

50. Jahrgang
Dezember 2006
S. 1123-1125

12

GIT

LABOR-
FACHZEITSCHRIFT

Sonderdruck



DIPL.-ING. THOMAS HINRICHS

**Schutz für Mensch,
Umwelt und Produkt**
Sicherheitswerkbänke in
Hochsicherheits-Laboratorien

BERNER

the safety system

GIT VERLAG

A Wiley Company
www.gitverlag.com

Schutz für Mensch, Umwelt und Produkt

Sicherheitswerkbänke in Hochsicherheits-Laboratorien



► Dipl.-Ing. Thomas Hinrichs,
Leiter Produktmanagement,
Berner International

Sicherheitswerkbänke sind in vielen biotechnologischen und pharmazeutischen Laboratorien eine elementare Sicherheitseinrichtung, um den Menschen, die Umwelt und das Produkt zu schützen. Beim Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen resp. Gefahrstoffen hohen und sehr hohen Gefährdungspotentials ist der Einsatz von sog. 3-Filter-Systemen ausdrücklich zu empfehlen. Sicherheitswerkbänke mit 3-Filter-Systemen gewährleisten ein wesentlich höheres Sicherheitsniveau, große Vorteile beim Filterwechsel und bei der Entsorgung kontaminierter Filter, als klassische 2-Filter-Systeme. Die nachfolgende Ausführung stellt den Unterschied von Sicherheitswerkbänken mit 2- und 3-Filter-Systemen dar, und warum 3-Filter-Systeme insbesondere in Hochsicherheits-Laboratorien zu verwenden sind.

2- und 3-Filter-Systeme: Der Unterschied

Beim Umgang mit biologischen Arbeitsstoffen sind mikrobiologische Sicherheitswerkbänke (MSW) der Klasse 1, 2 oder 3 gem. DIN EN 12469 zu verwenden. [1] Bei der aseptischen Herstellung von toxischen Parenteralia, den sog. CMR³-Arzneimitteln, müssen Sicherheitswerkbänke für Zytostatika (SFZ) gem. DIN 12980 zum Einsatz kommen. [2]

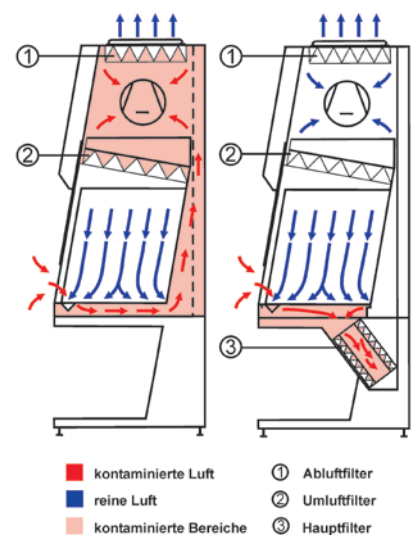
2- und 3-Filter-Systeme (s. Abb. 1) unterscheiden sich in der Anzahl der integrierten HEPA-Filter. Der grundsätzliche Aufbau und die Funktionen sind sehr ähnlich. Der wesentliche Unterschied ist die zusätzliche HEPA-Filterstufe, das sog. Hauptfilter, welches sich i. d. R. direkt unterhalb der Arbeitsfläche befindet. Das Hauptfilter ist nicht mit Vorfiltern in Form von Grob- oder Feinstaubfiltern zu verwechseln. [3] Vorfilter können die Standzeit von HEPA-Filtern erhöhen, zusätzlich rohlufseitig einen Schutz gegen Kleinstteile bieten, aber keinen HEPA-Filter ersetzen.

Warum 3-Filter-Systeme verwenden?

Ein hohes Gefährdungspotential fordert nahezu immer den Einsatz von 3-Filter-Systemen. [4] Neben einer redundanten HEPA-Filtrierung, der unmittelbaren Abscheidung von partikelförmigen Kontaminationen und vielen weiteren Vorteilen, ist die Möglichkeit eines kontaminationsarmen Filterwechsels und die sichere Inaktivierung der kontaminierten Filter eine herausragende Eigenschaft.

Einschlägige Vorschriften empfehlen die Verwendung von Sicherheitswerkbänken (SWB) mit 3-Filter-Systemen. [5-11] So fordert beispielsweise die Biostoffverordnung, die Gentechnik-sicherheitsverordnung und TRBA^c 100: „Ist die Sicherheitstechnik eines Arbeitsverfahrens fortentwickelt worden, hat sich diese bewährt und erhöht die Arbeitssicherheit hierdurch erheblich, ist das Arbeitsverfahren innerhalb einer angemessenen Frist dieser Fortentwicklung anzupassen.“ [12–14]

Die Verwendung von 3-Filter-Systemen erhöht die Arbeitssicherheit in Laboratorien der



▲ Abb. 1: Aufbau, Funktionsprinzip und kontaminierte Bereiche einer SWB bei 2- und 3-Filter-Systemen.

▼ Abb. 2: Aerosoldichtes Versiegeln und kontaminationsarmer Wechsel eines HEPA-Patronenfilters.





Abb. 3: Kontaminationsarme „Sack-Wechsel-Technik“ (Bag-Out-System).



Abb. 4: Herkömmliche Keilfilter im Vergleich zu innovativen Patronenfilter aus HEPA-Hauptfilterstufen.

Schutz- resp. Sicherheitsstufe 3 und 4 immens, insbesondere bei Tätigkeiten mit hohem oder sehr hohem Gefährdungspotential.

DIN EN 12469 weist darauf hin, dass Luftkanäle die kontaminierte Luft führen, so kurz wie möglich sein müssen. [15] Eine Anforderung, die nur beim Einsatz eines 3-Filter-Systems mit einer HEPA-Filterstufe direkt unterhalb der Arbeitsfläche konsequent umgesetzt wird.

Unmittelbare Filtrierung von Kontaminationen

Eine der herausragenden Eigenschaften des 3-Filter-Systems ist das Abscheiden partikelförmiger Kontaminationen direkt unterhalb der Arbeitsfläche

che. Das wichtigste sicherheitsrelevante Bauteil in Form des HEPA-Hauptfilters ist so nah wie irgend möglich an der potentiellen „Kontaminationsquelle“ – dem Arbeitsraum – angeordnet. D. h. das Ausmaß der kontaminierten Bereiche ist wesentlich geringer, als bei einem 2-Filter-System (s. Abb. 1). Alle potentiell kontaminierten Bereiche sind für eine Reinigung und Desinfektion zugänglich. Kostenintensive und gefährliche Begasungen mit Formaldehyd zur Dekontamination von biologischen Arbeitsstoffen in nicht zugänglichen Bereichen und Filtern können i. d. R. entfallen. [16]

Viele Servicetätigkeiten, wie etwa der Austausch eines Ventilators oder Filters in Bereichen hinter der Hauptfilterstufe (s. Abb. 1), können erheblich sicherer, schneller und kostengünstiger

durchgeführt werden. Ist ein 2-Filter-System mit nicht in der SWB dekontaminierbaren Gefahrstoffen (z. B. CMR-Arzneimittel) oder aber biologischen Arbeitsstoffen (z. B. TSE^d-assoziierte Agenzien) kontaminiert, gestalten sich Servicetätigkeiten erfahrungsgemäß als sehr aufwendig. Der Servicetechniker muss sich umfassend mit persönlicher Schutzausrüstung schützen. [17–22] Die SWB wird in einem Unterdruckzelt hermetisch eingeschlossen, in welchem der Servicetechniker seine Tätigkeiten durchführt. Dies ist aus Sicht des Arbeitsschutzes ein erheblicher Kompromiss.

Ein weiterer Vorteil ist, dass die Um- und Abluftfilter i. d. R. nie gewechselt werden müssen. Das HEPA-Hauptfilter scheidet mindestens 99,995 % aller Partikel ab und somit werden die nachfolgenden Filter regelrecht unter partikelfreien Bedingungen betrieben.

Kontaminationsarmer Filterwechsel

Die Hauptfilterstufe ist idealerweise kontaminationsarm zu wechseln. Ein kontaminationsarmer Filterwechsel ist definiert als eine segmentierte HEPA-Filterstufe (s. Abb. 2), welche im laufenden Betrieb und somit beim Bestand des Personenschutzes gewechselt werden kann. Eine Alternative ist das in der Kerntechnik etablierte Oelmeyer-Verfahren [23], besser bekannt als „Sack-Wechsel-Technik“ (s. Abb. 3). Entscheidend ist, neben einem sicheren Wechsel, am Ende die Baugröße der einzelnen Filterelemente. [24–27]

In SWB kontaminierte Um- und Abluftfilter (s. Abb. 1, links) sind für einen sicheren Wechsel, Transport und anschließende Dekontamination völlig ungeeignet. Erfahrungsgemäß sind solche Filter bis zu 1,8 x 0,6 m groß. Die zu inaktivierenden Filterelemente aus einer HEPA-Hauptfilterstufe dürfen eine bestimmte Größe, gem. der Definition des kontaminationsarmen Filterwechsels, nicht überschreiten. Explizit ist aber keine maximale Größe festgelegt. Die Bestimmung, dass die Filterelemente in übliche Abfallentsorgungsbehälter passen müssen, hilft hier.

Die in Laboratorien üblicherweise verfügbaren Abfallentsorgungsbehälter haben i. d. R. ein Volumen von 60 und 90 Liter. Ein segmentiertes Hauptfilter besteht bei herkömmlichen Systemen aus bis zu 18 Keilfiltern oder bei innovativeren Lösungen aus bis zu 9 kompakten Patronenfiltern (s. Abb. 4). Prinzipiell gilt: Je kleiner das Filterelement, desto besser. Die beschriebenen HEPA-Patronenfilter passen für eine thermische und/oder chemische Dekontamination in viele kleine Laborklaven, Desinfektions- und Abfallentsorgungsbehälter (s. Abb. 5).



Abb. 5: HEPA-Patronenfilter passen in kleine Autoklaven und übliche Abfallentsorgungsbehälter.

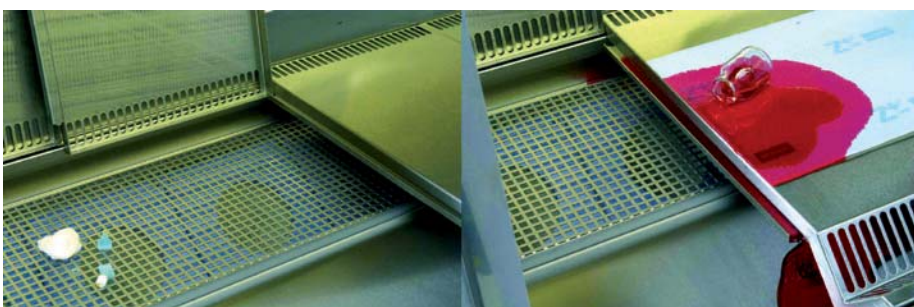


Abb. 6: Schutz der Hauptfilter unterhalb der Arbeitsfläche vor mechanischen Beschädigungen und verschütteten Flüssigkeiten.

Filterschutz: Eine wichtige Eigenschaft

Alle HEPA-Filter, insbesondere die Hauptfilter unterhalb der Arbeitsfläche, sind gegen mecha-

nische Beschädigungen und ungeeignete Belastungen zu sichern (s. Abb. 6). [28–29] Nur unbeschädigte Filter können den Menschen, die Umwelt und das Produkt resp. Experiment zuverlässig schützen. Bei SWB älterer oder einfacher Bauart ist es immer wieder zu leichtfertigen Beschädigungen von Filtern, z. B. bei der Reinigung des Arbeitsraumes oder aber Service-tätigkeiten, gekommen. [30–31] Bei der Verwendung von segmentierten oder perforierten Arbeitsplatten gilt es, verschüttete Flüssigkeiten so aufzufangen, dass diese nicht in die Hauptfilter tropfen können (s. Abb. 6).

Doppelter Schutz für mehr Sicherheit

3-Filter-Systeme bieten aufgrund der redundanten HEPA-Filtrierung (s. Abb. 1) ein doppelt so hohes Schutzniveau wie ein 2-Filter-System, bezogen auf den Abluft- und Umluftvolumenstrom der SWB. Ein sehr hoher Gesamtab-scheidungsgrad von 99,999 999 75 % im MPPS^e schützt hierbei besser als ein ULPA^f-Filter der Klasse U17. [32]

Inaktivierung und Entsorgung von kontaminierten Filtern

In vielen Laboratorien ist die Dekontamination von Abfällen, somit auch von kontaminierten Filtern, direkt vor Ort vorgeschrieben. [33–41]

Die Dekontamination von Filtern in SWB wird seit Jahren kontrovers diskutiert. Das einzige zugelassene Verfahren zur Inaktivierung von biologischen Arbeitsstoffen ist die Raumdesinfektion mit Formaldehyd. [42–43] Über die Wirksamkeit des reinen Oberflächenverfahrens existieren keine gesicherten Erkenntnisse. Dies gilt speziell für die Tiefenwirkung bei HEPA-Filtern, da das Filtermedium zur Vergrößerung der effektiven Oberfläche in Faltenform gepackt wird.

Das mikrobiologische Wirkungsspektrum ist beschränkt, d. h. zur Desinfektion von Milzbrandsporen, Sporen der Erreger von Gasödem und Wundstarrkrampf oder TSE-assoziierte Agenzien ist das Verfahren gänzlich ungeeignet. [44]

Darüber hinaus ist Formaldehyd vom Bundesministerium für Risikobewertung (BfR) als Substanz mit begründetem Verdacht auf ein krebserzeugendes Potential, von der Europäische Union (EU) als krebserdächtig beim Menschen und von der International Agency for Research on Cancer (IARC) als krebserzeugend für den Menschen eingestuft. [45–46]

Letztendlich kommen nur thermische Verfahren wie das Autoklavieren oder die Verbrennung zur sicheren Inaktivierung in Frage.

Das Autoklavieren der Filter Vor-Ort ist die ideale Lösung. Der Betreiber kann hierdurch auf das kostenintensive Einsammeln, Transportieren und Verbrennen verzichten. Ist das Autoklavieren

im Labor nicht möglich, ist der sichere Transport und die thermische Behandlung in einer Sonderabfallverbrennungsanlage (SAV) durch einen Entsorgungsfachbetrieb angezeigt. In jedem Fall ist bei der Behandlung und Entsorgung von Abfällen die Sicherheit für Mensch und Umwelt zu gewährleisten. [47–49]

Literatur beim Autor oder unter www.berner-international.de erhältlich.

- ^a Cancerogen, Mutagen, Reproduktionstoxisch:
- ^b U. a. Zytostatika, Virustatika
- ^c High Efficiency Particulate Air
- ^d Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe
- ^e Transmissibler Spongioformer Enzephalopathie
- ^f Most Penetrating Particle Size
- ^f Ultra Low Penetration Air

KONTAKT

Dipl.-Ing. Thomas Hinrichs
 Berner International GmbH
 Elmshorn
 Tel.: 04121/43560
 Fax: 04121/435620
t.hinrichs@berner-international.de
www.berner-international.de

■ Laborplanung ■ Lüftung ■ Laboreinrichtungen ■ Laborgeräte ■ Einmalartikel ■ Schutzausrüstung

Complete Protection for maximum Safety

■ BERNER FlowSafe® B-[MaxPro]

Die mikrobiologischen Sicherheitswerkbänke der Klasse II garantieren ein Höchstmaß an Personen-, Produkt- und Verschleppungsschutz.

- Entwickelt und mikrobiologisch geprüft im europaweit einmaligen Forschungs- und Testlabor
- Hoher Arbeitskomfort durch das **EAS – Ergonomic-Advantage-System**
- Servicefreundliches Design für erhöhte Sicherheit und reduzierte Folgekosten
- Wahlweise mit 2- oder besonders sicherem 3-Filter-System
- B-[MaxPro]³ mit neuem 3-Filter-System für mehr Sicherheit und optimales Abfallmanagement

Fordern Sie jetzt Ihren Prospekt an!



BERNER

the safety system

BERNER INTERNATIONAL GMBH Mühlenkamp 6 • D-25337 Elmshorn Postfach 245 • D-25302 Elmshorn Germany
 ☎ +49/(0)4121/4356-0 ☎ +49/(0)4121/4356-20 ✉ info@berner-international.de 🌐 www.berner-international.de

- [1] Normenausschuss Lebensmittel und landwirtschaftliche Produkte (NAL) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Normenausschuss Laborgeräte und Laboreinrichtungen (FNLA) im DIN. Normenausschuss Medizin (NAMed) im DIN; DIN EN 12469: Biotechnik - Leistungskriterien für mikrobiologische Sicherheitswerkbänke; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 09.2000
- [2] Normenausschuss Laborgeräte und Laboreinrichtungen (FNLA) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.; DIN 12980: Laboreinrichtungen – Sicherheitswerkbänke für Zytostatika; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 06.2005
- [3] Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.; DIN EN 779: Partikel-Luftfilter für die allgemeine Raumluftechnik - Bestimmung der Filterleistung; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 05.2003
- [4] Hinrichs, T.; Sicherheitswerkbänke: Schutz vor biologischen Arbeitsstoffen und Gefahrstoffen; GIT ReinraumTechnik 03-2006; GIT Verlag; Darmstadt; 10.2006
- [5] Bundesregierung mit der Zustimmung des Bundesrates; Biostoffverordnung (BioStoffV): Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologische Arbeitsstoffen; Bundesgesetzblatt Teil I vom 27.01.1999, S. 50, zuletzt geändert durch Art. 8 V v. 23.12.2004, S. 3758; Berlin; 04.1999
- [6] Gentechnik-Sicherheitsverordnung (GenTSV): Verordnung über die Sicherheitsstufen und Sicherheitsmaßnahmen bei gentechnische Arbeiten in gentechnischen Anlagen; Bundesgesetzblatt Teil I, Neugefasst durch Bek. v. 14.03.1995, S. 297, zuletzt geändert durch Art. 13 V vom 23.12.2004, S. 3758; Berlin; 11.1990
- [7] Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe (ABAS); TRBA 100: Schutzmaßnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien; Berlin; 04.2002
- [8] Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie (BG Chemie); B 011 bzw. BGI 863: Merkblatt „Sicheres Arbeiten an mikrobiologischen Sicherheitswerkbänken“; Jedermann Verlag; Heidelberg; 09.2004
- [9] Ausschuss für Gefahrstoffe; Technische Richtlinie für Gefahrstoffe (TRGS) 525: Umgang mit Gefahrstoffen in Einrichtungen zur humanmedizinischen Versorgung; Berlin; 05.1998
- [10] DIN 12980: 4. 2 Anschluß an Fortluftanlagen, 9.4 Filterwechsel; a. a. O. [2]
- [11] Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege; M 620: Merkblatt „Sichere Handhabung von Zytostatika“; Hamburg; 04.2000
- [12] BioStoffV: §10 Schutzmaßnahmen (9); a. a. O. [5]
- [13] GenTSV: §12 Arbeitssicherheitsmaßnahmen (6); a. a. O. [6]
- [14] TRBA 100: 5. Schutzmaßnahmen für gezielte Tätigkeiten in Laboratorien, 5.1 Allgemeines (3); a. a. O. [7]
- [15] DIN EN 12469: 7.5 Filteranlagen für Zu- und Abluft; a. a. O. [1]
- [16] Ausschuss für Gefahrstoffe; Technische Richtlinie für Gefahrstoffe (TRGS) 522: Raumdesinfektion mit Formaldehyd; zuletzt geändert BArbBl. 09.2001; Berlin; 06.1992
- [17] Rat der europäischen Gemeinschaft; Richtlinie 89/686/EWG des Rates vom 21. Dezember 1989 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für persönliche Schutzausrüstungen, Amtsblatt Nr. L 399 vom 30/12/1989 S. 0018 – 0038; Brüssel; 1989
- [18] Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NA FuO); DIN EN 166: Persönlicher Augenschutz - Anforderungen; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 04.2002
- [19] Normenausschuss Feinmechanik und Optik (NA FuO); DIN EN 149: Atemschutzgeräte - Filtrierende Halbmasken zum Schutz gegen Partikeln - Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 10.2001
- [20] Arbeitsausschuss NPS 5-8 „Schutzhandschuhe“ im Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS); DIN EN 374-1: Schutzhandschuhe gegen Chemikalien und Mikroorganismen - Teil 1: Terminologie und Leistungsanforderungen; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 12.2003
- [21] Arbeitsausschuss NPS 5-3 „Schutzbekleidung gegen Chemikalien“ im Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS); DIN EN 14605: Schutzbekleidung gegen flüssige Chemikalien - Leistungsanforderungen an Chemikalienschutzanzüge mit flüssigkeitsdichten (Typ 3) oder spraydichten (Typ 4) Verbindungen zwischen den Teilen der Kleidung, einschließlich der Kleidungsstücke, die nur einen Schutz für Teile des Körpers gewähren (Typen PB [3] und PB [4]); Beuth Verlag GmbH; Berlin; 06.2005

- [22] Arbeitsausschuss NPS 5-3 „Schutzbekleidung gegen Chemikalien“ im Normenausschuss Persönliche Schutzausrüstung (NPS); DIN EN 14126: Schutzbekleidung – Leistungsanforderungen und Prüfverfahren für Schutzbekleidung gegen Infektionserreger; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 01.2004
- [23] Ohlmeyer, M., Stolz, W.; Schwebstoff-Filteranlagen für die Abluft aus kerntechnischen Einrichtungen; Kerntechnik 15 (1973) Nr. 9, 416-423; Carl Hanser Verlag; München; 1973
- [24] DIN 12980: 9.4 Filterwechsel; a. a. O. [2]
- [25] BGI 863: 9.1 Austausch von Filtern; a. a. O. [8]
- [26] TRGS 525: 5.3.2 Technische Schutzmaßnahmen bei der Zubereitung von CMR-Arzneimitteln; a. a. O. [9]
- [27] M620: 5.1 Zubereitungen; a. a. O. [11]
- [28] DIN EN 12469: 7.5 Filteranlagen für Zuluft und Abluft; a. a. O. [1]
- [29] DIN 12980: 9 Filtersysteme; a. a. O. [2]
- [30] Hinrichs, T.; Sicherheitswerkbänke: Sicher, innovativ und zukunftsweisend; GIT Labor-Fachzeitschrift; GIT-Verlag; Darmstadt; 01.2003
- [31] Hinrichs, T.; Neue DIN 12980: GMP-gerechte Herstellung von Zytostatika und anderen hochwirksamen Substanzen; GIT ReinRaumTechnik; GIT-Verlag; Darmstadt; 01.2004
- [32] Normenausschuss Maschinenbau (NAM) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.; DIN EN 1822-1: Schwebstofffilter (HEPA und ULPA), Teil 1: Klassifikation, Leistungsprüfung, Kennzeichnung; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 07.1998
- [33] BioStoffV: §10 Schutzmaßnahmen, § 2 Begriffsbestimmung; a. a. O. [5]
- [34] GenTSV: §13 Anforderungen an die Abfallbehandlung; a. a. O. [6]
- [35] TRBA 100: 5.3 Schutzstufe 2 (12) und (13), 5.4 Schutzstufe 3 (7), 6.1.4 Schutzstufe 2 (6), 6.2.4 Schutzstufe 2 (2); a. a. O. [7]
- [36] Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe (ABAS); TRBA 105: Sicherheitsmaßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen der Risikogruppe 3**; Berlin; 03.1998.
- [37] Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe (ABAS); Beschluss 603: Schutzmaßnahmen bei Tätigkeiten mit Transmissibler Spongiformer Enzephalopathie (TSE) assoziierten Agenzien in TSE Laboratorien; BARbBl. 3-2003; Berlin; 03.2003
- [38] Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe (ABAS); Beschluss 604: Sicherheitstechnische Anforderungen bei der Milzbranddiagnostik; Berlin; 04.2002
- [39] Normenausschuss Medizin (NAMed), Gemeinschaftsausschuss NAL-BT-UA 1/NAMed E6 im DIN; DIN EN 12128: Biotechnik - Laboratorien für Forschung, Entwicklung und Analyse - Sicherheitsstufen mikrobiologischer Laboratorien, Gefahrenbereich, Räumlichkeiten und technische Sicherheitsanforderungen; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 05.1998
- [40] Normenausschuss Medizin (NAMed) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Normenausschuß Lebensmittel und landwirtschaftliche Produkte (NAL) im DIN; DIN EN 12740: Biotechnik – Laboratorien für Forschung, Entwicklung und Analyse – Leitfaden für die Behandlung, Inaktivierung und Prüfung von Abfällen; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 10.1999
- [41] Normenausschuss Medizin (NAMed) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Normenausschuß Lebensmittel und landwirtschaftliche Produkte (NAL) im DIN; DIN EN 12741: Biotechnik – Laboratorien für Forschung, Entwicklung und Analyse – Leitfaden für biotechnologische Laborpraxis; Beuth Verlag GmbH; Berlin; 10.1999
- [42] TRGS 522; a. a. O. [16]
- [43] DIN EN 12469: Anhang J; a. a. O. [1]
- [44] Robert Koch-Institut; Liste der vom Robert Koch-Institut geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und -verfahren; Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz, 46:72-95, DOI 10.1007/s00103-002-0524-4; Berlin; 01.2003
- [45] Bundesinstitut für Risikobewertung; Krebserregende Wirkung von eingeatmetem Formaldehyd hinreichend belegt; www.bfr.bund.de; Berlin; 05.2006
- [46] Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften (HVBG), Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit (BGIA); BG/BGIA-Report: Arbeitsschutzlösungen für ausgewählte Stoffe und Verfahren; Sankt Augustin; 10.2006

- [47] Europäisches Parlament und der Rat der europäischen Union; Arbeitnehmerschutzrichtlinie 2000/54/EG: Schutz der Arbeitnehmer gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit; Amtsblatt Nr. L 262 vom 17.10.2000, S. 21-45; Brüssel; 09.2000
- [48] Beckmann, Martin; Abfallrecht; Deutscher Taschenbuch Verlag GmbH & Co. KG; München; 12.2006
- [49] DIN EN 12740; a. a. O. [40]

Glossar

a. a. O.: Am anderen Ort

Dokumente und weitere Informationen

- Normen: www.beuth.de
- EU Richtlinien: www.europa.eu
- Gesetze und Verordnungen: <http://bundesrecht.juris.de>
- Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: www.baua.de
- Sicherheitswerkbänke: www.berner-international.de