



Berner Fachhochschule
Hochschule für Agrar-, Forst-
und Lebensmittelwissenschaften

Biozid-Produkte für die Hygiene im Veterinärbereich

Produits biocides destinés à l'hygiène vétérinaire

Veterinary hygiene biocidal products

Bericht auf Deutsch mit Zusammenfassung auf Französisch und Englisch

Rapport en allemand avec résumé en français

Report in German with summary in English

**Im Auftrag des Bundesamts für Umwelt (BAFU), Abteilung Wasser,
Sektion Oberflächengewässer Qualität, 3003 Bern**

Thomas Kupper

Berner Fachhochschule

Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften

Mai 2013

Inhalt

<i>Zusammenfassung</i>	4
<i>Résumé</i>	5
<i>Summary</i>	6
1 Einleitung.....	7
2 Material und Methoden.....	8
2.1 Untersuchte Anwendungsbereiche.....	8
2.2 Untersuchte Wirkstoffe und Produkte.....	8
2.3 Anwendung von Produkten	9
2.3.1 Desinfektion von Ställen.....	9
2.3.2 Desinfektion von Transportfahrzeugen	14
2.3.3 Melkhygiene	16
2.3.4 Reinigung von Melkanlagen	18
2.3.5 Desinfektion von Klauen.....	19
2.3.6 Tierärztliche Behandlungen.....	20
2.4 Vorgehen zur Schätzung der Anwendungsmengen.....	20
2.4.1 Desinfektion von Ställen.....	21
2.4.2 Desinfektion von Transportfahrzeugen	22
2.4.3 Melkhygiene	23
2.4.4 Reinigung von Melkanlagen	24
2.4.5 Desinfektion von Klauen.....	25
3 Resultate	27
3.1 Übersicht.....	27
3.2 Verbrauch von Wirkstoffen	27
3.2.1 Desinfektion von Ställen.....	27
3.2.2 Desinfektion von Transportfahrzeugen	28
3.2.3 Melkhygiene	29
3.2.4 Reinigung von Melkanlagen	29
3.2.5 Desinfektion von Klauen.....	30
3.2.6 Totaler Verbrauch von Wirkstoffen für die Hygiene im Veterinärbereich.....	30
4 Diskussion	33
4.1 Vergleich mit Daten aus der Literatur	33
4.2 Schätzung des Fehlerbereichs	33
4.3 Nicht berücksichtigte Bereiche	35
4.4 Mögliche künftige Entwicklung des Verbrauchs von Wirkstoffen mittelfristig.....	35

5	Verdankungen	35
6	Literatur	36
7	Anhang	38
7.1	Wirkstoffe in Produkten von PA3 und zur Reinigung von Melkanlagen	38
7.2	Herleitung der zu desinfizierenden Stalloberfläche für Schweine	40
7.3	Tierzahlen 2010	41
7.4	Wirkstoffgehalte von Produkten zur Desinfektion von Ställen.....	42
7.5	Herleitung der zu desinfizierenden Oberfläche von Transportfahrzeugen.....	43
7.6	Wirkstoffgehalte von Produkten für Klauenbäder von Kühen	44

Hinweis: Diese Studie wurde im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) verfasst. Für den Inhalt ist allein der Auftragnehmer verantwortlich.

Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht werden die Verbrauchsmengen von Biozidprodukten für den Veterinärbereich und Produkten zur Reinigung und Desinfektion von Melkanlagen für die Schweiz abgeschätzt. Soweit kein Abbau der Wirkstoffe stattfindet gelangen diese in den meisten Fällen nach der Anwendung in die Hofdünger und von da auf die landwirtschaftliche Nutzfläche. Damit besteht das Risiko eines Eintrags in Gewässer und einer Beeinträchtigung von Nicht-Zielorganismen bzw. aquatischen Ökosystemen.

Das Vorgehen zur Abschätzung der Verbrauchsmengen war wie folgt:

1. Erhebung der zugelassenen Wirkstoffe oder Produkte mittels Recherchen in der Fachliteratur und im Internet
2. Interviews mit ca. 40 Experten/-innen zum Einsatz von Biozidprodukten (Art und Häufigkeit der Anwendungen, Verwendungsmengen etc.)
3. Abschätzung des Verbrauchs von Wirkstoffen aufgrund statistischer Daten (Anzahl Tiere, Anzahl Betriebe, Betriebsgrößen etc.) und Hochrechnung auf die Schweiz
4. Plausibilisierung der Verbrauchsmengen soweit möglich mittels Umfragen zum Verbrauch von Produkten bei Herstellern

Der geschätzte totale Verbrauch von Wirkstoffen für die Hygiene im Veterinärbereich sowie zur Reinigung und Desinfektion von Melkanlagen liegt zwischen rund 900 t und 1000 t. Die weitaus wichtigste Anwendung ist die Reinigung von Melkanlagen/Milchtanks mit rund 700 t. Für die Desinfektion von Klauen werden rund 40 t bis 200 t und im Bereich Melkhygiene rund 50 t Wirkstoffe verwendet. Der Verbrauch zur Desinfektion von Ställen beträgt rund 30 t.

Wirkstoffe, welche in Produkten zur Reinigung von Melkanlagen/Milchtanks enthalten sind, weisen die höchsten Verbrauchsmengen auf: Natriumhypochlorit: 386 t, Sulfamidsäure: 154 t, Phosphorsäure: 129 t. Der Verbrauch von Formaldehyd ist mit 30 t bis 168 t (v.a. Desinfektion von Klauen) ebenfalls hoch. Die Mengen der übrigen Wirkstoffe belaufen sich auf weniger als 50 t. Stoffe, welche als potentiell umweltrelevant gelten, weisen relativ niedrige Verbrauchsmengen auf: Natriumdichlorisocyanurat: 39 t, Quaternäre Ammoniumverbindungen QAV: 26 t, Polyhexamethylenbiguanid: 3 t, Chlorkresol: 1 t, Biphenyl-2-ol: wenige kg. Die Genauigkeit der gesamten Verbrauchsmenge wird auf einen Faktor von etwa ± 2 eingeschätzt.

Im Vergleich zum aktuellen Stand des Wissens liefert die vorliegende Studie detailliertere und besser abgesicherte Resultate über die im Veterinärbereich sowie zur Reinigung und Desinfektion von Melkanlagen eingesetzten Wirkstoffe in der Schweiz. Die Umweltrelevanz dieser Substanzen dürfte im Verhältnis zur Gesamtmenge der eingesetzten bioziden Wirkstoffe eher niedrig sein.

Résumé

Le présent rapport a pour but de recenser la quantité de produits biocides destinés à l'hygiène vétérinaire et de nettoyants désinfectants pour machines à traire utilisée en Suisse. Pour autant que les substances actives ne sont pas dégradées, elles sont transférées dans les engrais de ferme et aboutissent dans les terres agricoles. Ceci comporte le risque d'un transfert vers les eaux de surfaces et d'effets néfastes sur les organismes non ciblés, ainsi que sur les écosystèmes aquatiques.

La procédure pour estimer les quantités utilisées était la suivante:

1. Recensement des substances actives ou produits autorisés à l'aide de recherches dans la littérature et sur internet
2. Sondage sur l'utilisation de produits biocides (méthodes et fréquence d'application, taux d'application etc.) auprès d'environ 40 expert-e-s
3. Estimation de la consommation de substances actives basée sur des données statistiques (p.ex. nombre d'animaux de rente, nombre d'exploitations, grandeur des exploitations) et une extrapolation au niveau Suisse
4. Exécution de tests de la plausibilité des quantités utilisées autant que possible par le biais d'enquêtes auprès des fabricants

La consommation totale de substances actives contenues dans les produits biocides destinés à l'hygiène vétérinaire et de nettoyants désinfectants pour machines à traire se situe entre 900 t et 1000 t. L'application la plus importante est destinée au nettoyage des machines à traire/citernes à lait comprenant une consommation de presque 700 t. Environ 40 t à 200 t de substances actives sont utilisées pour la désinfection des onglons et près de 50 t pour l'hygiène de la mamelle. La quantité employée pour la désinfection des étables se monte à environ 30 t.

Les substances actives contenues dans les produits pour le nettoyage des installations de traite présentent les quantités les plus élevées : hypochlorite de sodium: 386 t, acide sulfamidique: 154 t, acide phosphorique: 129 t. En outre, l'usage du formaldéhyde est également important avec une quantité comprise entre 30 t à 168 t (principalement destiné à la désinfection des onglons). La consommation des autres composés est inférieure à 50 t. Les substances présentant un risque potentiel pour l'environnement démontrent des quantités relativement faibles : dihydrate de dichloroisocyanurate de sodium: 39 t, composés de l'ion ammonium quaternaire: 26 t, polyhexaméthylène biguanide: 3 t, chlorocresol: 1 t, biphényle-2-ol: quelques kg. Pour les quantités utilisées, un facteur de précision de ± 2 est applicable.

Par rapport aux connaissances actuelles, la présente étude fournit des résultats plus détaillés et plus fiables sur les substances actives contenues dans les produits biocides destinés à l'hygiène vétérinaire et dans les nettoyants désinfectants pour machines à traire utilisées en Suisse. Leur importance pour l'environnement est considérée comme faible en référence à la quantité totale de produits biocides appliquée.

Summary

The present study estimates the amount of veterinary hygiene biocidal products and products used for cleaning and disinfection for milking equipment in Switzerland. As far as degradation of their active substances does not occur after usage they reach manures and end up in agricultural soils. This entails the risk of entering surface waters and thus of exerting adverse effects to non-target organisms and their ecosystems, respectively.

The procedure of estimating the consumption volumes was as follows:

1. Investigation of the registered active substances and products by screening the literature and information available from the web
2. Interviews among some 40 experts regarding the application of biocidal products (methods and frequency of application, application rates etc.)
3. Estimation of the consumption volume of active substances based on statistical data (number of livestock animals, farm numbers, farm sizes etc.) and extrapolation at the Swiss level
4. Check for plausibility of the consumption volumes wherever possible by means of a survey among producers

The estimated volume of active substances used for veterinary hygiene and for cleaning and disinfection of milking equipment ranges between ca. 900 t and 1000 t. The most important application is cleaning of milking equipment/milk storage vessels reaching an amount of approximately 700 t. The consumption for the disinfection of hoofs varies between 40 t and 200 t and for udder hygiene about 50 t is applied. The quantity for the disinfection of animal housings amounts to nearly 30 t.

Active substances included in products being destined for cleaning and disinfection of milking equipment/milk storage vessels exhibit the largest consumption volumes: sodium hypochlorite: 386 t, sulfamidic acid: 154 t, phosphoric acid: 129 t. Moreover, the amount of formaldehyde reaching 30 t to 168 t which is mainly used for hoofs disinfection can be considered as important. The quantities of the remaining active substances are below 50 t. Compounds deeming relevant for the environment exhibit relatively low consumption rates: sodium dichloroisocyanurate dihydrate: 39 t, quaternary ammonium compounds QACs: 26 t, poly(hexamethylenebiguanide): 3 t, chlorocresol: 1 t, biphenyl-2-ol: some kg. The accuracy of the total consumption volume is estimated at a range of about two fold.

As compared to the actual knowledge, the present study provides more detailed and sound results on active substances included in veterinary hygiene biocidal products and products used for cleaning and disinfection for milking equipment in Switzerland. The impacts to the environment are considered to be low in relation to the total amount of biocidal products.

1 Einleitung

In der Biozidprodukteverordnung (VBP, Schweiz. Bundesrat, 2012a) werden die Produkte in 23 Produktarten (PA) eingeteilt. Die Produktarten Biozidprodukte für den Veterinärbereich¹ (Produktart 3; PA3) werden hauptsächlich und Desinfektionsmittel für den Lebens- und Futtermittelbereich (PA4) zu wesentlichen Anteilen in der Landwirtschaft eingesetzt. Aus PA4 sind nur die Produkte zur Reinigung und Desinfektion von Melkanlagen relevant.

Biozidprodukte für den Veterinärbereich werden zur Krankheitsprophylaxe eingesetzt. Soweit das Auftreten von Krankheiten dadurch vermindert werden kann, lässt sich der Ertrag der Tierproduktion sowie das Tierwohl verbessern und gleichzeitig negative Auswirkungen auf die Umwelt reduzieren (z.B. Reduktion des Verbrauchs von Antibiotika und anderen Tierarzneimitteln, Verminderung der Emissionen von reaktiven Stickstoffverbindungen wie Ammoniak, sowie von Treibhausgasen wie Lachgas und Methan). Zudem kann ein Beitrag zum effizienteren Einsatz von Ressourcen geleistet werden. Die Thematik (z.B. Stallhygiene²) ist in der landwirtschaftlichen Praxis präsent.

Diesen Vorteilen stehen mögliche Umweltrisiken der Anwendung von den in der Landwirtschaft eingesetzten Biozidprodukten gegenüber. Soweit kein Abbau stattfindet, gelangen die Wirkstoffe in den meisten Fällen nach der Anwendung in die Hofdünger und von da auf die landwirtschaftliche Nutzfläche. Von den Böden können die Stoffe oberflächlich abgeschwemmt oder ausgewaschen und anschliessend in Gewässer transportiert werden. Aufgrund ihres Verwendungszwecks, nämlich des Abtötens von Mikroorganismen, besteht die Befürchtung, dass dabei unbeabsichtigt Nicht-Zielorganismen geschädigt und dadurch deren Populationen und damit einhergehend aquatische Ökosysteme in ihrer Funktion beeinträchtigt werden könnten.

Um die Gewässerrelevanz dieser Produkte besser beurteilen zu können, sind Kenntnisse zu eingesetzten Wirkstoffen bzw. deren eingesetzten Mengen relevant. Im Rahmen des Projekts BIOMIK wurden im Jahr 2007 die Wirkstoffe in Biozidprodukten PA3 und PA4 erhoben und deren Verwendungsmengen grob abgeschätzt (Bürgi et al., 2007). Die Resultate dieser Untersuchung sollen im Rahmen der vorliegenden Studie überprüft und soweit nötig bzw. möglich revidiert werden.

Der vorliegende Bericht ist in folgende Abschnitte gegliedert:

- Beschreibung der untersuchten Anwendungsbereiche und Definition der zu untersuchenden Wirkstoffe und Produkte (Kap. 2.1, 2.2)
- Beschreibung der Produktionstechnik mit dem Fokus auf relevante Grössen im Zusammenhang mit der Anwendung von Biozidprodukten (Kap. 2.3)
- Beschreibung der angewendeten Methode und der Grundlagen zur Abschätzung der Verbrauchsmengen (Kap. 2.4)
- Präsentation der geschätzten Verbrauchsmengen (Kap. 3)
- Diskussion der Resultate (Vergleich mit dem aktuellen Stand des Wissens, Unsicherheit der geschätzten Verbrauchsmengen, verbleibende Kenntnislücken; Kap. 4)

¹ Definition Veterinärbereich im Sinne Biozidprodukteverordnung (VBP, Schweiz. Bundesrat, 2012a): Produkte, die im Zusammenhang mit der Haltung oder Nutzung von landwirtschaftlichen Nutztieren, Zootieren, Heimtieren verwendet werden.

² Siehe Sonderdruck der UFA Revue vom Oktober 2011 (http://www.ufarevue.ch/deu/2011_31796.shtml): „Das A und O der Stallhygiene“

2 Material und Methoden

2.1 Untersuchte Anwendungsbereiche

Die Untersuchung beinhaltet die Biozidprodukte für die Hygiene im Veterinärbereich, welche für Nutztiere verwendet werden, namentlich zur Desinfektion bzw. Anwendung im Rahmen von:

- a) Desinfektion von Ställen. Darin eingeschlossen sind die Desinfektion der Gebäudeflächen (Boden, Wände, plus allenfalls die Decke) sowie Aufstallungen und Stalleinrichtungen. Weiter ist die Desinfektion von Tränke- und Fütterungseinrichtungen (Tränkebecken, Wasserleitungen, Futterleitungen, Lagertanks, Futterautomaten, Misch tanks etc.) berücksichtigt.
- b) Desinfektion von Schuhen, Händen, Kleidung von Personal
- c) Desinfektion von Transportfahrzeugen
- d) Melkhygiene (Reinigung und Desinfektion von Euter und Zitzen vor dem Melken, Zwischendesinfektion des Melkzeugs, Desinfektion der Zitzen nach dem Melken)
- e) Reinigung von Melkanlagen (Melkmaschinen und Lagertanks von Milch) auf den landwirtschaftlichen Betrieben
- f) Desinfektion von Klauen oder Hufen
- g) Tierärztliche Behandlungen

In der Tierhaltung werden weiter Produkte der Hauptgruppe 3 (Schädlingsbekämpfungsmittel; PA 14-19) eingesetzt. In der Heim- und Zootierhaltung kommen Biozidprodukte für den Veterinärbereich (PA3) ebenfalls zum Einsatz. Diese Bereiche sind nicht Teil der vorliegenden Studie.

2.2 Untersuchte Wirkstoffe und Produkte

Die Studie beschränkte sich auf die Wirkstoffe gemäss Anhang 2 (notifizierte Wirkstoffe bzw. der im Rahmen des Prüfprogramms zu prüfenden Wirkstoffe) der Verordnung EG Nr. 1451/2007 (EU Kommission, 2007). Die Wirkstoffe stimmen mit den von Bürgi et al. (2007) untersuchten Stoffen überein.

Es werden nur übliche bzw. regelmässige Anwendungen berücksichtigt. So ist denkbar, dass etwa im Zusammenhang mit Seuchenfällen Ställe bzw. Einrichtungen, die im Zusammenhang mit der betroffenen Tierkategorie stehen, generell desinfiziert werden. Solche Fälle werden für die Abschätzung der Verbrauchsmengen nicht eingerechnet.

Bei der Desinfektion kommen Substanzen mit biozider Wirkung zum Einsatz (Von der Lage et al., 2010). Die gebräuchlichsten Wirkstoffgruppen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Die gebräuchlichsten Wirkstoffgruppen in Produkten für die Hygiene im Veterinärbereich

Wirkstoffgruppen	Beispiele von (häufigen) Wirkstoffen
Aldehyde	Glutaral, Formaldehyd
Chlorabspalter	Aktivchlor
Sauerstoffabspalter	Wasserstoffperoxid, Chlordioxid, Persäuren
Jodverbindungen	Jod
Phenole	Chlorkresol
Quaternäre Ammoniumverbindungen (QAV)	Didecyldimethylammoniumchlorid
Alkohole	Propanol
Säuren	Ameisensäure, Essigsäure, Salpetersäure

Zum Verständnis werden im vorliegenden Bericht folgende Begriffe verwendet:

- Wirkstoff: biozider Wirkstoff (aktive Substanz)
- Produkt: handelbares Produkt, welches den Wirkstoff enthält
- Gebrauchslösung: Mischung von Wasser und Produkt (der Anteil eines Produkts in der Gebrauchslösung beträgt in der Regel 0.5 % - 2 % zur Desinfektion im Veterinärbereich)

2.3 Anwendung von Produkten

2.3.1 Desinfektion von Ställen

2.3.1.1 Einleitung

Im vorliegenden Kapitel 2.3 wird die Produktionstechnik der Nutztierhaltung beschrieben mit dem Fokus auf relevante Grössen im Zusammenhang mit der Anwendung von Produkten. Damit sollen Zusammenhänge zwischen Produktionssystem und Verbrauch von Produkten für die Hygiene im Veterinärbereich aufgezeigt werden. Die Informationen basieren auf Angaben aus der Fachliteratur und Experteninterviews (vgl. Kapitel 2.4).

2.3.1.2 Vorgehen zur Desinfektion von Ställen

Im vorliegenden Kapitel 2.3.1.2 wird das Vorgehen zur Desinfektion von Ställen beschrieben. Die Beschreibung basiert auf einer Anleitung für die Schweineproduzenten (SGD, 2007). Das Vorgehen dürfte aber weitgehend auf die übrigen Tierkategorien sowie teilweise auf die Desinfektion von Transportfahrzeugen übertragbar sein.

1. Vorarbeiten: Ausstallen der Tieren, Geräte aus dem Stall bringen; Futterreste, Stroh, Staub, Spinnweben entfernen, Besenrein ausmisten, feste Rückstände abschaben.

2. Reinigung:

2.1. Einweichen: Einweichzeit je nach Antrocknung: 24 bis 48 Stunden (bei Mastpoulets weniger). Bei Anwendung von Einweichschaum reduziert sich die Zeit auf 15 Minuten.

2.2. Hochdruckreinigen: Decken, Wände, Böden, Futtereinrichtungen, Versorgungsgänge reinigen bis Oberflächenstruktur und Beschaffenheit der Materialien erkennbar und das Spülwasser klar und frei von Schmutzteilchen ist; Reinigungsoptimum bei einer Wassertemperatur von 42°C.

2.3. Trocknen: Ställe, Räume und Gegenstände bis auf leichte Restfeuchte abtrocknen lassen (trocknen über Nacht meist ausreichend); Wasserreste aus Tränken und Trögen entfernen.

3. Desinfektion: 0.4 Liter gebrauchsfertige Desinfektionsmittellösung pro m² mit einem geeigneten Gerät (z.B. Desinfektionsspritze) applizieren; 2 Stunden bei 20°C einwirken lassen.

Die Auswahl des Desinfektionsmittels erfolgt in Abhängigkeit vorhandener Krankheitserreger, von Stalltemperatur und Produktionsstufe (Abferkelstall, Ferkelaufzuchtstall, Maststall). In der Regel wird der Einsatz von der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG) geprüfter Produkten empfohlen (DVG, 2012). Um optimale Ergebnisse zu erreichen, muss die Stalltemperatur bei 20°C liegen. Bei tieferen Temperaturen muss entweder der Stall aufgeheizt, die Konzentration des Desinfektionsmittels und die Einwirkzeit angepasst oder ein Desinfektionsmittel mit einem geringen Kältefehler verwendet werden.

Die in der Praxis häufig eingesetzten Produkte lassen sich aufgrund der Zusammensetzung in folgende Gruppen unterteilen:

1. Produkte basierend auf Glutaral. Dieser Wirkstoff wird in den Produkten meist mit einem oder zwei Wirkstoffen der Gruppe der quartären Ammoniumverbindungen (QAV) wie Didecyldimethylammoniumchlorid oder Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid kombiniert. Weitere Stoffe, die in Kombination mit Glutaral vorkommen, sind Formaldehyd, Ethanol, Propanol oder ein Polymer aus Formaldehyd und Acrolein.

Produkte auf der Basis von Glutaral/QAV sind bis 4°C wirksam. Sie sind verhältnismässig kostengünstig (SGD, 2011).

2. Produkte basierend auf einem Gemisch aus Wasserstoffperoxid, Peressigsäure und Essigsäure³. Produkte dieser Gruppe sind auch bei Temperaturen <4°C wirksam (SGD, 2007).
3. Produkte basierend auf Ameisensäure und Glyoxylsäure³. Produkte dieser Gruppe sind ebenfalls bei Temperaturen <4°C wirksam (SGD, 2007).
4. Wenn neben Bakterien, Viren und Pilzen auch Dauerformen von ausgeschiedenen Endoparasiten (z.B. Eier von Kokzidien) und Sporenbildner bekämpft werden müssen, kommen meist Produkte auf der Basis von Chlorkresol zum Einsatz. Es wird empfohlen, diese Produkte nur bei Bedarf und gezielt einzusetzen (SGD, 2011).

Für die Desinfektion von Fütterungsanlagen und Wasserleitungen werden Produkte auf Basis von Wasserstoffperoxid und Peressigsäure sowie organischer Säuren (Ameisensäure, Glyoxylsäure) empfohlen (SGD, 2011). Für die Desinfektion von Futtersilos gibt es Empfehlungen von Firmen zur Verwendung von QAV. Man kann demnach davon ausgehen, dass für Fütterungseinrichtungen ähnliche Produkte wie für die Stalldesinfektion verwendet werden.

In der Schweineproduktion sind die Ställe weitgehend auf die Produktion von Vollgülle ausgelegt. Damit gelangen Rückstände der in den Produkten enthaltenen Wirkstoffe überwiegend in die Gülle.

2.3.1.3 Rindvieh

In der Haltung von Milch- und Mutterkühen sind die Ställe in der Regel während des ganzen Jahres belegt. Wenn die Tiere gealpt werden (Milchkühe: ca. 18 %; Mutterkühe: ca. 36 % des Bestandes; BLW, 2011), bleiben die Ställe während 3 bis 4 Monaten ungenutzt. Aufzuchttiere werden meist nur im Winter eingestallt und im Sommer ab einem Alter von rund 6 Monaten geweidet. Kälber bis ca. 6 Monate verbleiben ausschliesslich im Stall oder in einem Gehege mit Kälberiglu. Dies führt dazu, dass in der Rindviehhaltung die Ställe mehr oder weniger kontinuierlich belegt sind. Produktionszyklen mit der Möglichkeit, die Ställe nach Abschluss eines Produktionszyklus vollständig zu leeren (Rein-Raus), und damit die Voraussetzungen zur Reinigung und Desinfektion zu schaffen, kommen nur in der Kälber- und Munimast vor. Aufgrund dieser Rahmenbedingungen dürfte die Desinfektion von Ställen in der Rindviehhaltung selten durchgeführt werden. Demensprechend berichteten nur einzelne Experten über Anwendungen von Desinfektionsmitteln für Kälberboxen und Kälberiglu. Empfehlungen zur Reinigung und Desinfektion im Bereich Rindviehhaltung sind in der Fachpresse allerdings vorhanden (Thoma, 2011).

Gemäss Gordon et al. (2011) gaben 74 % der befragten Schweizer Milchviehhalter Reinigung und Desinfektion von Händen und Armen bei der Geburtshilfe von Milchkühen und 6.5 % Reinigung und Desinfektion der Umgebung des Abkalbens als Massnahmen an. Es ist eher unwahrscheinlich, dass mit der Geburtshilfe auch ein Verbrauch von Desinfektionsmitteln im Sinne von Kap. 2.1 einhergeht. Vermutlich versteht ein befragter Landwirt das Waschen von Händen und Armen mit Seife und warmem Wasser, was dem praxisüblichen Vorgehen für Helfer beim Abkalben entspricht, als Massnahme zur Desinfektion. Empfehlungen in der Fachpresse zur Reinigung und Desinfektion von Abkalbeboxen (Thoma, 2011) weisen darauf hin, dass in diesem Bereich Desinfektionsmittel angewendet werden. Es werden Produkte aufgeführt, welche QAV, Wasserstoffperoxid und Peressigsäure und Chlorkresol enthalten.

Soweit Gummimatten auf Liegeflächen ohne Einstreue verwendet werden, können Desinfektionsmittel zur Anwendung kommen. Dabei handelt es sich um mineralische Produkte wie Branntkalk, Calciumkarbonat (CaCO₃), Gesteinsmehle und Tonerden, die als Stallhygienemittel oder Desinfektionsmittel für Einstreu bezeichnet werden (vgl. Speiser et al., 2012). Solche Produkte werden auch der Einstreue zugemischt (Herren, Häberli, 2011) oder auf Laufflächen

³ Diese Verbindung gehört nicht zu den gemäss Kapitel 2.2 definierten Wirkstoffen.

(Stallgänge, Futterachsen, Laufhöfe) ausgebracht. Sie dienen vor allem der Gesundheitsprophylaxe (Liegeflächen: Eutergesundheit, Vermeidung von Infektionen bei aufgeschürften Stellen an Gelenken; Laufflächen: Klauengesundheit). Diese Stoffe gelten aber als unproblematisch für die Umwelt und werden daher nicht weiter berücksichtigt.

2.3.1.4 Schweine

Bei Schweinen ist zwischen Zucht- und Mastbetrieben zu unterscheiden. Auf Zuchtbetrieben werden die Elterntiere und die Ferkel bis zu einem Gewicht von rund 25 kg (Jäger) gehalten. Die Muttertiere werden während der Trächtigkeit (Galtsauen) in einem separaten Stall gehalten (Galtsauenstall). Einige Tage vor der Geburt der Ferkel werden die Tiere in den Abferkelstall gebracht, wo Geburt und Säugen der Ferkel stattfinden. Nach rund 4 Wochen Säugezeit werden die Ferkel mit ca. 8 kg Lebendgewicht abgesetzt. Die Muttersauen gehen für die Belegung in ein Deckzentrum und anschliessend in den Galtsauenstall oder direkt in den Galtsauenstall. Die Ferkel werden in den Ferkelaufzuchtstall gebracht und verbleiben da während rund 50 Tagen, bis sie ca. 25 kg Lebendgewicht erreicht haben. Anschliessend werden sie in Mastbetriebe transportiert und verbleiben dort bis zur Schlachtung bzw. einem Endgewicht von 100-110 kg Lebendgewicht. Die verschiedenen Stufen bzw. Ställe der Produktion durchlaufen folgende Anzahl Produktionszyklen bzw. Umtriebe pro Jahr:

- Abferkelstall: 8.7
- Ferkelaufzuchtstall: 6.5
- Maststall: 3.3

Deckzentrum und Galtsauenstall sind in der Praxis in den meisten Fällen kontinuierlich belegt.

Zucht- und Mast sind meist auf verschiedene Standorte aufgeteilt. Die unterschiedlichen Stufen der Ferkelerzeugung werden oft ebenfalls an verschiedenen Betrieben oder Standorten durchgeführt. Man spricht in solchen Fällen von arbeitsteiliger Ferkelproduktion oder einem Ferkelring. Folgende Strukturen sind möglich:

- 2-stufig: Deck-/Wartebetrieb, Abferkel-/Aufzuchtbetrieb
- 3-stufig: Deck-/Wartebetrieb, Abferkelbetrieb, Aufzuchtbetrieb
- 4-stufig: Deckbetrieb, Wartebetrieb, Abferkelbetrieb, Aufzuchtbetrieb

Heute wird Schweinezucht bzw. Ferkelerzeugung und Schweinemast zunehmend vom gleichen Betrieb durchgeführt (geschlossener Betrieb). Die verschiedenen Stufen der Produktion können am gleichen oder an verschiedenen Standorten erfolgen.

Weiter gibt es Zuchtbetriebe, welche die Elterntiere produzieren. Kernzuchtbetriebe erzeugen Elterntiere (Agridea, 2009). Sie kaufen normalerweise keine Tiere zu. Die in den Kernzuchtbetrieben erzeugten Elterntiere gelangen in Vermehrungszuchtbetriebe, welche damit Jungsauen erzeugen, die an die Zuchtbetriebe zur Mastferkelproduktion verkauft werden.

Bezüglich Verwendung von Desinfektionsmitteln ist bei der Nutzung der Ställe zwischen Rein-Raus-Verfahren und kontinuierlicher Belegung zu unterscheiden. Beim Rein-Raus-Verfahren werden alle Tiere gleichzeitig in einen zuvor gereinigten Stall eingestallt und später auch mehr oder weniger gleichzeitig wieder ausgestallt. Bei kontinuierlicher Belegung sind in einem Stall ständig Tiere unterschiedlichen Alters vorhanden. Desinfektion eines ganzen Stalls ist nur beim Rein-Raus-Verfahren möglich. Bei kontinuierlicher Belegung können einzelne Stallabteile desinfiziert werden, wenn diese durch feste Wände abgetrennt sind und die Tiere zusammen ausgestallt werden. Dementsprechend dürfte die Stalldesinfektion beim Rein-Raus-Verfahren häufiger vorkommen. Gemäss Einschätzung von Experten wenden in der Schweinemast ein Drittel bis maximal die Hälfte der Betriebe das Rein-Raus-Verfahren an. In der Schweinezucht wird der Anteil auf zwei Drittel bis drei Viertel des Bestandes geschätzt. Ganz allgemein gelten für Zuchtbetriebe strengere Anforderungen hinsichtlich Hygiene als für Mastbetriebe. Weiter ist zu

beachten, dass mit zunehmender Anzahl Umtriebe eines Produktionssystems der potentielle Verbrauch von Produkten zur Desinfektion ansteigt.

Hinsichtlich Verwendung von Desinfektionsmitteln in der Schweineproduktion spielt der Beratungs- und Gesundheitsdienst in der Schweinehaltung (SGD) eine wichtige Rolle. Der SGD ist eine Beratungsorganisation mit einem Leistungsauftrag des Bundes. Er hat zum Ziel, eine qualitätsgesicherte Lebensmittelproduktion sicherzustellen, indem mit Hilfe vorbeugender Massnahmen der Aufbau und die Erhaltung von gesunden, tiergerechten und damit leistungsfähigen Schweinebeständen gewährleistet ist. Damit sollen optimale Voraussetzungen zur Vermeidung von Krankheitsausbrüchen und der Ausbreitung oder Verschleppung von wirtschaftlich relevanten oder auf den Menschen übertragbaren Erregern geschaffen werden (SGD, 2012). Der SGD definiert Anforderungen betreffend Hygiene, welche die SGD Betriebe erfüllen müssen. Die Teilnahme am SGD Gesundheitsprogramm ist für die Betriebe freiwillig. Mit 85 % des Bestandes der Zuchttiere und 57 % der Mastschweine ist die Produktion gemäss den Richtlinien des SGD weit verbreitet (Suisag, 2010; Tabelle 2). SGD Betriebe müssen sich an Hygiene Richtlinien halten, welche grundsätzlich die Desinfektion der Ställe mit einschliesst sowie eine Hygieneschleuse zur Reinigung und Desinfektion von Händen und Schuhen des Personals vor dem Betreten der Ställe. Das Programm teilt die Betriebe in die Kategorien A-R1, A-R2 und A ein. Kernzuchtbetriebe und Vermehrungszuchtbetriebe haben den Status A-R1 oder A-R2, Zuchtbetriebe und Mastbetriebe, die dem SGD angeschlossen sind, den Status A. Die Anforderungen bezüglich Hygiene und die Wahrscheinlichkeit der Anwendung von Desinfektionsmitteln nehmen vom SGD Status A zum Status A-R zu.

Tabelle 2: Schweine mit Produktion nach SGD Richtlinien (Suisag, 2010)

Betriebstyp	Zucht					Mast
	A-R1*	A-R2*	A*	Diverse	Total	Total
Anzahl Tiere	5215	4089	107'413	1196	117'913	451'182
Anteil an Tierzahl der Schweiz total (2010)	4 %	3 %	77 %	1 %	85 %	57 %

* A-R1: Kernzuchtbetriebe; A-R2: Vermehrungszuchtbetriebe; A: Zuchtbetriebe mit Produktion von Ferkeln zur Mast

Die Desinfektion von Ställen wird nicht flächendeckend umgesetzt. Dies gilt sowohl für Zucht- und Mastbetriebe bzw. SGD Betriebe und übrige Betriebe. Aus der Praxis wird berichtet, dass Betriebe die Produktion mit und ohne Stalldesinfektion erfolgreich führen können. Betriebe, welche die Ställe nicht desinfizieren, begründen ihren Erfolg damit, dass damit eine ausgewogene Zusammensetzung der Mikroflora gewährleistet ist, welche eine problematische Verbreitung von pathogenen Mikroorganismen begrenzt oder verhindert. Demgegenüber stehen Erfahrungsberichte, wonach die regelmässige Desinfektion von Ställen Voraussetzung ist für eine erfolgreiche Produktion. Grundsätzlich werden in der Praxis Deckzentrum und Galtsauenstall kaum desinfiziert, da sie kontinuierlich belegt sind.

In den Merkblättern des SGD (SGD, 2011) sind Produkte mit der Wirkstoffkombination Glutaral und QAV bzw. Wasserstoffperoxid und Peressigsäure, sowie organische Säuren und Chlorkresol vertreten (vgl. Kap. 2.3.1.2).

2.3.1.5 Geflügel

Legehennen

Die Haltung von Legehennen findet heute zum grössten Teil auf grösseren Einheiten von mehreren Tausend Tieren statt. Wichtigste Haltungsformen sind Volieren (ca. 80 % des Bestandes) und Bodenhaltung (ca. 20 % des Bestandes). Den Ställen ist häufig ein überdachter Aussenklimabereich angeschlossen. Die Ställe weisen einen eingestreuten Boden als Scharraum, Sitzstangen und Legenester auf. Bei Volieren sind Sitzstangen und Legenester auf mehreren Eta-

gen angeordnet. Ein Umtrieb dauert rund ein Jahr. Dann werden die Legehennen geschlachtet und durch Junghennen ersetzt.

Zusätzlich zur Legehennenhaltung erfolgt die Remontierung der Bestände. Die Eier werden Schweiz weit zum grössten Teil in vier grösseren Brütereien ausgebrütet. Nach dem Schlüpfen werden die Küken an die Aufzuchtbetriebe verschickt. Sie erreichen nach 18 Wochen ein Gewicht von ca. 1.5 kg (Junghennen). Damit sind 2 bis 2.5 Umtriebe pro Jahr (Flisch et al., 2009) in der Haltung von Junghennen üblich.

In den Aufzuchtbetrieben für Junghennen und in den Betrieben mit professioneller Haltung von Legehennen (d.h. in Betrieben ab ca. 100 Tiere bis mehrere 1000 Tiere) wird die Desinfektion von Stall und Fütterungseinrichtungen flächendeckend durchgeführt. Stallreinigung und Desinfektion erfolgen nach jedem Umtrieb. Häufig führen spezialisierte Firmen Stallreinigung und Desinfektion durch. Für letztere sind Produkte auf der Basis Wasserstoffperoxid, Peressigsäure und Essigsäure verbreitet. Mit diesen Wirkstoffen kann eine gute Desinfektionswirkung erreicht werden. Zudem wird gemäss Berichten aus der Praxis seitens Produzenten der Einsatz von Produkten gewünscht, die für die Verwendung im Biolandbau (Speiser et al., 2012) zugelassen sind. Aufgrund der Produkte, die auf dem Markt angeboten werden, ist davon auszugehen, dass ähnlich wie in der Schweineproduktion auch Wirkstoffe wie Glutaral, QAV und organische Säuren zur Anwendung kommen. Oft müssen auch Dauerformen von ausgeschiedenen Endoparasiten (z.B. Eier von Kokzidien) und Sporenbildnern bekämpft werden. Dazu kommen Produkte auf der Basis von Chlorkresol zum Einsatz. In den Brütereien werden die Bruteier und Brutkästen desinfiziert. Dies geschieht zum grössten Teil mit Formaldehyd. Weiter werden die Boxen zum Transport der Küken gereinigt. Dazu werden ähnliche Produkte wie zur Reinigung von Melkmaschinen eingesetzt.

Die Desinfektion von Fütterungseinrichtungen (Tränken, Futtersilos) ist in der professionellen Haltung von Legehennen üblich. Häufig angewendete Produkte enthalten Glutaral/QAV oder Wasserstoffperoxid/Peressigsäure/Essigsäure.

Mastpoulets

Mastpoulets werden auf grösseren Einheiten von mehreren Tausend Tieren gehalten. Die Ställe weisen einen eingestreuten Boden (Bodenhaltung) und teilweise einen überdachten Aussenklimabereich auf. Rund 40 Tage nach dem Einstellen der Küken wird das Mastendgewicht von ca. 2 kg erreicht (Flisch et al., 2009). Damit sind 7 bis 7.5 Umtriebe pro Jahr möglich. Zusätzlich zur Ausmast der Poulets erfolgt die Erzeugung der Mastküken in spezialisierten Betrieben. Für Mastküken gibt es in der Schweiz etwa 4 grössere Brütereien. Gemäss Schätzungen werden rund 75 % der Bruteier mit Elterntieren erzeugt und ca. 25 % importiert. Nach dem Schlüpfen werden die Küken an die Mastbetriebe verschickt.

Die Produktion von Mastpoulets erfolgt in enger Zusammenarbeit mit den Abnehmern. Diese legen das Vorgehen bei der Reinigung und Desinfektion der Ställe fest und führen diese zum Teil selber aus. Die Ställe werden so praktisch flächendeckend nach jedem Umtrieb desinfiziert. Die am häufigsten eingesetzten Produkte enthalten Glutaral und QAV. Teilweise findet auch Biphenyl-2-ol Anwendung, welches mittels Verräucherung und nicht wie die übrigen Produkte flüssig aufgebracht wird. Weiter ist der Einsatz von Chlorkresol zur Bekämpfung von Kokzidien üblich.

Die Tränkeeinrichtungen (inkl. Wasserleitungen) werden ebenfalls regelmässig desinfiziert. Dies erfolgt durch Ansäuerung des Tränkewassers mittels Produkten auf der Basis von Wasserstoffperoxid/Peressigsäure/Essigsäure oder Desinfektion der Leitungen am Ende des Umtriebs. Silos werden mittels Verräucherung von Biphenyl-2-ol desinfiziert. Dies scheint aufgrund der Verwendungsmengen jedoch wesentlich weniger häufig zu geschehen im Vergleich zur Desinfektion von Tränkeeinrichtungen.

Gemäss Angaben der beiden grössten Abnehmer von Mastpoulets ist die Desinfektion von Schuhen (QAV) ebenfalls bedeutend und erreicht einen Anteil von rund 10-20 % der Anwendungsmenge zur Desinfektion von Stalloberflächen. Die Desinfektion von Händen erfolgt mittels Seifen und Desinfektionsmittel auf der Basis von Alkoholen. Der Verbrauch liegt jedoch um rund eine Grössenordnung tiefer als derjenige zur Desinfektion von Stalloberflächen oder Schuhen.

Weitere Geflügelkategorien

Weitere Geflügelkategorien wie Masttruten, Gänse, Enten oder Wachteln wurden nicht untersucht. Man kann davon ausgehen, dass zumindest bei den Truten die Desinfektion der Ställe ähnlich wie bei Legehennen und Mastpoulets durchgeführt wird. Aufgrund ihrer geringen Anzahl⁴ dürften die eingesetzten Mengen sehr niedrig sein.

Verbleib der Wirkstoffe nach der Anwendung

In der Haltung von Geflügel fällt ausschliesslich Kot (Legehennen bei Voliersystemen mit Kotbändern) oder Mist (Legehennen Bodenhaltung, Mastpoulets) an. Die Produktion von Gülle kommt nicht vor. Allerdings ist ein Behälter zum Auffangen und Lagern des Waschwassers vorgeschrieben. Rückstände der in den Produkten enthaltenen Wirkstoffe gelangen mit dem Waschwasser der Stallreinigung in diesen Lagerbehälter. Das Waschwasser ist reich an Nährstoffen und wird wie Gülle auf landwirtschaftlich genutzte Flächen ausgebracht. Bei den Brüteereien kann man davon ausgehen, dass anfallendes Waschwasser in die Kanalisation eingeleitet wird.

2.3.1.6 Kleinwiederkäuer

Informationen zur Stalldesinfektion sind nicht verfügbar. Einzelne Experten gehen davon aus, dass Ställe von grösseren Betrieben (ab 20 Mastschafe) 1 Mal pro Jahr desinfiziert werden. Informationen zu Wirkstoffen sind nicht verfügbar.

2.3.1.7 Weitere Tierkategorien

Desinfektion wird auch bei andern Nutztierkategorien praktiziert (z.B. Sanierung von Bienenständen bei Sauerbrut). Die Mengen sind jedoch mit grosser Wahrscheinlichkeit von geringer Bedeutung und werden daher nicht weiter behandelt.

2.3.2 Desinfektion von Transportfahrzeugen

2.3.2.1 Einleitung

Es ist zu unterscheiden zwischen Transport von Nutztvieh und Schlachtvieh. Nutztvieh wird zwischen verschiedenen landwirtschaftlichen Betrieben, Schlachtvieh von landwirtschaftlichen Betrieben in den Schlachthof verschoben. Beim Transport von Schlachttieren stellt sich die Frage der Systemgrenze. Dabei sind zwei Ansätze denkbar:

1. Systemgrenze ausgangs landwirtschaftlicher Betrieb: Zuordnung des Verbrauchs von Biozidprodukten im Zusammenhang mit dem Transport von Tieren in den Schlachthof zum Lebens- und Futtermittelbereich (PA4).
2. Systemgrenze eingangs Schlachthof: Zuordnung des Verbrauchs von Biozidprodukten im Zusammenhang mit dem Transport von Tieren in den Schlachthof zum Veterinärbereich (PA3).

In der vorliegenden Arbeit wird der 2. Ansatz verfolgt.

Ein grosser Teil der Transportfahrzeuge dürfte für den Transport von Nutztvieh und Schlachtvieh zum Einsatz kommen. Beim Transport von Schlachtvieh werden die Fahrzeuge nach dem Ent-

⁴ Σ (Masttruten, Gänse, Enten, Wachteln etc.) <1 % (Σ Legehennen, Junghennen, Mastpoulets)

laden auf einem Waschplatz oder in einer Halle des Schlachthofs gereinigt. Für die Reinigung und eine allfällige Desinfektion ist die Praxis je nach Schlachthof unterschiedlich. Teilweise werden Einstreu und Kot von Hand aus dem Fahrzeug entfernt. Anschliessend wird das besenreine Fahrzeug gewaschen. In gewissen Anlagen werden die Fahrzeuge ohne mechanische Vorreinigung gespült. Teilweise werden Reinigungsmittel mit Inhaltsstoffen verwendet, welche eine desinfizierende Wirkung haben (z.B. Natriumhydroxid). Es kommt vor, dass für Reinigung und Desinfektion der Transportfahrzeuge das gleiche Produkt wie für den Schlachtbetrieb eingesetzt wird. In diesem Fall handelt es sich um Wirkstoffe der PA4, welche eigentlich zum Lebens- und Futtermittelbereich gehören. Teilweise findet nach der Reinigung zusätzlich eine Desinfektion der Fahrzeuge statt. Es gibt keine gesetzliche Grundlage, welche dies verlangt. Einzig im Seuchenfall muss flächendeckend desinfiziert werden. Dazu sind entweder Vorräte von Desinfektionsmitteln auf den Betrieben vorhanden oder werden von den kantonalen Veterinärämtern zur Verfügung gestellt.

Das auf den Schlachthöfen anfallende Waschwasser wird gesammelt und kann einer Anlage zur Fest-Flüssig-Trennung (z.B. mittels Schraubenpresse) zugeführt werden. Für die flüssige Phase erfolgen je nach Betrieb eine Vorbehandlung in einer betriebseigenen Anlage und anschliessend die Einleitung in die Kanalisation. Die festen Bestandteile (Kot, Einstreue) werden weggeführt und entweder direkt oder nach Behandlung in einer Kompostier- oder Biogasanlage verwertet. Kompost oder Gärgut werden zum grössten Teil auf landwirtschaftliche Nutzflächen ausgebracht.

Inwieweit Fahrzeuge im Zusammenhang mit dem Transport von Nutztvieh desinfiziert werden, konnte nicht erhoben werden. Es ist denkbar, dass in diesem Zusammenhang Waschwasser teilweise in Güllegruben von Landwirtschaftsbetrieben eingeleitet wird.

Generell dürfte die Desinfektion von Transportfahrzeugen im Vergleich zur Stalldesinfektion schwieriger durchzuführen sein. Die Fahrzeuge müssen nach dem Verlassen des Schlachthofs für weitere Transporte verfügbar sein. Die Anforderungen an die Anwendung von Desinfektionsmitteln kann daher in vielen Fällen nicht vollständig sichergestellt werden (Antrocknen der Oberflächen, Einhalten der erforderlichen Mindesttemperatur etc.). Dies dürfte der flächendeckenden Umsetzung der Desinfektion von Transportfahrzeugen eher entgegenwirken.

Informationen zu verwendeten Desinfektionsmitteln konnten nur vereinzelt erhoben werden. Diese zeigten, dass Produkte, welche QAV⁵ enthalten, eingesetzt werden. Bezüglich weiterer Wirkstoffe sind nur vereinzelte Informationen vorhanden. In einem verwendeten Reinigungsmittel ist Natriumhydroxid enthalten, wobei dieser Wirkstoff nicht Bestandteil der Liste gemäss Kapitel 2.2 ist.

2.3.2.2 Rindvieh und Kleinwiederkäuer

Bei Rindvieh und Kleinwiederkäuern erfolgen Transporte von Nutztvieh im Rahmen der üblichen Handelstätigkeiten. Diese fallen im Verhältnis weniger ins Gewicht als etwa bei Schweinen oder Geflügel, da Betriebe mit Rindvieh oder Kleinwiederkäuern ihre Nachzucht zu einem grossen Teil selber aufziehen. Ein wesentlicher Teil von Rindvieh und Kleinwiederkäuern wird gesömmert und daher sind die Transporte von Talbetrieben auf die Sömmungsweiden wichtig. Weiter von Bedeutung sind Transporte von Kälbern in Kälbermastbetriebe und von Mastremonten in Rindviehmastbetriebe.

⁵ z.B. Didecyldimethylammonium Chlorid (CAS Nr. 7173-51-5); Poly(oxy-1.2-ethandiyl), alpha-[2-(didecylmethylammonio)ethyl]-omega-hydroxy-propanoat (CAS Nr. 94667-33-1): gehört zu PA4

2.3.2.3 Schweine

Folgende Transportwege kommen in der Schweineproduktion vor:

Zuchtbetriebe:

- Zuchtremonen: Remontierungsbetrieb → Zuchtbetrieb
- Abgehende Muttersauen, Zuchteber: Zuchtbetrieb → Schlachthof
- Galtsauen vor dem Abferkeln: Deck-/Wartebetrieb → Abferkelbetrieb oder Abferkel-/Aufzuchtbetrieb
- Muttersauen nach dem Abferkeln: Abferkelbetrieb oder Abferkel-/Aufzuchtbetrieb → Deck-/Wartebetrieb
- Abgesetzte Ferkel: Abferkelbetrieb → Aufzuchtbetrieb

Mastbetriebe:

- Jager: Zuchtbetrieb → Mastbetrieb
- Schlachtreife Schweine: Mastbetrieb → Schlachthof

Für den Transport von Schweinen sind in der Praxis folgende Abläufe üblich: Am Morgen werden Schlachtschweine geladen und in den Schlachthof transportiert. Dort werden die Transportfahrzeuge in jedem Fall gewaschen wie oben beschrieben und teilweise desinfiziert. Im späteren Verlauf des Tages werden auf den Zuchtbetrieben Jager geladen und von den Aufzucht- in die Mastbetriebe transportiert. In der Regel findet zwischen den Anfahrten zu den einzelnen Betrieben nur vereinzelt bzw. auf Wunsch der Kunden eine Reinigung und Desinfektion der Fahrzeuge statt. Für Transporte innerhalb von Ferkelringen (Transport der tragenden Sauen z.B. vom Deck-/Wartebetrieb in den Abferkel-/Aufzuchtbetrieb) werden die Fahrzeuge kaum desinfiziert.

Für Transporte von Tieren mit dem SGD Status AR (Remontierung von Zuchttieren) werden oft separate Kleinlaster (3.5 t) mit Anhänger verwendet. AR Betriebe dürfen nur mit desinfizierten Fahrzeugen angefahren werden. Diese werden nach jedem Transport gewaschen und desinfiziert. Waschwässer gelangen in vielen Fällen in Güllegruben.

2.3.2.4 Geflügel

Beim Geflügel werden die Küken von der Brüterei in die Aufzuchtbetriebe (Legehennen) und Mastbetriebe (Mastpoulets) transportiert. Transportkisten werden in den Brütereien gewaschen und desinfiziert. Anfallendes Waschwasser dürfte in die Kanalisation eingeleitet werden. Legehennen werden von den Betrieben oft nicht selbst remontiert, so dass nach Abschluss eines Umtriebs Junghennen zugeführt werden. Mastpoulets und ein Teil der Legehennen werden nach dem Umtrieb in Schlachthöfe transportiert. Legehennen werden teils im Inland oder im Ausland geschlachtet und einer Verwertung als Nahrungsmittel zugeführt (Wiedmer, 2011) oder auf den Betrieben in mobilen Anlagen mittels Kohlendioxid betäubt, getötet und anschliessend beseitigt. Wie bei anderen Transporten von Schlachtvieh, werden die Fahrzeuge auf den Schlachthöfen gewaschen und teilweise desinfiziert.

2.3.3 Melkhygiene

2.3.3.1 Einleitung

Die Daten zur Melkhygiene basieren auf einem Bericht über Managementmassnahmen beim Schweizer Milchvieh (Gordon et al., 2011) und Informationen von Beratern der Milchproduktion.

Bei der Melkhygiene sind im Zusammenhang mit der Verwendung von Desinfektionsmitteln folgende Prozesse relevant:

- Reinigung und Desinfektion von Euter und Zitzen vor dem Melken
- Melkzeugzwischeninfektion (Desinfektion des Melkzeugs nach jedem Melkvorgang bzw. nach dem Melken jedes einzelnen Tieres)
- Desinfektion der Zitzen nach dem Melken

Diese Massnahmen können bei allen Tierarten, welche für die Milchproduktion gehalten werden, zur Anwendung kommen (d.h. Milchkühe, Büffel, Ziegen, Milchschafe, Pferdestuten, Eseltuten). Die vorliegende Studie beschränkt sich auf Milchkühe, welche die weitaus grösste Bedeutung haben.

2.3.3.2 Reinigung und Desinfektion von Euter und Zitzen vor dem Melken

Reinigung und Desinfektion von Euter und Zitzen vor dem Melken ist Voraussetzung für die Gewinnung von hygienisch einwandfreier Milch und dient dem Schutz des Euters vor Infektionen. Dazu werden in der Praxis Feuchttücher mit oder ohne Desinfektionsmittel, Einwegpapier, Holzwolle, waschbare Eutertücher, warmes Wasser, Reinigungsschaum, Bürsten (Melkroboter) oder sauberes Stroh verwendet. Am häufigsten kommen Feuchttücher mit Desinfektionsmittel (42 % der Betriebe) zum Einsatz. Das Material zur Reinigung von Euter und Zitzen wird in den meisten Fällen nach jeder Kuh gewechselt (64 % der Betriebe; Gordon et al., 2011). Diese Angaben zur Praxis in diesem Bereich stimmen weitgehend mit den Aussagen der Experten überein. Einzelne der Befragten gaben an, dass die Desinfektion der Euter vor dem Melken eher auf Betrieben durchgeführt wird, die Probleme bezüglich der Eutergesundheit haben. Gemäss einer Einschätzung wird Reinigung und Desinfektion des Euters mittels Feuchttüchern häufiger auf Käsereimilchbetrieben durchgeführt (60-70 % der Betriebe) als bei Produzenten von Industriemilch (30-40 % der Betriebe). Käsereimilchbetriebe produzieren rund 40% der gesamten Milchmenge (BLW, 2011).

Gemäss Expertenaussagen enthalten Feuchttücher mit Desinfektionsmittel zu 75 % Alkohol und zu 25 % Chlor als Wirkstoff. In Produktebeschreibungen wird Propan-2-ol (Alkohol) und Tosylchloramidnatrium (Chlor) als Wirkstoff angegeben. Gemäss dem öffentlichen Produkteregister des Bundesamts für Gesundheit (BAG, 2012b) kommen QAV (v.a. Didecyldimethylammoniumchlorid, Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid), oft in Kombination mit Propan-2-ol, Polyhexamethylenbiguanid, Milchsäure, N,N'-Ethylenbis[N-acetylacetamid] und Dinatriumcarbonat, als weitere Wirkstoffe vor. Das Material zur Reinigung und Desinfektion von Euter und Zitzen wird nach dem Gebrauch vorwiegend auf den Mist oder in die Güllegrube entsorgt. Die Entsorgung via den Kehricht kommt vermutlich eher weniger häufig vor.

2.3.3.3 Zwischendesinfektion des Melkzeugs

Die Zwischendesinfektion des Melkzeugs, d.h. die Desinfektion des Melkzeugs nach jedem Melkvorgang bzw. nach dem Melken jedes einzelnen Tieres hat zum Zweck, die Übertragung von pathogenen Keimen auf das Euter von einem Tier auf die in der Folge gemolkene Tiere zu verhindern. Dazu wird das Melkzeug in eine wässrige Lösung, welche das Desinfektionsmittel enthält, getaucht. Experten gehen davon aus, dass weniger als 5 % der Betriebe diese Methode anwenden. Da die Zwischendesinfektion des Melkzeugs zusätzlichen Aufwand beim Melken verursacht und nicht einfach zu handhaben ist (Wechseln der Lösung nach wenigen Melkzeugen aufgrund von deren Verschmutzung), wird sie nur von Betrieben angewendet, welche Probleme mit der Eutergesundheit haben. Gemäss Gordon et al. (2011) wenden 3.2 % der Betriebe die Zwischendesinfektion des Melkzeugs bei Kühen mit positivem Schalmtest (= Vorhandensein einer Euterentzündung) an. Gemäss Experten nimmt die Anwendung Zwischendesinfektion des Melkzeugs zu. Die verwendeten Wirkstoffe sind zum grössten Teil (80 %) Peressigsäure, Wasserstoffperoxid und Essigsäure.

2.3.3.4 Desinfektion der Zitzen nach dem Melken

Die Desinfektion der Zitzenhaut nach dem Melken, insbesondere im Bereich des Eingangs des Strichkanals, ist eine anerkannte Methode, um die Neuinfektionsrate des Euters je nach Vorhandensein von Erregern um mindestens 50 % zu senken (Winter, 2009). Die Desinfektion der Zitzen nach dem Melken wird von 78 % der Betriebe durchgeführt. Dies erfolgt zu 88 % mittels Zitzendipp und 22 % mittels Spray. Der Zitzendippbecher wird von ca. 25 % der Anwender min-

destens einmal pro Tag und von rund 60 % mindestens 1 Mal pro Woche gereinigt und mit neuer Desinfektionslösung gefüllt (Gordon et al., 2011). Diese Angaben stimmen mit den Expertenaussagen weitgehend überein. Käsereibetriebe führen die Desinfektion der Zitzen nach dem Melken tendenziell häufiger durch als Produzenten von Industriemilch.

Für die Desinfektion der Zitzen nach dem Melken gibt es eine grosse Vielfalt von Produkten auf dem Markt. Verwendete Wirkstoffe sind Jod, Tosylchloramidnatrium kombiniert mit Natriumbenzoat und Wasserstoffperoxid. Am häufigsten sind Jod haltige Produkte. Ihr Anteil wird von Experten auf rund 50 % geschätzt. Durch Abtropfen der Lösungen nach der Applikation und die Euterreinigung vor dem folgenden Melkvorgang können Rückstände der Wirkstoffe in die Hofdünger gelangen.

2.3.4 Reinigung von Melkanlagen

Melkanlagen⁶ müssen in sauberem und keimarmem Zustand gehalten werden, um qualitativ hochwertige Milch zu produzieren. Zudem können bei schlecht gereinigten und desinfizierten Melkanlagen Krankheitserreger (v.a. Mastitis) von einem Tier auf das nachfolgende übertragen werden. Daher werden in der Praxis von Betrieben mit Verkehrsmilchproduktion Melkanlagen nach jedem Melkvorgang gründlich gereinigt und desinfiziert. Dazu werden üblicherweise alkalische Reinigungs- und Desinfektionsmittel zur Entfernung der Milchreste sowie zur Desinfektion und im Wechsel dazu saure Reinigungsmittel zur Entfernung von Belägen in den Leitungen verwendet. Die Reinigungsmittel werden als wässrige Lösungen eingesetzt, die auf flüssigen oder pulverförmigen Konzentraten basieren.

Die heute häufigsten Typen von Melkanlagen (Rohrmelkanlagen, Melkstände) werden 2 Mal täglich gereinigt (d.h. Melkzeuge, Leitungen). Die Reinigung kann alternierend mit einem alkalischen und einem sauren Reinigungsmittel erfolgen. Ein weiteres übliches Verfahren reinigt grundsätzlich alkalisch und anstelle der alkalischen wird 1 bis ca. 3 Mal pro Woche eine saure Reinigung durchgeführt. Eine weitere weniger verbreitete Methode ist das Heisswasser-Säureverfahren. Käsereimilchbetriebe praktizieren tendenziell häufiger die alternierende Reinigung als Produzenten von Industriemilch. Bei Standeimeranlagen wird teilweise nur 1 Mal pro Tag mit Reinigungsmittel gereinigt. In diesem Fall erfolgt die Reinigung häufig am Vormittag mit Reinigungsmittel und am Abend nur mit warmem Wasser. Vermutlich verwenden Betriebe, die keine Verkehrsmilch produzieren, Reinigungsmittel nicht konsequent für jeden Waschvorgang.

Zusätzlich sind die Behälter zur Milchlagerung bzw. für den Milchtransport zu reinigen. Käsereimilchbetriebe mit Standeimeranlagen benutzen für den Milchtransport in die Käserei teilweise Milchkanen (40-50 L Inhalt). Für deren Reinigung werden die gleichen Produkte bzw. häufig auch die gleiche Reinigungslösung verwendet wie diejenige der Melkanlage. In Betrieben mit Produktion für die Industrie wird die Milch nicht nach jedem Melkvorgang abgeholt und muss auf dem Betrieb oder in einer Milchsammelstelle gelagert werden. In diesen Behältern wird der Inhalt auf ca. 4 °C gekühlt und periodisch gerührt, um das Aufrahmen der Milch zu verhindern. Für die Lagerung werden Milchwannen (Behälter mit beweglichem Deckel) oder geschlossene Milchlagertanks verwendet. Das Volumen (in der Regel mehrere 100 bis mehrere 1000 Liter) hängt von der Anzahl der Tiere und der Häufigkeit des Milchtransports ab. Dies ist in der Regel ein bis zwei Mal pro Tag für Produzenten von Käsereimilch und alle 2 Tage für Produzenten von Industriemilch der Fall (entspricht rund 40 % bzw. 60 % der Milchmenge; BLW, 2011). Für den Milchtransport in die Käserei oder in eine Milchsammelstelle dürften heute überwiegend geschlossene Transporttanks verwendet werden (dies trifft insbesondere für Betriebe mit Rohrmelkanlagen oder Melkständen zu).

⁶ Die vorliegende Studie beschränkt sich auf Anlagen für Milchkühe, welche die weitaus grösste Bedeutung in der Milchproduktion haben.

Die Reinigung von Transportbehältern und Behälter zur Milchlagerung erfolgt nach jeder Leerung. Häufig wird dazu das gleiche Produkt wie für die Reinigung der Melkanlage verwendet. Die Reinigung erfolgt manuell (Milchkannen, Milchwannen) oder automatisch mit dem integrierten Reinigungssystem (Milchlagertanks).

Für die alkalische Reinigung sind Natriumhypochlorit und Natriumdichlorisocyanurat Dihydrat und für die saure Reinigung Phosphor- Schwefel und Sulfamidsäure die häufigsten Wirkstoffe. QAV sind übliche Wirkstoffe für Produkte zur Reinigung von Melkanlagen. Die befragten Experten gaben aber übereinstimmend an, dass diese Gruppe von Verbindungen in der Schweiz zu diesem Zweck nicht eingesetzt wird. QAV haltige Produkte waren für Käsereimilchbetriebe nie erlaubt, da sich Rückstände nach der Reinigung nur schwer entfernen lassen und schon kleinste Mengen die Säuerung der Milch während des Produktionsprozesses beeinträchtigen können. International verläuft die Entwicklung ebenfalls in Richtung Verzicht auf QAV für Produkte zur Reinigung von Melkanlagen. In Deutschland wurden die Milchproduzenten im Sommer 2012 aufgerufen, auf QAV haltige Reinigungsmittel zu verzichten (BDM, 2012) aufgrund von Rückständen von QAV in Lebensmitteln (BfR, 2012).

2.3.5 Desinfektion von Klauen

2.3.5.1 Rindvieh

Die Desinfektion der Klauen von Rindvieh wird als Massnahme zum Vorbeugen von Klauenerkrankungen durchgeführt. Dazu wird ein Klauenbad verwendet. Dieses besteht in der Regel aus einem oder mehreren Behältern von ca. 150 cm x 100 cm x 20 cm Grösse, die mit einer Desinfektionsmittellösung gefüllt sind. Dies entspricht einem Volumen in der Grössenordnung von 50 bis 100 L. Es gibt aber auch Berichte von wesentlich grösseren Wannen, z.B. auf Alpbetrieben (Menge Gebrauchslösung: 800 L; Küenzi, 2010). Dem Klauenbad kann eine Wanne vorgeschaltet sein, welche zur Reinigung der Klauen eingesetzt wird. Die Desinfektion erfolgt, indem die Tiere regelmässig durch das Klauenbad getrieben werden. Die Lösung muss periodisch erneuert werden (gemäss Empfehlungen 1 bis 2 Mal pro Woche oder nach 100 bis 200 Tieren). Anstelle eines Bads ist auch eine Matte verwendbar, welche mit einem Desinfektionsmittel getränkt wird.

Die Verwendung von Klauenbädern wird in der Beratung thematisiert (z.B. Römer, 2011). Sie werden vor allem im Zusammenhang mit Problemen mit der Mortellaro Krankheit (Dermatitis digitalis) angewendet. In Problembeständen wird regelmässiges Durchtreiben der Herde durch ein Formaldehyd Bad (3-5 %) empfohlen. Dies gilt auch für die Prophylaxe gegen Panaritium interdigitale (Steiner, 2005). Aus tiermedizinischer Sicht ist die Verwendung von Klauenbädern als alleinige Massnahme im Zusammenhang mit Klauenerkrankungen nicht zielführend.

Nach Gordon et al. (2011) werden Klauenbäder bei Rindvieh gegenwärtig eher selten angewendet. Regelmässige Klauenbäder mit Desinfektionsmittellösungen kommen für Milchvieh auf 2.1 % der Betriebe mit Milchviehhaltung vor. Gemäss Empfehlungen soll die verbrauchte Lösung auf den Miststock oder in die Güllegrube entsorgt werden. Steiner (2005) weist explizit darauf hin, dass Formaldehyd nicht direkt in Gewässer eingeleitet oder auf eine Weide ausgebracht werden darf.

Wirkstoffe für Klauenbäder sind Formaldehyd, QAV, Glutaral und organische Säuren.

2.3.5.2 Kleinwiederkäuer

Bei Schafen sind Klauenbäder zur Bekämpfung von Moderhinke üblich. Die Moderhinke ist eine hochkontagiöse, multifaktorielle Erkrankung. Sie bildet die weltweit häufigste Klauenerkrankung bei Schafen (Kuhlemann, 2011). Die Behandlung findet im Frühjahr und im Herbst, vor bzw. nach der Alpung statt. Gemäss Expertenaussagen bestehen die Klauenbäder aus fest installierten Wannen von ca. 10 m x 1 m Grösse. Möglicherweise werden auch kleinere mobile Wannen, ähnlich wie bei Rindvieh eingesetzt.

In der Schweiz kann man davon ausgehen, dass alle Betriebe mit einer Herdengrösse von mehr als 20 Tieren die Moderhinke mittels Klauenbad bekämpfen. Analog zum Rindvieh dürften die verbrauchten Gebrauchslösungen in die Hofdünger gelangen. Andere Produkte wie Zink- oder Kupfersulfat werden kaum angewendet. Zur Verwendung von Klauenbädern bei Ziegen waren keine Informationen verfügbar. Es ist davon auszugehen, dass deren Anwendung ähnlich derjenigen des Rindviehs erfolgt.

Gemäss Aussagen von Experten und den Empfehlungen des Beratungs- und Gesundheitsdienstes für Kleinwiederkäuer (BGK, 2010) ist Formaldehyd der am häufigsten verwendete Wirkstoff.

2.3.6 Tierärztliche Behandlungen

Nach Aussagen von Experten werden von Tierärzten im Bereich Wiederkäuer im Zusammenhang mit tierärztlichen Behandlungen kaum Desinfektionsmittel eingesetzt. Reinigung und Desinfektion der Hände erfolgt mittels Waschen mit Seife und warmem Wasser. Soweit Desinfektionsmittel eingesetzt werden, dürfte es sich vorwiegend um Alkohole handeln. Systematische Recherchen in diesem Bereich wurden aber nicht durchgeführt. Weiter sind diverse Produkte auf dem Markt, welche im Zusammenhang mit veterinärmedizinischen Behandlungen durch den Tierarzt oder den Tierhalter angewendet werden wie Wundsprays, Desinfektionssprays oder Klauenpasten oder -sprays etc. Auch für diesen Bereich erfolgten keine weiteren Erhebungen.

2.4 Vorgehen zur Schätzung der Anwendungsmengen

Zur Erfassung der eingesetzten Mengen von Wirkstoffen wurde folgendes Vorgehen gewählt:

1. Erhebung der zugelassenen Wirkstoffe oder Produkte (Fachliteratur, Recherchen im Internet)
2. Interviews mit ca. 40 Experten/-innen zum Einsatz von Biozidprodukten für die Hygiene im Veterinärbereich (Art und Häufigkeit der Anwendungen, Verwendungsmengen); diese Experten erhielten den Schlussbericht zum Gegenlesen. Der Bericht wurde entsprechend der Stellungnahmen der befragten Experten/-innen korrigiert.
3. Abschätzung des Verbrauchs von Wirkstoffen aufgrund statistischer Daten (Anzahl Tiere, Anzahl Betriebe, Betriebsgrössen etc.) und Hochrechnung auf die Schweiz
4. Plausibilisierung der Verbrauchsmengen soweit möglich mittels Umfragen zum Verbrauch von Produkten bei Herstellern

Als Grundlage zur Erhebung der zugelassenen Wirkstoffe oder Produkte und zur Erfassung des Einsatzes von Biozidprodukten dienten Internet Seiten von Herstellern (Produktebeschreibungen, Sicherheitsdatenblätter) sowie die „Inoffizielle Liste der notifizierten Wirkstoffe“ des Bundesamts für Gesundheit (BAG 2012a). Als Grundlage für das Abschätzen des Verbrauchs wurden die Daten des öffentlichen Produktregisters des Bundesamts für Gesundheit (BAG, 2012b) verwendet, insbesondere die Wirkstoffkonzentrationen im Produkt (Anhang 7.1). Die Berechnungen beschränkten sich auf die im Produktregister aufgeführten Wirkstoffe. Umfragen zum Verbrauch von Produkten bei Herstellern wurden parallel und ergänzend zu den Experteninterviews durchgeführt. Eine systematische Umfrage war jedoch nicht möglich. Generell konnten aufgrund der begrenzten zeitlichen Ressourcen nicht alle Bereiche vertieft bearbeitet werden.

Für die Schätzung der Anwendungsmengen wurden die wichtigsten Wirkstoffe ausgewählt. Neben diesen Stoffen, können weitere Verbindungen vorkommen. Die berechneten Anwendungsmengen schliessen demnach nicht alle möglichen Stoffe ein und sind als vereinfachte Schätzung zu betrachten.

Im Rahmen der vorliegenden Studie spielt der Verbleib der angewendeten Wirkstoffe eine Rolle. Bei Anwendungen auf den landwirtschaftlichen Betrieben folgen die Stoffe dem Pfad „Hof-

dünger→Boden→Gewässer“. Für gewisse Anwendungen kann auch der für die meisten übrigen Biozidprodukte relevante Pfad „Abwasser (aus privaten Haushalten, Industrie, Gewerbe)→Kanalisation→Kläranlage→Gewässer“ oder „oberflächlich abfließendes Regenwasser→(Regenwasserkanal)→Gewässer“ zutreffen.

2.4.1 Desinfektion von Ställen

2.4.1.1 Rindvieh

Basierend auf der Expertenbefragung wurde angenommen, dass Produkte zur Desinfektion von Ställen im Bereich Milchkühe, Mutterkühe, Aufzuchtrinder und Masttiere selten angewendet werden. Aufgrund der fehlenden Grundlage und der vermutlich geringen Menge wird dieser Bereich nicht weiter diskutiert.

2.4.1.2 Schweine

Die Schätzung der verbrauchten Wirkstoffmenge (Tabelle 3) basiert auf folgenden Grundlagen (in Klammer: Angabe Quelle):

- Zu desinfizierende Stalloberfläche: Abferkelstall: 29.4 m² pro Muttersau; Ferkelaufzuchtstall 1.8 m² pro Tier; Maststall: 2.4 m² pro Tier. Die Herleitung, basierend auf den Angaben einer Stallbaufirma, ist in Anhang 7.2 aufgeführt.
- Anzahl Umtriebe bzw. Anzahl Desinfektionen pro Jahr: Abferkelstall: 8.7; Ferkelaufzuchtstall: 6.5; Maststall: 3.3 (vgl. Kap. 2.3.1.4)
- Verbreitung der Anwendung: Zuchtschweine: 60 %, Mastschweine: 30 % der Betriebe (Expertenmeinungen; vgl. auch Kap. 2.3.1.4)
- Tierzahlen gemäss Anhang 7.3
- Menge Gebrauchslösung pro m² zu desinfizierende Stalloberfläche: 0.4 L/m² (SGD, 2007)
- Konzentration des Produkts in der Gebrauchslösung: 1 % (Annahme basierend auf SGD, 2007, 2011)
- Häufigkeit der Anwendung der Produkte: basierend auf Angaben von Experten, den Einsatzmöglichkeiten gemäss Kap. 2.3.1.2 und Kennzahlen zum Verkauf von Produkten einzelner Anbieter wurde angenommen, dass Produkte mit der Wirkstoffkombination Glutaral und QAV bzw. Wasserstoffperoxid und Peressigsäure je 50 % der Anwendungen zur Desinfektion von Ställen von Schweinen ausmachen. Weiter wurde angenommen, dass für 2 % der Tierbestände zusätzlich Produkte mit Chlorkresol als Wirkstoff zur Bekämpfung von Kokzidien, Wurmeiern und Sporenbildnern eingesetzt werden (vgl. Kap. 2.3.1.2)
- Mittlere Konzentration der Wirkstoffe in den verwendeten Produkten (vgl. Tabelle 3): die mittleren Konzentrationen wurden aufgrund üblicher Gehalte von häufig verwendeten Produkten gemäss Liste in Anhang 7.4 geschätzt.

Zur Kontrolle der Resultate wurden Vergleiche mit Berechnungen basierend auf einzelnen Erfahrungswerten aus der Praxis durchgeführt.

Tabelle 3: Vorkommen der Wirkstoffe in Produkten zur Desinfektion von Ställen von Schweinen (in % des Verbrauchs sämtlicher Produkte) und geschätzte mittlere Konzentration der Wirkstoffe im Produkt (in %)

Wirkstoff Name	Didecyldimethylammoniumchlorid	Glutaral	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	Chlorkresol	Wasserstoffperoxid	Peressigsäure
CAS Nr	7173-51-5	111-30-8	68424-85-1	59-50-7	7722-84-1	79-21-0
Häufigkeit der Anwendung	Geschätzte mittlere Konzentration der Wirkstoffe in den verwendeten Produkten in Prozent					
50 %	10 %	20 %	15 %			
50 %					20 %	10 %
2 %*				25 %		

*Zusätzlich bei Vorhandensein von Dauerformen von ausgeschiedenen Endoparasiten und Sporenbildner (vgl. Kap. 2.3.1.2)

2.4.1.3 Geflügel

Der Verbrauch von Produkten zur Desinfektion von Legehennenställen basiert auf einem Erfahrungswert aus der Praxis von 6 bis 7 L Produkt für einen Stall mit 2000 Legehennenplätzen (gewählter Wert: 6.5 L). Daraus lässt sich ein Verbrauch von 0.00325 L Produkt pro Jahr und Legehenne berechnen (d.h. 6.5 L / 2000 bei einem Umtrieb pro Jahr). Hochgerechnet auf den Legehennenbestand von 2010 (2'438'051 Tiere; Anhang 7.3) resultiert ein Verbrauch von rund 7900 L Produkt. Wenn man davon ausgeht, dass nur in Beständen von mehr als 100 Tieren desinfiziert wird, und dass deren Anteil am gesamten Bestand 90 % beträgt, beläuft sich der Verbrauch auf rund 7000 L Produkt. Eine entsprechende Schätzung für die Junghennen (925'522 Tiere, Anhang 7.3; 2-2.5 Umtriebe pro Jahr) ergibt eine Menge von rund 7500 L Produkt, was ein Total von rund 15'000 L ergibt. Ein anderer Ansatz basiert auf den Angaben einer spezialisierten Firma, welche jährlich rund 150 Ställe (Grösse 500 bis 18'000 Plätze) reinigt und desinfiziert und dazu rund 1000 kg Produkte verbraucht. Der damit auf die Schweiz hochgerechnete Verbrauch beträgt rund 6000 kg pro Jahr (in der Schweiz gibt es rund 560 Ställe für Lebehennen; 1 Umtrieb pro Jahr; rund 160 Ställe für Junghennen, 2.5 Umtriebe pro Jahr mit 500 bis 18'000 Plätzen). Für die Berechnung wurde ein gerundeter Wert von 10'000 kg Produkte gewählt. Die Annahmen zur Häufigkeit der Anwendung der Produkte und zur mittleren Konzentration der Wirkstoffe in den verwendeten Produkten erfolgten analog zu dem bei den Schweinen angewendeten Vorgehen gemäss Kap. 2.4.1.2 (Tabelle 4), da grundsätzlich für Geflügel und Schweine die gleichen Rahmenbedingungen gelten (vgl. Kap. 2.3.1.2).

Tabelle 4: Vorkommen der Wirkstoffe in Produkten zur Desinfektion von Ställen von Legehennen/Junghennen (in % des Verbrauchs sämtlicher Produkte) und geschätzte mittlere Konzentration der Wirkstoffe im Produkt (in %)

Wirkstoff Name	Didecyldimethylammoniumchlorid	Glutaral	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	Chlorkresol	Wasserstoffperoxid	Peressigsäure
CAS Nr	7173-51-5	111-30-8	68424-85-1	59-50-7	7722-84-1	79-21-0
Häufigkeit der Anwendung	Geschätzte mittlere Konzentration der Wirkstoffe in den verwendeten Produkten in Prozent					
40 %	10 %	20 %	15 %			
50 %					20 %	10 %
10 %				25 %		

Der Verbrauch bei den Mastpoulets basiert auf den Angaben der beiden grössten Abnehmer von Mastpoulets. Die eingesetzten Wirkstoffe stimmen weitgehend mit denjenigen im Bereich Legehennen und Schweine überein. Weiter wird der Wirkstoff Biphenyl-2-ol eingesetzt. Die vorliegenden Verbrauchsdaten wurden unter Berücksichtigung des Marktanteils der beiden grössten Abnehmer (Total: 75 %; vgl. Kap. 2.3.1.5, Mastpoulets) auf den gesamten Verbrauch der Schweiz hochgerechnet. Der Verbrauch im Bereich weitere Geflügelkategorien (Masttruten, Gänse, Enten, Wachteln etc.) wurde auf 1.5 % des Verbrauchs der Mastpoulets geschätzt ($\Sigma(\text{Masttruten, Gänse, Enten, Wachteln etc.}) = 1.5 \% \text{ Mastpoulets}$; vgl. Kategorien Masttruten, Übriges Geflügel Anhang 7.3).

Der Verbrauch in Brütereien wurde anhand eines Erfahrungswerts abgeschätzt: 0.08 kg Produkt mit 40 % Anteil Formaldehyd pro 1000 Küken. In der Schweiz werden rund 60 Mio. Küken für die Produktion von Mastpoulets und ca. 2.5 Mio. Küken für die Eiproduktion aufgezogen.

2.4.2 Desinfektion von Transportfahrzeugen

Die Schätzung der verbrauchten Wirkstoffmenge basiert auf folgenden Grundlagen (in Klammern: Angabe Quelle):

- Schätzung der Anzahl der Schlachtviehtransporte basierend auf der Anzahl von Schlachttieren pro Jahr und Mindestraumbedarf für den Transport von Tieren (Anhang 7.5) gemäss Tierschutzverordnung (Schweiz. Bundesrat, 2012b).

- Schätzung des Totals der zu desinfizierenden Oberflächen der Transportfahrzeuge
Die Herleitung der Anzahl der Schlachtviehtransporte und der zu desinfizierenden Oberflächen der Transportfahrzeuge sind in Anhang 7.5 aufgeführt.
- Menge Gebrauchslösung pro m² zu desinfizierende Oberfläche: 0.4 L/m² (analog zu den Vorgaben gemäss SGD, 2007)
- Konzentration des Produkts in der Gebrauchslösung: 1 % (Annahme basierend auf SGD, 2007, 2011)
- Konzentration des Wirkstoffs (Didecyldimethylammoniumchlorid, CAS Nr. 7173-51-5) im Produkt von 9.9 % (Rechnung anhand des Produkts Halades 191, das gemäss Experten-aussagen zur Desinfektion von Transportfahrzeugen verwendet wird)
- Die Häufigkeit der Durchführung der Desinfektion auf dem Schlachthof ist nicht bekannt. Daher wurden verschiedene Szenarien gerechnet: Desinfektion 1 Mal pro Woche, 3 Mal pro Woche und täglich. Es wird angenommen, dass ein Schlachthof von einem Transportfahrzeug nur einmal pro Tag angefahren wird und demnach pro Tag höchstens eine Desinfektion durchgeführt wird. Das Szenario täglich (Desinfektion nach jeder Lieferung in den Schlachthof) entspricht dem theoretischen Maximalverbrauch.

Die errechneten Mengen wurden auf Grund von Angaben von Betreibern grosser Schlachthöfe auf ihre Plausibilität überprüft. Weiter wurde der Verbrauch der Produkte im Zusammenhang des Transport von Zuchtschweinen basierend auf den Angaben eines grösseren Handelsbetriebs geschätzt. Die Grundlagen waren wie folgt: 7 Transportfahrzeuge (Lieferwagen 3.5 t mit Anhänger) Schweiz weit; 2 Transporte pro Tag bzw. 2 Desinfektionen pro Tag.

2.4.3 Melkhygiene

Bei der Melkhygiene wurden folgende Bereiche einbezogen:

- Reinigung und Desinfektion von Euter und Zitzen vor dem Melken mittels Feuchttüchern (mit Desinfektionsmittel): für diesen Bereich war nur eine grobe Schätzung möglich, da die in Feuchttüchern enthaltenen Wirkstoffmengen nicht bekannt sind. Die Wirkstoffmenge pro Feuchttuch wurde empirisch auf 0.05 g geschätzt. Die Hochrechnung auf die Schweiz basierte auf der totalen Anzahl Milchkühe (für 2010: 589'024; Anhang 7.3), der Anwendungshäufigkeit (2 Mal täglich 1 Feuchttuch pro Kuh) und der Verbreitung in der Schweiz (42 % der Betriebe benutzen Feuchttücher mit Desinfektionsmittel zur Reinigung und Desinfektion von Euter und Zitzen vor dem Melken; Gordon et al., 2011). Es wurde angenommen, dass überwiegend Alkohol und Chlor als Wirkstoffe eingesetzt werden (vgl. Kap. 2.3.3.2). Das Vorkommen von QAV (Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid) wurde auf 2 % der Gesamtmenge geschätzt (empirische Annahme).
- Zwischendesinfektion des Melkzeugs: Die Hochrechnung auf die Schweiz basierte auf der totalen Anzahl Milchkühe (für 2010: 589'024; Anhang 7.3), der Anwendungshäufigkeit (2 Mal täglich), der Verbreitung in der Schweiz (3.2 % der Betriebe nach Gordon et al., 2011), der Menge Gebrauchslösung (empirische Schätzung: 10 Liter Lösung; Wechseln nach jeder 5. Kuh), der Konzentration des Produkts in der Gebrauchslösung gemäss Gebrauchsanweisung von Herstellern (0.5 %) und der Wirkstoffkonzentration im Produkt gemäss Zusammensetzung von üblichen Produkten: Peressigsäure: 5 %; Wasserstoffperoxid: 23 %.
- Desinfektion der Zitzen nach dem Melken: Die Grundlage für die Schätzung bildete der Verbrauch von Produkten in Form von Spray (Verbrauch 6.6 kg Produkt pro /Kuh und Jahr) und Dip (Verbrauch 4.2 kg Produkt pro /Kuh und Jahr; Rösch, Strabel, 2011) und der Anwendung der beiden Verfahren in der Praxis (Spray: 14 % der Betriebe; Dip: 64 % der Betriebe; Gordon et al., 2011). Weiter wurde angenommen, dass der Anteil der in den Produkten enthaltenen Wirkstoffe für Jod und diverse Wirkstoffe (v.a. Alkohole) je 50 % beträgt. Die Konzentration der Wirkstoffe im Produkt wurde basierend auf der Zusammensetzung von üblichen Fab-

rikaten auf 0.5 % (Jod) und 1 % (übrige Wirkstoffe) geschätzt. Die Annahmen basieren, soweit keine Referenzen angegeben sind, auf Expertenmeinungen (Hersteller).

2.4.4 Reinigung von Melkanlagen

Für die Abschätzung des Verbrauchs von Produkten zur Reinigung von Melkanlagen wurde folgendes Vorgehen gewählt:

1. Schätzung des Verbrauchs von Produkten zur Reinigung von Melkanlagen aufgrund der Verbreitung von verschiedenen Typen von Melkanlagen, der Menge Gebrauchslösung pro Reinigungsvorgang und einer Konzentration des Produkts in der Gebrauchslösung von 0.5 %. Diese Angaben basieren weitgehend auf Expertenmeinungen. Die Anzahl der Betriebe, die Milchkühe halten, beträgt rund 30'000 (2011). Da praktisch alle mit einer Melkanlage ausgerüstet sind (Gordon et al., 2011), könnte die Anzahl der Melkanlagen (24'650; Tabelle 5) unterschätzt sein. Bezüglich Produkte zur Reinigung von Melkanlagen dürfte aber eher die Anzahl der Betriebe mit Produktion von Verkehrsmilch, d.h. Milch, die zur Verarbeitung als Konsummilch und Milchprodukten abgeliefert wird, relevant sein. Man kann davon ausgehen, dass Betriebe, welche die Milch beispielsweise an Kälber verfüttern, Produkte zur Reinigung von Melkanlagen weniger häufig einsetzen. Im Jahr 2011 produzierten 25'290 Betriebe⁷ Verkehrsmilch. Diese Zahl stimmt mit dem Wert von Tabelle 5 gut überein. Gemäss Beurteilung von milchwirtschaftlichen Beratungsdiensten wird die empfohlene Dosierung der Reinigungsmittel von 0.5 % durch die Produzenten weitgehend eingehalten. Der geschätzte Verbrauch von Produkten zur Reinigung von Melkanlagen stimmt gut mit dem Schätzwert von 2500-3000 t Produkten gemäss Angaben von Herstellern überein.
2. Schätzung der verbrauchten Wirkstoffmenge basierend auf den verschiedenen Arten von Reinigungsmitteln (alkalisch, sauer, flüssig, fest) gemäss Herstellern von Produkten zur Reinigung von Melkanlagen (Tabelle 6): Die Gesamtmenge für die Schweiz verteilt sich zu rund zwei Drittel auf alkalische und ein Drittel auf saure Reinigungsmittel. Von ersteren fallen rund zwei Drittel auf flüssige Produkte mit Natriumhypochlorit als Wirkstoff (Konzentration: 5 % NaClO mit 13.5 % aktivem Chlor) und ein Drittel auf feste Produkte (Pulver) mit Natriumdichlorisocyanuratdihydrat als Wirkstoff. Die sauren Produkte basieren zu rund zwei Dritteln auf Phosphor- oder Schwefelsäure als Wirkstoff (Konzentration: 20 % Phosphorsäure, 4 %; flüssige Produkte) bzw. ein Drittel auf Sulfamidsäure. Der Anteil der Arten von Reinigungsmitteln auf die Gesamtmenge stimmt weitgehend mit der Einschätzung von milchwirtschaftlichen Beratungsdiensten hinsichtlich Anwendung der möglichen Reinigungsverfahren überein.

Tabelle 5: Grundlagen zur Schätzung des Verbrauchs von Produkten zur Reinigung von Melkanlagen

Typ Melkanlage	Anzahl*	Menge Gebrauchslösung pro Reinigungsvorgang*	Verbrauch Produkt pro Jahr**
		L	t
Standeimer	10'000	15	548
Rohrmelkanlage	8'900	35	1137
Melkstand	5'500	40	803
Roboter	250	100	91
Total	24'650		2579

* Expertenmeinung; ** 2 Reinigungsvorgänge/Tag an 365 Tagen/Jahr; 0.5 % Produkt in Gebrauchslösung

Die geschätzte Verbrauchsmenge gemäss oben beschriebenem Vorgehen wurde mit der Einschätzung eines grossen Herstellers von Produkten zur Reinigung von Melkanlagen verglichen. Diese Schätzung basiert auf dessen Verbrauch der chemischen Ausgangsmaterialien.

Für die Reinigung von Milchtanks wurde angenommen, dass Produzenten von Industriemilch (60 % der Betriebe, bzw. 14'790 Betriebe) alle zwei Tage und Produzenten von Käseemilch

⁷ Anzahl Verkehrsmilchproduzenten und durchschnittliche Milchablieferungen:

http://www.sbv-usp.ch/fileadmin/user_upload/bauernverband/Statistik/Tierhaltung/SBV_03-01_Milchproduzenten_Ablieferung_2011.pdf

(40 % der Betriebe, bzw. 9'860 Betriebe) täglich den Milchtank reinigen. Der Bedarf an Gebrauchslösung für die Reinigung wurde empirisch auf 10 L pro Tank geschätzt. Weiter wurde angenommen, dass die gleichen Produkte wie für die Melkanlagen verwendet werden.

Tabelle 6: Vorkommen der Wirkstoffe in Produkten zur Reinigung von Melkanlagen (in % des Verbrauchs sämtlicher Produkte) und geschätzte mittlere Konzentration der Wirkstoffe im Produkt (in %)

Wirkstoff Name	Natriumhypochlorit	Natriumdichlorisocyanuratdihydrat	Phosphorsäure*	Schwefelsäure*	Polyhexamethylenbiguanid	Sulfamidsäure
CAS Nr	7681-52-9	51580-86-0	7664-38-2	7664-93-9	27083-27-8	5329-14-6
Häufigkeit der Anwendung	Geschätzte mittlere Konzentration der Wirkstoffe in den verwendeten Produkten in Prozent					
44 %	30 %					
22 %		6 %				
22 %			20 %	4 %	0.5 %	
11 %						48 %

* Annahme, dass die beiden Wirkstoffe in den Produkten immer in Kombination eingesetzt werden. Dies ist nicht immer der Fall. z.B. die Kombination Phosphor- und Zitronensäure kommt ebenfalls vor.

2.4.5 Desinfektion von Klauen

Die Schätzung des Verbrauchs von Wirkstoffen zur Desinfektion der Klauen von Rindvieh mittels Klauenbädern basiert auf folgenden Grundlagen:

- 2.1 % der Betriebe, die Milchkühe halten (total rund 32'000 Betriebe), wenden regelmässig Klauenbäder an. Es wurde angenommen, dass Betriebe mit Mutterkühen (total rund 12'000 Betriebe) ebenfalls Klauenbäder anwenden, allerdings um einen Faktor 4 weniger im Vergleich zu den Haltern von Milchkühen (empirische Annahme), was ca. 0.5 % der Betriebe mit Mutterkühen entspricht. Gemäss dieser Schätzung wenden total rund 750 Betriebe mit Milchkühen oder Mutterkühen Klauenbäder an.

Über allfällige Behandlungen bei Aufzuchtieren gibt es keine Informationen. Es wurde angenommen, dass Aufzuchtieren entweder nicht behandelt werden, oder dass diese das gleiche Bad wie die Kühe benutzen. In beiden Fällen entsteht kein zusätzlicher Verbrauch von Produkten. Bei Masttieren, kann man davon ausgehen, dass keine Behandlungen durchgeführt werden.

- Gemäss Angaben von Herstellern wurde der Inhalt der Wannen auf 40 L bzw. 190 L Gebrauchslösung geschätzt. Es wird empfohlen, 2 Wannen in Serie zu benutzen (Vor-, Hauptdesinfektion), was die Menge der Gebrauchslösung verdoppelt. Für die Rechnung wurden 2 Szenarien mit unterschiedlichem Volumen Gebrauchslösung gerechnet: Szenario 1: 80 L, Szenario 2: 190 L.
- Es wurde angenommen, dass die Gebrauchslösung 1 Mal pro Woche erneuert wird, was 52 Füllungen pro Jahr ergibt (empirische Annahme basierend auf Gebrauchsanweisungen von Herstellern).
- Die Verbreitung von Wirkstoffen für Klauenbäder basieren auf einer empirischen Annahme, die angenommene Konzentration der Produkte in der Gebrauchslösung und die geschätzte mittlere Konzentration der Wirkstoffe im Produkt auf Gebrauchsanweisungen üblicher Produkte (Tabelle 7; vgl. Anhang 7.6). Betreffend die Produkte, welche Formaldehyd enthalten, wurde angenommen, dass der Wirkstoffgehalt 40 % Formaldehyd und die Konzentration des Produkts in der Lösung 5 % betragen (analog Produkt Klauenbäder für Schafe vgl. unten).

Bezüglich Klauenbäder für Schafe kann man aufgrund der Empfehlungen davon ausgehen, dass ausschliesslich Formaldehyd verwendet wird. Gemäss Expertenaussagen haben nur grössere Betriebe Klauenbäder (gemäss Annahme: Betriebe mit mindestens 20 Schafen). Schweiz weit entspricht dies rund 5000 Betrieben. Die Klauenbäder werden 2 Mal pro Jahr benutzt. Hinsichtlich Grösse der Klauenbäder wurden 2 Szenarien gerechnet. Szenario 1 geht von

Massen von 1.25 m x 0.8 m aus. Szenario 2 rechnet mit einer Grösse von 10 m x 1 m. Solche Bäder kommen etwa auf Alpbetrieben vor. Betreffend Flüssigkeitsspiegel im Bad kann man von 6 cm ausgehen. Dies entspricht einer Gebrauchslösungsmenge von 60 L für Szenario 1 und von 600 L für Szenario 2. Die Berechnung basierte auf einer Formaldehyd Konzentration in der Lösung von 5 % (gemäss Empfehlung 4-5 %; BGK, 2010). Das verwendete Produkt weist basierend auf BGK (2010) einen Gehalt von 40 % Formaldehyd auf.

Tabelle 7: Vorkommen der Wirkstoffe in Produkten zur Anwendung von Klauenbädern von Kühen (in % des Verbrauchs sämtlicher Produkte), angenommene Konzentration der Produkte in der Gebrauchslösung und geschätzte mittlere Konzentration der Wirkstoffe im Produkt (in %)

Wirkstoff Name	Didecyldimethylammoniumchlorid	Glutaral	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	Ameisensäure	Formaldehyd
CAS Nr	7173-51-5	111-30-8	68424-85-1	64-18-6	50-00-0
Häufigkeit der Anwendung	Anteil des Wirkstoffs in der Gebrauchslösung/ Geschätzte mittlere Konzentration der Wirkstoffe in den verwendeten Produkten in Prozent				
50 %	1 % / 16 %	1 % / 10 %	1 % / 24 %		
25 %				2 % / 55 %	
25 %					5 % / 40 %

3 Resultate

3.1 Übersicht

Basierend auf dem öffentlichen Produktregister des BAG (BAG 2012b) wurden insgesamt 37 Firmen identifiziert, welche Produkte für den Veterinärbereich und zur Reinigung von Melkanlagen vermarkten. In der Realität dürfte die Anzahl der Anbieter wesentlich höher liegen. Die Anzahl von Wirkstoffen gemäss BAG (2012b) beträgt 75 (Anhang 7.1). Gewisse Wirkstoffe sind nur in einem einzelnen Produkt enthalten. Häufige Wirkstoffe, d.h. Wirkstoffe, die in mehr als 50 Produkten vorkommen, sind Glutaral (n=51), C12-14-Alkyl[(ethylphenyl)methyl]dimethylchlorid (n=53), N-(3-Aminopropyl)-N-dodecylpropan-1,3-diamin (n=55), Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid (n=61), Alkyldimethylbenzylammoniumchlorid (n=66), Peressigsäure (n=74), Propan-2-ol (n=76), Ethanol (n=77), Natriumhypochlorit (n=85), Wasserstoffperoxid (n=130), Didecyldimethylammoniumchlorid (n=174).

Die Anzahl Produkte, welche im Rahmen dieser Studie basierend auf Internet Seiten von Herstellern und BAG (2012b) für die verschiedenen Anwendungen gefunden wurde (vgl. Kap. 2.4), ist wie folgt: Desinfektion von Ställen (inkl. Desinfektion Schuhe, Hände, Kleidung von Personal; Fütterungseinrichtungen): 34; Desinfektion von Transportfahrzeugen: 4; Melkhygiene: 19; Reinigung von Melkanlagen (inkl. Milchtanks): 26; Desinfektion von Klauen: 10.

3.2 Verbrauch von Wirkstoffen

3.2.1 Desinfektion von Ställen

Der geschätzte Verbrauch von Wirkstoffen zur Desinfektion von Ställen beträgt total rund 26 t pro Jahr (Tabelle 8). Dieser verteilt sich zu je rund 30 % auf QAV (Didecyldimethylammoniumchlorid, Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid), Glutaral und Wasserstoffperoxid plus Peressigsäure. Der Anteil von Chlorkresol beträgt rund 4 %. Zusätzlich werden wenige kg von Biphenyl-2-ol in der Pouletmast und rund 2 t Formaldehyd für die Aufzucht von Küken eingesetzt pro Jahr (in Tabelle 8 nicht aufgeführt). Schweine und Geflügel tragen je rund 50 % zum Gesamtverbrauch bei. Die Zucht weist einen Anteil von rund 80 % und die Mast von rund 20 % am Total der Schweineproduktion auf. Beim Geflügel liegt das Verhältnis bei etwa 2 (Mastpoulets) zu 1 (Legehennen) hinsichtlich des Verbrauchs von Wirkstoffen. Der Verbrauch der Kategorie übriges Geflügel ist vernachlässigbar.

Tabelle 8: Geschätzter Verbrauch von Wirkstoffen zur Desinfektion von Ställen in t pro Jahr⁸

Wirkstoff Name	Didecyldimethylammoniumchlorid	Glutaral	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	Chlor-kresol	Wasserstoffperoxid	Per-essigsäure	Total
CAS Nr	7173-51-5	111-30-8	68424-85-1	59-50-7	7722-84-1	79-21-0	
	$t a^{-1}$						
Schweine	1.9	3.8	2.8	0.2	3.8	1.9	14.4
<i>Zucht</i>	1.5	3.1	2.3	0.2	3.1	1.5	11.6
<i>Mast</i>	0.4	0.7	0.5	0.0	0.7	0.4	2.8
Geflügel	1.3	4.3	1.6	0.9	2.2	1.3	11.7
<i>Lege-Junghennen</i>	0.4	0.8	0.6	0.3	1.0	0.5	3.6
<i>Mastpoulets</i>	0.9	3.5	1.0	0.6	1.2	0.8	8.0
<i>Übr.Geflügel</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Total	3.2	8.1	4.5	1.1	6.0	3.2	26.0
Anteil	12 %	31 %	17 %	4 %	23 %	12 %	

⁸ Bei der Summierung gerundeter Zahlen innerhalb der Tabelle können Rundungsdifferenzen auftreten.

Nicht eingeschlossen in diesen Zahlen sind die Desinfektion von Schuhen und von Fütterungseinrichtungen bei Legehennen und Schweinen. Werden die verfügbaren Daten aus der Produktion von Mastpoulets auf die gesamte Geflügel und Schweineproduktion extrapoliert, kann man davon ausgehen, dass die Verbrauchsmengen im Vergleich zur Stalldesinfektion niedrig sind⁹.

Für den Bereich Schweinemast wird aus der Praxis eine Verbrauchsmenge von 40 Liter Gebrauchslösung mit 1 % bis 2 % des Produkts Aldekol Des 03 für 100 Mastplätze angegeben¹⁰. Hochgerechnet auf die Schweiz würde bei einer Konzentration des Produkts von 1 % bzw. 2 % eine Verbrauchsmenge von rund 1.5 t bzw. rund 3 t Wirkstoff (Glutaral, Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid) resultieren. Dies stimmt in der Grössenordnung mit den Zahlen von Tabelle 8 überein. Ein anderer Erfahrungswert gibt einen jährlichen Verbrauch von 50 Liter des Produkts MS Megades für einen Maststall mit 700 Plätzen an. Wird dieser Wert auf die Schweiz extrapoliert, resultiert ein Verbrauch von rund 7 t Wirkstoff (Glutaral, Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid). Dieser Wert liegt um einen Faktor von etwa 2.5 höher als der Wert von Tabelle 8.

3.2.2 Desinfektion von Transportfahrzeugen

Der geschätzte Verbrauch von Wirkstoffen zur Desinfektion von Transportfahrzeugen beträgt total rund 4 t pro Jahr unter der Annahme, dass sämtliche Fahrzeuge auf den Schlachthöfen nach jeder Lieferung desinfiziert werden (Tabelle 9). Wird unterstellt, dass nur ein Mal bzw. drei Mal pro Woche desinfiziert wird, beträgt der Verbrauch ca. 1 t bzw. ca. 2 t. Diese Mengen liegen damit um rund eine Grössenordnung tiefer als der Verbrauch von Wirkstoffen zur Desinfektion von Ställen. Die Abschätzung wurde für den Wirkstoff Didecyldimethylammoniumchlorid durchgeführt. Wird die Rechnung für Produkte mit andern Wirkstoffen durchgeführt (z.B. Soldes 194; Wirkstoff Poly(oxy-1.2-ethandiyl), alpha-[2-(didecylmethylammonio)-ethyl]-omega-hydroxypropanoat, CAS Nr. 94667-33-1) wäre die Wirkstoffmenge nur halb so hoch, da die Konzentration im Produkt tiefer liegt. Das Szenario „täglich“ dürfte aufgrund der Aussagen von Experten mit der Realität in der Praxis nicht übereinstimmen und zu einer Überschätzung der effektiv verwendeten Wirkstoffmenge führen (vgl. Kap. 2.3.2.1).

Tabelle 9: Geschätzter Verbrauch von Wirkstoffen zur Desinfektion von Transportfahrzeugen in t pro Jahr gemäss den Szenarien: Desinfektion 1 Mal pro Woche, 3 Mal pro Woche und täglich⁸

Szenario Desinfektion	Didecyldimethylammoniumchlorid (CAS Nr. 7173-51-5)			Anteil am Total
	1 Mal/Woche	3 Mal/Woche	täglich	
Schlachttiere	t a ⁻¹			
Ochsen	0.0	0.1	0.1	2%
Rinder	0.0	0.1	0.2	6%
Stiere	0.1	0.2	0.3	9%
Kühe	0.1	0.3	0.6	16%
Kälber	0.1	0.2	0.3	9%
Schweine	0.4	1.1	1.9	53%
Schafe	0.0	0.1	0.1	3%
Subtotal	0.7	2.1	3.5	100%
Lebendtiere	t a ⁻¹			
Zuchtschweine	0.1	0.1	0.1	*
Total gerundet	1	2	4	

* Anteil relativ zum Transport von Schlachttieren: 15 %, 6 % und 3 % bei Szenario 1 Mal/Woche, 3 Mal/Woche, bzw. täglich

⁹ z.B. für eine grosse Pouletmasthalle werden zur Desinfektion der Fütterungsleitungen per Ende Umtrieb ca. 100 L Gebrauchslösung verwendet (7.5 Umtriebe pro Jahr). Bei Verwendung eines Produkts wie z.B. Aldekol Des aktiv mit 17.3 % Peressigsäure als Wirkstoff, 1 % Konzentration des Produkts in der Gebrauchslösung und ca. 500 grossen Pouletmasthallen (in der Schweiz gibt es ca. 500 Masthallen mit >~4000 Plätzen) resultiert ein Verbrauch von ca. 0.6 t Wirkstoff

¹⁰ <http://www.huntenburg.de/Reinigen/reinigungsplanschw.html>

Beim Transport von Zuchtschweinen werden die Fahrzeuge konsequent nach jedem Transport gereinigt. Dennoch liegen die Verbrauchsmengen im Vergleich zu den Schlachtviehtransporten deutlich tiefer. Nur teilweise eingeschlossen in dieser Schätzung sind die Mengen zur Desinfektion der Transporteinrichtungen für Geflügel.

Welche Anteile der eingesetzten Wirkstoffe auf landwirtschaftliche Böden gelangen, ist aufgrund der unterschiedlichen Behandlung der auf den Schlachthöfen anfallenden Waschwässer schwer einschätzbar.

3.2.3 Melkhygiene

Die geschätzte Wirkstoffmenge, welche zur Reinigung und Desinfektion von Euter und Zitzen vor dem Melken mittels Feuchttüchern eingesetzt wird, beträgt rund 9 t (Tabelle 10). Der grösste Teil davon entfällt auf die Wirkstoffgruppen Alkohol und Chlor. Weitere mögliche Wirkstoffe sind QAV (v.a. Didecyldimethylammoniumchlorid, Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid), Polyhexamethylenbiguanid, Milchsäure, N,N'-Ethylenbis[N-acetylacetamid] und Dinatriumcarbonat. Die Mengen sind allerdings mit einer grossen Unsicherheit behaftet. Die geschätzte Wirkstoffmenge für die Zwischendesinfektion von Melkzeug beträgt rund 7 t Peressigsäure und 32 t Wasserstoffperoxid. Andere Wirkstoffe werden für diesen Zweck kaum eingesetzt. Zur Desinfektion der Zitzen nach dem Melken wird eine Menge von rund 4.0 t Jod und 2.7 t von andern Wirkstoffen (z.B. Tosylchloramidnatrium, Natriumbenzoat) verwendet. Gemäss Angaben von Herstellern wird 1.5 t Chlor (in Tabelle 10 enthalten unter der Spalte „Diverse“) für Produkte zur Desinfektion von Euter und Zitzen vor bzw. nach dem Melken eingesetzt.

Tabelle 10: Geschätzter Verbrauch im Bereich Melkhygiene in t pro Jahr⁸

Wirkstoff Name	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	Wasserstoffperoxid	Peressigsäure	Jod	Diverse	Total
CAS Nr	68424-85-1	7722-84-1	79-21-0	7553-56-2	-	
	t a ⁻¹					
Reinigung und Desinfektion von Euter und Zitzen vor dem Melken	0.2				8.8	9.0
Zwischendesinfektion von Melkzeug		31.6	6.9			38.5
Desinfektion der Zitzen nach d. Melken				4.0	2.7	6.7
Total	0.2	31.6	6.9	4.0	11.5	54.2

3.2.4 Reinigung von Melkanlagen

Die Wirkstoffmenge in Produkten zur Reinigung von Melkanlagen wurde auf rund 650 t geschätzt (Tabelle 11). Werden nur die Wirkstoffe berücksichtigt, die im öffentlichen Produkteregister (BAG, 2012b) aufgeführt sind, beträgt die Menge rund 400 t. Den grössten Anteil macht Natriumhypochlorit mit rund 50 % aus. Weitere wichtige Wirkstoffe sind Phosphor- und Sulfamidsäure (Anteil 18 % bzw. 21 %). Für die Reinigung der Milchtanks resultierte ein Verbrauch von rund 80 t Wirkstoffen. Dies entspricht 12 % der Menge, welche für die Reinigung von Melkanlagen verwendet wird.

Die geschätzten Werte stimmen nur teilweise mit den Angaben eines Herstellers überein. Die Differenz ist insbesondere bei Phosphorsäure gross (Tabelle 11). Die Diskrepanz zwischen den Resultaten der beiden Ansätze könnte zumindest teilweise auf Fehler bei der Festlegung der mittleren Konzentration der Wirkstoffe in den verwendeten Produkten zurückzuführen sein. Da es sich bei Produkten zur Reinigung von Melkanlagen um Zubereitungen handelt, deren Werte nicht publiziert werden dürfen, mussten für die Berechnungen die Werte der Sicherheitsdatenblätter verwendet werden. Darin werden nur Konzentrationsbereiche und keine festen Werte angegeben.

Tabelle 11: Geschätzter Verbrauch von Wirkstoffen zur Reinigung von Melkanlagen und Vergleich mit den Angaben eines Herstellers in t pro Jahr⁸

Wirkstoff Name	Natriumhypochlorit	Natriumdichlorisocyanuratdihydrat	Phosphorsäure	Schwefelsäure*	Sulfamidssäure*	Zitronensäure*	Polyhexamethylenbiguanid	Total
CAS Nr	7681-52-9	51580-86-0	7664-38-2	7664-93-9	5329-14-6	77-924-9	27083-27-8	
Melkanlage	t a ⁻¹							
Schätzung (vgl. Kap. 2.4.4)	344	34	115	23	138	-	3	656
Milchtank								
Schätzung (vgl. Kap. 2.4.4)	42	4	14	3	17		0.3	80
Total	386	38	129	26	155	-	3	736
Anteil	53 %	5 %	18 %	4 %	21 %	-	0.4 %	100 %
Angaben Hersteller	429	57	758	-	303	455	-	

* Im öffentlichen Produktregister des BAG (BAG, 2012b) nicht aufgeführt

3.2.5 Desinfektion von Klauen

Der Wirkstoffmengen, welche zur Desinfektion der Klauen von Kühen mittels Klauenbädern zum Einsatz kommen, wurden auf 31 t bis 75 t pro Jahr geschätzt (Tabelle 12). Formaldehyd macht davon etwa zwei Drittel aus. Der Anteil von QAV beträgt 6 t bzw. 15 t, was ca. 20 % des Gesamtverbrauchs entspricht. Ameisensäure weist ähnlich hohe Verbrauchsmengen wie QAV auf. Der Anteil von Glutaral liegt deutlich tiefer. Die verwendete Menge bei Schafen liegt im Bereich zwischen 13 t und 129 t pro Jahr. Formaldehyd ist der einzige verwendete Wirkstoff. Die Berechnung der Mengen geht von der Durchführung der Behandlung auf Einzelbetrieben aus. Allfällig vorhandene Klauenbäder auf Alpbetrieben (vgl. Küenzi, 2010) wurden nicht berücksichtigt.

 Tabelle 12: Geschätzter Verbrauch von Wirkstoffen zur Desinfektion von Klauen in t pro Jahr⁸

Wirkstoff Name	Didecyldimethylammoniumchlorid	Glutaral	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	Ameisensäure	Formaldehyd	Total
CAS Nr	7173-51-5	111-30-8	68424-85-1	64-18-6	50-00-0	
	t a ⁻¹					
Rindvieh (Kühe)						
Szenario 1*	2	2	4	8	15	31
Szenario 2**	6	4	9	20	36	75
Schafe						
Szenario 1 [§]					13	13
Szenario 2 ^{§§}					129	129
Total	2-6	2-4	4-9	8-20	28-165	44-204

Menge Gebrauchslösung pro Klauenbad: * 80 L; ** 190 L; [§] 60 L; ^{§§} 600 L

3.2.6 Totaler Verbrauch von Wirkstoffen für die Hygiene im Veterinärbereich

Der geschätzte totale Verbrauch von Wirkstoffen für die Hygiene im Veterinärbereich ist in Tabelle 13 aufgeführt. Das Total wird als Bereich angegeben unter Berücksichtigung der verschiedenen Szenarien von Desinfektion von Transportfahrzeugen sowie von Klauen von Rindvieh und Schafen. Die Menge beträgt rund 900 t bis 1000 t Wirkstoffe. Die weitaus wichtigste Anwendung ist die Reinigung von Melkanlagen/Milchtanks mit ca. 700 t. Die Desinfektion von Klauen verursacht insgesamt einen Verbrauch von rund 40 bis 200 t Wirkstoffe. Im Bereich Melkhygiene wird mit etwa 54 t Wirkstoffe ebenfalls eine relativ grosse Menge verbraucht. Die

Schätzung ist hier allerdings sehr unsicher. Der Verbrauch zur Desinfektion von Ställen beträgt rund 30 t.

Tabelle 13: Totaler Verbrauch von Wirkstoffen für die Hygiene im Veterinärbereich in t pro Jahr⁸

Wirkstoff	Didecyldimethylammoniumchlorid	Glutaral	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	Chlorkresol	Biphenyl-2-ol	Wasserstoffperoxid	Peressigsäure	Formaldehyd	Ameisensäure	Jod	Diverse	Natriumhypochlorit	Natriumdichlorisocyanurat Dihydrat	Phosphorsäure	Schwefelsäure*	Sulfamidsäure*	Polyhexamethylenbiguanid	Summe
CAS Nr.	7173-51-5	111-30-8	68424-85-1	59-50-7	90-43-7	7722-84-1	79-21-0	50-00-0	64-18-6	7553-56-2	-	7681-52-9	51580-86-0	7664-38-2	7664-93-9	5329-14-6	91403-50-8	
t a ⁻¹																		
Desinfektion von Ställen																		28
<i>Schweine</i>	1.9	3.8	2.8	0.2		3.8	1.9											14
<i>Lege-, Junghennen</i>	0.4	0.8	0.6	0.3		1.0	0.5											3.6
<i>Mastpoulets</i>	0.9	3.5	1.0	0.6	0.0	1.2	0.8											8.0
<i>Übriges Geflügel</i>	0.0	0.1	0.0	0.0		0.0	0.0											0.1
<i>Aufzucht Küken</i>								2.0										2.0
Desinfektion von Transportfahrzeugen	1-4																	1-4
Melkhygiene			0.2			31.6	6.9			4.0	11.5							54
Reing. Melkanlagen												344	34	115	23	138	3	656
Reing. Milchtanks												42	4	14	3	17	0.3	80
Desinfektion Klauen Rindvieh	2-6	2-4	4-9					15-36	8-20									31-75
Desinfektion Klauen Schafe								13-129										13-129
Total	6 - 13	10 - 12	8 - 13	1	0	38	10	30 - 168	8 - 20	3	10	386	39	129	26	154	3	864 - 1026
Anteil in %	~1	~1	~1	~0.1	0.0	~4	~1	**	~1	~0.5	~1	~40	~4	~15	~3	~15	~0.5	

* Im öffentlichen Produktregister des BAG (BAG, 2012b) nicht aufgeführt;**je nach Szenario: 3-14%

Nicht eingeschlossen in der vorliegenden Schätzung sind Bereiche wie Desinfektion von Schuhen und von Fütterungseinrichtungen bei Legehennen und Schweinen sowie tierärztliche Behandlungen oder weitere Tierkategorien (z.B. Bienen: Bekämpfung der Sauerbrut etc.). Deren Verwendungsmengen dürften verhältnismässig gering sein und höchstens 10 bis 20 % des geschätzten totalen Verbrauchs betragen.

Weiter kann es vorkommen, dass Wirkstoffe im öffentlichen Produktregister des BAG (BAG, 2012b) fehlen, wenn sie nicht aufgrund ihrer bioziden Wirkung eingesetzt werden. So ist z.B. Propan-2-ol nur in hohen Konzentrationen gegen Mikroorganismen wirksam. In niedrigen Konzentrationen wird es aber als Lösungsmittel eingesetzt und erscheint in diesem Fall nicht im Produktregister. Für solche Wirkstoffe wird die Verbrauchsmenge demzufolge unterschätzt.

Für potentiell umweltrelevante Stoffe wie QAV (vgl. Bürgi et al., 2007) dürfte dies allerdings nicht zutreffen, da sie ausschliesslich wegen ihrer bioziden Wirkung eingesetzt werden.

Wirkstoffe, welche in Produkten zur Reinigung von Melkanlagen/Milchtanks enthalten sind, weisen die höchsten Verbrauchsmengen auf: Natriumhypochlorit: 386 t, Sulfamidsäure: 154 t, Phosphorsäure: 129 t. Allerdings weichen hier die geschätzten Mengen stark von den Angaben eines Herstellers ab (Natriumhypochlorit: 429 t, Sulfamidsäure: 303 t, Phosphorsäure: 758 t). Weiter weist Formaldehyd einen hohen Verbrauch auf. Dies ist vor allem auf dessen Verwendung zur Desinfektion von Klauen zurückzuführen. Die Mengen der übrigen Wirkstoffe belaufen sich auf weniger als 50 t. Stoffe, welche als potentiell umweltrelevant gelten, weisen gemäss der vorliegenden Schätzung relativ niedrige Verbrauchsmengen auf (Natriumdichlorisocyanurat: 39 t, Quaternäre Ammoniumverbindungen QAV: 26 t, Polyhexamethylenbiguanid: 3 t, Chlorkresol: 1 t, Biphenyl-2-ol: wenige kg). Im Gegensatz zu Bürgi et al. (2007) wurden keine Hinweise betreffend die Verwendung von weiteren umweltrelevanten Stoffen wie Isothiazolinone gefunden.

4 Diskussion

4.1 Vergleich mit Daten aus der Literatur

Der gesamtschweizerische Verbrauch von bioziden Wirkstoffen (d.h. das Total sämtlicher Produktarten) liegt gemäss Bürgi et al. (2007) bei ca. 7400 t pro Jahr. Der in der vorliegenden Studie geschätzte Verbrauch in der Grössenordnung von 1000 t pro Jahr entspricht demnach etwa 15 % der Gesamtmenge. Bürgi et al. (2007) schätzte den Verbrauch von Produkten zur Desinfektion von Ställen auf 14 t bis 534 t pro Jahr. Im Vergleich zur vorliegend geschätzten Menge von rund 30 t pro Jahr scheint der höhere Wert als eindeutig zu hoch. Lassen et al. (2001) gibt für Dänemark einen Verbrauch von 4 t bis 5 t pro Jahr an. Diese vergleichsweise niedrige Menge könnte damit zusammenhängen, dass die Stalldesinfektion Ende der 1990er Jahre, welche die Basis für die Studie von Lassen et al. (2001) bildete, weniger häufig durchgeführt wurde. Eine weitere Ursache könnte ein effektiv tieferer Verbrauch pro Nutztier in Dänemark aufgrund der Tierhaltung in grösseren Einheiten und allenfalls weniger Fläche pro Tierplatz sein. Die Schätzung des Verbrauchs von Produkten zur Reinigung von Melkanlagen beträgt nach Bürgi et al. (2007) ca. 800 t bis 8000 t pro Jahr. Aufgrund der vorliegenden Daten (berechnete Menge von rund 700 t pro Jahr) kann man davon ausgehen, dass diese Werte überschätzt sind. Die von Lassen et al. (2001) für Dänemark geschätzte Menge von <100 t pro Jahr dürfte zu niedrig sein. Bei rund 10'000 dänischen Betrieben, die im Jahr 2000 Milchkühe hielten (DSt, 2012), wäre ein Wirkstoffverbrauch von rund 300 t pro Jahr plausibel.

Biozide Wirkstoffe wurden in Hofdüngern bisher nicht untersucht. Allerdings fanden Gans et al. (2008) QAV in Gärgut von Anlagen, welche Gülle im Ausgangsmaterial enthielt. Dies ist ein deutlicher Hinweis darauf, dass solche Stoffe durch die Anwendung im Veterinärbereich in die Gülle gelangen können. Die verhältnismässig hohen Konzentrationen von teilweise über 100 mg/kg Trockensubstanz weisen auf relativ hohe Einträge hin und bestätigen die hohe Persistenz der QAV. Zur Relevanz der QAV in Hofdüngern hinsichtlich des Risikos für Gewässer sind keine Studien bekannt. Aufgrund des von Bürgi et al. (2007) geschätzten Gesamtverbrauchs von QAV (d.h. das Total sämtlicher Produktarten) von rund 210 t dürfte der Beitrag des Verbrauchs zur Hygiene im Veterinärbereich (26 t) von relativ geringer Bedeutung sein.

4.2 Schätzung des Fehlerbereichs

Die vorliegende Studie liefert detailliertere und besser abgesicherte Resultate im Vergleich zu den Daten von Bürgi et al. (2007). Inwieweit die Daten plausibel sind, liess sich nur teilweise überprüfen. Soweit redundante Daten zur Plausibilisierung der geschätzten Verbrauchsmengen verfügbar waren, ergaben sich in verschiedenen Bereichen Diskrepanzen (z.B. Stalldesinfektion Schweine, Desinfektion Transportfahrzeuge, Reinigung von Melkanlagen). In diesem Zusammenhang soll im Folgenden eine Einschätzung des Fehlerbereichs der vorliegenden Rechnung durchgeführt werden. Die Unsicherheit der Schätzung des Gesamtverbrauchs an Biozidprodukten für die Hygiene im Veterinärbereich setzt sich aus Fehlern der folgenden Bereiche zusammen:

1. Verbreitung/Umsetzung der Anwendung (Anteil der Produzenten, welche eine Anwendung im Zusammenhang mit Biozidprodukten durchführen)
2. Fläche, auf der ein Biozidprodukt angewendet wird (Stalloberfläche, Oberfläche von Transportfahrzeugen)
3. Unbekannte oder nicht berücksichtigte Anwendungen
4. Zuordnung der Produkte bzw. Wirkstoffe zur betreffenden Anwendung
5. Menge Gebrauchslösung je Anwendung
6. Konzentration des Produkts in der Gebrauchslösung je Anwendung

Diese Bereiche können jeder der 13 untersuchten Anwendungen von Produkten zugeordnet werden, was insgesamt 78 Teilbereiche ergibt (Tabelle 14). Davon sind 61 anwendbar¹¹. Jedem Teilbereich wurde empirisch eine Schätzung des Fehlers zugeordnet: sehr niedrig, niedrig, mittel, gross, sehr gross. Für rund 25 % der Teilbereiche wurde die Unsicherheit als niedrig oder sehr niedrig eingeschätzt, für rund 25 % als mittel und für 50 % als hoch bzw. sehr hoch. Die Gesamtunsicherheit der Schätzung ergab für etwa 50 % der Anwendungen die Bewertung „sehr niedrig“ bis „mittel“ und für etwa 50 % „gross“ bis „sehr gross“. Von den fünf Anwendungen mit einer Gesamtunsicherheit der Kategorie „sehr gross“ (Übriges Geflügel, Desinfektion von Transportfahrzeugen, Desinfektion von Klauen Rindvieh, Desinfektion von Klauen Schafe) wurden zwei als mittel bis sehr hoch hinsichtlich der Menge und der potentiellen Umweltrelevanz eingeschätzt: Desinfektion von Transportfahrzeugen, Desinfektion von Klauen Rindvieh. Es handelt sich dabei um Anwendungen, für welche Produkte mit QAV als Wirkstoff eingesetzt werden. Diese würden in erster Priorität eine genauere Untersuchung erfordern. Die Genauigkeit der gesamten Verbrauchsmenge wird auf einen Faktor von etwa ± 2 geschätzt.

Tabelle 14: Matrix zur Schätzung des Fehlers der berechneten Verbrauchsmengen

	1. Verbreitung/Umsetzung der Anwendung	2. Fläche Anwendung	3. Unbekannte Anwendungen	4. Zuordnung der Produkte bzw. Wirkstoffe	5. Menge Gebrauchslösung	6. Konzentration des Produkts in der Gebrauchslösung	Gesamtunsicherheit	Relevanz (Menge, Umweltrelevanz)**
Desinfektion von Ställen								
Schweine	n	m	g	m	m	m	m	3
Legehennen	gg	-*	g	g	m	m	m	3
Mastpoulets	nn	-	n	nn	-	-	n	3
Übriges Geflügel	gg	-	-	gg	gg	m	gg	1
Aufzucht Küken	g	-	m	m	m	m	m	2
Desinfektion von Transportfahrzeugen	gg	m	g	gg	gg	gg	gg	3
Melkhygiene								
Reinigung/Desinfektion von Euter und Zitzen vor dem Melken	n	-	g	gg	gg	g	gg	2
Zwischendesinfektion des Melkzeugs	n	-	g	n	g	g	m	1
Desinfektion der Zitzen nach dem Melken	n	-	n	n	-	-	n	2
Reinigung von Melkanlagen	n	-	n	n	n	n	m	2
Reinigung von Milchtanks	g	-	g	g	g	m	g	1
Desinfektion von Klauen								
Rindvieh	m	-	g	m	gg	m	gg	5
Schafe	g	-	g	n	gg	n	gg	2***

*- = nicht anwendbar (vgl. Fussnote 11).

**vgl. Bürgi et al. (2007).

***Sofern nur Formaldehyd verwendet wird.

Geschätzte Fehlerbereiche: sehr niedrig nn, niedrig n, mittel m, gross g, sehr gross gg (sehr niedrig: <Faktor 1.5; niedrig: Faktor 1.5; mittel: Faktor 2; gross: Faktor 4; sehr gross: > Faktor 4).

- nicht anwendbar für die vorliegende Rechnung; vgl. Fussnote 11

Relevanz: 1 sehr tief; 2 tief; 3 mittel; 4 hoch; 5 sehr hoch

¹¹ z.B. der Teilbereich Desinfektion von Ställen Mastpoulets – 2. Fläche Anwendung ist im Rahmen dieser Studie nicht anwendbar, da die verbrauchten Mengen von Produkten direkt erhältlich waren und nicht via Anwendungshäufigkeit, zu desinfizierende Oberfläche, Menge Gebrauchslösung und Konzentration des Wirkstoffs in der Gebrauchslösung berechnet werden mussten.

4.3 Nicht berücksichtigte Bereiche

Neben Bereichen, welche in der vorliegenden Schätzung nicht berücksichtigt wurden wie Desinfektion von Ställen in der Rindviehproduktion, tierärztliche Behandlungen, sind weitere Anwendungen denkbar, die biozide Wirkstoffe enthalten könnten: biozide Wirkstoffe in Reinigungsmitteln oder Topfkonservierungsmitteln¹² in Produkten, die nicht deklarationspflichtig und demnach im Produkteregister des BAG (BAG, 2012b) nicht aufgeführt sind. Diesbezüglich wären eingehende Recherchen nötig, was im Rahmen der vorliegenden Studie nicht möglich war.

4.4 Mögliche künftige Entwicklung des Verbrauchs von Wirkstoffen mittelfristig

Im Bereich Desinfektion von Ställen ist insgesamt eine Erhöhung der Verbrauchsmenge denkbar. Der Bereich Geflügel dürfte kaum betroffen sein, da schon jetzt praktisch flächendeckend desinfiziert wird. Ein Potential in Richtung Mehrverbrauch besteht bei den Schweinen. Eine Erhöhung der Menge auf insgesamt rund 30-40 t ist denkbar. Bei der Desinfektion von Transportfahrzeugen würde bei einer flächendeckenden Umsetzung eine Menge in der Grössenordnung von 5 t verbraucht. Bei der Reinigung von Melkanlagen ist aufgrund des Trends zu weniger aber grösseren Milchproduktionsbetrieben eher von einer Abnahme der Verbrauchsmenge auszugehen. Ein Potential in Richtung Zunahme ist im Bereich Desinfektion von Klauen beim Rindvieh vorhanden. Bezüglich Desinfektion von Klauen beim Rindvieh sind die Fachmeinungen geteilt. Gewisse Experten halten die Verwendung von Klauenbädern als alleinige Massnahme im Zusammenhang mit Klauenerkrankungen als nicht zielführend und gehen deshalb davon aus, dass die Verwendung von Produkten in diesem Bereich nicht weiter ansteigen wird. Gemäss andern Fachmeinungen wird die Bedeutung von Klauenbädern für Rindvieh im Zusammenhang mit der Mortellaro Krankheit zunehmen. Der geschätzte Verbrauch liegt aktuell in der Grössenordnung zwischen 50 t bis 100 t bei einer Anwendung von wenigen Prozent aller Betriebe. Rund 10 % bis 20 % der eingesetzten Wirkstoffe sind QAV. Würden in Zukunft beispielsweise rund 30 % der Betriebe Klauendesinfektion anwenden, könnte der Verbrauch auf 500 t bis 1000 t ansteigen. Die Menge der QAV dürfte in diesem Fall 70-150 t erreichen.

5 Verdankungen

Enzo Fuschini (SGD), Samuel Kohler (HAFL), und Peter Spring (HAFL) sei gedankt für ihre fachliche Unterstützung und für die kritische Durchsicht des Berichts. Wir danken weiter den rund 40 Experten/-innen für die äusserst wertvolle Zusammenarbeit im Rahmen dieses Projekts. Sie haben Beiträge geleistet in Form von Recherchen und Aufbereitung von Informationen sowie Gegenlesen und Kommentieren des vorliegenden Berichts.

Die Experten/-innen stammen aus folgenden Institutionen:

- Firmen (Hersteller von Produkten, Lebensmittelindustrie, Stallbau, Tiertransport, Viehhandel)
- Hochschulen
- Landwirtschaftliche Beratungsdienste
- Landwirtschaftliche Forschungsanstalten
- Landwirtschaftliche Schulen
- Tierärztliche Beratungsdienste
- Verbände

¹² Produkte zum Schutz von Fertigerzeugnissen (ausser Lebens- und Futtermitteln) in Behältern gegen mikrobielle Schädigung zwecks Verlängerung ihrer Haltbarkeit (Schweiz. Bundesrat, 2012a).

6 Literatur

- Agridea. 2009. Datenblätter Schweine, Produktionssysteme / Haltungsformen – Betriebstypen, 2.2.1. Juni 2009. URL: http://www.agrigate.ch/fileadmin/user_upload/agrigate/cocoon/transfer/pdf/pdf/agrideacontent/2655.pdf (27.11.2012)
- BAG. 2012a. Inoffizielle Liste der notifizierten Wirkstoffe. Bundesamt für Gesundheit (BAG), Bern. URL: <http://www.bag.admin.ch/anmeldestelle/00925/00937/index.html?lang=de> (27.11.2012)
- BAG. 2012b. Biozide: öffentliches Produktregister des BAG. Bundesamt für Gesundheit (BAG), Bern. URL: <http://www.bag.admin.ch/anmeldestelle/13334/index.html?lang=de> (15.08.2012)
- BDM. 2012: Warnung vor QAV-haltigen Spülmitteln. Bundesverband Deutscher Milchviehhalter e.V. 24.07.2012. URL: <http://bdm-verband.org/html/index.php?module=News&func=display&sid=433> (02.12.2012).
- BfR. 2012. Gesundheitliche Bewertung der Rückstände von Didecyldimethylammoniumchlorid (DDAC) in Lebensmitteln. Stellungnahme Nr. 027/2012 des BfR vom 9. Juli 2012. Bundesinstitut für Risikobewertung URL: <http://www.bfr.bund.de/cm/343/gesundheitliche-bewertung-der-rueckstaende-von-didecyldimethylammoniumchlorid-ddac-in-lebensmitteln.pdf> (02.12.2012).
- BGK. 2010. Technische Weisungen für das Moderhinke-Sanierungsprogramm des BGK. Beratungs- und Gesundheitsdienst für Kleinwiederkäuer BGK, Herzogenbuchsee. URL: <http://bgk.caprovis.ch/files/Reglemente%20deutsch/Moderhinke%20Technische%20Weisungen%20vom%201.1.2010%20-%20d.pdf> (08.08.2012).
- BLW. 2011. Agrarbericht 2011. Bern: Bundesamt für Landwirtschaft BLW.
- Bürgi, D., Knechtenhofer, L., Meier, I., Giger, W. 2007. Biozide als Mikroverunreinigungen in Abwasser und Gewässern. Teilprojekt 1: Priorisierung von bioziden Wirkstoffen. Bericht im Auftrag von Bundesamt für Umwelt (BAFU) und ERZ Entsorgung + Recycling, Zürich. Zürich: FriedliPartner AG, Geotechnik, Altlasten, Umwelt.
- BVET. 2008. Tierschutz-Kontrollhandbuch Baulicher und qualitativer Tierschutz Schweine. Version 2.0 1. November 2008. Bundesamt für Veterinärwesen (BVET), Bern.
- DSt, 2012: Statistic Denmark. Agricultural Statistics. URL:<http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1280> (10.12.2012).
- DVG. 2012. Liste der nach den Richtlinien der DVG geprüften und für wirksam befundenen Desinfektionsmittel für die Tierhaltung (Handelspräparate). Stand Oktober 2012. Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (DVG), Gießen D. URL: <http://www.dvg.net/fileadmin/Bilder/DVG/PDF/12-10-13-TH13-Homepage.pdf> (05.12.2012)
- EU Kommission. 2007. Verordnung (EG) Nr. 1451/2007 der Kommission vom 4. Dezember 2007 über die zweite Phase des Zehn-Jahres-Arbeitsprogramms gemäß Artikel 16 Absatz 2 der Richtlinie 98/8/EG des Europäischen Parlaments und des Rates über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten. Amtsblatt der Europäischen Union, 11.12.2007, L325/3-65. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:325:0003:0065:DE:PDF> (23.11.2012)
- Flisch, R., Sinaj, S., Charles, R., Richner, W. 2009. Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau - Kapitel 11-14. Agrarforschung 16(2): 50-71.
- Gans, O., Weiss, S., Sitka, A., Pfundtner, E., Scheffknecht, C., Scharf, S. 2008. Determination of selected veterinary antibiotics and quaternary ammonium compounds in digestates of biogas plants in Austria. In: Fuchs, J., Kupper, T., Tamm, L., Schenk, K., (eds.). February 27-29, 2008; Solothurn, Switzerland. p 67-71.
- Gordon, P., Doherr, M., Kohler, S., Reist, M., van den Borne, B., Menendez, S. 2011. Umfrage zu Managementmassnahmen beim Schweizer Milchvieh. Bericht Vetsuisse Fakultät Universität Bern, Universität Zürich, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen.

- Herren, C., Häberli, A. 2011. Reduzierte Infektionsgefahr beziffert. UFA Revue 10, 58-59.
- Kuhlemann, J. 2011. Epidemiologie und Bekämpfung der Moderhinke auf regionaler Ebene. Dissertation. Tierärztliche Hochschule Hannover. URL: http://elib.tiho-hannover.de/dissertations/kuhlemannj_ss11.pdf (08.082012).
- Küenzi, A. 2010. Konsequenz dem Panaritium vorbeugen. Die Grüne 15, 17-19.
- Kupper, T., Bonjour, C., Achermann, B., Rihm, B., Zaucker, F., Menzi, H., 2013. Ammoniakemissionen in der Schweiz: Neuberechnung 1990-2010. Prognose bis 2020. Berner Fachhochschule. Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Zollikofen, p. 110. (URL:<http://www.agrammon.ch/dokumente-zum-download/>)
- Lassen, C., Skarup, S., Mikkelsen, S.H., Kjolholt, J., Nielsen, P.J., Samsoe-Petersen, L. 2001. Inventory of biocides used in Denmark. Environmental Project No 585 2001. Danish Environmental Protection Agency.
- Römer, A. 2011. Sind die hohen Leistungen schuld? Die Klauengesundheit von Milchkühen. UFA Revue 9, 74-75
- Rösch, M., Strabel, 2011. Zitzendippmittel im Überblick – Für einen hohen Vorbeugeeffekt gegen Mastitis (Merkblatt; Hrsg: RGD/Agriidea Eschikon, Lindau). UFA Revue 10, 51-54.
- SBV. 2012. Landwirtschaftliche Monatszahlen, 2011. Schweizerischer Bauernverband. <http://www.sbv-usp.ch/de/shop/landwirtschaftliche-monatszahlen/print.html> (30.07. 2012)
- Schweiz. Bundesrat, 2012a. Verordnung über das Inverkehrbringen von und den Umgang mit Biozidprodukten (Biozidprodukteverordnung, VBP), 18. Mai 2005 (Stand am 1. Dezember 2012). Der Schweiz. Bundesrat, Bern, Schweiz.
- Schweiz. Bundesrat, 2012b. Tierschutzverordnung (TSchV), 23. April 2008 (Stand am 1. Juni 2012). Der Schweiz. Bundesrat, Bern, Schweiz.
- SGD. 2007. SGD-Merkblätter für Schweineprofis. Reinigungs- und Desinfektionsmassnahmen in Schweineställen URL: <http://www.suisag.ch/SGD/tabid/75/Default.aspx> (23.11.2012).
- SGD. 2011. SGD-Merkblätter für Schweineprofis. Desinfektionsmittel URL: <http://www.suisag.ch/SGD/tabid/75/Default.aspx> (23.11.2012).
- SGD. 2012. Beratungs- und Gesundheitsdienst in der Schweinehaltung. URL: <http://www.suisag.ch/SGD/tabid/75/Default.aspx> (23.11.2012).
- Speiser, B., Tamm, L., Berner, A., Maurer, V., Chevillat, V., Schneider, C., Studer, T., Walkenhorst, M. 2012. Betriebsmittelliste 2012. Hilfsstoffliste für den biologischen Landbau in der Schweiz. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frick. URL: <https://www.fibll-shop.org/shop/artikel/1032-hilfsstoffliste.html> (08.082012).
- Steiner, A. 2005. Zehenerkrankungen beim Rind. Skriptum zur VL im Themenblock Bewegungsapparat. Wiederkäuerklinik. Vetsuisse Fakultät Universität Bern. URL: http://www.dkv.unibe.ch/unibe/vetmed/dkv/content/e2210/e3653/e4858/e3661/e3667/e3676/e3680/zehenerkrankungen_ger.pdf (08.082012).
- Suisag. 2010. Zahlen und Projekte. Aktiengesellschaft für Dienstleistungen in der Schweineproduktion. URL: <https://www.suisag.ch/Dokumente/tabid/111/Default.aspx> (23.11.2012)
- Thoma, E. 2011. Melk- und Kälberbereich haben Priorität. UFA Revue 10, 56-57.
- Von der Lage, A., Berckert, I., Niemann, F. 2010. DLG-Merkblatt 364. Hygienetechnik und Managementhinweise zur Reinigung und Desinfektion von Stallanlagen. Frankfurt/Main: DLG e.V. Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft. DLG-Ausschuss für Technik in der tierischen Produktion.
- Wiedmer, H. 2011. Althennen Schlachtungen verdoppelt. SGZ(6-7): 10-11
- Winter, P. 2009. Praktischer Leitfaden Mastitis - Vorgehen beim Einzeltier und im Bestand. Parey Verlag.

7 Anhang

7.1 Wirkstoffe in Produkten von PA3 und zur Reinigung von Melkanlagen

n: Anzahl Produkte gemäss BAG (2012b)

nf: Wirkstoff gefunden in Produkt im Rahmen der vorliegenden Studie

MW, Min, Max: Mittelwert, Minimum, Maximum der Wirkstoffkonzentration im Produkt (in %)

Wirkstoff	CAS-Nr	n	nf	MW	Min	Max
Chlordioxid	10049-04-4			0.29	0.00	0.90
Triclocarban	101-20-2	1		100.00	100.00	100.00
2,2-Dibrom-2-cyanacetamid	10222-01-2	1		97.60	97.60	97.60
N,N'-Ethylenbis[N-acetylacetamid]	10543-57-4	5	x	11.26	10.00	15.30
Glyoxal	107-22-2	8		3.65	0.04	8.00
Sorbinsäure	110-44-1	1		0.10	0.10	0.10
Glutaral	111-30-8	51	x	13.57	0.02	50.00
Clorofen	120-32-1	1		4.95	4.95	4.95
2-Phenoxyethanol	122-99-6	4		1.78	0.70	5.00
Tosylchloramid-Natrium	127-65-1	4	x	95.00	90.00	100.00
Calciumdihydroxid	1305-62-0	1		8.00	8.00	8.00
Natrium-2-biphenylat	132-27-4	3		38.97	19.90	71.70
Benzododeciniumchlorid	139-07-1	1		3.85	3.85	3.85
Amine,n-C10-16-alkyltrimethylenedi-,ReaktionsprodukteausChloressigsäure	139734-65-9	4		12.69	0.06	30.00
Dinatriumcarbonat, Verbindung mit Hydrogenperoxid(2:3)	15630-89-4	7	x	64.43	50.00	76.00
D-Gluconsäure, Verbindung mit N,N"-Bis(4-chlorphenyl)-3,12-diimino-2,4,11,13-tetraazatetradecandiamidin (2:1)	18472-51-0	17		1.25	0.23	4.00
N-(3-Aminopropyl)-N-dodecylpropan-1,3-diamin	2372-82-9	55		5.55	0.45	38.00
Polymer aus Formaldehyd und Acrolein	26781-23-7	1	x	12.00	12.00	12.00
Polyhexamethylenbiguanid (Monomer: 1,5-Bis(trimethylen)guanylguanidin Monohydrochlorid)	27083-27-8	22	x	1.58	0.10	4.00
Troclosennatrium	2893-78-9	4		23.57	2.35	50.00
Poly-(hexamethylenbiguanid)hydrochlorid)	32289-58-0	2		1.05	1.05	1.05
Dinatriumperoxydicarbonat	3313-92-6	1		80.00	80.00	80.00
Decansäure	334-48-5	1		1.98	1.98	1.98
Peroxyoctansäure	33734-57-5	7		0.60	0.30	1.40
Triclosan	3380-34-5	1		0.60	0.60	0.60
Dolomitmalk	37247-91-9	2		15.00	15.00	15.00
Oligo(2-(2-ethoxy)ethoxyethylguanidiniumchlorid)	374572-91-5	3		0.27	0.13	0.50
Dolomitmalkhydrat	39445-23-3	2		15.00	15.00	15.00
Formaldehyd	50-00-0	16	x	11.01	0.00	45.50
Milchsäure	50-21-5	2	x	2.40	2.40	2.40
Natriumdichlorisocyanurat Dihydrat	51580-86-0	28	x	19.80	2.27	100.00
EBAAP	52304-36-6	12		0.12	0.10	0.20
Dimethyldioctylammoniumchlorid	5538-94-3	2		4.20	4.00	4.40
Gemisch aus: 5-chlor-2-methyl-2H-isothiazol-3-on und 2-Methyl-2H-isothiazol-3-on (3:1)	55965-84-9	3		4.90	0.30	14.10
Poly(hexamethylendiaminguanidiniumchlorid)	57028-96-3	3		0.81	0.38	1.50

Biozidprodukte für die Hygiene im Veterinärbereich

Wirkstoff	CAS-Nr	n	nf	MW	Min	Max
Chlorkresol	59-50-7	9	x	14.46	0.12	25.00
Quaternäre Ammoniumverbindungen, Benzyl-kokos-alkyldimethyl-, Chloride	61789-71-7	1	x	9.90	9.90	9.90
Quaternäre Ammoniumverbindungen, Benzyl-C8-18-alkyldimethyl-, Chloride	63449-41-2	2		1.75	1.50	2.00
Ethanol	64-17-5	77	x	51.02	0.80	77.00
Ameisensäure	64-18-6	3	x	28.30	5.00	55.00
Essigsäure	64-19-7	7	x	9.96	7.71	18.30
Propan-2-ol	67-63-0	76	x	29.41	1.10	80.00
Alkyldimethylbenzylammoniumchlorid	68391-01-5	66	x	3.00	0.03	25.00
Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	68424-85-1	61	x	9.64	0.25	50.00
Benzyl-C10-16-alkyldimethylchlorid	68989-00-4	1	x	1.90	1.90	1.90
Salicylsäure	69-72-7	18		1.44	0.10	16.00
Pentakalium-bis(peroxymonosulfat)-bis(sulfat)	70693-62-8	4	x	39.53	8.20	50.40
Propan-1-ol	71-23-8	29	x	34.33	5.00	52.50
Didecyldimethylammoniumchlorid	7173-51-5	174	x	4.65	0.03	40.00
Silber	7440-22-4	6	x	0.93	0.00	4.37
Jod	7553-56-2	31		0.56	0.02	3.30
Siliciumdioxid, amorph	7631-86-9	2	x	3.00	3.00	3.00
Chlorwasserstoffsäure	7647-01-0	1	x	0.02	0.02	0.02
Natriumchlorid	7647-14-5	1	x	0.04	0.04	0.04
Orthophosphorsäure	7664-38-2	1	x	45.00	45.00	45.00
Natriumhypochlorit	7681-52-9	85	x	13.28	0.01	100.00
Wasserstoffperoxid	7722-84-1	130	x	17.94	0.00	57.00
Natriumchlorit	7758-19-2	5	x	3.33	0.17	7.65
Silbernitrat	7761-88-8	1		0.20	0.20	0.20
Natriumpersulfat	7775-27-1	8	x	14.75	14.75	14.75
Chlor	7782-50-5	1	x	0.02	0.02	0.02
Silberchlorid	7783-90-6	1		0.08	0.08	0.08
Hypochlorigesäure	7790-92-3	1		0.01	0.01	0.01
Bromessigsäure	79-08-3	7		5.49	2.00	8.00
Glykolsäure	79-14-1	9		4.75	0.07	11.50
Peressigsäure	79-21-0	74	x	8.29	0.01	36.50
L-(+)-Milchsäure	79-33-4	49		4.59	0.15	17.50
Alkylbenzyltrimethylammoniumchlorid / Benzalkoniumchlorid	8001-54-5	7	x	4.41	0.05	26.00
Melaleuca alternifolia, Extrakt/Öl des Australischen Teebaums	85085-48-9	1	x	0.40	0.40	0.40
Benzyl-C12-14-alkyldimethylchlorid	85409-22-9	11		6.48	0.50	17.00
C12-14-Alkyl[(ethylphenyl)methyl]dimethylchlorid	85409-23-0	53	x	3.10	0.03	33.33
Symclosen	87-90-1	2		62.00	28.00	96.00
Biphenyl-2-ol	90-43-7	16	x	14.68	0.10	99.50
Polyhexamethylenbiguanid	91403-50-8	4	x	3.27	0.50	10.00
Poly(oxy-1,2-ethandiyloxy)-,alpha.-[2-(didecylmethylammonio)ethyl]-,omega.-hydroxy-, propanoat (Salz)	94667-33-1	8	x	1.33	0.06	5.00

7.2 Herleitung der zu desinfizierenden Stalloberfläche für Schweine

Die Berechnungen erfolgten aufgrund der Angaben einer Stallbaufirma. Die Flächenberechnung für Zuchtschweine basiert auf einem Stall mit 140 Plätzen (rund die Hälfte der Zuchtschweinebestands werden in Einheiten mit ≥ 140 Plätzen gehalten). Die Flächenberechnung wurde nur für diejenigen Ställe durchgeführt, welche desinfiziert werden, d.h. für Abferkelstall mit 46 Abferkelbuchten; Ferkelaufzuchtstall mit 600 Plätzen nicht aber für Galtsauenstall und Deckzentrum.

Die Flächenberechnung für Mastschweine basiert auf einem Stall mit 1016 Plätzen (durchschnittliche Bestandesgrösse: rund 100 Plätze).

Abferkelstall (46 Abferkelbuchten)		Fläche total	Fläche pro Tier total	Fläche zur Desinfektion pro Tier*
Bodenfläche	m ²	421	9.2	9.2
Wände				
Laufmeter Wände	m	184		
Wandhöhe	m	2.5		
Wandfläche	m ²	460	10.0	6.0*
Aufstallung				
Laufmeter Element 1 à 100 cm Höhe	m	246		
Laufmeter Element 2 à 60 cm Höhe inkl. Ferkelnestdeckel	m	138		
Total Fläche Aufstallung (Element 1 und 2: je 2 Stk)	m ²	658	14.3	14.3
Total	m ²			29.4

Ferkelaufzuchtstall (5 x 120 Plätze)		Fläche total	Fläche pro Tier total	Fläche zur Desinfektion pro Tier*
Bodenfläche	m ²	311	0.5	0.5
Wände				
Laufmeter Wände	m	158		
Wandhöhe	m	2.5		
Wandfläche	m ²	396	0.7	0.4*
Aufstallung				
Laufmeter Element 1 à 80 cm Höhe	m	339		
Total Fläche Aufstallung (2 Elemente)	m ²	542	0.9	0.9
Total	m ²			1.8

*Desinfektion der Stallwände: bis 1.5 m ab Boden; die Decke wird nicht desinfiziert.

Maststall (1016 Plätze)		Fläche total	Fläche pro Tier total	Fläche zur Desinfektion pro Tier*
Bodenfläche	m ²	964	0.9	0.9
Wände				
Laufmeter Wände	m	413		
Wandhöhe	m	2.5		
Wandfläche	m ²	1033	1.0	0.6*
Aufstallung				
Laufmeter Element 1 à 100 cm Höhe	m	406		
Total Fläche Aufstallung (2 Elemente)	m ²	812	0.8	0.8
Total	m ²			2.4

*Desinfektion der Stallwände: bis 1.5 m ab Boden; die Decke wird nicht desinfiziert.

7.3 Tierzahlen 2010

Tierkategorie	Anzahl Tiere
Milchkühe	589'024
Mutterkühe	111'291
Aufzuchtrinder unter 1-jährig	226'352
Aufzuchtrinder 1- bis 2-jährig	212'778
Aufzuchtrinder über 2-jährig	119'163
Mutterkuhkälber	88'095
Masttiere (Rindvieh)	145'084
Mastkälber	99'446
Säugende Sauen*	33'508
Galtsauen*	106'070
Ferkel abgesetzt bis 25 kg*	350'908
Eber*	3'685
Mastschweine und Remonten**	788'149
Legehennen	2'438'051
Junghennen	925'522
Mastpoulets	5'580'103
Masttruten	58'074
Übriges Geflügel	23'153
Pferde über 3-jährig	53'441
Pferde unter 3-jährig	8'672
Ponys, Kleinpferde, Esel, Maultiere/Maulesel jeden Alters	20'407
Schafe	228'178
Milchschafe	12'362
Ziegen	54'739
Bisons über 3-jährig	222
Bisons unter 3-jährig	291
Damhirsche	9'773
Rothirsche	1311
Lamas über 2-jährig	2'127
Lamas unter 2-jährig	842
Alpakas über 2-jährig	2'295
Alpakas unter 2-jährig	821

* Zuchtschweine

** Mastschweine

Quelle: Kupper et al. (2013)

7.4 Wirkstoffgehalte von Produkten zur Desinfektion von Ställen

Produkte mit der Wirkstoffkombination Glutaral - Quaternäre Ammoniumverbindungen (QAV)

Produktename	Wirkstoff	CAS-Nr	Gehalt (%)
Aldekol Des FF	Didecyldimethylammoniumchlorid	7173-51-5	9.0
Aldekol Des 04	Didecyldimethylammoniumchlorid	7173-51-5	7.5
GERMICIDAN FF Plus	Didecyldimethylammoniumchlorid	7173-51-5	4.9
HYPRED FORCE 7	Didecyldimethylammoniumchlorid	7173-51-5	1.5
INO SF	Didecyldimethylammoniumchlorid	7173-51-5	1.5
Mittlere Konz.¹³	Didecyldimethylammoniumchlorid	7173-51-5	10
Aldekol Des FF	Glutaral	111-30-8	22.0
Aldekol Des 03	Glutaral	111-30-8	45.5
Aldekol Des 04	Glutaral	111-30-8	24.5
GERMICIDAN FF Plus	Glutaral	111-30-8	24.5
HYPRED FORCE 7	Glutaral	111-30-8	13.0
INO SF	Glutaral	111-30-8	13.0
MS Megades	Glutaral	111-30-8	10.8
TH5	Glutaral	111-30-8	10.0
Mittlere Konz.¹³	Glutaral	111-30-8	20
Aldekol Des FF	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	68424-85-1	14.5
Aldekol Des 03	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	68424-85-1	2.3
HYPRED FORCE 7	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	68424-85-1	8.0
INO SF	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	68424-85-1	8.0
MS Megades	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	68424-85-1	17.0
TH5	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	68424-85-1	32.5
Mittlere Konz.¹³	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	68424-85-1	15

Produkte mit Chlorkresol

Produktename	Wirkstoff	CAS-Nr	Gehalt (%)
ALDECOC CMK	Chlorkresol	59-50-7	25.0
Aldecoc XD	Chlorkresol	59-50-7	20.0
Neopredisan 135-1	Chlorkresol	59-50-7	25.0
Mittlere Konz.¹³	Chlorkresol	59-50-7	25

Produkte mit der Wirkstoffkombination Wasserstoffperoxid und Peressigsäure

Produktename	Wirkstoff	CAS-Nr	Gehalt (%)
Halades 01	Wasserstoffperoxid	7722-84-1	25.6
DEPTIL PA 5	Wasserstoffperoxid	7722-84-1	14.5
GERMICIDAN PES	Wasserstoffperoxid	7722-84-1	23.0
Mittlere Konz.¹³	Wasserstoffperoxid	7722-84-1	20
Aldekol Des Aktiv	Peressigsäure	79-21-0	14.0
Halades 01	Peressigsäure	79-21-0	4.8
DEPTIL PA 5	Peressigsäure	79-21-0	5.0
GERMICIDAN PES	Peressigsäure	79-21-0	15.0
Mittlere Konz.¹³	Peressigsäure	79-21-0	10

¹³ Mittlere Konzentration verwendet für die Berechnung der Anwendungsmengen

7.5 Herleitung der zu desinfizierenden Oberfläche von Transportfahrzeugen

Tierkategorie	Anzahl geschlachtete Tiere	Mindest-raumbedarf pro Tier	Mindestfläche Transport total	Typ Transport-fahrzeug (An-zahl/Achsen; Typ des Aufbaus)	Transport-fläche pro Fahrzeug	Anzahl Transporte pro Jahr	Zu desinfizie-rende Fläche pro Fahrzeug	Zu desinfizie-rende Fläche total pro Jahr
		m ²	m ²		m ²		m ²	m ²
Ochsen	30'514	1.4	42'720	2 Achsen 1 Stöckig	17.2	2'491	87.8	218'655
Rinder	77'491	1.4	108'487	2 Achsen 1 Stöckig	17.2	6'326	87.8	555'278
Stiere	109'325	1.4	153'055	2 Achsen 1 Stöckig	17.2	8'924	87.8	783'392
Kühe	173'896	1.6	278'234	2 Achsen 1 Stöckig	17.2	16'224	87.8	1'424'102
Kälber	256'269	0.6	153'761	2 Achsen 1 Stöckig	17.2	8'966	87.8	787'007
Schweine	2'844'612	0.43	1'223'183	3 Achsen 2 Stöckig	40.4	30'258	154.7	4'682'046
Schafe	242'568	0.33	80'047	3 Achsen 2 Stöckig	40.4	1'980	154.7	306'402
Total						75'169		8'756'881

Kommentare und Quellen:

- Anzahl geschlachtete Tiere: Kontrollierte Schlachtungen von inländischem Gross- und Kleinvieh gemäss SBV (2012)
- Mindestfläche Transport total: Produkt aus Anzahl geschlachtete Tiere und Mindestraumbedarf pro Tier
- Typ Transportfahrzeug: das am häufigsten verwendete Fahrzeug je Tierkategorie (Auskunft Firmen Bereiche Tiertransport, Viehhandel)
- Transportfläche pro Fahrzeug: gemäss Abgaben von Herstellern (vgl. unten)
- Anzahl Transporte pro Jahr: Quotient aus Mindestfläche Transport total und Transportfläche pro Fahrzeug. Plausibilitätsprüfung der totalen Anzahl Transporte pro Jahr: 75'169/260 (260: Anzahl Arbeitstage pro Jahr) ergibt 289 Transporte pro Tag. Die geschätzte Anzahl von Transportfahrzeugen in der Schweiz beträgt rund 400. Wenn man davon ausgeht, dass ein Schlachthof von einem Transportfahrzeug nur einmal pro Tag angefahren wird und nicht jedes Fahrzeug für Schlachtviehtransporte verwendet wird, erscheint diese Zahl plausibel.
- Zu desinfizierende Fläche pro Fahrzeug: gemäss Abgaben von Herstellern (vgl. unten)
- Zu desinfizierende Fläche total pro Jahr: Produkt aus Anzahl Transporte pro Jahr und zu desinfizierende Fläche pro Fahrzeug

Herleitung der Flächen pro Transportfahrzeug

	LKW 2 Achsen 1 Stöckig	LKW 3 Achsen 2 Stöckig	Lieferwagen 3.5 t
Transportaufbau			
Breite (m)	2.45	2.45	2.00
Höhe (m)	2.20	2.2	1.90
Länge (m)	7.70	8.25	3.50
Trennwände im Innern	2 Stück	2 Stück pro Etage	2 Stück
Breite (m)	2.45	2.45	2.00
Höhe (m)	1.50	1.2	1.50
Oberflächen			
Boden (m ²)	17.15	40.43	7.00
Wände (m ²)	30.80	36.30	13.30
Decke (m ²)	17.15	40.43	7.00
Trennwände (m ²)	14.70	23.52	12.00
Total (m ²)	79.8	140.7	39.30
Zuschlag von 10 % (m ²)	7.98	14.07	3.93
Total (m²)	87.8	154.7	43.2

7.6 Wirkstoffgehalte von Produkten für Klauenbäder von Kühen

Produkte mit der Wirkstoffkombination Glutaral und Quaternären Ammoniumverbindungen (QAV)

Produktename	Wirkstoff	CAS-Nr	Gehalt (%)
Noviral	Didecyldimethylammoniumchlorid	7173-51-5	8.0
4Hooves	Didecyldimethylammoniumchlorid	7173-51-5	16.1
Mittlere Konz.¹³	Didecyldimethylammoniumchlorid	7173-51-5	16
Noviral	Glutaral	111-30-8	10.0
TH5	Glutaral	111-30-8	10.0
Mittlere Konz.¹³	Glutaral	111-30-8	10
Noviral	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	68424-85-1	17.0
4Hooves	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	68424-85-1	24.1
TH5	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	68424-85-1	32.5
Mittlere Konz.¹³	Benzyl-C12-16-alkyldimethylchlorid	68424-85-1	24

Produkte mit organischen Säuren

Produktename	Wirkstoff	CAS-Nr	Gehalt (%)
Venno – Vet 1 super	Ameisensäure	64-18-6	55.0
Venno – Vet 1 super	Glyoxylsäure	298-12-4	7.0