

5.4.5 Desinfektion von Festmist, Einstreu, Futterresten, festen Gärresten und Hackschnitzeln

Checkliste:

- Welche Übertragungswege und welche Tenazität sind für die Erreger der vorliegenden Tierseuche bekannt?
- Werden Festmist, Einstreu, Futterreste, Wolle, Hackschnitzel (aus Biofiltern) und ähnliches durch Festmistpackung entseucht oder anderweitig unschädlich beseitigt?
- Gibt es einen geeigneten Platz (möglichst wasserundurchlässig, eben, überschwemmungssicher, innerhalb des Seuchenbetriebes) für die Festmistpackung?
- Falls das Sammeln aus Platzgründen nicht innerhalb des Schwarzbereiches möglich ist, muss, abhängig von den spezifischen Anforderungen an die Desinfektion bei dem vorliegenden Seuchenerreger, eine Vordesinfektion erfolgen.
- Ist der Platz ausreichend entfernt von Gebäuden?
- Ist der Platz außerhalb eines Wasserschutzgebietes?
- Sind Vorsorgemaßnahmen getroffen, falls die Festmistpackung anfängt zu brennen?
- Ist die Feuerwehr informiert und darauf hingewiesen im Falle eines Brandes einen biologisch abbaubaren Schaum zu benutzen?
- Ist der Platz und die Zeit zur Lagerung der Festmistpackung bis zu 10 Wochen gegeben?
- Kann die Langzeitlagerung mit Löschkalkabdeckung empfohlen werden (erfordert Platz zur Lagerung von bis zu einem Jahr)?

Grundsätzliches

Festmist, abgetrennte Feststoffe aus Gülle, feste Gärreste (syn. Gärprodukte), Einstreu und Futterreste können Seuchenerreger enthalten und sind somit zu entseuchen. Auch bei den Hackschnitzeln des Biofilters einer Abluftreinigungsanlage kann nicht ausgeschlossen werden, dass sie infektiöse Erreger enthalten. Die Materialien werden vollständig entfernt und zusammen mit dem gelagerten Mist abseits von Gebäuden. Je nach räumlichen Gegebenheiten und vorliegendem Seuchenerreger ist dieser Platz ggf. als weiterer Schwarzbereich auszuweisen.

Die Inaktivierung der Seuchenerreger in Festmist erfolgt in der Regel thermisch und nur in Ausnahmefällen ist eine Langzeitlagerung zu empfehlen. Die für die thermische Inaktivierung notwendige Hitze kann dabei unterschiedlichen Ursprungs sein. Grundsätzlich werden zwei Arten der Packung unterschieden: Die Branntkalkpackung und die Kompostierung. Bei beiden ist das Erreichen der notwendigen Temperaturen, auch an den äußeren Bereichen, sicherzustellen.

Eine Verlaufsprüfung mittels Keimträgern vergleichbar mit denen der BioAbfV ¹ erscheint nützlich. Am Lehrstuhl für Infektions- und Umwelthygiene der Universität Hohenheim wurden für geeignete Keimträger ² Dateien für den 3-D-Druck entwickelt.

Branntkalkpackung

Hierbei entsteht die thermische Energie durch die Branntkalkzugabe und der anschließenden chemischen Reaktion, der Kalklöschung ($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2$). Der Vorteil der Branntkalkpackung liegt in der Praktikabilität, die entstehende Temperatur entspricht weitestgehend der eingesetzten Branntkalkkonzentration. Folglich können auch versportete Bakterien und Prionen mit entsprechenden Konzentrationen bekämpft werden. Die Kalklöschung erfolgt prompt und die thermische Hygienisierung ist nach fachmännischem Ansatz der Packung entsprechend zuverlässig. Als besonders praktikabel ist der Einsatz eines Miststreuers anzusehen, der in Schichten (Festmist/Branntkalk) beladen wird und beim Abdrehen eine gute Durchmischung erreicht. Bedarfsentsprechend kann während des Abdrehens noch Wasser hinzugegeben werden, um die Kalklöschung zu ermöglichen. Da mit steigender Branntkalkkonzentration auch die Gefahr eines Brandes steigt, ist die zuständige Feuerwehr zu informieren; ggf. sind Brandwachen geboten. In jedem Falle sind Branntkalkpackungen und Kompostmieten abseits von Gebäuden und brennbaren Materialien aufzusetzen.

Kompostierung

Hierbei entsteht die thermische Energie durch die Vermehrung und Stoffwechselaktivität mesothermer und mesophiler Bakterienspezies. Dieser Prozess wird auch Heißrotte genannt. Die Selbsterhitzung hängt von der Menge der zu Beginn vorhandenen Mikroorganismen, der Zusammensetzung der organischen Substanz insbesondere dem C:N-Verhältnis (Kohlenstoff:Stickstoff), dem Wassergehalt, der Sauerstoffzufuhr und der Wärmeabgabe nach außen ab ³ zitiert in ⁴.

Wenn einem Transport und die dortige Behandlung Belangen der Seuchenbekämpfung nicht entgegenstehen und einschlägige Rechtsnormen im Bereich der Abfallwirtschaft beachtet werden, kann auch ein Kompostwerk den Festmist verarbeiten, wenn deren Hygienisierungsverfahren zur Abtötung des Seuchenerregers geeignet ist und überprüft wurde ^{3, 4} bzw. mit o. g. Keimträgern geprüft wird. Alternativ kann ein entsprechendes Entsorgungsunternehmen mit der Verbrennung beauftragt werden.

Eine Sonderform der Kompostierung stellt die **Kompositpackung** (lat. *compositus*, zusammengestellt) dar, bei der lediglich in der Mitte dieser Packung verseuchter Festmist genutzt wird (zum Aufbau siehe unten). Sie stellt im Vergleich zur Branntkalkpackung einen höheren Anspruch an die praktischen Erfahrungen des Anlegenden und hat einen höheren Platzbedarf, jedoch ist sie an keine chemischen Zuschlagstoffe gebunden. Hierin liegt ihr besonderer Vorteil im außergewöhnlichen Seuchengeschehen, sollte es zu Versorgungsengpässen kommen. Grundsätzlich ist das zu kompostierende Material in einer Miete anzulegen, jedoch trägt die Kompositpackung⁵ dem Umstand Rechnung, dass lediglich im Mietenkern die notwendige Hitze erreicht wird. Im Seuchenfall wäre das übliche Umsetzen einer regulären Kompostmiete mit einer durch Aerosole erhöhten Verschleppungsgefahr verbunden.

Alle benutzten Gerätschaften sowie die Schutzkleidung der dabei tätigen Personen sind zum Schluss der Arbeiten nach Anweisung der zuständigen Behörde sorgfältig zu dekontaminieren⁶.

Vorbereitung des Packungsplatzes

Die Festmistpackung der zu desinfizierenden Materialien hat im Schwarzbereich des **Seuchenbetriebs** auf einem möglichst wasserundurchlässigen, ebenen, überschwemmungssicheren Platz (z. B. Fahrsilo) zu erfolgen, der von Tieren und Schädlingen, die für die Seuche empfänglich sind oder die sie verschleppen können, sowie von unbefugten Personen nicht betreten werden kann und von dem aus ein Abfließen von Sickerwasser in Nachbarbetriebe, auf durch fremde Personen und Tiere zugängliche Wege, in Oberflächen- und Grundwasser nicht stattfindet. Falls die Festmistpackung aus Platzgründen nicht innerhalb des Schwarzbereiches aufgesetzt werden kann, bestimmt die zuständige Behörde einen anderen geeigneten Ort^{7, 8}. Je nach räumlichen Gegebenheiten und vorliegendem Seuchenerreger ist dieser Platz ggf. als weiterer Schwarzbereich auszuweisen.

Falls kein planbefestigter Untergrund vorhanden ist, wird die obere Bodenschicht etwa 30 cm abgehoben, die entstandene Vertiefung mit einer Schicht Stroh (20 - 25 cm hoch) abgedeckt und diese Strohschicht mit Löschkalk (5 - 10 kg/m², Ca(OH)₂) möglichst gleichmäßig bestreut (siehe Abbildung 1)^{7, 9}. Das Stroh und der Kalk dienen der Aufnahme von möglichen Flüssigkeiten und zum Abdichten des Untergrundes. Die Kalkschicht kann Sicker- und Regenwasser aus der Miete desinfizieren.

Anstatt der Kalk-Stroh-Schicht kann auch Folie verwendet werden⁶, die zerreißt jedoch sehr schnell beim Befahren und beim späteren Abfahren des Mistes und bleibt in den Streuwerkzeugen hängen. Eine weitere Alternative können bindungsfähige Tone sein¹⁰.

Alternativ zur Festmistpackung kann der Mist auch in flüssigkeitsdichten Containern desinfiziert werden ¹¹. Hier muss bei der Beladung ggf. für eine ausreichende Durchmischung mit dem Desinfektionsmittel gesorgt sein.

Brantkalkpackung

Aufgrund der Gefahr der Selbstentzündung ist, nach Ermessen der zuständigen Behörde, eine Mindestentfernung zu Gebäuden und brennbaren Materialien von 50 m einzuhalten. Das beauftragte Personal muss über diese Gefahren und deren Vermeidung beim Umgang mit Brantkalk instruiert werden ^{8, 12}.

Der Erfolg der Desinfektion hängt von der gleichmäßigen Durchmischung des Festmistes mit dem gekörnten Brantkalk (CaO) und ausreichender Einwirkungszeit ab. Die gleichmäßige Durchmischung ist am besten mit einem Miststreuer mit liegenden Streuwerkzeugen zu erreichen und 3 - 5 m maximaler Streubreite. Der zu desinfizierende Festmist wird auf den Miststreuer geladen. Während des Aufladens wird gekörnter Brantkalk (ungelöschter Kalk, CaO) in mindestens zwei Schichten gleichmäßig dem Festmist zugesetzt. Einstreu, Futterreste etc. können gut untergemischt werden. Als Richtwert gilt ein Zusatz von 50 - 100 kg Brantkalk/m³ Festmist je nach Art des Mistes (strohreich, locker, nass). Die zur Entseuchung erforderliche Hitze entsteht durch den Kontakt des Brantkalkes mit Wasser. Hierzu muss die Festmistpackung ausreichend durchfeuchtet sein. Das Mist-Brantkalk-Gemisch wird vom Miststreuer unter ständigem, kräftigen Befeuchten mit Wasser möglichst langsam auf die Strohunterlage abgedreht und dadurch eine etwa 2,5 m hohe Brantkalkpackung aufgesetzt (Trapezmiere/schräge Seitenflächen; Abbildung 1). Wenn es beengte Platzverhältnisse erforderlich machen, kann der abgedrehte Festmist mit dem Frontlader auf 3,5 m Höhe gestapelt werden, ohne die Desinfektionswirkung nachteilig zu beeinflussen. Das unbedingte Zusetzen von Wasser während des Abdrehvorgangs führt neben dem Eintreten der Löschreaktion des Brantkalkes auch zur Staubreduktion und damit zur Verhinderung einer Ausbreitung eventuell noch vorhandener Erreger ^{6, 7, 8, 9, 12, 13, 14}. Zur Versiegelung, Emissionsvermeidung und Abwehr von Nagern und anderen Tieren wird die Festmistpackung mit Kalkhydrat, Ca(OH)₂ (2 kg/m²) oder mit 40 %iger Kalkmilch (5 l/m²) abgedeckt.

In den ersten zwei Tagen sind häufige Temperatur-Kontrollen mit z. B. Mietenthermometern durchzuführen. Funkübertragende Messfühler und Datenlogger ermöglichen eine permanente Überwachung und die Auslesung mittels Smartphone.



Abbildung 1: Schematischer Aufbau einer Festmistpackung mit Festmist und gekörntem Branntkalk ^{9, 12}

Die Branntkalkpackung wird mindestens fünf Wochen gelagert. Danach kann der Festmist auf unbestelltes Ackerland aufgebracht und sofort untergepflügt/eingearbeitet werden.

Muss der Festmist auf Grünland oder bestellte Feldfutteranbauflächen aufgebracht werden, ist die Festmistpackung zuvor mindestens zehn Wochen zu lagern ^{7, 8, 9, 14}.

Zur Prionen- und Sporeninaktivierung kann eine „Dungverschwelung“ vorgenommen werden. Dazu den Mist mit mind. 200 kg/m³ Branntkalk (CaO) versetzen. Die Temperatur sollte innerhalb eines Tages auf über 400 °C ansteigen und nach ca. zwei Wochen sollte der Mist größtenteils verschwelt sein.

Alternative: klassische Kompostierung

In einer Festmistpackung kommt es durch die biologische Aktivität zur Temperaturerhöhung. Die für die Entseuchung notwendige Temperatur beträgt je nach Erregerart zwischen 45 °C und 70 °C ^{14, 15, 16, 17}. Schaf-, Geflügel- und Pferdemit haben gute Selbsterhitzungseigenschaften, bei Mist von Rindern und Schweinen ist u. U. eine Selbsterhitzung nur durch Zusätze von z. B. Festmist geeigneterer Tierarten oder Materialien mit einem hohen Kohlenstoffanteil (Stroh bzw. -häcksel) erreichbar ¹⁸. Das C:N-Verhältnis sollte zwischen 20:1 ¹⁹ und 30:1 und die Feuchte zwischen 50 und 75 % liegen ²⁰. Ein Temperaturoptimum wird bei einem C:N-Verhältnis von 20:1 und einer Feuchte von 60 % erreicht ²¹. Packungen mit zu hohem Feuchtegehalt haben einen mangelhaften Gasaustausch, da Wasser die Poren versiegelt. Ferner ist eine gute Homogenität des Mistes erforderlich. So sind dem Rinder- und Schweinemist bei zu hohem Wassergehalt bzw. zu niedrigem Kohlenstoffanteil beispielsweise Strohhäcksel und Stroh zuzumischen. Als Faustformel werden auf zwei Volumenteile Festmist drei Teile Einstreu gegeben, nach Bedarf (10 - 15 l/m³ bei trockenem Festmist) mit Wasser, Urin bzw. Jauche befeuchtet, so dass eine mäßig feuchte lockere Mischung entsteht ^{22, 23}.

Die begrenzte Schnittlänge von Strohhäckseln verbessert die Homogenisierbarkeit des Festmistes und die vergrößerte Oberfläche die Nährstoffverfügbarkeit für die thermophilen Mikroorganismen und somit einen schnellen Temperaturanstieg. Stroh fördert hingegen die Durchlüftung der Miete und somit die notwendige Sauerstoffversorgung für die aeroben Thermophilen. Die ausreichende Belüftung ist essentiell für den Temperaturanstieg, so dass eine Körnung zwischen 10 und 25 mm ein theoretisches Optimum darstellt (Stroh und ähnliches sind von der Körnungsangabe ausgenommen) ¹⁴. Generell darf das Material über die Wirkung des Eigengewichtes hinaus *nicht* verdichtet werden, sondern sollte möglichst locker ca. 2,5 m hoch gestapelt werden ^{15, 18, 24}. Die Kernzone von so gestapelten Mieten kann durchaus Temperaturen von 70 °C erreichen, die Peripherie jedoch bleibt von diesen Pasteurisationstemperaturen ausgenommen. Durch regelmäßiges Umsetzen und Durchmischen der Miete kann ein erheblicher Verdünnungseffekt die Anzahl der Seuchenerreger stark verringern. Es kommt dabei jedoch maßgeblich auf die Ökologie des Erregers an. Saprophyten wie *B. anthracis* können sich in der Peripherie vermehren, so dass keine effektive Reduktion erfolgt. Organismen, wie Viren und Parasiten hingegen, die auf einen Wirt angewiesen sind, können durch das Wenden der Mieten effektiv bekämpft werden. Ferner ist die Kontagiösität des zu bekämpfenden Seuchenerregers zu berücksichtigen, da beim Wenden der Miete, sowie bei der Kompostierung an sich mit einer erheblichen Aerosolbildung zu rechnen ist.

Kompositpackung

Die Kompositpackung umgeht die Nachteile, die aus einer Umschichtung resultieren, indem allein die heiße Kernzone den verseuchten Festmist enthält, die Peripherie (ca. 10 cm) hingegen besteht aus einer Ummantelung aus nicht verseuchtem Festmist bzw. anderweitig kompostierbarem Material, wie Stroh, Laub oder Ähnlichem mit einer weiteren Erdabdeckung. Aufgrund dieser Anordnung ist diese Packung für hochkontagiöse Seuchenerreger besser geeignet, sollte eine Branntkalkpackung nicht in Frage kommen.

Der Platzbedarf einer solchen Packung ist hoch, da allein die Kernzone den Seuchemist enthalten darf. Es empfiehlt sich ein 25 cm hohes, 150 - 200 cm breites und beliebig langes Bett aus Stroh und Löschkalk (Ca(OH)₂) anzulegen, um Sickersäfte aufzufangen bzw. zu desinfizieren. Als zweite Wahl wäre auch ein Bett gleicher Größe aus nicht-verseuchtem Festmist oder o. g. kompostierbarem Material möglich. Auf dieses Bett wird auf ca. 125 cm Höhe der verseuchte Festmist mit schräg abfallenden Seiten gepackt (Trapezmiete), so dass das Bett zur jeweiligen Seite noch ca. 10 cm hervor ragt. Auf den verseuchten Festmist wird nun die Ummantelung aus nicht verseuchtem Festmist oder anderweitig kompostierbarem Material, wie Stroh, Laub etc., mit einer Stärke von 10 cm aufgebracht.

Um ein Wegwehen des Strohs etc. zu verhindern, wird die Ummantelung mit einer weiteren 10 cm-starken Schicht Erde bedeckt¹⁶. Wie im vorherigen Absatz geschildert, ist die Durchlüftung für den aeroben Vorgang essentiell. Folglich muss die Erdatbedeckung so erfolgen²³, dass das Stroh o. ä. nicht weggeweht wird, andererseits aber auch nicht zu luftdicht abgeschlossen wird. Eine abschließende Abdeckung mit Löschkalk bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Lüftung hält Schadnager etc. fern²³.

Langzeitlagerung mit Kalkabdeckung

Die letzte Wahl der Festmistbehandlung stellt die Langzeitlagerung dar. Dabei wird die Dekontamination des Materials durch natürliche Absterbeprozesse der Erreger und Abbauprozesse der Umweltmikrobiota erwartet. Auch hier ist die jeweilige Erregerökologie von Relevanz, entsprechend der Tenazität bzw. Vermehrungsfähigkeit in dem lagernden Festmist. Der abgeladene Festmist kann mit hofeigenen Radladern auf eine Packungshöhe von bis 3,5 m und einer Sohlenbreite von ca. 3 - 4 m aufgesetzt werden.

Um eine Verschleppung des Seuchenerregers zu vermeiden, erfolgt eine Abdeckung mit Kalkhydrat ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, 2 kg/m²) oder mit Kalkmilch (5 l einer 40 %igen Kalkmilchlösung/m²). Die Kalkschicht verhindert einen Austritt von Erregern während der Lagerungszeit und hält Schädlinge wie Ratten, Mäuse, Füchse, Vögel und Insekten fern¹⁸.

Die Lagerungszeit der Festmistpackung beträgt 6 - 12 Monate, so dass nach max. einem Jahr Lagerdauer die meisten bakteriellen sowie virale Seuchenerreger inaktiviert wurden.

Die Langzeitlagerung ist ungeeignet für die Abtötung von Bakteriensporen (z. B. Milzbranderreger).

Transport von Festmist

Ist die Behandlung nur außerhalb des ausgewiesenen Schwarzbereiches möglich, ist das Risiko der Verbreitung des Seuchenerregers beim Transport einzuschätzen. Der Festmist ist auf bzw. in geschlossene Lastkraftwagen, Anhänger oder Miststreuer zu laden. Auslaufsichere Container bieten einen erhöhten Schutz vor Verbreitung des Seuchenerregers. Vor dem Transport an eine geeignete Stelle im Umgebungsbereich des Stalles bzw. auf eine angrenzende Ackerfläche ist der aufgeladene Mist von offenen Transportfahrzeugen mit Plane, Folie oder mit Kalkhydrat ($\text{Ca}(\text{OH})_2$, 2 kg/m²) oder mit Kalkmilch (5 l einer 40 %igen Kalkmilchlösung/m²) abzudecken. Nach Ermessen der zuständigen Behörde und unter Einhaltung der einschlägigen Rechtsnormen des Umweltschutzes kann auch ein anderes Desinfektionsmittel zur Abdeckung verwendet werden.

Beim Abkippen des Mistes von Hängern ist die Aerosolbildung geringer als beim Abdrehen des Mistes vom Miststreuer mit den Streuwerkzeugen.

Maßnahmen zur Überprüfung bei der (thermischen) Desinfektion

(siehe hierzu auch Anhang II der BioAbfV)

- Temperaturmessung und Dokumentation an mehreren Stellen in der Festmistpackung, z. B. durch Einbringen von Datenloggern
- Überprüfung des Desinfektionserfolges mittels Keimträgern
- Probennahme an kritischen Punkten der Festmistpackung und Überprüfung auf den spezifischen Erregergehalt.

Alle Prüfungen müssen an mehreren Stellen erfolgen, da die biologische/chemische Aktivität in der Festmistpackung verschieden sein kann.

Fällt das Ergebnis der Desinfektionserfolgsprüfung negativ aus, wird die Desinfektionsmaßnahme wiederholt/weitergeführt oder es wird auf ein anderes Verfahren ausgewichen.

Sonstiges (erregerspezifische Vorgaben)

Zu einigen Seuchen (z. B. MKS) gibt es Ausführungen zur Festmistdesinfektion in der jeweiligen Verordnung. Nach Ermessen der zuständigen Behörde können diese Alternativmöglichkeiten auf andere Seuchen mit vergleichbarer Erregertenazität und Verbreitungsgefahr übertragen werden (siehe hierzu die Angaben im entsprechenden Seuchenkapitel).

deutlich verkürzte Langzeitlagerung

Anhang VI Nummer 3 Buchstabe a der EU-Richtlinie 2005/94/EG zur Bekämpfung der aviären Influenza: Festmistpackung mit Desinfektionsmittel besprühen und für mindestens 42 Tage ruhen lassen.

Erhitzen ohne Festmistpackung

§10 Abschnitt (7) der MKS-Verordnung: Festmist kann in eine zugelassene Anlage des Artikels 24 Absatz 1 Buchstabe f und g der Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 transportiert werden. Dies können Anlagen zur Herstellung organischer Düngemittel und Bodenverbesserungsmittel oder zur Umwandlung tierischer Nebenprodukte und/oder Folgeprodukte zu Biogas oder Kompost sein.

Anhang VI Nummer 3 Buchstabe a der EU-Richtlinie 2005/94/EG zur Bekämpfung der aviären Influenza: Festmist kann bei einer Temperatur von mindestens 70 °C dampfbehandelt oder durch Verbrennung vernichtet werden.

Feldausbringung

§10 Abschnitt (7) der MKS-Verordnung: Festmist, der so weit vor dem Seuchenausbruch angefallen ist, dass er mit hoher Wahrscheinlichkeit keine Seuchenerreger enthält, kann unmittelbar in den Boden eingebracht oder bodennah ausgebracht und sofort untergepflügt werden. Die Flächen müssen innerhalb des Sperrbezirks und in ausreichender Entfernung zu Betrieben mit Tieren empfindlicher Arten liegen.

Anhang VI Nummer 3 Buchstabe a der EU-Richtlinie 2005/94/EG zur Bekämpfung der aviären Influenza: Festmist wird so tief vergraben, dass Wildvögel und andere Tiere keinen Zugang finden.

Weiterführende Literatur

Strauch D., Böhm R., Philipp W., Wekerle J.: **Zum Stand der Stall-, Dung- und Gülledesinfektion.** *Tierärztliche Umschau* 1987, 42(2):94-102.

Schultheiß D.U., Döhler H., Bach M.: **Festmistaussenlagerung.** *KTBL-Fachartikel*. 2011

Literatur

1. Verbraucherschutz B.d.J.u.f.: **Bioabfallverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. April 2013** (BGBl. I S. 658), die zuletzt durch Artikel 5 der Verordnung vom 5. Dezember 2013 (BGBl. I S. 4043) geändert worden ist. 2013.
2. Rapp A.: **Hygienisch-mikrobiologische Untersuchungen zum Verhalten von ausgewählten Bakterien und Viren während der längerfristigen Speicherung von Flüssigmist in Güllegemeinschaftsanlagen.** Universität Hohenheim Stuttgart 1995
3. Glathe H.: **Selbsterhitzungsvorgänge in der Natur.** *Zbl Bakt II Abt* 1959, 113:18-31.
4. Lütticken D.: **Über die experimentellen Grundlagen der Vorschriften über die Düngerentseuchung in der deutschen Tierseuchengesetzgebung.** *Dissertation* Justus Liebig-Universität Gießen 1967
5. Anonym: **Anweisung für das Desinfektionsverfahren bei Viehseuchen.** vol. 1 - 67. Reichs-Gesetzblatt: Kaiserliches Postzeitungsamt; 1912: 18.

6. Bergdorf V.: **Virologische Untersuchungen über die Eignung der Düngerpackung gemäss Paragraph 14 Nr. 1 der Anlage A-BAVG zur Desinfektion von Festmist.** *Dissertation* Universität Hohenheim 1989
7. Schwartz A.: **Bakteriologische Untersuchungen zur Überprüfung der Düngerpackung gemäss Anlage A-BAVG auf ihre seuchenhygienische Wirksamkeit unter heutigen Haltungs- und Fütterungsbedingungen.** *Dissertation* Justus-Liebig-Universität Gießen 1990
8. Bundesamt für Veterinärwesen BVET, Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement EVD: **Technische Weisungen über die amtlich angeordnete Desinfektion bei Tierseuchen.** Schweiz 2008
9. Böhm R., Philipp W., Srauch D.: **Neuere Erkenntnisse zu einigen Aspekten der Tierseuchendesinfektion.** *Berliner und Münchener tierärztliche Wochenschrift* 1992, 105(2):55-61.
10. Schultheiß U., Döhler H., Bach M.: **Festmistaussenlagerung.** *KTBL-Fachartikel* 2011
11. Gärtner A.: **Über das Absterben von Krankheitserregern im Mist und Compost.** *Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten* 1898, 28(1):1-19.
12. [Tierseuchenbekämpfungshandbuch](#) letzter Zugriff am 18.06.2018 [Zugriff nur mit Berechtigung für das Tierseuchennachrichtensystem möglich]
13. Ostertag S.: **Mikrobiologisch-hygienische Untersuchungen über die Anwendung von Brannt- und Löschkalk zur Klärschlammmentseuchung.** *Dissertation* Universität Hohenheim 1987
14. Bundesministerium für Gesundheit und Konsumentenschutz: **Mittel und Verfahren für die Durchführung der Desinfektion bei anzeigepflichtigen Tierseuchen.** Österreich 1996
15. Galler J.: **Wirtschaftsdünger - Anfall, Lagerung, Verwertung, Umwelt.** 2009
16. Strauch D., Böhm R., Philipp W., Wekerle J.: **Zum Stand der Stall-, Dung- und Gülledesinfektion.** *Tierärztliche Umschau* 1987, 42(2):94-102.
17. Pfeiler W.: **Desinfektion infizierten Düngers durch Packung.** *Dissertation* Grossherzogliche Hessische Ludwigs-Universität zu Giessen - vereinigte medizinische Fakultät 1905
18. Mehlhorn G.: **Lehrbuch der Tierhygiene: 226 Tabellen. vol. 1:** Fischer; 1979.
19. Zhu N.: **Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure**

- with rice straw. *Bioresource Technology* 2007, 98(1):9-13.**
20. Guo R., Li G., Jiang T., Schuchardt F., Chen T., Zhao Y., Shen Y.: **Effect of aeration rate, C/N ratio and moisture content on the stability and maturity of compost. *Bioresource Technology* 2012, 112:171-178.**
 21. Kumar M., Ou Y.-L., Lin J.-G.: **Co-composting of green waste and food waste at low C/N ratio. *Waste Management* 2010, 30(4):602-609.**
 22. Strauch D.: **Veterinary legislation for disinfection of manure, slurry and urine in the Federal Republic of Germany. *Hygienic Problems of Animal Manures Proceedings of Joint EEC/FAO Workshop*. Edited by Strauch D. Hohenheim; 1983.**
 23. Strauch D.: **Veterinary legislation for disinfection of manure, slurry and urine in the Federal Republic of Germany. In: *Hygienic Problems of Animal Manures Proceedings of Joint EEC/FAO Workshop, Hohenheim ed Strauch, D: 1983; 1983: 273.***
 24. Niese G.: **Mikrobiologische Untersuchungen zur Frage der Selbsterhitzung organischer Stoffe. *Archiv Mikrobiol* 1959(34):285-318.**

Autorenkollektiv

Dr. Hendrik Scheinemann

Friedrich-Loeffler-Institut, Abteilung für experimentelle Tierhaltung und Biosicherheit,
Greifswald - Insel Riems

Dr. Werner Philipp, Prof. Dr. Ludwig E. Hölzle

Universität Hohenheim, Institut für Nutztierwissenschaften, Fachgebiet Infektions- und
Umwelthygiene bei Nutztieren, Hohenheim

Dr. Inga Michels, Prof. Dr. Christian Menge

Friedrich-Loeffler-Institut, Institut für molekulare Pathogenese, Jena