-goettingen.de</a>   |
| Genlabor   | Greifswald  | <a href="http://www.fmvev.net">www.fmvev.net</a>   |
| Schüler AG des IGZ   | Großbeeren  | <a href="http://www.igzev.de">www.igzev.de</a><br>(Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau)   |
| Naturwissenschaftliches Zentrum (NWZ)                        | Hamburg   | <a href="http://www.li-hamburg.de">www.li-hamburg.de</a><br>(Landesinstitut für Lehrerfortbildung und Schulentwicklung)  |
| Bio-Lab Baden-Württemberg on Tour                            | Heroldsberg   | <a href="http://www.biolab-bw.de">www.biolab-bw.de</a>   |

| Labor   | Region                       | Homepage   |
|---|------------------------------|--|
| Nta-Schülerlabor  | Isny                         | <a href="http://www.nta-isny.de">www.nta-isny.de</a><br>(Menü: „Was bieten wir“)   |
| Science Bridge – Mobiles Schülerlabor                                 | Kassel                       | <a href="http://www.sciencebridge.de">www.sciencebridge.de</a>   |
| Köln PUB e.V.   | Köln                         | <a href="http://www.koelnpub.de">www.koelnpub.de</a>   |
| Schüler AG der Bayer Chemiapark<br>Leverkusen                         | Leverkusen                   | <a href="http://www.leverkusen.bayer.de">www.leverkusen.bayer.de</a><br>(Suchfunktion: „Schülerlabor Gentechnik“)  |
| Lübecker Offenes Labor (LOLA)   | Lübeck                       | <a href="http://www.bioweb.uni-luebeck.de/LOLA/index.htm">www.bioweb.uni-luebeck.de/LOLA/index.htm</a>   |
| Xplore! – Das Biotechlabor der BASF                                   | Ludwigshafen                 | <a href="http://www.rheinneckarweb.de/young-corner/lehrer-infos/schuelerlabore-der-basf/xplore-das-biotechlabor-der-basf">www.rheinneckarweb.de/young-corner/lehrer-infos/schuelerlabore-der-basf/xplore-das-biotechlabor-der-basf</a> |
| Praktikumslabor der Martinsrieder<br>Max-Planck-Institute             | Martinsried                  | <a href="http://www.neuro.mpg.de/news_events/school/index.html">www.neuro.mpg.de/news_events/school/index.html</a>   |
| Initiative Schullabor München   | München                      | <a href="http://www.schul-labor-muenchen.de">www.schul-labor-muenchen.de</a>   |
| Das Besucherlabor – Genforschung<br>begreifen                         | München,<br>deutsches Museum | <a href="http://www.deutsches-museum.de">www.deutsches-museum.de</a><br>(Menü: „Ausstellungen, Neue Projekte“)   |
| Gläsernes Labor des Forschungs-<br>zentrums für Umwelt und Gesundheit | Neuherberg<br>bei München    | <a href="http://www.gsf.de/neu/gsf-lab/index.php">www.gsf.de/neu/gsf-lab/index.php</a>   |
| Mach-Mit-Labor  | Saarbrücken                  | <a href="http://www.bernhardt.biochem.uni-sb.de/machmit/mml.html">www.bernhardt.biochem.uni-sb.de/machmit/mml.html</a>   |
| Baylab, die Schülerlabor-Initiative<br>von Bayer Health Care          | Wuppertal                    | <a href="http://www.wuppertal.bayer.de/index.cfm?PAGE_ID=314">www.wuppertal.bayer.de/index.cfm?PAGE_ID=314</a>   |

# Anhang VIII

## Literaturangaben

### 1. Gesetze, Verordnungen und Technische Regeln

|               |   |
|---------------|---|
| ArbSchG       | Gesetz über die Durchführung von Maßnahmen des Arbeitsschutzes zur Verbesserung der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit (Arbeitsschutzgesetz – ArbSchG)   |
| GenTG         | Gesetz zur Regelung der Gentechnik (Gentechnikgesetz – GenTG)   |
| BioStoffV     | Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung – BioStoffV)   |
| GenTSV        | Verordnung über die Sicherheitsstufen und Sicherheitsmaßnahmen bei gentechnischen Arbeiten in gentechnischen Anlagen (Gentechnik-Sicherheitsverordnung – GenTSV)  |
| GenTAufzV     | Verordnung über Aufzeichnungen bei gentechnischen Arbeiten zu Forschungszwecken oder zu gewerblichen Zwecken und bei Freisetzungen (Gentechnik-Aufzeichnungsverordnung – GenTAufzV)   |
| BetrSichV     | Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Bereitstellung von Arbeitsmitteln und deren Benutzung bei der Arbeit, über Sicherheit beim Betrieb überwachungsbedürftiger Anlagen und über Organisation des betrieblichen Arbeitsschutzes (Betriebssicherheitsverordnung – BetrSichV) |
| GefStoffV     | Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen (Gefahrstoffverordnung – GefStoffV)   |
| TRBA 100      | Schutzmaßnahmen für gezielte und nichtgezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen im Labor   |
| TRBA 250      | Biologische Arbeitsstoffe im Gesundheitswesen und in der Wohlfahrtspflege   |
| TRBA 310      | Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen nach Anhang VI Gentechnik-Sicherheitsverordnung  |
| TRBA 400      | Handlungsanleitung zur Gefährdungsbeurteilung und für die Unterrichtung der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen   |
| TRBA 450      | Einstufungskriterien für biologische Arbeitsstoffe  |
| TRBA 460      | Einstufung von Pilzen in Risikogruppen  |
| TRBA 462      | Einstufung von Viren in Risikogruppen   |
| TRBA 464      | Einstufung von Parasiten in Risikogruppen   |
| TRBA 466      | Einstufung von Bakterien in Risikogruppen   |
| TRBA 500      | Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen   |
| Beschluss 606 | Biologische Arbeitsstoffe mit sensibilisierender Wirkung  |

## **2. Unfallverhütungsvorschriften, Regeln und Merkblätter**

|             |  |
|-------------|--|
| GUV-V A 1   | UVV „Grundsätze der Prävention“  |
| GUV-V A 8   | UVV „Sicherheits- und Gesundheitsschutzkennzeichnung am Arbeitsplatz“                  |
| GUV-V S 1   | UVV „Schulen“  |
| GUV-R 189   | GUV-Regel „Benutzung von Schutzkleidung“   |
| GUV-R 192   | GUV-Regel „Benutzung von Augen- und Gesichtsschutz“                                    |
| GUV-R 195   | GUV-Regel „Benutzung von Schutzhandschuhen“  |
| GUV-SR 2003 | GUV-Regel „Umgang mit Gefahrstoffen im Unterricht“                                     |
| GUV-I 8584  | GUV-Information „Allergiegefahr durch Latex- Einmalhandschuhe“                         |
| GUV-I 8760  | GUV-Information „Beurteilung von Gefährdungen und Belastungen an Lehrerarbeitsplätzen“ |
| GUV-SI 8018 | GUV-Information „Giftpflanzen – Beschauen, nicht kauen“                                |
| GUV-SI 8042 | GUV-Information „Lebensmittel- und Textilverarbeitung – Ein Handbuch für Lehrkräfte“   |
| GUV-SI 8065 | GUV-Information „Erste Hilfe in Schulen“   |
| GUV-SI 8070 | GUV-Information „Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht“                             |

## **3. DIN-Normen**

|                 |  |
|-----------------|--|
| DIN EN 15 154-2 | Sicherheitsnotduschen – Augenduschen mit Wasseranschluss |
| DIN EN 12 469   | Sicherheitswerkbänke                                     |

## Überreicht und zu beziehen durch den zuständigen Unfallversicherungsträger:

### Baden-Württemberg

Unfallkasse Baden-Württemberg,  
Hauptsitz Stuttgart:  
Augsburger Straße 700, 70329 Stuttgart,  
Postanschrift: 70324 Stuttgart,  
Tel. (07 11) 93 21-0, Fax (07 11) 93 21-500,  
Sitz Karlsruhe:  
Waldhornplatz 1, 76131 Karlsruhe,  
Postanschrift: 76128 Karlsruhe,  
Tel. (07 21) 60 98-1, Fax (07 21) 60 98-52 00

### Bayern

Bayerischer Gemeindeunfallversicherungs-  
verband, Ungererstraße 71, 80805 München,  
Postanschrift: 80791 München,  
Tel. (0 89) 3 60 93-0, Fax (0 89) 3 60 93-135

Bayerische Landesunfallkasse,  
Ungererstraße 71, 80805 München,  
Postanschrift: 80791 München,  
Tel. (0 89) 3 60 93-0, Fax (0 89) 3 60 93-135

Unfallkasse München,  
Müllerstraße 3, 80469 München,  
Postanschrift: 80313 München,  
Tel. (0 89) 2 33-2 80 94, Fax (0 89) 2 33-2 64 84

### Berlin

Unfallkasse Berlin,  
Culemeyerstraße 2, 12277 Berlin-Marienfelde,  
Postfach 48 05 84, 12254 Berlin,  
Tel. (0 30) 76 24-0, Fax (0 30) 76 24-11 09

### Brandenburg

Unfallkasse Brandenburg,  
Müllroser Chaussee 75, 15236 Frankfurt,  
Postanschrift: Postfach 11 13, 15201 Frankfurt,  
Tel. (03 35) 52 16-0, Fax (03 35) 52 16-111

Feuerwehr-Unfallkasse Brandenburg,  
Müllroser Chaussee 75, 15236 Frankfurt,  
Postanschrift: Postfach 11 13, 15201 Frankfurt,  
Tel. (03 35) 52 16-0, Fax (03 35) 52 16-111

### Bremen

Unfallkasse Freie Hansestadt Bremen,  
Walsroder Straße 12–14, 28215 Bremen,  
Tel. (04 21) 3 50 12-0, Fax (04 21) 3 50 12-14

### Hamburg

Unfallkasse Nord,  
Schleswig-Holstein • Hamburg, Standort  
Hamburg, Spohrstraße 2, 22083 Hamburg,  
Tel. (0 40) 2 71 53-0, Fax (0 40) 2 71 53-1000

Hanseatische Feuerwehr-Unfallkasse Nord,  
Landesgeschäftsstelle Hamburg  
Berliner Tor 49, 20099 Hamburg,  
Tel. (0 40) 3 09 04 92 89, Fax (0 40) 3 09 04 91 81

### Hessen

Unfallkasse Hessen,  
Leonardo-da-Vinci-Allee 20, 60486 Frankfurt,  
Postanschrift: Postf. 10 10 42, 60010 Frankfurt,  
Tel. (0 69) 2 99 72-440, Fax (0 69) 2 99 72-588

### Mecklenburg-Vorpommern

Unfallkasse Mecklenburg-Vorpommern,  
Wismarsche Straße 199, 19053 Schwerin,  
Tel. (03 85) 51 81-0, Fax (03 85) 51 81-111

Hanseatische Feuerwehr-Unfallkasse Nord, Lan-  
desgeschäftsstelle Mecklenburg-Vorpommern,  
Bertha-von-Suttner-Straße 5, 19061 Schwerin,  
Tel. (03 85) 30 31-700, Fax (03 85) 30 31-706

### Niedersachsen

Braunschweigischer  
Gemeinde-Unfallversicherungsverband,  
Berliner Platz 1C, 38102 Braunschweig,  
Postanschrift: Postfach 15 42,  
38005 Braunschweig,  
Tel. (05 31) 2 73 74-0, Fax (05 31) 2 73 74-40

Gemeinde-Unfallversicherungsverband  
Hannover, Am Mittelfelde 169, 30519 Hannover,  
Postanschrift: Postf. 81 03 61, 30503 Hannover,  
Tel. (05 11) 87 07-0, Fax (05 11) 87 07-188

Landesunfallkasse Niedersachsen,  
Am Mittelfelde 169, 30519 Hannover,  
Postanschrift: Postf. 81 03 61, 30503 Hannover,  
Tel. (05 11) 87 07-0, Fax (05 11) 87 07-202

Gemeinde-Unfallversicherungsverband  
Oldenburg, Gartenstraße 9, 26122 Oldenburg,  
Postanschrift: Postfach 27 61, 26017 Oldenburg,  
Tel. (04 41) 77 90 90, Fax (04 41) 7 79 09 50

Feuerwehr-Unfallkasse Niedersachsen,  
Aegidientorplatz 2a, 30159 Hannover,  
Postanschrift: Postfach 280, 30002 Hannover,  
Tel. (05 11) 98 95-431, Fax (05 11) 98 95-433

### Nordrhein-Westfalen

Unfallkasse Nordrhein-Westfalen  
Zentrale  
St.-Franziskus-Str. 146, 40470 Düsseldorf,  
Tel. (02 11) 90 24-0

Regionaldirektion Rheinland  
Heyestraße 99, 40625 Düsseldorf,  
Postanschrift: Postfach 12 05 30,  
40605 Düsseldorf,  
Tel. (02 11) 28 08-0, Fax (02 11) 28 08-219

Regionaldirektion Westfalen-Lippe  
Salzmannstraße 156, 48159 Münster,  
Postanschrift: Postfach 59 67, 48135 Münster,  
Tel. (02 51) 21 02-0, Fax (02 51) 21 85 69

### Rheinland-Pfalz

Unfallkasse Rheinland-Pfalz,  
Orensteinstraße 10, 56626 Andernach,  
Postanschrift: 56624 Andernach,  
Tel. (0 26 32) 9 60-0, Fax (0 26 32) 9 60-311

### Saarland

Unfallkasse Saarland,  
Beethovenstraße 41, 66125 Saarbrücken,  
Postanschrift: Postfach 20 02 80, 66043 Saar-  
brücken,  
Tel. (0 68 97) 97 33-0, Fax (0 68 97) 97 33-37

### Sachsen

Unfallkasse Sachsen,  
Rosa-Luxemburg-Straße 17a, 01662 Meißen,  
Postanschrift: Postfach 42, 01651 Meißen,  
Tel. (0 35 21) 7 24-0, Fax (0 35 21) 7 24-111

### Sachsen-Anhalt

Unfallkasse Sachsen-Anhalt,  
Käspersstraße 31, 39261 Zerbst,  
Postanschrift: 39258 Zerbst,  
Tel. (0 39 23) 7 51-0, Fax (0 39 23) 7 51-333

Feuerwehr-Unfallkasse Mitte,  
Landesgeschäftsstelle Sachsen-Anhalt,  
Carl-Miller-Straße 7, 39112 Magdeburg,  
Tel. (03 91) 5 44 59-0, Fax (03 91) 5 44 59-22

### Schleswig-Holstein

Unfallkasse Nord,  
Schleswig-Holstein • Hamburg,  
Standort Kiel, Seekoppelweg 5a, 24113 Kiel,  
Tel. (04 31) 64 07-0, Fax (04 31) 64 07-450

Hanseatische Feuerwehr-Unfallkasse Nord,  
Landesgeschäftsstelle Schleswig-Holstein,  
Sophienblatt 33, 24114 Kiel,  
Postanschrift: 24097 Kiel  
Tel. (04 31) 6 03-21 13, Fax (04 31) 6 03-13 95

### Thüringen

Unfallkasse Thüringen,  
Humboldtstraße 111, 99867 Gotha,  
Postanschrift: Postfach 10 03 02, 99853 Gotha,  
Tel. (0 36 21) 7 77-0, Fax (0 36 21) 7 77-111

Feuerwehr-Unfallkasse Mitte,  
Landesgeschäftsstelle Thüringen,  
Magdeburger Allee 4, 99086 Erfurt (Tivoli),  
Tel. (03 61) 55 18-201, Fax (03 61) 55 18-221

### Eisenbahn-Unfallkasse

Rödelheimer Straße 49, 60487 Frankfurt/Main,  
Tel. (0 69) 4 78 63-0, Fax (0 69) 4 78 63-151

### Unfallkasse Post und Telekom

Europaplatz 2, 72072 Tübingen,  
Postanschrift: Postfach 27 80, 72017 Tübingen,  
Tel. 0180 5 00 16 32, Fax (0 70 71) 9 33-43 98

### Unfallkasse des Bundes

Weserstraße 47, 26382 Wilhelmshaven,  
Postanschrift: Postf. 180, 26380 Wilhelmshaven,  
Tel. (0 44 21) 4 07-0, Fax (0 44 21) 4 07-406

Die jeweils aktuellen E-Mail- und Internet-Adressen der hier aufgelisteten Unfallversicherungsträger finden Sie auf der Homepage der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung: [www.dguv.de](http://www.dguv.de) unter der Rubrik „Unfallkassen“.

**Deutsche Gesetzliche  
Unfallversicherung (DGUV)**

Mittelstraße 51  
10117 Berlin

**GUV-SR 2006** Juni 2008