



www.efbs.admin.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Eidgenössische Fachkommission für biologische Sicherheit EFBS
Commission fédérale d'experts pour la sécurité biologique CFSB
Commissione federale per la sicurezza biologica CFSB
Cumissiun federala per la segirezza biologica CFSB

Swiss Expert Committee for Biosafety SECB

Empfehlung der EFBS

zur Behandlung und Entsorgung von Abfällen mit gentechnisch veränderten und pathogenen Organismen, die in geschlossenen Systemen anfallen

17. Dezember 2009 (überarbeitet April 2017)

Eidgenössische Fachkommission für biologische Sicherheit,
c/o Bundesamt für Umwelt BAFU, 3003 Bern
Tel. +41 58 46 303 55
info@efbs.admin.ch
<http://www.efbs.admin.ch>

Inhaltsverzeichnis

1 Ziel und Anwendungsbereich	3
2 Abfallarten, Abfallgruppen und Begriffe	3
2.1 Abfallarten	3
2.2 Abfallgruppen	3
2.3 Begriffe	4
3 Gesetzliche Anforderungen	5
3.1 ESV und SAMV	6
3.2 VeVA	6
3.3 Transportvorschriften	7
4 Methoden der Abfallbehandlung und -entsorgung	7
4.1 Behandlungsverfahren	8
4.1.1 <i>Dampfsterilisation</i>	8
4.1.2 <i>Chemische Inaktivierung</i>	8
4.1.3 <i>Abfallbehandlung im Produktionsmassstab</i>	9
4.2 Spezifische Behandlungs- und Entsorgungsverfahren für einzelne Abfallgruppen	9
4.2.1 <i>Medizinischer Abfall</i>	9
4.2.2 <i>Abfall mit Verletzungsgefahr (Sharps)</i>	9
4.2.3 <i>Kontaminiertes Verbrauchsmaterial</i>	10
4.2.4 <i>Tierkadaver</i>	10
4.2.5 <i>Prionenhaltiges Material</i>	10
4.2.6 <i>Pflanzen und Pflanzenbestandteile</i>	11
4.2.7 <i>Gemischter Abfall mit biologischem Material und chemischen Gefahrenstoffen</i>	12
4.2.8 <i>Gemischter Abfall mit biologischem Material und mit radioaktiven Stoffen</i>	12
4.2.9 <i>Boden-, Wasser-, Luft- und Lebensmittelproben</i>	13
5 Entsorgung der verschiedenen Abfallgruppen	14
5.1 Abfall von Tätigkeiten mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen aus BSL-1	14
5.2 Abfall von Tätigkeiten mit Mikroorganismen aus BSL-2	15
5.3 Abfall von Tätigkeiten mit Mikroorganismen aus BSL-3 und BSL-4	16
5.4 Prionenhaltiger Abfall	17
5.5 Medizinischer Abfall	18
5.6 Tierkadaver aus Tieranlagen	19
5.7 Pflanzen und Pflanzenbestandteile aus Gewächshäusern und Anzuchträumen	20
5.7.1 <i>Gentechnisch veränderte Pflanzen (Gruppe 1)</i>	20
5.7.2 <i>Mit pathogenen (Gruppe 2 und 3) oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen infizierte (gentechnisch veränderte) Pflanzen</i>	21
5.8 Gemischte Abfälle mit biologischem Material und gefährlichen Chemikalien und Radioisotopen	22
6 Anhänge	23

1 Ziel und Anwendungsbereich

Beim Umgang mit gentechnisch veränderten oder pathogenen Organismen entstehen Abfälle, die gemäss den gesetzlichen Anforderungen so inaktiviert und entsorgt werden müssen, dass sie weder Mensch noch Umwelt gefährden.

Die EFBS konkretisiert in der vorliegenden Empfehlung die gesetzlichen Anforderungen an die Inaktivierung und Entsorgung dieser Abfälle, um die praktische Anwendung zu vereinfachen und den Vollzug zu harmonisieren. Dies erfolgt auf der Basis des im internationalen Umfeld angewandten Stands des Wissens, der Technik und der besten Praxis.

Von der Empfehlung erfasst werden die unten aufgeführten Abfallarten und Abfallgruppen aus allen Institutionen, die gemäss Definition der Verordnung über den Umgang mit Organismen in geschlossenen Systemen ESV¹ als geschlossene Systeme gelten, insbesondere Forschungs- und Diagnostiklaboratorien, Tieranlagen, Gewächshäuser und Produktionsanlagen. Abfall, der keine pathogenen oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen enthält oder damit kontaminiert sein kann, fällt nicht in den Geltungsbereich dieser Empfehlung.

2 Abfallarten, Abfallgruppen und Begriffe

2.1 Abfallarten

Folgende Abfallarten können beim Umgang mit gentechnisch veränderten oder pathogenen Organismen in geschlossenen Systemen anfallen:

- Flüssige und feste Kulturen von pathogenen oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen;
- Kulturen von primären Zellen und Zelllinien;
- Kulturen gentechnisch veränderter Zellen und Zelllinien;
- Humane oder tierische Gewebeproben, allenfalls auch Organe und Körperteile, humanes oder tierisches Blut und Blutprodukte wie auch Bestandteile derselben, sowie Exkrete und Sekrete humanen oder tierischen Ursprungs;
- Prionen;
- Gentechnisch veränderte Tiere;
- Tiere, die mit human- bzw. tierpathogenen oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen infiziert sind;
- Gentechnisch veränderte Pflanzen und Pflanzenteile;
- Pflanzen und Pflanzenteile, die mit pflanzenpathogenen oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen infiziert sind;
- Gemischte Abfälle, die neben biologischem Material gefährliche Chemikalien oder Radioisotope enthalten können;
- Verbrauchsmaterial, das mit oben genannten biologischen Materialien kontaminiert ist;
- Abfälle mit Verletzungsgefahr (Sharps).

2.2 Abfallgruppen

Für die vorliegende Empfehlung werden die Abfälle je nach Herkunft und Zusammensetzung in verschiedene Gruppen unterteilt:

- Abfall von Tätigkeiten mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen in Anlagen der Sicherheitsstufen 1 (BSL-1);
- Abfall von Tätigkeiten mit Mikroorganismen in Anlagen der Sicherheitsstufen 2 (BSL-2);
- Abfall von Tätigkeiten mit Mikroorganismen in Anlagen der Sicherheitsstufen 3 und 4 (BSL-3 und BSL-4);

¹ Einschliessungsverordnung ESV, SR 814.912, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20100803/index.html>

- Prionenhaltiger Abfall;
- Medizinischer Abfall;
- Tierkadaver aus Tieranlagen, gentechnisch verändert und / oder infiziert mit pathogenen oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen;
- Pflanzen und Pflanzenbestandteile aus Gewächshäusern und Anzuchtträumen, gentechnisch verändert und / oder infiziert mit pathogenen oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen;
- Gemischte Abfälle mit biologischem Material und gefährlichen Chemikalien und / oder Radioisotopen.

Auf die Behandlung und Entsorgung dieser Abfallgruppen wird in Kapitel 4 und 5 ausführlich eingegangen. Bei der Art der Entsorgung wird grundsätzlich zwischen Sonderabfall und Siedlungsabfall unterschieden.

2.3 Begriffe

Im Sinne dieser Empfehlung gelten als:

- Infektiöser Abfall:** Abfall, der pathogene Mikroorganismen enthält oder aus solchen besteht.
- Medizinischer Abfall:** Abfall aus dem medizinischen und veterinärmedizinischen Bereich wie Blut, Blutprodukte, diagnostische Proben aller Art, Gewebe, Organe, Exkrete und Sekrete etc..
- Sharps:** Abfall mit Verletzungsgefahr (Nadeln, Kanülen, Impfösen, Glasgefässe, Scherben, Pasteurpipetten, Skalpellklingen, etc.).
- Sharps-Behälter:** Sharps-Behälter sind überprüfte, stichfeste, flüssigkeitsdichte und nach Verschluss nicht mehr zu öffnende Gefässe.
- UN-Transportbehälter:** Behälter, die den jeweiligen Verpackungsvorschriften für Gefahrgut gemäss internationalen Transportvorschriften (siehe Kapitel 3.3) entsprechen. Die Verpackungen und Behälter müssen bauartgeprüft sein, wenn die entsprechende Verpackungsvorschrift nach ADR Kapitel 4.1.4² dies verlangt. Weitere Informationen in Anhang III.
- Dreifachverpackung:** Dreifachverpackungen³ können für Abfälle mit gentechnisch veränderten Organismen (UN 3245) verwendet werden, die nach Verpackungsanweisung P904 verpackt werden. Solche Verpackungen brauchen keine Bauartprüfung. Weitere Informationen in Anhang III.
- Sonderabfall:** Jegliche Art von Abfall, dessen umweltverträgliche Entsorgung auf Grund seiner Zusammensetzung, seiner chemisch-physikalischen oder seiner biologischen Eigenschaften besondere Massnahmen erfordert.
- Siedlungsabfall:** Abfall, der keine vermehrungsfähigen gentechnisch veränderten oder pathogenen (Mikro)organismen, keine chemischen Gefahrenstoffe, keine radioaktiven Stoffe und keine anderweitig gefährlichen, ekelerregenden oder geruchsintensiven Materialien enthält.

Gemäss der Vollzugshilfe „Entsorgung von medizinischen Abfällen“⁴ des Bundesamtes für Umwelt sind Siedlungsabfälle:

² Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse, ADR, SR 0.741.621 <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19570172/index.html>, Kapitel 4.1.4, Verzeichnis der Verpackungsanweisungen <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/fachleute/fahrzeuge/gefaehrliche-gueter/recht-international.html>

³ Dreifachverpackungen werden auch für ansteckungsgefährliche Stoffe verwendet, die gemäss internationaler Transportvorschriften den UN-Nummern UN 3373, UN 2814 und UN 2900 zugeordnet sind.

⁴ Vollzugshilfe „Entsorgung von medizinischen Abfällen“, BAFU 2004 (Überarbeitung geplant) <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/publikationen-studien/publikationen/entsorgung-von-medizinischen-abfaellen.html>

- a) Abfälle, die durch ein Sterilisationsverfahren/Desinfektionsverfahren (bzw. Inaktivierungsverfahren) als grundsätzlich trockenes, unkenntliches, stabiles und weder ekelerregendes noch geruchsintensives Material anfallen (z.B. als Granulat);
- b) Verbrauchsmaterial wie z.B. Einweghandschuhe, Pipettenspitzen aus Plastik, Gelatine, Petrischalen, Agarplatten, die weder unter die Gruppe der Abfälle mit Verletzungsgefahr fallen (Sharps), noch ekelerregend oder geruchsintensiv sind.

Inaktivierung:	Physikalische oder chemische Verfahren zum Abtöten von Mikroorganismen.
Desinfektion:	Verfahren zur Reduzierung der Anzahl Mikroorganismen mit Hilfe verschiedener physikalischer und chemischer Methoden.
Desinfektionsmittel:	Chemisches Mittel, das in der Lage ist, die Anzahl Mikroorganismen zu reduzieren.
Sterilisation:	Verfahren zum Abtöten und / oder Entfernen von Mikroorganismen.
Validierung (nur BSL3 und BSL4):	Bestätigung durch einen objektiven Nachweis, dass ein bestimmtes Verfahren (z.B. eine Dampfsterilisation) unter bestimmten Bedingungen (z.B. Chargengrösse und -zusammensetzung, Temperatur, Zeit, Druck) wiederholt das beabsichtigte Ergebnis erzielt ^{5, 6, 7} .
Wirksamkeitsnachweis:	Nachweis und Überwachungsmaßnahme zur Sicherstellung, dass mit dem Verfahren (z.B. einer Dampfsterilisation) bei jeder einzelnen Charge das beabsichtigte Ergebnis erzielt wird (z.B. Zeit- und Temperaturkontrolle für jede Charge, sowie periodische Überprüfung mit Temperaturloggern und biologischen Indikatoren) ^{4, 8} .

3 Gesetzliche Anforderungen

Massgeblich für die Abfallbehandlung und -entsorgung in geschlossenen Systemen sind die Verordnung über den Umgang mit Organismen in geschlossenen Systemen ESV⁹ und die Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen SAMV¹⁰. Zum umfassenden Schutz der Arbeitnehmerschaft können weitere Massnahmen nötig sein, auf die hier nicht näher eingegangen wird.

Für die Abfallentsorgung entscheidend ist ausserdem die Verordnung über den Verkehr mit Abfällen VeVA¹¹, sowie weitere für einzelne Abfallgruppen spezifische Verordnungen, auf die in Kapitel 4 eingegangen wird. Für den Transport von Abfällen gelten nationale und internationale Transportvorschriften^{12, 13, 14, 15}.

⁵ ISO 9000:2005, Quality management systems – Fundamentals and vocabulary
http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=42180

⁶ Process Validation: Process Validation: Moist Heat Sterilization for Pharmaceuticals <http://www.hc-sc.gc.ca/dhp-mps/compliance-conform/gmp-bpf/validation/mhsp-schpp-eng.php>

⁷ ISO 17665-1:2006, Sterilization of health care products - Moist heat - Part 1: <https://www.iso.org/standard/43187.html>

⁸ ISO 14937:2009, Sterilization of health care products - General requirements for characterization of a sterilizing agent and the development, validation and routine control of a sterilization process for medical devices
http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=44954

⁹ Einschliessungsverordnung ESV, SR 814.912, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20100803/index.html>

¹⁰ Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen, SAMV, SR 832.321, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19994946/index.html>

¹¹ Verordnung über den Verkehr mit Abfällen, VeVA, SR 814.610, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021080/index.html>

¹² Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse, ADR, SR 0.741.621, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19570172/index.html> oder auch <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/fachleute/fahrzeuge/gefaehrliche-gueter/recht-international.html>

¹³ Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse, SDR, SR 741.621, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20022136/index.html>

3.1 ESV und SAMV

ESV und SAMV legen in Anhang 4, Ziffer 2.1 (ESV), respektive in Anhang 3, Ziffer 2, Tabelle 1 (SAMV), Massnahmen zur Behandlung und Entsorgung von Abfällen fest, die gentechnisch veränderte oder pathogene Organismen enthalten oder aus solchen bestehen.

- für Anlagen der **Sicherheitsstufe 1** (BSL-1) die unschädliche Entsorgung von kontaminierten Materialien, Geräten und Abfällen;
- für Anlagen der **Sicherheitsstufe 2** (BSL-2) die Inaktivierung von kontaminierten Materialien, Geräten und Abfällen;
- für Anlagen der **Sicherheitsstufe 3** (BSL-3) die Inaktivierung von kontaminierten Materialien, Geräten und Abfällen mit validierten Verfahren;
- für Anlagen der **Sicherheitsstufe 4** (BSL-4) die Inaktivierung von kontaminierten Materialien, Geräten und Abfällen im Labor, mit Durchreicheautoklav und validierten Verfahren.

Aus Sicht der EFBS kommen verschiedene Inaktivierungsverfahren in Frage. Neben der Hitzeinaktivierung mittels Autoklavieren ist dies auch die chemische Inaktivierung. Zusätzlich können Abfälle aus BSL-1 (gentechnisch veränderte Mikroorganismen) direkt in die KVA gebracht werden. Ausserdem können kontaminiertes Material, Tierkadaver und diagnostische Proben aus BSL-2, und, wenn das zuständige Bundesamt dies bewilligt, auch feste Kulturen aus BSL-2 in Ausnahmefällen ohne vorgängige Inaktivierung als Sonderabfall entsorgt werden. Dabei muss sichergestellt werden, dass geeignete Transportbehälter verwendet und während des Transportes sämtliche Einschliessungsmassnahmen eingehalten werden, so dass Mensch und Umwelt nicht gefährdet werden können. Eine Inaktivierung vor Ort ist jedoch vorzuziehen.

Zum Schutz der Arbeitnehmenden gegenüber der Exposition von Abfällen, die Mikroorganismen enthalten, muss ferner gemäss SAMV Art. 8, Absatz 2, Bst. f sichergestellt sein, dass sämtliche Abfälle so gesammelt, gelagert und beseitigt werden, dass die Arbeitnehmenden nicht gefährdet werden.

3.2 VeVA

Die VeVA stellt sicher, dass Abfälle nur an geeignete Entsorgungsunternehmen übergeben werden und regelt, welche Abfälle als Sonderabfälle gelten. Für den Geltungsbereich dieser Empfehlung sind dies insbesondere Abfälle, die infektiös sind (Kulturen pathogener Mikroorganismen), oder von denen eine Kontaminations- oder Verletzungsgefahr ausgeht (medizinisches Probenmaterial, Blut, kontaminiertes Verbrauchsmaterial, Körperteile, Organe, Gewebe etc.), sowie Abfälle, die ekelerregend oder geruchsintensiv sind.

Sonderabfälle dürfen gemäss Artikel 4 Absatz 2 der VeVA nur solchen Stellen übergeben werden, die über eine VeVA-Entsorgungsbewilligung für diese Sonderabfälle verfügen (Art. 8, VeVA; für Sonderabfälle im Geltungsbereich dieser Empfehlung sind dies Kehrichtverbrennungsanlagen¹⁶ oder Sonderabfallverbrennungsanlagen¹⁷)¹⁸. Sie können vom Betrieb mit einem Gefahrguttransporteur dorthin gebracht oder von einer Entsorgungsfirma abgeholt werden^{19, 20, 21}.

Für die Übergabe von Sonderabfällen sind ab einer Menge von 50 kg pro Abfallcode und Lieferung Begleitscheine nötig (Art. 6, VeVA). Für Kleinmengen unter 50 kg sind weder Begleitscheine noch die Kennzeichnung „Sonderabfälle“ in den drei Landessprachen erforderlich (Art. 7, VeVA).

¹⁴ Übereinkommen über den internationalen Eisenbahnverkehr (COTIF), Anhang C – Ordnung über die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID) http://otif.org/de/?page_id=1105

¹⁵ Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn und mit der Seilbahn, RSD, SR 742.412 <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20121700/index.html>

¹⁶ Adressliste der Kehrichtverbrennungsanlagen der Schweiz unter: <http://vbsa.ch/anlagegruppen/kva/>

¹⁷ Adressliste der Sonderabfallverbrennungsanlagen der Schweiz unter: <http://vbsa.ch/anlagegruppen/sonderabfall/>

¹⁸ Verzeichnis der Entsorgungsbetriebe, <https://www.veva-online.ch/veva/start.cmd>

¹⁹ Entsorgungsunternehmen Spiromed AG: <http://www.spiromed.ch/>

²⁰ Entsorgungsunternehmen Remondis Schweiz AG: www.remondis.ch

²¹ Entsorgungsunternehmen Valbenne SA, Giubiasco (TI): <https://www.abfall.ch/daten/table/CH/1/3840>

Allerdings muss der Abgeberbetrieb in diesen Fällen während 5 Jahren einen Beleg über die Übergabe aufbewahren (Art. 6 Abs. 2 Bst. a, VeVA).

3.3 Transportvorschriften

Wird Abfall mit pathogenen oder gentechnisch veränderten Organismen nicht inaktiviert, bevor er das geschlossene System verlässt, muss er gemäss den nationalen und internationalen Transportvorschriften gekennzeichnet und verpackt sein^{22, 23, 24, 25} (siehe auch Anhang III). Ausgenommen davon sind gentechnisch veränderte Pflanzen oder Pflanzenteile ohne reproduktives Potential. Die entsprechenden Transportvorschriften und Anweisungen zu Verpackung, Kennzeichnung, Dokumentation und zum Versand sind auf der Internetseite der EFBS unter Transport, Import und Export biologischer Substanzen aufgeführt²⁶.

4 Methoden der Abfallbehandlung und -entsorgung

Um Gefährdungen beim Umgang mit Abfall zu minimieren, gilt unter anderem folgendes zu beachten:

- Abfallmenge reduzieren
- Trennung des Abfalls nach Abfallgruppen
- Verpackung / Kennzeichnung vor und nach einer Inaktivierung
- Lagerung / Transport vor und nach einer Inaktivierung
- Inaktivierung des Abfalls:
 - o Inaktivierung vor Ort anstreben
 - o Wahl der Inaktivierungsmethode
 - Standort des Autoklaven
 - Bereitstellen des Desinfektionsmittels
 - o Validierung der Inaktivierung (für BSL-3 und BSL-4). Dazu ist mit validierten Standardchargen zu arbeiten.
- Endgültige Entsorgung:
 - o Siedlungsabfall: keine Biohazard-Kennzeichnung mehr
 - o Sonderabfall:
 - Anforderungen bezüglich Verpackung und Kennzeichnung
 - Entsorgungsfirma
- Personenschutz
- Schulung des Personals
- SOP: Die Abfallbehandlung und -entsorgung muss für BSL-3 und -4, im Idealfall auch für BSL-1 und -2, in SOPs (Standard Operating Procedures) oder spezifischen Anweisungen festgehalten werden.
- Zuständigkeiten für das Abfallmanagement sind für alle Abfallarten klar zu definieren und schriftlich festzulegen.

²² Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse, ADR, SR 0.741.621, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19570172/index.html> oder auch <https://www.astra.admin.ch/astra/de/home/fachleute/fahrzeuge/gefaehrliche-queter/recht-international.html>

²³ Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse, SDR, SR 741.621, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20022136/index.html>

²⁴ Übereinkommen über den internationalen Eisenbahnverkehr (COTIF), Anhang C – Ordnung über die internationale Eisenbahnbeförderung gefährlicher Güter (RID) http://otif.org/de/?page_id=1105

²⁵ Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter mit der Eisenbahn und mit der Seilbahn, RSD, SR 742.412 <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20121700/index.html>

²⁶ Transport, import and export of substances consisting of or containing pathogenic or genetically modified (micro)organisms <http://www.efbs.admin.ch/index.php?id=462&L=3>

4.1 Behandlungsverfahren

Abfälle können grundsätzlich mittels physikalischer oder chemischer Methoden inaktiviert werden.

4.1.1 Dampfsterilisation

Der international anerkannte technische Standard für die Behandlung, Inaktivierung und Prüfung von Abfällen aus Laboratorien der Forschung, Entwicklung und Analyse ist die Europäische Norm EN 12740 vom Juli 1999²⁷. Diese Norm empfiehlt die Dampfsterilisation im Autoklaven für alle Abfälle mit pathogenen Mikroorganismen aus den Sicherheitsstufen 2, 3 und 4.

Die Sterilisiertemperatur und -zeit hängen vom Gesamtvolumen und der Art des zu behandelnden Materials, sowie von der Anzahl und Art der Organismen und ihrer Widerstandsfähigkeit gegenüber der Temperatur ab. Standardverfahren werden in der Regel vom Autoklaven-Hersteller beschrieben.

EN 12461, die Norm zur Inaktivierung von Abfall im Grossmassstab²⁸, legt folgendes fest:

- Bei der Mehrzahl der nicht sporenbildenden Produktionsmikroorganismen sind Temperaturen von 60°C bis 70°C für 10 min bis 20 min im Allgemeinen ausreichend.
- Bei den meisten thermoresistenten Mikroorganismen (z.B. sporenbildende Mikroorganismen) ist das Batch-Verfahren²⁹ bei 121°C für 20 min bei 2 bar oder das kontinuierliche Verfahren³⁰ bei 140°C für 30 sec bis 60 sec geeignet.

Der Autoklaviervorgang ist für jede Charge zu überwachen (Wirksamkeitsnachweis des validierten Verfahrens, z.B. Temperatur-/Zeitkontrolle, periodische Überprüfungen mit biologischen Indikatoren oder in einfacheren Fällen auch chemische Indikatoren, z.B. Teststreifen). Die Autoklavierung von Abfall mit Mikroorganismen aus Sicherheitsstufe 3 und 4 ist mittels Standardchargen zu validieren und zu dokumentieren. Falls die Chargen aus betrieblichen Gründen stark variieren, ist jede Charge thermisch zu überwachen (Thermoelemente und Temperaturlogger), insbesondere auch bei grossen Gebinden mit halbfesten oder komprimierten Abfällen. Hinweise und Hilfestellungen zum Autoklavierungsverfahren und Validierungsmethoden werden in der Regel vom Autoklavenhersteller zur Verfügung gestellt. Validierungsvorgaben betreffend Mikroorganismen und Art des Abfalls müssen vom Anwender definiert werden.

Autoklavierbare Abfallbehälter sollten für den Autoklaviervorgang ausreichend stabil und widerstandsfähig und so beschaffen sein, dass dem Behälter Luft gut entzogen wird (Vakuumzyklen) und der Dampf gut eindringen kann. Behälter, die diese Anforderungen erfüllen, sind als solche vom Hersteller gekennzeichnet.

Das Sterilisiergut darf nicht zu dicht gepackt werden, um den Austausch von Luft und Dampf nicht zu behindern.

Für die Validierung und den Wirksamkeitsnachweis kommen ausser Thermoelementen oder Temperaturloggern insbesondere biologische Indikatoren in Frage. Chemische Indikatoren oder hitzeempfindliche Teststreifen und -klebebänder sind nicht geeignet für die Validierung und den Wirksamkeitsnachweis, können jedoch zur Routinekontrolle des Autoklaviervorgangs verwendet werden.

4.1.2 Chemische Inaktivierung

Die chemische Inaktivierung von Abfall erfolgt mit antimikrobiell wirkenden Chemikalien. Sie wird angewendet, wenn die Dampfsterilisation nicht angebracht oder nicht möglich ist, beispielsweise bei stark verdünntem Abfall und bei gemischten Abfällen, die das Autoklavieren nicht zulassen.

²⁷ EN 12740 Biotechnik – Laboratorien für Forschung, Entwicklung und Analyse – Leitfaden für die Behandlung, Inaktivierung und Prüfung von Abfällen vom Juli 1999, erhältlich bei der Schweizerischen Normenvereinigung <https://shop.snv.ch/>

²⁸ EN 12461, Biotechnik, Verfahren im Grossmassstab und Produktion, Leitfaden zur Handhabung, Inaktivierung und Prüfung von Abfall, 1998, erhältlich bei der Schweizerischen Normenvereinigung <https://shop.snv.ch/>

²⁹ Batch-Verfahren: Die gesamte Probemenge wird über einen gewissen Zeitraum hinweg erhitzt und danach abgekühlt (diskontinuierliche Inaktivierung).

³⁰ Kontinuierliche Sterilisation: Inaktivierung im Durchflussverfahren.

Oder wenn das Weglassen des Autoklaven bewilligt worden ist und in einem Wirksamkeitsnachweis gezeigt werden konnte, dass mit einem chemischen Mittel eine Inaktivierung erreicht wird, die mit dem Autoklavieren vergleichbar ist.

Die Effizienz der chemischen Inaktivierung hängt von verschiedenen Faktoren ab, unter anderem vom Desinfektionsmittel selbst, der Einwirkungsdauer bzw. Einwirkzeit, der effektiven Konzentration des Desinfektionsmittels, der Organismenzahl, der Temperatur, dem pH, der Belastung mit Inhibitoren (z.B. Proteine) und der Stabilität des Desinfektionsmittels. Zudem haben auch die Mikroorganismen unterschiedliche Eigenschaften, die das Wirkungsspektrum der Desinfektionsmittel beeinflussen (siehe Anhang II)³¹.

Eine weitere Variante der chemischen Inaktivierung ist die Begasung. Sie kommt aber nur bei oberflächlich kontaminierten Abfällen in Frage, die wegen ihrer Grösse und Sperrigkeit aus einem Labor der Sicherheitsstufe 3 oder 4 ausgeschleust werden müssen. Auch diese Methoden müssen validiert und jede einzelne Charge mittels Wirksamkeitsnachweis überwacht werden³².

4.1.3 Abfallbehandlung im Produktionsmassstab

Der international anerkannte technische Standard für die Behandlung, Inaktivierung und Prüfung von Abfällen im Produktionsmassstab ist die Norm EN 12461 vom April 1998³³. Die Norm gibt Anleitungen zur Bestimmung thermischer und chemischer Behandlungsverfahren wie sie im Produktionsmassstab angewandt werden können, insbesondere für die kontinuierliche Sterilisation von flüssigem Abfall durch ein thermisches Inaktivierungssystem.

4.2 Spezifische Behandlungs- und Entsorgungsverfahren für einzelne Abfallgruppen

4.2.1 Medizinischer Abfall

Wenn nicht inaktiviert, gilt medizinischer Abfall als Sonderabfall (siehe auch Kapitel 3.2.). Für die Abgabe medizinischer Abfälle gilt die Codierung des Abfalls nach Anhang I (18 01 Humanmedizin, 18 02 Tiermedizin). Detaillierte Anweisungen gibt die Vollzugshilfe „Entsorgung von medizinischen Abfällen“³⁴ des Bundesamtes für Umwelt. Weitere Vollzugshilfen sind je nach Region erhältlich: BL, BS³⁵, VD³⁶. Für Spitäler, Arztpraxen und andere Institutionen, die mit medizinischen Abfällen umgehen, ist von H+, den Spitalern der Schweiz, die Dokumentation „Ökologie und Entsorgung“ erhältlich³⁷.

4.2.2 Abfall mit Verletzungsgefahr (Sharps)

Sharps fallen in verschiedenen Abfallgruppen an. Sie sind auch nach der Inaktivierung als Sonderabfall zu entsorgen, um „der Arbeitssicherheit und dem psychologischen Empfinden des mit der Entsorgung beauftragten Personals (auch der Kehrriechtabfuhr und des Betriebspersonals von Kehrriechverbrennungsanlagen) gebührend Rechnung zu tragen“ (Zitat Vollzugshilfe „Entsorgung von medizinischen Abfällen“³⁸).

³¹ Chemische Inaktivierung von Organismen in Flüssigkeiten, Wegleitung zuhanden des BAG
<https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/biomed/biologische-sicherheit/chemische-inaktivierung-organismen-fluessigkeiten.pdf.download.pdf/wegleitung-chem-inaktivierung-8-2016-de.pdf>

³² Munro K. et al.: A comparative study of methods to validate formaldehyde decontamination of biological safety cabinets. Appl. Env. Microbiol. 65 (29): 873-76 (1999).

³³ EN 12461, Biotechnik, Verfahren im Grossmassstab und Produktion, Leitfaden zur Handhabung, Inaktivierung und Prüfung von Abfall, 1998, erhältlich bei der Schweizerischen Normenvereinigung <https://shop.snv.ch/>

³⁴ Vollzugshilfe „Entsorgung von medizinischen Abfällen“ <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/publikationen-studien/publikationen/entsorgung-von-medizinischen-abfaellen.html>

³⁵ CD-ROM „Entsorgung medizinischer Abfälle“, Wegleitung für die Region Nordwestschweiz, Amt für Umwelt, Basel-Stadt, <http://www.bs.ch/publikationen/ae/CD-ROM-Entsorgung-medizinischer-Abfaelle.html>

³⁶ Directive cantonal « Gestion des déchets du secteur de la santé »
http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/eau/fichiers_pdf/DCPE-572.pdf,
http://www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/eau/fichiers_pdf/DCPE-572_Annexe.pdf

³⁷ Handbuch Ökologie und Entsorgung <https://www.vzk.ch/downloadcenter/dokumente-vzk/2018-oekologiehandbuch.pdf>

³⁸ Vollzugshilfe „Entsorgung von medizinischen Abfällen“, BAFU 2004
<https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/publikationen-studien/publikationen/entsorgung-von-medizinischen-abfaellen.html>

Die Sharpsbehälter sind mit dem Code 18 01 01 (18 01 Humanmedizin) oder 18 02 01 (18 02 Tiermedizin) zu kennzeichnen (Anhang I). Sharpsbehälter mit nicht inaktiviertem Material sind zudem mit einem Biohazard-Zeichen zu versehen.

4.2.3 Kontaminiertes Verbrauchsmaterial

Nach erfolgter Inaktivierung kann Verbrauchsmaterial ohne Verletzungsgefahr mit dem Siedlungsabfall entsorgt werden (ohne Biohazard-Zeichen). Wenn in begründeten Ausnahmefällen keine Inaktivierung vor Ort stattfindet, ist mit pathogenen Organismen kontaminiertes Verbrauchsmaterial als Sonderabfall nach Anhang I (18 01 Humanmedizin, 18 02 Tiermedizin) – mit einem Biohazard-Zeichen gekennzeichnet – zu entsorgen.

4.2.4 Tierkadaver

Kadaver von Tieren, die nicht absichtlich mit pathogenen Mikroorganismen infiziert worden sind, sind entsprechend den Bestimmungen der Verordnung über die Entsorgung von tierischen Nebenprodukten, VTNP³⁹ zu entsorgen. Sie gelten als tierische Nebenprodukte der Kategorie 1 (Art. 5), sind in fest verschlossenen Verpackungen oder abgedeckten dichten, korrosionsbeständigen und leicht zu reinigenden Behältnissen zu sammeln, mit der Farbe „schwarz“ und „nur zur Entsorgung/Verbrennung“ zu kennzeichnen und gekühlt zu lagern, sowie mit den entsprechenden Begleitpapieren zu befördern (Art. 19, 20 und Anhang 4, VTNP). Kadaver von gentechnisch veränderten Tieren dürfen nicht verfüttert werden (Art. 22, Abs. 2, Bst. b, VTNP). Sie können als Trichtergut direkt in einer Kehrichtverbrennungsanlage entsorgt werden. Tierkadaver können in regionalen Tierkadaversammelstellen abgegeben werden. Die Verbrennung hat generell in einer bewilligten Anlage zu erfolgen (Anhang 1 VTNP).

Einige Tierlieferanten bieten auf Anfrage auch die Entsorgung von Tierkadavern an. Ansonsten kann der Transport selbst durchgeführt bzw. über die regionale Tierkadaversammelstelle oder direkt mit der Tierverbrennungsanlage geregelt werden.

Kadaver von Tieren, die absichtlich mit pathogenen Mikroorganismen infiziert worden sind, sind gemäss VeVA als Sonderabfall, Code 18 02 98 (Anhang I) zu verbrennen. Sie dürfen nur in nach VeVA bewilligten Tierverbrennungsanlagen entsorgt werden. Abhängig von der Risikobeurteilung können sie vorgängig autoklaviert oder anderweitig desinfiziert werden. Bei grösseren Tieren kann es jedoch schwierig sein, die für die Inaktivierung pathogener Mikroorganismen notwendige Temperatur zu erreichen. Das Verfahren muss für BSL3 und BSL4 validiert sein. Nach erfolgter Inaktivierung vor Ort erfolgt die Entsorgung nach VTNP (siehe oben).

Ein wirksames, alternatives Inaktivierungsverfahren für Tierkadaver ist die **alkalische Hydrolyse**. Dazu werden die Tierkadaver mit Natrium- oder Kaliumhydroxyd (pH 10 – 11) während 3 bis 6 Stunden in einem Druckgefäss auf 100°C bis 150°C erhitzt. Dieser Prozess zerstört sämtliche Proteine (inkl. Proteinhüllen von Viren sowie Prionproteine)⁴⁰.

Ein weiteres Entsorgungsverfahren, im speziellen für Kadaver grosser Tiere oder grosser Mengen von Tierkadavern, ist das **Rendering**. Rendering ist das Zerhacken und Kochen (140°C) von Tiermaterial sowie das Dehydrieren (bis zu 65 % des Gesamtgewichtes) und die Aufteilung des restlichen trockenen Materials in Fettbestandteile und Festbestandteile⁴¹.

4.2.5 Prionenhaltiges Material

BSL-3-Abfall muss vor der Entsorgung vor Ort inaktiviert werden, entweder durch Autoklavieren (1h, 134°C, 3 bar) oder durch chemische Inaktivierung (1h, 2N NaOH oder 2% Hypochlorit-Lösung bei 20°C), und kann anschliessend als Siedlungsabfall entsorgt werden. Findet keine Inaktivierung vor Ort statt, müssen sämtliche Abfälle in UN-Transportbehältern gesammelt und

³⁹ Verordnung vom 25. Mai 2011 über die Entsorgung tierischer Nebenprodukte, VTNP, SR 916.441.22, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20101486/index.html>

⁴⁰ Thacker H. L., 2004, Carcass disposal: a comprehensive review, chapter 6, National Agricultural Biosecurity Center, USDA APHIS Cooperative Agreement Project, <http://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/handle/2097/662/Chapter6.pdf?sequence=13&isAllowed=y>

⁴¹ The BSE inquiry report, volume 13, chapter 6, annex B: manufacturing process of rendering: <https://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/handle/2097/662/Chapter4.pdf?sequence=15>

transportiert und als Sonderabfall gemäss VeVA entsorgt werden. Inaktivierte Tierkadaver und erkennbare Tierbestandteile müssen gemäss VTNP entsorgt werden (siehe auch Kapitel 4.2.4 und Tabellen 5.3 und 5.5). Nach heutigem Stand des Wissens gilt die Verbrennung als sichere Inaktivierungs- und Entsorgungsmethode von prionenhaltigem Material⁴².

4.2.6 Pflanzen und Pflanzenbestandteile

Gentechnisch veränderte Pflanzen

Die Norm EN13441 zur Einschliessung von gentechnisch veränderten Pflanzen⁴³ sowie die Dokumentation „A Practical Guide to Containment, Plant Biosafety in Research Greenhouses“⁴⁴ geben Empfehlungen zur Verhinderung der Ausbreitung gentechnisch veränderter Pflanzen durch Pollen, Früchte, Samen und vegetative Pflanzenteile ab. Empfohlen werden die Filterung und Sterilisierung von ablaufendem Wasser sowie die Inaktivierung von Boden und Pflanzenmaterial. Pflanzenmaterial der Gruppe 1⁴⁵ ohne reproduktives Potential kann ohne vorherige Inaktivierung kompostiert werden. Der Kompost muss vor Ort wieder verwendet werden. Pflanzenmaterial mit reproduktivem Potential (Samen, Pollen) muss vor der Entsorgung inaktiviert oder in entsprechender Dreifachverpackung direkt in die KVA gebracht werden.

Das Abfallvolumen lässt sich durch Trocknen oder Zerhacken reduzieren. Kleine Volumina können autoklaviert werden. Grössere Volumina können gegebenenfalls auch kompostiert werden, wobei es ab Gruppe 2 zur Inaktivierung einer Hitzebehandlung bedarf. Verschiedene Studien zeigen, dass nach einer Kompostierung von gentechnisch verändertem Pflanzenmaterial in Kombination mit einer Hitzebehandlung keine Transgene mehr nachgewiesen werden können^{46, 47}.

Bei der Verbrennung von trockenem Pflanzenmaterial muss darauf geachtet werden, dass keine verbrennungsresistenten Samen vorliegen (z.B. Baumwollsaamen).

Pflanzenmaterial kann nach erfolgter Inaktivierung als Siedlungsabfall entsorgt werden.

Infizierte Pflanzen

Mit Mikroorganismen (gentechnisch veränderte oder pathogene) infiziertes Pflanzenmaterial muss inaktiviert werden und kann anschliessend als Siedlungsabfall entsorgt werden. Alternativ kann infiziertes Pflanzenmaterial aus BSL-2 auch ohne vorgängige Inaktivierung als Sonderabfall entsorgt werden. Handelt es sich um gentechnisch veränderte Mikroorganismen aus BSL-1, kann das infizierte Pflanzenmaterial korrekt verpackt direkt via Bunker in der KVA entsorgt werden.

Für Pflanzen, die mit Mikroorganismen der Gruppe 1 infiziert sind, gilt die Sorgfaltspflicht nach ESV. Sie werden in dieser Empfehlung nicht behandelt.

⁴² Empfehlung der EFBS zur BSE-Diagnostik: Klassierung und Sicherheitsmassnahmen, 2013:

https://www.efbs.admin.ch/inhalte/dokumentation/empfehlungen/Empfehlungen_aktuell/BSE_Diagnostik_EFBS_D.pdf

⁴³ EN 13441:2001, Biotechnik – Laboratorien für Forschung, Entwicklung und Analyse – Leitfaden für die Einschliessung von gentechnisch veränderten Pflanzen, zu beziehen bei der Schweizerischen Normenvereinigung <http://www.snv.ch/>

⁴⁴ Adair D. and Irwin R., 2008, A Practical Guide to Containment, Plant Biosafety in Research Greenhouses, Information Systems for Biotechnology, <https://vtechworks.lib.vt.edu/handle/10919/78423>

⁴⁵ Die Einteilung von Organismen in Gruppen erfolgt nach ESV, Art. 6 und Anhang 2.1

⁴⁶ Eine Studie der Canadian Food Inspection Agency zeigt, dass bei der Kompostierung von Bt176 Maispflanzen und –samen nach Zerhacken und Kompostieren zusammen mit Kuhmist geschichtet bei über 50 °C nach 14 Tagen mittels PCR keine Transgene mehr nachgewiesen werden konnten. Guan J et al., 2005, The fate of the recombinant DNA in corn during composting, J. Env. Sci. Health, Part B. Pesticides, food contaminants, and agricultural wastes, vol. 40, pp. 463-473, <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/PFC-200047595>

⁴⁷ Eine Studie des Danish Research Centre for Organic Farming zeigt, dass bei der Kompostierung von zerhackten, transgenen *Ara-bidopsis thaliana*-Pflanzen zusammen mit feuchtem Gerstenstroh, Pflanzenmaterial aus konventionellen Zuckerrüben und Weisklee bei einer Temperatur von 58 °C nach 10 bis 14 Tagen und bei 68 °C nach 6 bis 10 Tagen mittels PCR keine Transgene mehr gefunden wurden. Bei Pflanzenmaterial, welches mit Boden vermischt wurde, waren auch nach 77 Tagen noch Transgene nachweisbar. Rasmussen L. D. et al., 2004, Composting rapidly degrades DNA from genetically modified plants, Newsletter from Danish Research Centre for Organic Farming, No 2 <http://orgprints.org/5858/1/5858.pdf>

4.2.7 Gemischter Abfall mit biologischem Material und chemischen Gefahrenstoffen

Angaben zur Entsorgung von Abfällen mit gefährlichen chemischen oder physikalischen Eigenschaften können gemäss Artikel 70 der Chemikalienverordnung ChemV⁴⁸ dem Sicherheitsdatenblatt des Herstellers entnommen werden. Für Anweisungen zur Verpackung, Kennzeichnung und Lagerung ist die Chemikalien-Ansprechperson des Betriebes (Art. 74, ChemV) zu kontaktieren.

Die Abfälle müssen als Sonderabfall⁴⁹ mit entsprechendem Abfall-Code⁵⁰ entsorgt werden (18 01 06 für Abfälle aus der humanmedizinischen Forschung und Diagnostik und 18 02 05 für Abfälle aus der veterinärmedizinischen Forschung und Diagnostik; für übrige Chemikalien können weitere Abfallcodes in Frage kommen, beispielsweise Code 20 01 13 für Lösungsmittel, Code 20 01 14 für Säuren oder Code 20 01 15 für Laugen). Flüssige Abfälle, die chemisch inaktiviert wurden, müssen gemäss Angaben des Chemikalien- bzw. Desinfektionsmittel-Herstellers entsorgt werden. Sie dürfen zudem nur dann in die kommunale Kanalisation eingeleitet werden, wenn sie die Anforderungen nach Anhang 3.2 der Gewässerschutzverordnung⁵¹, insbesondere die Anforderungen nach Ziffer 2, erfüllen.

4.2.8 Gemischter Abfall mit biologischem Material und mit radioaktiven Stoffen

Abfälle mit radioaktiven Stoffen sind in Rücksprache mit der Sammelstelle für radioaktive Abfälle des Paul Scherrer Instituts PSI (Bundeszzwischenlager)⁵² gemäss der Verordnung über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle⁵³ zu entsorgen. Eine allgemeine Anleitung gibt das Bundesamt für Gesundheit⁵⁴. Hierzu ist die sachverständige Person zum Strahlenschutz des Betriebs nach Artikel 16 der Strahlenschutzverordnung StSV⁵⁵ zu kontaktieren und die entsprechende Entsorgung einschliesslich Verpackung, Kennzeichnung und Lagerung zu bestimmen (Art. 75 – 87, StSV).

Eine thermische Inaktivierung bzw. Sterilisation von radioaktiv markiertem biologischem Material ist nicht angebracht, da dies zur radioaktiven Kontamination des Autoklaven und eventuell zum Austreten radioaktiven Wasserdampfes aus dem Autoklaven führen kann. Deshalb sollte gemischter biologischer, radioaktiver Abfall mittels chemischer Verfahren inaktiviert werden⁵⁶. Dabei ist eine Verdampfung/Verflüchtigung ebenfalls zu vermeiden.

Für Abfälle mit Radioisotopen gilt:

Radionuklide mit Halbwertszeiten über 60 Tage

- ³H, ¹⁴C und andere über der Freigrenze nach Strahlenschutzverordnung: radioaktiver Abfall.
- Chemische Inaktivierung des biologischen Materials mit Desinfektionsmitteln, die mit den Radionukliden kompatibel sind.

⁴⁸ Definition: siehe Verordnung über den Schutz vor gefährlichen Stoffen und Zubereitungen, Chemikalienverordnung, ChemV, SR 813.11, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021519/index.html>

⁴⁹ Verordnung über den Verkehr mit Abfällen, VeVA, SR 814.610, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021080/index.html>

⁵⁰ Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen, SR 814.610.1, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021081/index.html#app1>

⁵¹ Gewässerschutzverordnung, GSchV, SR 814.201, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19983281/index.html>

⁵² Sammelstelle für radioaktive Abfälle (Bundeszzwischenlager): <https://www.kernenergie.ch/de/bundeszwilag.html>

⁵³ Verordnung über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle, SR 814.557, <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20163025/index.html>

⁵⁴ BAG: Entsorgung von radioaktiven Abfälle aus den Bereichen Medizin, Industrie und Forschung, <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/radioaktive-materialien-abfaelle/entsorgung-von-radioaktiven-abfaellen.html>

⁵⁵ Strahlenschutzverordnung, StSV, SR 814.501, <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20163016/index.html>

⁵⁶ Stellungnahme der Deutschen Zentralen Kommission für die biologische Sicherheit zur Inaktivierung radioaktiv markierter, gentechnisch veränderter Organismen aus Laboratorien der Sicherheitsmaßnahmen der Stufen 2, 3 oder 4. http://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Downloads/06_Gentechnik/ZKBS/01_Allgemeine_Stellungnahmen_deutsch/06_Sicherheitsmassnahmen/Inaktivierung_radioaktiver_GVO.pdf?__blob=publicationFile&v=2

- Entsorgung als schwach radioaktiver Abfall via Sammelaktion des BAG⁵⁷ ans Bundeszwischenlager des Paul Scherrer Instituts⁵⁸.
- ³H, ¹⁴C und andere unter der Freigrenze nach StSV: kein radioaktiver Abfall.
- Inaktivierung und Entsorgung des biologischen Materials gemäss Kapitel 4.1 – 4.2.6.

Radionuklide mit Halbwertszeiten unter 60 Tagen

- zum Beispiel ¹²⁵I, ¹³¹I, ³²P, ³⁵S
 - Lagerung zum Abklingen der Radioaktivität.
 - Inaktivierung und Entsorgung des biologischen Materials gemäss Kapitel 4.1 – 4.2.6.

4.2.9 Boden-, Wasser-, Luft- und Lebensmittelproben

Analysen von Boden-, Wasser-, Luft- und Lebensmittelproben auf pathogene Mikroorganismen sind in der Regel BSL-1-Tätigkeiten. Abfälle aus solchen Tätigkeiten können mit dem Siedlungsabfall entsorgt werden. Erweist sich eine Probe als positiv, richtet sich die Abfallentsorgung nach Kapitel 5.2. oder 5.3. (Abfall von Tätigkeiten mit Mikroorganismen aus BSL-2, respektive BSL-3 und BSL-4).

⁵⁷ Sammelaktion für radioaktive Abfälle aus den Bereichen Medizin, Industrie und Forschung, <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/radioaktive-materialien-abfaelle/entsorgung-von-radioaktiven-abfaellen/sammelaktion-fuer-radioaktive-abfaelle-aus-den-bereichen-medizin-industrie-forschung.html>

⁵⁸ Sammelstelle für radioaktive Abfälle (Bundeszwischenlager), <https://www.kernenergie.ch/de/bundeszwilag.html>

5 Entsorgung der verschiedenen Abfallgruppen

5.1 Abfall von Tätigkeiten mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen aus BSL-1

Abfall		Abfallsammlung	Inaktivierung	Entsorgung	Spezialregelungen, Bemerkungen, Ausnahmen
<ul style="list-style-type: none"> - Flüssige und feste Kulturen von gentechnisch veränderten Mikroorganismen; - Kulturen gentechnisch veränderter Zellen oder Zelllinien; - Kontaminiertes Verbrauchsmaterial; - Sharps. 	- Flüssige Kulturen	- Desinfektionsmittelresistente Behälter	- Chemische Inaktivierung	- Kommunales Abwasser oder Sonderabfall	<ul style="list-style-type: none"> - Bei chemischer Inaktivierung Einwirkzeit und Konzentration beachten. - Bei Behältern, in denen der Abfall nach und nach generiert wird, z.B. in Absaugflaschen, ist es sinnvoll, ein nicht-flüchtiges, stabiles Desinfektionsmittel vorzulegen. - ^AWenn chemische Desinfektionsmittel verwendet werden, müssen für die Inaktivierung und Entsorgung die Angaben des Herstellers beachtet werden. - Ekeleregender oder geruchintensiver Abfall gilt immer als Sonderabfall. - Kontaminiertes Verbrauchsmaterial ist in dichten Säcken / Behältern, gut verschlossen, zu sammeln. - Wenn keine Inaktivierung vor Ort erfolgt, müssen für die Wahl der Behälter und für den Transport die entsprechenden Transportvorschriften (ADR) eingehalten werden (siehe Kapitel 3.3 und Anhang III) - Entsorgung von Sonderabfall nach VeVA - Sharps gelten auch nach erfolgter Inaktivierung als Sonderabfall.
		- Autoklavierbare Behälter	- Autoklavieren	- Kommunales Abwasser	
	- Feste Kulturen - Restmengen in Kulturbehältern und Röhrchen	- Dreifachverpackung: Dichte Säcke / Behälter, gut verschlossen, keine spitzen Gegenstände	- Keine	- Direkter Transport zur KVA (Bunker)	
		- Desinfektionsmittelresistente Behälter	- Chemische Inaktivierung	- Siedlungsabfall (oder Sonderabfall ^A)	
	- Kontaminiertes Verbrauchsmaterial	- Autoklavierbare Säcke / Behälter	- Autoklavieren	- Siedlungsabfall	
		- Sharps	- Sharps-Behälter (Kapitel 2.2)	- Keine oder - Autoklavieren	
Entsorgung Lagerung	<p>Nicht inaktivierter Abfall kann in Behältern (siehe Anhang III) gemäss Transportvorschriften (ADR) direkt zur KVA in den Bunker gebracht werden. Für diesen Vorgang besteht eine Aufzeichnungspflicht / SOP nötig. Der Sorgfaltspflicht muss Rechnung getragen werden.</p> <p>Abfall soll vor der Inaktivierung weder gepresst noch anderweitig verdichtet werden und ist möglichst nicht oder nur für kurze Zeit zu lagern. Bei längerer Zwischenlagerung sind die Abfälle in dichten Gefässen aufzubewahren. Der Abtransport soll regelmässig erfolgen. Zuständigkeiten für die Entsorgung müssen klar definiert werden.</p>				

5.2 Abfall von Tätigkeiten mit Mikroorganismen aus BSL-2

Abfall	Abfallsammlung	Inaktivierung	Entsorgung	Spezialregelungen, Bemerkungen, Ausnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> - Flüssige und feste Kulturen von gentechnisch veränderten Mikroorganismen; - Flüssige und feste Kulturen von pathogenen Mikroorganismen; - Kulturen gentechnisch veränderter Zellen oder Zelllinien; - Kulturen von primären Zellen oder Zelllinien; - Kontaminiertes Verbrauchsmaterial; - Sharps. 	- Flüssige Kulturen	- Desinfektionsmittelresistente Behälter	- Chemische Inaktivierung	- Kommunales Abwasser oder Sonderabfall	<ul style="list-style-type: none"> - Bei chemischer Inaktivierung Einwirkzeit und Konzentration beachten. Inaktivierung überprüfen. - Bei Behältern, in denen der Abfall nach und nach generiert wird, z.B. in Absaugflaschen, ist es sinnvoll, ein nicht-flüchtiges, stabiles Desinfektionsmittel vorzulegen. - ^ΔWenn chemische Desinfektionsmittel verwendet werden, müssen für die Inaktivierung und Entsorgung die Angaben des Herstellers beachtet werden. - Feste Kulturen gentechnisch veränderter und pathogener Organismen können gemeinsam gesammelt, inaktiviert und entsorgt werden. - Ekerregender oder geruchintensiver Abfall gilt auch nach erfolgter Inaktivierung als Sonderabfall. - Kontaminiertes Verbrauchsmaterial ist in festen autoklavierbaren, bruchsicheren, verschliessbaren Behältern zu sammeln. - Wenn keine Inaktivierung vor Ort erfolgt, müssen für die Wahl der Behälter und für den Transport die entsprechenden Transportvorschriften (ADR) eingehalten werden (siehe Kapitel 3.3) - Entsorgung von Sonderabfall nach VeVA
		- Autoklavierbare Behälter	- Autoklavieren	- Kommunales Abwasser	
	- Feste Kulturen - Restmengen in Kulturbehältern und Röhrchen - Kontaminiertes Verbrauchsmaterial	- Autoklavierbare Säcke in festen Behältern, zu ¾ gefüllt, bzw. autoklavierbare Behälter	- Autoklavieren	- Siedlungsabfall	
		- Desinfektionsmittelresistente Behälter	- Chemische Inaktivierung	- Siedlungsabfall (oder Sonderabfall ^Δ)	
		- UN-Transportbehälter (Kapitel 2.2 / Anhang III)	- Keine	- Sonderabfall*	
- Sharps	- Sharps- Behälter (Kapitel 2.2)	- Keine oder - Autoklavieren	- Sonderabfall		
Kennzeichnung Entsorgung Lagerung	<p>Vor der Inaktivierung: Der Abfall für BSL-2 ist mit dem Biohazard-Zeichen zu kennzeichnen.</p> <p>*Nicht inaktivierter Abfall kann in Behältern / Containern gemäss Transportvorschriften (ADR) als Sonderabfall entsorgt werden, wenn das zuständige Bundesamt dies bewilligt. Für diesen Vorgang besteht eine Aufzeichnungspflicht / SOP nötig.</p> <p>Abfall soll vor der Inaktivierung weder gepresst noch anderweitig verdichtet werden und ist möglichst nicht oder nur für kurze Zeit zu lagern. Bei längerer Zwischenlagerung sind die Abfälle in dichten Gefässen aufzubewahren. Der Abtransport soll regelmässig erfolgen. Zuständigkeiten für die Entsorgung müssen klar definiert werden.</p>				

5.3 Abfall von Tätigkeiten mit Mikroorganismen aus BSL-3 und BSL-4

Abfall	Abfallsammlung	Inaktivierung	Entsorgung	Spezialregelungen, Bemerkungen, Ausnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> - Flüssige und feste Kulturen von pathogenen und gentechnisch veränderten Mikroorganismen; - Kulturen von primären Zellen oder Zelllinien, die mit pathogenen Mikroorganismen infiziert sind; - Kontaminiertes Verbrauchsmaterial; - Sharps. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flüssige Kulturen 	<ul style="list-style-type: none"> - Desinfektionsmittelresistente Behälter (nur BSL-3) - Autoklavierbare Behälter 	<ul style="list-style-type: none"> - Chemische Inaktivierung (nur BSL-3) - Autoklavieren. Das Verfahren muss validiert sein. Wirksamkeitsnachweis für jede Charge. - BSL-4: Abfall ist nicht ohne vorherige Inaktivierung aus dem Labor zu transportieren, sondern in einem Durchreicheautoklaven vom BSL-4 nach aussen zu autoklavieren. - BSL-3: Abfälle, die nicht im Labor autoklaviert werden können, sind ausserhalb des Labors im kontrollierten Bereich mit validierten Verfahren zu autoklavieren. Ein sicherer Transport muss gewährleistet sein. 	<ul style="list-style-type: none"> - Kommunales Abwasser (oder Sonderabfall^A) 	<ul style="list-style-type: none"> - Inaktivierung (BSL-3) muss validiert werden. - Bei chemischer Inaktivierung Einwirkzeit und Konzentration beachten. Inaktivierung überprüfen. - Bei Behältern, in denen der Abfall nach und nach generiert wird, z.B. in Absaugflaschen, ist ein nicht-flüchtiges, stabiles Desinfektionsmittel vorzulegen. - ^AWenn chemische Desinfektionsmittel verwendet werden, müssen für die Inaktivierung und Entsorgung die Angaben des Herstellers beachtet werden. - Bei Bedarf Zugabe von wirksamen, zum Autoklavieren geeigneten Desinfektionsmittel in der notwendigen Konzentration. - Entsorgung von Sonderabfall nach VeVA
	<ul style="list-style-type: none"> - Fester Abfall (Kulturen und Proben) - Kontaminierte Verbrauchsmaterialien 	<ul style="list-style-type: none"> - Autoklavierbare Säcke in festen Behältern, zu ¾ gefüllt - Die Säcke / Behälter sind vor dem Entfernen aus der biologischen Sicherheitswerkbank und vor dem Transport zum Autoklaven an der Oberfläche zu dekontaminieren. 	<ul style="list-style-type: none"> - Oberflächendekontamination von Verbrauchsmaterial durch Begasung in Schleusen. - Oder Tauchschleuse verwenden. 	<ul style="list-style-type: none"> - Siedlungsabfall 	<ul style="list-style-type: none"> - Feste Kulturen gentechnisch veränderter und pathogene Organismen können gemeinsam gesammelt, inaktiviert und entsorgt werden. - Ekelerregender oder geruchintensiver Abfall gilt auch nach erfolgter Inaktivierung als Sonderabfall. - Kontaminiertes Verbrauchsmaterial ist in festen autoklavierbaren, bruch sicheren, verschliessbaren Behältern zu sammeln.
	<ul style="list-style-type: none"> - Sharps 	<ul style="list-style-type: none"> - Sharps-Behälter (Kapitel 2.2) 		<ul style="list-style-type: none"> - Sonderabfall 	<ul style="list-style-type: none"> - Sharps gelten auch nach erfolgter Inaktivierung als Sonderabfall.
Kennzeichnung / Lagerung	<p>Vor der Inaktivierung: Der Abfall ist mit dem Biohazard-Zeichen zu kennzeichnen.</p> <p>Abfall soll vor der Inaktivierung weder gepresst noch anderweitig verdichtet werden und ist möglichst nicht oder nur für kurze Zeit kontrolliert im Labor BSL-3 bzw. BSL-4 zu lagern. Bei längerer Zwischenlagerung sind die Abfälle in dichten Gefässen wenn möglich gekühlt aufzubewahren. Der Abtransport soll regelmässig erfolgen. Zuständigkeiten für die Entsorgung müssen klar definiert werden.</p>				

5.4 Prionenhaltiger Abfall

Abfall		Abfallsammlung	Inaktivierung	Entsorgung	Spezialregelungen, Bemerkungen, Ausnahmen
<ul style="list-style-type: none"> - Prionenhaltiges Material; - Kulturen gentechnisch veränderter Mikroorganismen mit Priongenen; - Probenmaterial mit Prionproteinen; - Tierkadaver mit Prionproteinen; - Kontaminiertes Verbrauchsmaterial; - Sharps. 	- Flüssiger Abfall (Kulturen und Proben)	<ul style="list-style-type: none"> - Autoklavierbare Behälter - Desinfektionsmittelresistente Behälter 	<ul style="list-style-type: none"> - Sämtlicher Abfall ab BSL-3 muss vor Ort mit validiertem Verfahren inaktiviert werden. Wirksamkeitsnachweis für jede Charge. - Autoklavieren: 1 Stunde bei 134°C. - Chemische Inaktivierung: 1 Stunde in 2% Hypochlorit-Lösung C oder 2N NaOH bei 20°C. - Wenn keine Inaktivierung vor Ort erfolgt (nur für BSL-1- und BSL-2-Abfälle), muss der Abfall in UN-Transportbehältern gesammelt, gemäss Transportvorschriften transportiert (siehe Kapitel 3.3.) und als Sonderabfall entsorgt werden (siehe Kapitel 5.1 und 5.2). 	- kommunales Abwasser oder Sonderabfall	<ul style="list-style-type: none"> - Bei Bedarf Zugabe von wirksamen, zum Autoklavieren geeigneten Desinfektionsmittel in der notwendigen Konzentration. - ^AWenn chemische Desinfektionsmittel verwendet werden, müssen für die Inaktivierung und Entsorgung die Angaben des Herstellers beachtet werden. - Ekelerregender oder geruchintensiver Abfall gilt auch nach erfolgter Inaktivierung als Sonderabfall. - Kontaminiertes Verbrauchsmaterial ist in festen autoklavierbaren, bruchsicheren, verschliessbaren Behältern zu sammeln. - Wenn keine Inaktivierung vor Ort erfolgt, müssen für die Wahl der Behälter und für den Transport die entsprechenden Transportvorschriften (ADR) eingehalten werden (siehe Kapitel 3.3) - Entsorgung von Sonderabfall nach VeVA
	- Fester Abfall (Kulturen und Proben)	<ul style="list-style-type: none"> - Autoklavierbare Säcke in festen Behältern, zu ¾ gefüllt, bzw. autoklavierbarer Behälter 		- Siedlungsabfall (oder Sonderabfall ^A)	
	- Kontaminierte Verbrauchsmaterialien	<ul style="list-style-type: none"> - Desinfektionsmittelresistente Behälter 		- Sonderabfall	
	- UN-Transportbehälter (Kapitel 2.2 / Anhang III)			- Tierkadaver-sammelstelle/-verbrennungsanlage	
	- Tierkadaver und erkennbare Tierbestandteile	<ul style="list-style-type: none"> - Autoklavierbare Behälter 		- Sonderabfall	
		<ul style="list-style-type: none"> - UN-Transportbehälter (Kapitel 2.2 / Anhang III) 		- Sonderabfall	
- Sharps	- Sharps-Behälter (Kapitel 2.2)				
Kennzeichnung	Vor der Inaktivierung: Der Abfall ist mit dem Biohazard-Zeichen zu kennzeichnen.				
Entsorgung	Abfall soll vor der Inaktivierung weder gepresst noch anderweitig verdichtet werden und ist möglichst nicht oder nur für kurze Zeit zu lagern. Bei längerer Zwischenlagerung sind die Abfälle in dichten Gefässen wenn möglich gekühlt aufzubewahren. Der Abtransport soll regelmässig erfolgen. Zuständigkeiten für die Entsorgung müssen klar definiert werden.				
Lagerung					

5.5 Medizinischer Abfall

Abfall		Abfallsammlung	Inaktivierung	Entsorgung	Spezialregelungen, Bemerkungen, Ausnahmen
<ul style="list-style-type: none"> - Humane oder tierische Gewebeprobe, allenfalls auch Organe und Körperteile; - Humanes oder tierisches Blut und Blutprodukte sowie Bestandteile derselben; - Exkrete und Sekrete humanen oder tierischen Ursprungs; - Kontaminiertes Verbrauchsmaterial; - Sharps. 	<ul style="list-style-type: none"> - Flüssige und feste Proben - Kontaminierte Verbrauchsmaterialien 	<ul style="list-style-type: none"> - UN-Transportbehälter (Kapitel 2.2 / Anhang III) 	- Keine	- Sonderabfall	<ul style="list-style-type: none"> - Medizinischer Abfall aus BSL-3 und BSL-4 muss vor Ort inaktiviert werden. Das Inaktivierungsverfahren muss validiert sein. Wirksamkeitsnachweis für jede Charge (siehe Tabelle 5.3). - Medizinischer Abfall aus BSL-2 kann analog zu der gängigen Praxis in Spitälern, Arztpraxen und Diagnostiklaboratorien ohne vorhergehende Inaktivierung als Sonderabfall zur Verbrennung gebracht werden (ohne Bewilligung). Für die Wahl der Behälter und für den Transport müssen die entsprechenden Transportvorschriften (ADR) eingehalten werden (siehe Kapitel 3.3). - Für die Entsorgung von medizinischem Abfall als Sonderabfall mit Kontaminationsgefahr ist der Abfall im Labor in UN-Transportbehältern zu sammeln. Werden mit dem Probenmaterial geringe Volumina an Flüssigkeit entsorgt, muss genügend saugfähiges Material zugegeben werden, sodass die gesamte Flüssigkeit aufgesaugt werden kann. - Für chemische Inaktivierung siehe Bemerkungen zu Tabelle 5.2. respektive 5.3 - Ekelregender oder geruchsintensiver Abfall gilt auch nach erfolgter Inaktivierung als Sonderabfall. - Kontaminiertes Verbrauchsmaterial ist in festen autoklavierbaren, bruchstabilen, verschliessbaren Behältern zu sammeln. - Entsorgung von Sonderabfall nach VeVA
		<ul style="list-style-type: none"> - Autoklavierbare Säcke in festen Behältern, zu ¾ gefüllt, bzw. autoklavierbare Säcke Behälter 	- Autoklavieren	- Siedlungsabfall	
		<ul style="list-style-type: none"> - Desinfektionsmittelresistente Behälter 	- Chemische Inaktivierung	- Kommunales Abwasser (oder Sonderabfall ^A)	
	- Sharps	- Sharps-Behälter (Kapitel 2.2)	- Keine	- Sonderabfall	- Sharps gelten auch nach erfolgter Inaktivierung als Sonderabfall.
- Kulturen (flüssig oder fest)	- Wenn eine Vermehrung pathogener Mikroorganismen bezweckt wird, ist das Probenmaterial als Material mit Kulturen pathogener Mikroorganismen zu betrachten und, je nach Sicherheitsstufe, gemäss Verfahren nach Kapitel 5.2. (BSL-2) oder 5.3. (BSL-3 und BSL-4) zu entsorgen.				
- Pathologieabfälle menschlichen Ursprungs	- Körperteile, Amputate, entfernte Organe, Föten	- geeignete Behälter	- Keine	- Krematorium	- Aus ethischen Gründen gelten Pathologieabfälle nicht als Sonderabfälle.
Kennzeichnung Entsorgung Lagerung	<p>Vor der Inaktivierung: Der Abfall ist mit dem Biohazard-Zeichen zu kennzeichnen.</p> <p>Abfall soll vor der Inaktivierung weder gepresst noch anderweitig verdichtet werden und ist möglichst nicht oder nur für kurze Zeit zu lagern. Bei längerer Zwischenlagerung sind die Abfälle in dichten Gefässen wenn möglich gekühlt aufzubewahren. Der Abtransport soll regelmässig erfolgen. Zuständigkeiten für die Entsorgung müssen klar definiert werden.</p>				

5.6 Tierkadaver aus Tieranlagen

Abfall		Abfallsammlung	Inaktivierung	Entsorgung	Spezialregelungen, Bemerkungen, Ausnahmen
- Gentechnisch veränderte Tiere (BSL-1)	- Kadaver und Körperteile	- verschliessbare, dichte Behälter oder - abgedeckte dichte, korrosionsbeständige und leicht zu reinigende Behältnisse - mit der Farbe „schwarz“ und „nur zur Verbrennung“ zu kennzeichnen	- Keine	- Tierkadaver-sammelstelle/-verbrennungs-anlage	<ul style="list-style-type: none"> - Die Entsorgung richtet sich nach der Verordnung über tierische Nebenprodukte VTNP. - Für die Verpackung braucht es entsprechende Begleitpapiere (Art. 20 VTNP). - Kadaver von gentechnisch veränderten Tieren dürfen nicht verfüttert werden. - Weitere Informationen in Kapitel 4.2.4. - Kadaver und Körperteile von Tieren, die Prionen enthalten, sind gemäss Kapitel 5.4. zu entsorgen. - Kadaver und Körperteile von Tieren, die mit hochansteckenden Tierseuchen nach Artikel 2 der Tierseuchenverordnung, TSV, infiziert sind, sind vor Ort zu inaktivieren, bevor sie entsorgt werden. - Ab BSL-3 muss das Inaktivierungsverfahren validiert sein. Wirksamkeitsnachweis für jede Charge. - Ekeleregrender oder geruchsintensiver Abfall gilt auch nach erfolgter Inaktivierung als Sonderabfall.
	- Einstreu	- geeignete Behälter	- Keine	- Siedlungsabfall	
	- Käfige	- keine	- Chemische Desinfektion	- Wiederverwertung	
- Tiere, die mit human- oder tierpathogenen oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen infiziert sind (einschliesslich beabsichtigte Infektion) - Gentechnisch veränderte Tiere (BSL-2 / BSL-3)	- Kadaver und Körperteile	- verschliess- und autoklavierbare Behälter	- Autoklavieren	- Tierkadaver-sammelstelle/-verbrennungs-anlage	<ul style="list-style-type: none"> - Entsorgung von Sonderabfall nach VeVA - Wenn keine Inaktivierung vor Ort erfolgt, müssen für die Wahl der Behälter und für den Transport die entsprechenden Transportvorschriften (ADR) eingehalten werden (siehe Kapitel 3.3).
		- UN-Transportbehälter (Kapitel 2.2 / Anhang III)	- Keine (BSL-2; v.a. Grosstiere können nicht vor Ort inaktiviert werden)	- Sonderabfall	
	- Einstreu	- verschliess- und autoklavierbare Behälter	- Autoklavieren	- Siedlungsabfall	<ul style="list-style-type: none"> - Käfige können direkt im Gestell in den Autoklaven gebracht und autoklaviert werden. - Werden einzelne Käfige autoklaviert, müssen sie in verschliess- und autoklavierbare Behälter verpackt werden.
	- Käfige	- keine	- Autoklavieren	- Wiederverwertung	
- Desinfektionsmittelresistente Behälter		- Chemische Dekontamination			
Kennzeichnung Lagerung	Behälter mit infektiösen Tierkadavern sind vor der Inaktivierung mit dem Biohazard-Zeichen zu kennzeichnen und dürfen weder gepresst noch anderweitig verdichtet werden. Tierkadaver sind sowohl vor als auch nach der Inaktivierung möglichst nicht oder nur für kurze Zeit zu lagern. Bei längerer Zwischenlagerung sind die Abfälle in dichten Gefässen bei max. 4°C aufzubewahren. Der Abtransport soll regelmässig erfolgen. Zuständigkeiten für die Entsorgung müssen klar definiert werden.				

5.7 Pflanzen und Pflanzenbestandteile aus Gewächshäusern und Anzuchträumen

5.7.1 Gentechnisch veränderte Pflanzen (Gruppe 1)

Abfall		Abfallsammlung	Inaktivierung	Entsorgung	Spezialregelungen, Bemerkungen, Ausnahmen
<ul style="list-style-type: none"> - Gentechnisch veränderte Pflanzen - Gentechnisch veränderte Pflanzen infiziert mit pflanzenpathogenen Mikroorganismen der Gruppe 1 	- Nicht vermehrungsfähiges Pflanzenmaterial	- geeignete Behälter	- Keine	- Kompostieren vor Ort	<ul style="list-style-type: none"> - Kompostieren gilt nicht als Inaktivierung, es sei denn, es geschehe mittels Hitze- und mit validiertem Verfahren. Kompostieren kann nur für Pflanzenmaterial der Gruppe 1 ohne reproduktives Potential angewandt werden. Der Kompost muss vor Ort wiederverwendet werden.
	- Vermehrungsfähiges Pflanzenmaterial (Samen, Pollen, Rhizome, Knollen)	- Dreifachverpackung	- Keine	- Direkter Transport zur KVA (Bunker)	
	- Boden, Erde	- autoklavierbare Behälter	- Autoklavieren - Dampfbehandlung	- Wiederverwertung	
	- kontaminiertes Verbrauchsmaterial	- geeignete Behälter	- Gründlich reinigen	- Siedlungsabfall	
Lagerung	Gentechnisch veränderte Pflanzen und Pflanzenteile sind so zu lagern und zu transportieren, dass dabei kein vermehrungsfähiges Pflanzenmaterial in die Umwelt gelangen kann.				

5.7.2 Mit pathogenen (Gruppe 2 und 3) oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen infizierte (gentechnisch veränderte) Pflanzen

Abfall	Abfallsammlung	Inaktivierung	Entsorgung	Spezialregelungen, Bemerkungen, Ausnahmen	
<ul style="list-style-type: none"> - Pflanzen, infiziert mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen der Gruppe 1 - Gentechnisch veränderte Pflanzen, infiziert mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen der Gruppe 1 	<ul style="list-style-type: none"> - Pflanzen, Pflanzenbestandteile, Samen, Pollen - Boden, Erde - Kontaminiertes Verbrauchsmaterial 	<ul style="list-style-type: none"> - Dreifachverpackung: Dichte Säcke / Behälter, gut verschlossen, keine spitzen Gegenstände 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine 	<ul style="list-style-type: none"> - Direkter Transport zur KVA (Bunker) 	<ul style="list-style-type: none"> - Entsorgung analog zu Tabelle 5.1.
<ul style="list-style-type: none"> - Pflanzen, infiziert mit pathogenen oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen (Gruppen 2 und 3) - Gentechnisch veränderte Pflanzen, infiziert mit pathogenen oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen (Gruppen 2 und 3) 	<ul style="list-style-type: none"> - Pflanzen, Pflanzenbestandteile, Samen, Pollen - Boden, Erde - kontaminiertes Verbrauchsmaterial 	<ul style="list-style-type: none"> - autoklavierbare Behälter - UN-Transportbehälter (Kapitel 2.2 / Anhang III) - autoklavierbare Behälter - UN-Transportbehälter (Kapitel 2.2 / Anhang III) - autoklavierbare Behälter - Desinfektionsmittelresistente Behälter 	<ul style="list-style-type: none"> - Autoklavieren - Dampfbehandlung - Keine - Autoklavieren - Dampfbehandlung - Keine - Autoklavieren - Chemische Inaktivierung 	<ul style="list-style-type: none"> - Siedlungsabfall - Sonderabfall - Wiederverwertung - Siedlungsabfall - Sonderabfall - Siedlungsabfall (oder Sonderabfall^A) 	<ul style="list-style-type: none"> - Infizierte Pflanzen aus BSL-3 müssen vor Ort inaktiviert werden. - Ab BSL-3 muss das Inaktivierungsverfahren validiert sein. Wirksamkeitsnachweis für jede Charge. - Für Tätigkeiten mit Mikroorganismen aus BSL-3 gilt Tabelle 5.3. - ^AWenn chemische Desinfektionsmittel verwendet werden, müssen für die Inaktivierung und Entsorgung die Angaben des Herstellers beachtet werden. - Entsorgung von Sonderabfall nach VeVA
<p>Lagerung</p>	<p>Pflanzen und Pflanzenteile mit pathogenen Mikroorganismen der Gruppen 2 und 3 infiziert sowie mit gentechnisch veränderten Mikroorganismen aller Gruppen infizierte Pflanzen sind so zu lagern und zu transportieren, dass dabei keine pathogenen oder gentechnisch veränderten Mikroorganismen in die Umwelt gelangen können.</p>				

5.8 Gemischte Abfälle mit biologischem Material und gefährlichen Chemikalien und Radioisotopen

Abfall		Abfallsammlung	Inaktivierung	Entsorgung	Spezialregelungen, Bemerkungen, Ausnahmen
- Biologisch-chemische Abfälle	- Biologisches Material und chemische Schadstoffe	- Desinfektionsmittel- und Chemikalien-resistente Behälter	- Chemische Inaktivierung - evtl. Autoklavieren	- Sonderabfall	- Die Entsorgung richtet sich nach der Chemikalienverordnung und der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen. - Weitere Informationen in Kapitel 4.2.7. - Wenn chemische Desinfektionsmittel verwendet werden, müssen für die Inaktivierung und Entsorgung die Angaben des Herstellers beachtet werden.
- Biologisch-radioaktive Abfälle	- Biologisches Material und radioaktive Substanzen	- Radioisotopenverträgliche Behälter, Desinfektionsmittel-resistent - Kennzeichnung „radioaktiv“	Halbwertszeit < 60 Tage: - Chemische Inaktivierung des biologischen Materials - Abfälle müssen im Betrieb so lange zwischengelagert werden, bis die Strahlung unter die Freigrenze gemäss Strahlenschutzverordnung gesunken ist	- Siedlungsabfall / Sonderabfall	- Die Entsorgung von radioaktiven Abfällen richtet sich nach der Verordnung über die ablieferungs-pflichtigen radioaktiven Abfälle. - Die Strahlenschutzverordnung legt die Freigrenze für Radionuklide fest. - Das Paul Scherrer Institut führt eine Sammelstelle für radioaktive Abfälle. - Das Bundesamt für Gesundheit liefert eine allgemeine Anleitung. - Weitere Information in Kapitel 4.2.8. - Thermische Inaktivierung bzw. Sterilisation von radioaktiv markiertem biologischem Material ist nicht angebracht, da dies zur radioaktiven Kontamination des Autoklaven und eventuell zum Austreten radioaktiven Wasserdampfes aus dem Autoklaven führen kann. - Ist der Abfall nicht mehr radioaktiv, richtet sich die Entsorgung je nach Zusammensetzung nach Kapitel 5.1. bis 5.7.
			Halbwertszeit > 60 Tage: - Chemische Inaktivierung des biologischen Materials - Verdampfung / Verflüchtigung vermeiden	- Radioaktiver Abfall an PSI	
Kennzeichnung Lagerung	<p>Vor der Inaktivierung: Der Abfall ist mit dem Biohazard-Zeichen zu kennzeichnen und er darf weder gepresst noch anderweitig verdichtet werden. Radioaktiver Abfall muss ebenfalls als solcher gekennzeichnet werden.</p> <p>Abfall ist nur für kurze Zeit kontrolliert zu lagern. Bei längerer Zwischenlagerung sind die Abfälle in dichten Gefässen wenn möglich gekühlt aufzubewahren. Der Abtransport soll regelmässig erfolgen. Ein bis zwei zuständige Personen müssen bezeichnet werden.</p> <p>Radioaktive Abfälle mit Halbwertszeit < 60 Tage: Zwischenlagerung in speziellem Abklingraum. Der Abklingraum darf nur für berechnigte Personen zugänglich sein und muss als solcher gekennzeichnet werden. Biologisches Material muss vor der Zwischenlagerung chemisch inaktiviert werden.</p>				

6 Anhänge

Anhang I: Codes für Sonderabfälle

Auszug aus der Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen, Kapitel 18 und Kapitel 20⁵⁹

18 01	Abfälle aus Forschung, Geburtshilfe, Diagnose, Behandlung oder Vorbeugung von Krankheiten beim Menschen
18 01 01	Abfälle mit Verletzungsgefahr (spitze oder scharfe Gegenstände – „sharps“) mit Ausnahme derjenigen, die unter 18 01 03 fallen
18 01 02	Abfälle mit Kontaminationsgefahr (z.B. Gewebeabfälle, Abfälle mit Blut, Sekreten und Exkreten, Blutbeutel und Blutkonserven)
18 01 03	Infektiöse Abfälle
18 01 06	Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten
18 02	Abfälle aus Forschung, Diagnose, Krankenbehandlung und Vorsorge bei Tieren
18 02 01	Abfälle mit Verletzungsgefahr (spitze oder scharfe Gegenstände – «sharps») mit Ausnahme derjenigen, die unter 18 02 02 fallen
18 02 02	Infektiöse Abfälle
18 02 05	Chemikalien, die aus gefährlichen Stoffen bestehen oder solche enthalten
18 02 98	Tierische Abfälle mit Kontaminationsgefahr (z.B. Gewebeabfälle, Abfälle mit Blut, Sekreten und Exkreten, Blutbeutel und Blut-Konserven, kontaminierte Kadaver von Tieren)
20 01	Getrennt gesammelte Fraktionen
20 01 13	Lösungsmittel
20 01 14	Säuren
20 01 15	Laugen

⁵⁹ Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen, SR 814.610.1, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021081/index.html>

Anhang II: Desinfektionsmittel und ihr Wirkungsspektrum

Die untenstehende Liste liefert lediglich erste Hinweise auf Wirksubstanzen, die zur chemischen Inaktivierung / Dekontamination / Desinfektion verwendet werden können. Die Anwendung muss jedoch fallspezifisch erfolgen.

Desinfektionsmittel gelten in der Schweiz je nach Verwendungszweck in der Regel als Medizinprodukte⁶⁰ oder als Biozidprodukte⁶¹. Flüssige Abfälle, die mit chemischen Desinfektionsmitteln inaktiviert wurden, müssen gemäss Angaben des Herstellers entsorgt werden. Gegebenenfalls ist flüssiger Abfall als Sonderabfall mit VeVA-Code 18 01 06, 18 02 05 oder allenfalls auch mit 20 01 13, 20 01 14 oder 20 01 15 zu entsorgen (siehe Anhang I).

Chemische Wirksubstanz	Pilze	Bakterien			Sporen	Viren		
		Gram +	Gram -	Myko-bakterien		im Blut	behüllt	nicht behüllt
Alkohole	++	+++	+++	+++	-	++	++	+
Chlorhexidin	++	+++	+++	+	-	+	+	-
Formaldehyd	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++
Glutaraldehyd	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	++
H ₂ O ₂ und andere O-Radikale abgebend	+++	+++	+++	+++	++	+++	+++	+
Hypochlorit und andere Cl-Abgeber	++	+++	+++	++	+++	++	++	++
Phenolische Substanzen	+++	+++	+++	++	-	+	+	+
Quaternäre Ammoniumsalze (QAC)	++	+++	++	+	+	+	+	-

Daten aus:

- WHO Laboratory Biosafety Manual, Chapter 14, Disinfection and Sterilization, <http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/Biosafety7.pdf>
- Liste der vom Robert Koch-Institut geprüften und anerkannten Desinfektionsmittel und –verfahren, http://www.rki.de/DE/Content/Infekt/Krankenhaushygiene/Desinfektionsmittel/des_inf_inhalt.html
- Antiseptics and Disinfectants: Activity, Action, and Resistance, Gerald McDonnell and A. Denver Russell, Clinical Microbiological Reviews, 1999, <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=88911>
- Decontamination, sterilization, disinfection and antiseptics, Vesley D., Lauer J.L. and Hawley R.J. In: Fleming D.O. and Hunt D.L., *Biological safety principles and practices*. Washington, DC: ASM Press, 2000;383-402.
- Principles and practice of disinfection, preservation and sterilization, Fraiese AP, Lambert PA and Maillard JY eds, Blackwell Publishing, 2004.
- CDC MMWR, Recommendations and Reports: Disinfectants and their properties, <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5404a2.htm>

Eine Liste des Wirkungsspektrums von Desinfektionsmitteln ist in der Norm EN 12461:1998⁶² für die Anwendung im Produktionsmassstab vorhanden.

⁶⁰ Medizinprodukteverordnung, MepV, SR 812.213 <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19995459/index.html>

⁶¹ Biozidprodukteverordnung, VBP, SR 813.12 <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021524/index.html>

⁶² EN 12461, Biotechnik, Verfahren im Grossmassstab und Produktion, Leitfaden zur Handhabung, Inaktivierung und Prüfung von Abfall, 1998, erhältlich bei der Schweizerischen Normenvereinigung <http://www.snv.ch/>

Anhang III: UN-Transportbehälter

Für Verpackung und Transport von Abfällen, die nicht-inaktivierte pathogene Organismen enthalten oder damit kontaminiert sind, gelten die in Kapitel 3.3. erwähnten nationalen und internationalen Transportvorschriften.

Kleinere Mengen an Abfall aus dem Geltungsbereich dieser Empfehlung, der ohne Inaktivierung vor Ort als Sonderabfall entsorgt wird, ist der UN-Nummer 3291 zuzuordnen⁶³ und muss gemäss Verpackungsvorschrift P621⁶⁴ verpackt werden. Die UN-Transportbehälter müssen folgenden Kriterien entsprechen und bauartgeprüft sein:

- Starre, dichte, bruchsichere Verpackungen, die genügend saugfähiges Material enthalten, um die gesamte Menge der in der Verpackung enthaltenen flüssigen Stoffe aufzunehmen. Die Verpackung muss ausserdem in der Lage sein, flüssige Stoffe zurückzuhalten und einen Falltest aus einer Höhe von 1.2 m bestehen.
- Verpackungen, die für scharfe oder spitze Gegenstände wie Glas oder Nadeln vorgesehen sind (Sharps-Behälter), müssen zusätzlich durchstosssicher sein.
- Die Verpackungen müssen mit dem Biohazard-Zeichen gekennzeichnet sein.

Verschiedene nationale und internationale Firmen bieten UN-Transportbehälter an, die für die Sammlung und Entsorgung von Abfällen eingesetzt werden können. Unten aufgeführte Adressen sind nur beispielhaft und erheben keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit:

- Milian Schweiz: http://www.milian.com/frontoffice/browse_catalog?id=0N-17
- Remondis Schweiz AG: <http://www.remondis.ch/rmch/spektrum/sammelsysteme/behaelter/>
- Servi-Medical (CH): <http://www.servi-medical.ch/>
- Spiromed AG (CH): http://www.spiromed.ch/index_frame.html
- Semadeni Group: <http://eshop.semadeni.com/>
- Carepack Holland BV: <http://www.carepack.nl/>
- Inmark: <http://www.inmarkstp.com/products/>

Grössere Mengen an medizinischem Abfall, der der UN-Nummer 3291 zugeordnet ist, können auch gemäss Verpackungsvorschriften LP621 oder IBC620 verpackt werden⁶⁵. LP621 bezeichnet eine starre, dichte Grossverpackung, die eine Nettomasse von mehr als 400 kg oder einen Fassungsraum von mehr als 450 Liter, aber ein Höchstvolumen von 3 m³ hat, und als Aussenverpackung für (mehrere) Innenverpackungen gilt. IBC620 lässt starre, dichte Grosspackmittel mit einem Fassungsraum von ebenfalls höchstens 3 m³ zu. Für Abfall in grösseren Mengen oder für grössere Tierkadaver ist der Transport in Schüttgut-Containern möglich⁶⁶. Diese drei Verpackungen müssen ebenfalls bauartgeprüft sein.

Gentechnisch veränderte Organismen sind der UN-Nummer 3245 zuzuordnen und nach Verpackungsvorschrift P904 zu verpacken. Folgende Verpackungen sind zugelassen:

- Dreifachverpackung (muss nicht geprüft sein):
 - o Primär- und Sekundärverpackungen müssen für flüssige Stoffe flüssigkeitsdicht sein.
 - o Für feste Stoffe muss die Primär- oder Sekundärverpackung staubdicht sein.

⁶³ ADR 2019, Kapitel 2.2.62.1.11.1.-2.2.62.1.11.3, https://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/gefahrgut/adr2019_band1.pdf.download.pdf/ADR%202019%20Band%20I.pdf, Seite 226

⁶⁴ ADR 2019, Kapitel 4.1.4, Verpackungsvorschrift P 621, https://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/gefahrgut/adr2019_band2.pdf.download.pdf/ADR%202019%20Band%20II.pdf, Seite 180

⁶⁵ ADR 2019, Kapitel 4.1.4, Verpackungsvorschriften LP 621 und IBC 620, https://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/gefahrgut/adr2019_band2.pdf.download.pdf/ADR%202019%20Band%20II.pdf, Seiten 208 und 203

⁶⁶ ADR 2019, Kapitel 7.3.2.6, https://www.astra.admin.ch/dam/astra/de/dokumente/gefahrgut/adr2019_band2.pdf.download.pdf/ADR%202019%20Band%20II.pdf, Seite 583

- Bei flüssigen Stoffen braucht es zwischen Primär- und Sekundärverpackung genügend Absorptionsmaterial, um die gesamte Flüssigkeitsmenge aufzusaugen.
- Die Aussenverpackung muss ausreichend widerstandsfähig und die kleinste Aussenabmessung mind. 100 mm lang sein.
- Verschiedene Verpackungen wie Fässer, Kisten, Kanister und Säcke aus unterschiedlichen Materialien. Die Verpackungen müssen nicht bauartgeprüft sein, aber verschiedenen Anforderungen des ADR genügen, z.B. was das maximale Fassungsvermögen und die maximale Nettomasse betrifft:
 - Fässer 250-450 Liter (je nach Material)
 - Kanister: 60 Liter
 - Kisten: 400 kg
 - Säcke: 50 kg

Transportvorschriften und Anweisungen zu Verpackung, Kennzeichnung, Dokumentation und zum Versand sind im Detail auch auf der Internetseite der EFBS unter Transport, Import und Export biologischer Substanzen aufgeführt⁶⁷.

⁶⁷ <http://www.efbs.admin.ch/index.php?id=462&L=3>

Anhang IV: Referenzen

- Biological Safety, Principles and Practices (4th edition, 2006); ASM Press Washington D.C. <http://www.asmscience.org/content/book/10.1128/9781555815899>
- Laboratory biosafety manual (3rd edition, 2004), Geneva, WHO: <http://www.who.int/csr/resources/publications/biosafety/Biosafety7.pdf>
- Safe management of wastes from health-care activities, Geneva, WHO (Second edition 2014): http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/safe-management-of-wastes-from-healthcare-activities/en/
- Handling, storage and transportation of health-care waste, WHO 1999: http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/061to076.pdf
- Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories (BMBL; 5th edition, 2009) U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention and National Institutes of Health: <http://www.cdc.gov/biosafety/publications/bmbl5/index.htm>
- Canadian Biosafety Standards and Guidelines (CBSG; First edition, 2013): <http://canadianbiosafetystandards.collaboration.gc.ca/index-eng.php>
- Ausschuss für biologische Arbeitsstoffe ABAS: TRBA 100 "Schutzmassnahmen für gezielte und nicht gezielte Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen in Laboratorien": <http://www.baua.de/cae/servlet/contentblob/673098/publicationFile/48545/TRBA-100.pdf;jsessionId=DAA1450896982AB71E7814F4277FFC5D>
- Recommandations en matière de gestion de déchets et/ou matières biologiques résiduelles dans le cas d'une gestion centralisée avec intervention d'une société extérieure de traitement des déchets: https://www.biosecurite.be/sites/default/files/cl_fr_dechets_2006_e.pdf (in French)
- Richtlinie über die ordnungsgemässe Entsorgung von Abfällen aus Einrichtungen des Gesundheitsdienstes (LAGA), Stand Januar 2002: http://www.bmub.bund.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/abfallentsorgung_richtlinie_laga.pdf
- Technical Guideline on the Environmentally Sound Management of Biomedical and Healthcare Wastes, Basel Convention 2003: <http://archive.basel.int/pub/techguid/tech-biomedical.pdf>
- Verhütung von Berufskrankheiten in diagnostisch-mikrobiologischen Laboratorien SUVA (3. überarbeitete Auflage, 2003): [https://extra.suva.ch/suva/b2c/download/\(layout=6_5_59_52_10_6_1&uiarea=1&cittem=4CA34C720AA94329E10080000A63035B3B1E1F5ADC1B710CE10000000A63034B\)/.do?doctype=pdf&docid=000000000000005450&file=2869_27_D.pdf](https://extra.suva.ch/suva/b2c/download/(layout=6_5_59_52_10_6_1&uiarea=1&cittem=4CA34C720AA94329E10080000A63035B3B1E1F5ADC1B710CE10000000A63034B)/.do?doctype=pdf&docid=000000000000005450&file=2869_27_D.pdf) (in German)
- Transmissible Spongiform Encephalopathy Agents: Safe Working and the Prevention of Infection: Guidance from the Advisory Committee on Dangerous Pathogens' TSE Working Group, Annex C: General principles of decontamination and waste disposal (2009) http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20130107105354/http://www.dh.gov.uk/prod_consum_dh/groups/dh_digitalassets/@dh/@ab/documents/digitalasset/dh_108602.pdf
- Wegleitung "Chemische Inaktivierung von Organismen in Flüssigkeiten" zuhanden des BAG (2016) <https://www.bag.admin.ch/dam/bag/de/dokumente/biomed/biologische-sicherheit/chemische-inaktivierung-organismen-fluessigkeiten.pdf.download.pdf/wegleitung-chem-inaktivierung-8-2016-de.pdf>

Anhang V: Verordnungen und Vollzugshilfen

- Einschliessungsverordnung, ESV, SR 814.912, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20100803/index.html>
- Verordnung über den Schutz der Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer vor Gefährdung durch Mikroorganismen, SAMV, SR 832.321, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19994946/index.html>
- Verordnung über den Verkehr mit Abfällen, VeVA, SR 814.610, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021080/index.html>
- Verordnung des UVEK über Listen zum Verkehr mit Abfällen, SR 814.610.1, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021081/index.html>
- Verordnung über die Entsorgung tierischer Nebenprodukte, VTNP, SR 916.441.22, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20101486/index.html>
- Gewässerschutzverordnung, SR 814.201, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19983281/index.html>
- Verordnung über das Inverkehrbringen von Biozidprodukten, VBP, SR 813.12, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20021524/index.html>
- Medizinprodukteverordnung, MepV, SR 812.213, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19995459/index.html>
- Verordnung über die ablieferungspflichtigen radioaktiven Abfälle, SR 814.557, <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20163025/index.html>
- Strahlenschutzverordnung, StSV, SR 814.501, <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20163016/index.html>
- Europäisches Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse, ADR, SR 0.741.621, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19570172/index.html>
- Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Strasse, SDR, SR 741.621, <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20022136/index.html>
- Vollzugshilfe „Entsorgung von medizinischen Abfällen“, BUWAL 2004 <https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/abfall/publikationen-studien/publikationen/entsorgung-von-medizinischen-abfaellen.html>