

Reduzierung des Keimdrucks durch alternative Desinfektionsverfahren

Germ reduction using alternative disinfection methods

FKZ: 07OE025

Projektnehmer:

FiBL Deutschland e.V.
Kasseler Straße 1a, 60486 Frankfurt am Main
Tel.: +49 697137699-0
Fax: +49 69 7137699-9
E-Mail: info.deutschland@fibl.org
Internet: <http://www.fibl.org>

Autoren:

Früh, Barbara; Werne, Steffen

Gefördert vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)

Bundesprogramm Ökologischer Landbau

Schlussbericht Teilprojekt 07 OE 025

Reduzierung des Keimdrucks durch alternative Desinfektionsverfahren

Berichtszeitraum: 1. September 2007 – 31. Dezember 2010

Projektleitung: Barbara Früh

Projektdurchführung: Barbara Früh und Steffen Werne

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)

Ackerstrasse

CH 50 70 Frick

**Das Projekt war Teil des interdisziplinären Projektes im Rahmen des
Bundesprogramms Ökologischer Landbau**

Entwicklung, Erprobung Umsetzung und Evaluation von Strategien in den Bereichen
Tiergesundheit, Haltung, Fütterung, Management in der
ökologischen Ferkelerzeugung

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	3
TABELLENVERZEICHNIS	3
1 ZIELSETZUNG DES PROJEKTS	4
1.1 Reduzierung des Keimdrucks durch alternative Desinfektionsverfahren.....	4
2 ZUSAMMENARBEIT MIT ANDEREN STELLEN	4
3 ABLAUFPLAN DES PROJEKTES	5
3.1 Soll-Ist-Vergleich des Projektablaufes	6
4 LITERATUR	7
4.1 Reinigung	7
4.2 Desinfektion	7
4.2.1 Hitze	7
4.2.2 Elektroaktiviertes Wasser (EAW).....	8
4.2.3 Peressigsäure	9
4.3 Verfahren zur Keimbestimmung	9
4.3.1 Abklatsch-Verfahren.....	10
4.3.2 Tupferabstrichverfahren	10
5 MATERIAL UND METHODEN	11
5.1 Versuchsdurchführung Phase I: Exaktversuchsphase	11
5.1.1 Desinfektionsverfahren	11
5.1.1.1 Hochdruckreiniger - Kontrollvariante	11
5.1.1.2 Dampf (Feuchte Hitze)	11
5.1.1.3 Abflammen (Trockene Hitze).....	11
5.1.1.4 Elektroaktiviertes Wasser (EAW)	12
5.1.1.5 Peressigsäure.....	12
5.1.2 Versuchsaufbau	13
5.1.3 Vorbehandlung, Probenentnahme und Versuchsablauf	14
5.1.4 Untersuchungslabor	15
5.2 Versuchsdurchführung Phase II: Praxisphase.....	15
5.2.1 Desinfektionsverfahren Peressigsäure	17
5.2.2 Desinfektionsverfahren Dampf.....	17
5.3 Datenaufbereitung und Statistik	18
6 ERGEBNISSE	18
6.1 Ergebnisse der Exaktversuchsphase.....	18
6.1.1 Ergebnisse aus dem dritten Durchgang.....	18

6.1.2	Ergebnisse aus dem viertem Durchgang.....	19
6.1.3	Nicht bewertbare Durchgänge - Nutt	20
6.1.4	Nicht bewertbare Durchgänge - Allemann	22
6.1.5	Temperaturverlauf beim Abflammen - Nebenergebnis	23
6.2	Ergebnisse der Praxisphase	25
6.3	Wirtschaftliche Beurteilung.....	26
7	DISKUSSION	26
7.1	Erläuterungen zur Versuchsanstellung.....	26
7.2	Diskussion der Methode zur Erfassung der Keimreduktion.....	27
7.3	Vergleichbarkeit Durchgang 3 und 4.....	28
7.4	Diskussion der Ergebnisse aus der Praxisphase	28
7.5	Beurteilung von Peressigsäure als Desinfektionsmittel	29
7.6	Beurteilung von Elektroaktiviertem Wasser	29
7.7	Beurteilung der Dampfdesinfektion.....	30
7.8	Beurteilung von Abflammen.....	30
7.9	Möglicher Desinfektionserfolg gegen Endoparasiten	31
8	EMPFEHLUNGEN FÜR DIE PRAXIS	32
9	ABSCHLIESSENDE BEURTEILUNG.....	33
10	LITERATURVERZEICHNIS	33

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entnahmestellen der Proben bei den Verfahren Abflammen und Peressigsäure in zwei nebeneinander liegenden Buchten.....	13
Abbildung 2: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse Durchgang 3	19
Abbildung 3: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse Durchgang 4	20
Abbildung 4: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse 1. Durchgang	21
Abbildung 5: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse 2. Durchgang	21
Abbildung 6: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse 5. Durchgang	22
Abbildung 7: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse 1. Durchgang, Betrieb Allemann	22
Abbildung 8: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse 2. Durchgang, Betrieb Allemann	23
Abbildung 9: Gemittelte Temperaturverläufe beim Abflammen im 3. Durchgang.....	23
Abbildung 10 : Der Temperaturverlauf in °Celsius beim Abflammen einer Holzoberfläche an zwei Messstellen in Zehntel-Sekunden.	24
Abbildung 11 : Die Temperaturen beim Abflammen wurden auf den Probenahmeflächen 1 und 2 je mit einer Temperatursonde erfasst.	24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Darstellung der im Projekt geplanten und durchgeführten Arbeiten	6
Tabelle 2: Nicht-destruktive und destruktive Methoden zur Keimgewinnung	10
Tabelle 3: Praxisbetriebe mit Peressigsäuredesinfektion; Versuchsbetreuung durch Beratungsg Artgerechte Tierhaltung e. V.(BAT)	17
Tabelle 4: Praxisbetrieb mit Dampfdesinfektion; Versuchsbetreuung durch FiBL	17
Tabelle 5: Ergebnisse der Desinfektionsverfahren auf vier Praxisbetrieben	25

1 Zielsetzung des Projekts

1.1 Reduzierung des Keimdrucks durch alternative Desinfektionsverfahren

In der ökologischen Schweinehaltung, insbesondere in der Ferkelerzeugung sind vielfältige Gesundheitsprobleme bekannt. Häufig Ursachen sind pathogene Keime, die sich nur durch ein konsequentes Hygienemanagement bewältigen lassen. Dieses setzt sich aus verschiedenen Maßnahmen zusammen. Desinfektionsverfahren sind ein Teil davon. Leider betreiben Biolandwirte bei der Desinfektion häufig einen hohen Aufwand ohne ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen. Ausschlaggebend ist die richtige Anwendung der verwendeten Verfahren. Schweinebetriebe im ökologischen Landbau weisen in ihrem Produktionsverfahren einige Besonderheiten auf, die sie von den konventionellen Betrieben unterscheiden z.B. Auslauf, Ausseklmaställe, Flächenangebot, Tierbesatz. Um den Keimdruck in den Schweineställen zu minimieren, stehen verschiedene Desinfektionsverfahren zur Verfügung. Welche Desinfektionsverfahren sich für die ökologisch wirtschaftenden Betriebe eignen, wurde in besonderem Hinblick auf alternative Desinfektionsverfahren, in diesem Projekt geprüft. Physikalische Desinfektionsverfahren weisen eine sehr hohe Wirksamkeit gegenüber Pathogenen auf. Die Einsatzmöglichkeit ist jedoch abhängig von den zu desinfizierenden Materialien die sich im Stall befinden. Chemische Desinfektionsverfahren werden in Verbindung mit physikalischen Desinfektionsverfahren eingesetzt. Bei den erlaubten Desinfektionsmitteln steht den ökologisch wirtschaftenden Schweineerzeugern eine eingeschränkte Anzahl an Produkten zur Verfügung. Im Rahmen des Projekts wurde ein nach den Kriterien des Ökolandbaus zugelassenes und DVG geprüfetes Produkt auf seine Wirksamkeit in der Praxis getestet werden.

Fragestellung im Projekt

Welche alternativen Desinfektionsverfahren eignen sich bezüglich Anwendbarkeit, Arbeitsaufwand und Wirksamkeit?

Als alternative Desinfektionsverfahren wurde die Desinfektion mit einem Dampfgerät, einem Abflamngerät sowie mit elektroaktivierte Wasser untersucht. Diese wurden einem chemischen Verfahren (für den Ökologischen Landbau zugelassenes Produkt) und einer Kontrolle (Hochdruckreiniger) gegenübergestellt.

2 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Das Projekt ist ein Teil des interdisziplinären Projektes:

Entwicklung, Erprobung Umsetzung und Evaluation von Strategien in den Bereichen Tiergesundheit, Zucht, Haltung, Fütterung, Management in der ökologischen Ferkelerzeugung

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, für eine nachhaltige ökologische Ferkelerzeugung konzeptionell für die wesentlichen Handlungsfelder Optimierungsansätze zu entwickeln, zu erproben und umzusetzen. Im Einzelnen geht es um Fütterungsstrategien für Sauen und Ferkel, die Haltung von säugenden Sauen und Aufzuchtferkel, innovative Desinfektionsmaßnahmen und die Evaluation dieser Maßnahmen in Praxisbetrieben

Projektleitung: Dr. Karl Kempkens, Landwirtschaftskammer NRW

3 Ablaufplan des Projektes

Die Projektlaufzeit war vom 01.09.2007 bis zum 31.12.2010.

Geplant, vorbereitet und durchgeführt wurden zuerst die Exaktversuche auf den Versuchsbetrieben Harald Nutt, Willibadessen/Eissen und Pius Allemann, FiBL Frick.

Nach Auswertung der Ergebnisse wurden die vielversprechenden Maßnahmen auf vier Praxisbetrieben implementiert und evaluiert.

Im Zuwendungsbescheid vom 31.08.2007 war neben den letztlich getesteten Verfahren zudem die Desinfektion mit Ozon als Verfahren gelistet. Im Projektantrag war eine Diaphragma-Membran-Elektrolyse als Tränkedesinfektion vorgeschlagen. Dies wurde von der GS BÖL abgelehnt. Nach Rücksprache konnten wir das Verfahren doch noch, in eingeschränkter Form, testen. Im Rahmen des Versuches zur Boden- und Wanddesinfektion wurde dann elektroaktiviertes Wasser zur Desinfektion getestet. Dagegen wurde die Desinfektion mit Ozon aus der Versuchsplanung gestrichen. Die Literaturrecherche und Durchführungsplanung hat gezeigt, dass die Ozondesinfektion nur zielführend erscheint, wenn die Stallungen konsequent im Rein-Raus-Verfahren betrieben werden. Das ist auf Biobetrieben häufig nicht der Fall. Zudem sind die Kosten des Verfahrens und vor allem auch die Kosten für den Anwenderschutz verhältnismäßig hoch. Aus diesen Gründen wurde auf dieses Desinfektionsverfahren als Versuchsvariante verzichtet.

Während drei Versuchsdurchgängen der Exaktversuchsphase kam es bei der Tupferprobenentnahme zu nicht erklärbaren oder lokalisierbaren Kontaminationen. Eruiert werden konnte eine Kontamination der Schablone, mit deren Hilfe die Proben gezogen werden. Zusätzlich wurden schon desinfizierte Oberflächen durch Versehen eines Mitarbeiters des Betriebes während eines Durchgangs durch Reinigungsvorgänge auf dem Landwirtschaftsbetrieb wieder kontaminiert. Des Weiteren kam es vor der Weihnachtszeit beim Expressversand von Tupferproben zu zeitlichen Verzögerungen bei der Deutschen Post, so dass durch eine Keimvermehrung auf den Tupfern ein weiterer Durchgang nicht auswertbar war.

Bei der Durchführung des Versuches auf dem Betrieb Allemann, Schweiz kam es zu Verschiebungen im Versuchsablauf, die eine statistische Auswertung verunmöglichte. Die geplanten Ausstellungen konnten meist nicht zeitgerecht durchgeführt werden. Dadurch wurden die Buchten zu unterschiedlichen Zeiten frei und die Desinfektionsmaßnahmen konnten nur an unterschiedlichen Tagen durchgeführt werden. Nach den ersten Durchgängen auf dem Betrieb Allemann wurde am Projektgruppentreffen am 22. April 2009 mit Frau Katja Deeg von der GS BÖL beschlossen, die Versuche nicht in die Auswertung einzubeziehen, stattdessen weitere Versuche auf dem Betrieb Nutt durchzuführen.

Bei der GS BÖL wurde am 08.05.2009 ein Änderungsantrag eingereicht mit dem Anfrage, zwei zusätzliche Durchgänge durchführen zu können um die Daten zu validieren. Dies wurde bewilligt, da Mittel aus der Praxisphase frei wurden (Reduzierung der Betriebszahl von sechs auf vier).

Die Suche nach geeigneten Praxisbetrieben für die Implementierung in die Praxis gestaltete sich schwierig. Während der Praxisphase hat ein zuerst zugesagter Betrieb für das Desinfektionsprojekt absagte. Aus diesem Grund wurde der Betrieb Hönig nachträglich und einzig für das Desinfektionsprojekt aufgenommen.

Der Wissenstransfer erfolgt über die Erstellung einer gemeinschaftlichen Broschüre zur ökologischen Ferkelerzeugung mit den Schwerpunktthemen der Teilprojekte. Die Erstellung der Broschüre erfolgt im Frühjahr 2011 und wird am 30.04.2011 mit der Abgabe des Gesamtberichtes abgeschlossen sein. An der Wissenschaftstagung in Giessen (März 2011) werden die Ergebnisse des Projektes präsentiert und in einem Workshop diskutiert. Zudem erfolgt die Präsentation der Ergebnisse auf verschiedenen Fachveranstaltungen und wird in Fachjournalen publiziert.

3.1 Soll-Ist-Vergleich des Projektablaufes

Tabelle 1: Darstellung der im Projekt geplanten und durchgeführten Arbeiten

Zeitraum SOLL-Proje	ktschritte	IST-Status
Dez 2007	Literaturrecherche	erfüllt
April 2008	Vorbereitung der Versuchsbetriebe für die Exaktversuchsphase	erfüllt
Sept 2009	Abschluss der Exaktversuchsphase	erfüllt
Nov 2009	Implementierung der ausgewählten Verfahren	erfüllt
März 2010	Abschluss der Praxisversuchsphase	erfüllt
Dez 2010	Auswertung der Daten und Abschlussbericht	erfüllt
April 2011	Wissenstransfer (Merkblatt, Wissenschaftstagung)	geplant

4 Literatur

4.1 Reinigung

Die Möglichkeiten durch die Reinigung die Keimbelastungen von Oberflächen zu verringern ist unterschiedlich hoch und von der Art der Verschmutzung und der Beschaffenheit der Flächen abhängig. In der Tierhaltung wird von einer Reduktion der Gesamtbakterienzahl pro cm^2 von drei Zehnerpotenzen ausgegangen (Böhm 2002).

4.2 Desinfektion

Definition Desinfektion (Böhm 2002): Desinfektion ist eine Massnahme zur Inaktivierung von bestimmten Mikroorganismen unabhängig von ihrem Funktionszustand und /oder Viren zu einem „definierten Zweck“.

Das Ziel der Desinfektion in Stallungen ist es, die Zahl der Infektionserreger soweit zu reduzieren, dass das Risiko einer Infektion bzw. Übertragung minimiert wird. Eine vollständige Eliminierung aller Keime, eine sogenannte Sterilisation, ist in der landwirtschaftlichen Praxis weder möglich noch notwendig.

Die Desinfektion ist in der Praxis kein für sich allein stehendes Verfahren, sondern ein Teil eines Hygieneregimes. Im Zentrum von Hygieneregimen steht der Komplex Reinigung und Desinfektion, oft als R & D abgekürzt. Eine Desinfektion ohne vorausgehende gründliche Reinigung ist nahezu wirkungslos.

Die Keimreduktion nach Reinigung und Desinfektion zeigt sich in folgenden Stufen:

- Vor der Reinigung 1 000 000 000 Bakterien/ cm^2
- Nach der Reinigung 1 000 000 Bakterien/ cm^2
- Nach der Desinfektion < 1000 Bakterien/ cm^2

4.2.1 Hitze

Das Entwicklungsstadium, in welchem sich ein Organismus befindet, hat entscheidenden Einfluss auf seine Hitze resistenz. Zellen im Wachstum (logarithmische Phase) sind deutlich hitzeanfälliger als solche in der stationären Phase. Hitze resistenz nimmt gewöhnlich während der stationären Phase zu (Genigeorgis 1998). Auch vom Aufbau der Zellwand hängt die unterschiedliche Resistenz gegen Hitze ab (Auer 2002). Nach Schliesser (1981) werden durch die Hitzeeinwirkung primär Schädigungen an der Zytoplasmamembran, dem Zytoplasma mit seinem Inhalt und an der Zellwand registriert. Die Zelle wird abgetötet bzw. vermehrungsunfähig, wenn wichtige Bestandteile der Zytoplasmamembran zerstört werden.

Bei der Hitzesterilisation wird v.a. Eiweiß denaturiert, was schon bei ca. 55-60° langsam eintritt. Verschiedene Mikroben haben aber größere Resistenz, bedingt durch den Aufbau ihrer Zellwand. Durch Zuführen von Feuchtigkeit kann die Denaturierung von Eiweiß schon früher beginnen, v.a. wenn zusätzlich noch unter Druck gearbeitet wird. Bakterien und Sporen haben eine größere Resistenz gegenüber trockener Hitze als feuchter Hitze. Dieses Phänomen steht in direktem Zusammenhang damit, dass Feuchtigkeit die Koagulation von Zellproteinen fördert und geht einher mit dem Prinzip, dass Wasser chemische Reaktionen katalysiert. Obwohl die Ursache des Zelltodes durch trockene und feuchte Hitze auf Denaturierung von Protein beruht, scheint es, dass feuchte Hitze den Zelltod durch Koagulation von kritischen Zellproteinen herbeiführt, während bei trockener Hitze hauptsächlich ein oxydativer Prozess vorhanden ist. Die Wirkung von Hitzesterilisation in der Abtötung von Mikroorganismen unterläuft einer logarithmischen Kurve. Die Schnelligkeit, mit welcher die einzelnen Organismen absterben, ist direkt proportional zu deren Konzentration zu einem gegebenen Zeitpunkt. Diese Geschwindigkeit ist unterschiedlich für die verschiedenen Typen von Bakterien und Sporen. Es besteht keine einheitliche Temperatur, bei der alle Mikroorganismen abgetötet werden können. Der Mikrobentod ist immer eine Funktion von Zeit und Temperatur (Auer 2002). Hitze kann feucht oder trocken angewendet werden.

Für den Hitzeeffekt ist wichtig, dass zur Abtötung notwendige Temperaturen tatsächlich die Mikroorganismen erreichen und diese nicht durch vorhandene Schmutz- oder Schutzschichten (Blut, Kot usw.) von der thermischen Inaktivierung geschützt sind. Selbst hitzeresistente Bakterien wie Staphylokokken oder Mykobakterien werden durch Temperaturen von 75 – 80 °C rasch abgetötet (Böhm 2002).

Beim Abflammen wird mit einer offenen Flamme gearbeitet. Die Gasentnahme erfolgt aus der Flüssigphase. Die Flamme hat beim Austritt an der Düse eine Temperatur von ca. 1800 °C. Beim Auftreffen auf die Oberfläche hat die Flamme eine Temperatur von ca. 300 – 400 °C (Dierauer 1994). Kurzes Abflammen oder Durchziehen durch eine Flamme genügt i.d.R. nicht, um z.B. die Ränder von Reagenzröhrchen oder Untersuchungsgefäßen keimfrei zu machen.

4.2.2 Elektroaktiviertes Wasser (EAW)

Zur Herstellung eines EAW wird eine Spannung im Wasser angelegt. Durch die Stromspannung werden aus den im Wasser enthaltenen Elementen reaktive Spezies erzeugt und diese mittels einer Membran getrennt. Diese reaktiven Spezies sind metastabil und zerfallen nach einiger Zeit wieder zum Ausgangsprodukt.

Die desinfizierende Wirkung von EAW ist in mehreren Veröffentlichungen beschrieben. Einige Wissenschaftler wenden EAW auf Oberflächen an, um die vorhandenen Mikroorganismen zu reduzieren. Anschließend eine Zusammenfassung, welche vermuten lässt, dass eine Desinfektion von Abferkelställen mit EAW erfolgversprechend und leicht umsetzbar sein könnte:

PARK et al. (2002) verglich die bakterizide Wirkung auf *C. jejuni* von Elektroaktiviertem Wasser (EAW) und chloriertem Wasser, wobei *C. jejuni* nach 10 s komplett inaktiviert wurde. Beide Lösungen enthielten übrig gebliebene (residual) 50 mg/l Chlor. Bei verdünnten Lösungen von EAW und chloriertem Wasser (25 mg/l), war chloriertes Wasser weniger effektiv als EAW. Die Autoren verglichen ebenfalls die Wirkung der beiden Substanzen beim Reduzieren von *C. jejuni* auf Hühnchenschlächtkörper während des Waschens. EAW war ebenso effektiv bei der Reduzierung von *C. jejuni* wie chloriertes Wasser. Es wurden keine existenzfähigen Zellen von *C. jejuni* in den gebrauchten Lösungen entdeckt, was eine Kreuzkontamination mit der Umgebung verhindern könnte. Der Effekt, dass in der bereits verwendeten Lösung keine existenzfähigen Mikroorganismen mehr nachweisbar waren, könnte auch für die Desinfektion ein Vorteil sein. Ebenso wie die für den Anwender ungefährliche Ausbringung.

In weiteren Untersuchungen wurde die Möglichkeit der Reduzierung von Mikroorganismen mittels EAW bestätigt.

KIM et al. (2000) vermuten, dass das Redoxpotential der elektroaktivierten Lösung die hauptsächlichste Ursache der mikrobiellen Inaktivierung sein könnte.

4.2.3 Peressigsäure

Die Peressigsäure gehört zur Gruppe der Sauerstoffabspalter (Peroxide). Das sind starke Oxidationsmittel, die die Zellproteine und die Nukleinsäuren der Mikroorganismen oxidieren.

Peressigsäure dringt schnell in die Bakterienzellwand ein, was zum Teil ihre gute Wirksamkeit bedingt. Sie zerfällt schnell in Essigsäure und Wasserstoffperoxid. Letzteres wiederum setzt atomaren Sauerstoff frei. Dieser reagiert sofort mit in der Nähe befindlichen chemischen Stoffen und oxidiert. Aufgrund der schnellen Reaktion nimmt die Wirkung der Peressigsäure bei vorhandenen Verschmutzungen stark ab. Durch die hohe Reaktionsfreudigkeit des Sauerstoffes ist es jedoch möglich auch bei niedrigen Temperaturen (< 10 °C) wirksam zu desinfizieren. Das Wirkungsspektrum der Peressigsäure ist sehr breit. Es umfasst neben den vegetativen Formen der Bakterien auch Sporen und Viren. Die Toxizität der Peressigsäure ist gering, da sie sehr schnell in Essigsäure, Wasser und Sauerstoff zerfällt.

4.3 Verfahren zur Keimbestimmung

Die mikrobielle Oberflächenkontamination wurde mittels Tupferabstrichverfahren quantitativ erfasst. Nach Lammers et al. (1983) sollen Methoden, mit deren Hilfe man Aussagen über die quantitative und qualitative Keimbesiedlung gewinnen will zeitsparend, kostengünstig und einfach zu handhaben sein.

Generell werden destruktive und nicht destruktive Methoden unterschieden. Die Methoden sind in Tabelle 2 nach Pfannenschmidt (2003) aufgelistet.

Tabelle 2: Nicht-destruktive und destruktive Methoden zur Keimgewinnung

Nicht-destruktive Methoden	Destruktive Methoden
Abstrich- oder Abwischverfahren (Tupferabstrichverfahren)	Abkratz- oder Abschabverfahren
Abdruck- oder Abklatschmethoden	
Abspül- oder Abschwemmverfahren	
Direktverfahren oder Direkt- Aufgussverfahren	

Destruktive Verfahren sind für die Überprüfung der Wirksamkeit von Desinfektionsmitteln nicht geeignet, da sich die Voraussetzungen für die nächste Probennahme durch die Veränderung der Oberflächenstruktur stark ändern.

4.3.1 Abklatsch-Verfahren

Es hat sich nach Vorversuchen gezeigt, dass sich Abklatschverfahren für Stallungen nicht eignen. Beim Abklatschverfahren wird das Medium auf welchem die Keime später auch inkubiert werden, direkt auf die zu beprobende Oberfläche gedrückt. Bei einer relativ hohen Ausgangskeimzahl, wuchert auf dem Medium ein Keimrasen, der nicht mehr in feinere Unterstufen unterteilt werden kann. Dieses Verfahren ist für Stallungen zu wenig sensitiv.

Nach Lammers et al. (1983) sind die leichte Handhabung, die geringen Kosten, keine Vorbereitungszeit sowie die standardisierte Entnahmefläche Vorteile dieses Verfahrens. Der Nachteil des Abklatschverfahrens liegt darin, dass tieferliegende Keime kaum erfasst werden, da die Nährbodenträger nur begrenzt biegsam sind. Ein weiterer grosser Nachteil sind die Nachweisgrenzen. Vor allem die obere Nachweisgrenze bei Oberflächen ist begrenzt, da ab einer bestimmten Kolonienzahl keine exakte Angabe über deren Zahl gemacht werden kann da sich ein dichter Rasen bildet.

4.3.2 Tupferabstrichverfahren

Nach Murmann et al. (1994) kann mit dieser Methode der Erfolg von Reinigungs- und Desinfektionsmassnahmen überprüft werden. Allerdings geben Lammers et al. (1983) zu bedenken, dass die Probennahmetechnik schwer zu standardisieren ist. Besonders in Bezug auf den Anstellwinkel, den Druck und die Qualität des Tupfers. In ihren Versuchen brachte der Tupfer die geringste Keimausbeute und wird zur Beurteilung des Keimstatus in Ställen nur bedingt empfohlen. Dennoch werden von Lammers et al. (1983) der geringe Kostenaufwand und die leichte Handhabung als vorteilhaft bewertet.

5 Material und Methoden

5.1 Versuchsdurchführung Phase I: Exaktversuchsphase

5.1.1 Desinfektionsverfahren

In der Exaktversuchsphase wurden die verschiedenen Desinfektionsvarianten gegeneinander getestet. Die ausgewählten Verfahren waren:

- Abflammen
- Wasserdampf
- Elektroaktiviertes Wasser (EAW)
- Chemisches Desinfektionsmittel geeignet für den Biolandbau (Peressigsäure)
- Hochdruckreiniger (Kontrolle)

5.1.1.1 Hochdruckreiniger - Kontrollvariante

Die Reinigung mit dem Hochdruckreiniger hat an sich keine Desinfektionswirkung. Sie ist aber die Voraussetzung für eine folgende Desinfektion. Die Abferkelbuchten wurden nach guter fachlicher Praxis gereinigt.

Nach der Reinigung durch den Landwirt mit dem Hochdruckreiniger fand in diesen Buchten keine Maßnahme mehr statt.

5.1.1.2 Dampf (Feuchte Hitze)

Heißes Wasser oder Wasserdampf sind wesentlich wirksamer als trockene Hitze gleicher Temperatur, weil ihr Wärmehalt erheblich größer ist als der von trockener Luft. Da bei Dampfgeräten die Temperatur nach Austritt aus der Düse sehr rasch abnimmt, wurde für die Durchführung des Versuchs ein Hohlkörper aus Holz mit den Abmessungen 15 cm x 15 cm x 3cm (B x L x H) verwendet. Dieser wurde auf die zu desinfizierende Oberfläche aufgesetzt und der Dampf eingeleitet. Mittels Thermometer wurde die erreichte Temperatur erfasst. Die Dauer der Dampfdesinfektion je Einheit wurde auf drei Sekunden festgelegt.

5.1.1.3 Abflammen (Trockene Hitze)

Das Problem bei der Messung des Erfolges der Maßnahme Abflammen war die Definition der Geschwindigkeit, da das Desinfizieren mit der Flamme in der Bewegung erfolgt. Eine Standardisierung der Geschwindigkeit war sehr schwer möglich, da dieses eine aufwändige technische Apparatur erfordert hätte. Zusätzlich kam hinzu, dass das Platzangebot in der Abferkelbucht durch Futerausautomaten, Abweiser bzw. Abliegehilfen sehr eingeschränkt war. Zudem können zu viele Faktoren den tatsächlichen Einfluss der Flamme auf die Tötung der Mikroorganismen auch bei gleicher Geschwindigkeit beeinflussen. Je nach Gasdruck (Füll-

stand) in der Flasche strömt mehr oder weniger Gas durch die Düse. Dazu kommt, dass verschiedene Arten von Gas in der Praxis im Einsatz sind. Ebenso kann in Ställen mit Auslauföffnungen die Luftgeschwindigkeit eine Rolle spielen, da hierdurch die Flammen abgelenkt werden können. Da nach Auer (2002) der Mikrobentod immer eine Funktion von Zeit und Temperatur ist, wurde das Verfahren auch anhand dieser Parameter bestimmt. Dazu wurde der Datalogger „Eltek Squirrel 1000“ der Fa. TECTRON SYSTEMS AG, in CH-8608 Bubikon, verwendet. Dieses Gerät misst die Temperaturveränderung mittels einer sehr leichten Spezialsonde im Abstand von 0.1 Sekunden. Durch das extrem geringe Gewicht der Sonde reagiert diese fast ohne Zeitverzögerung.

Die Geschwindigkeit, mit der die Flamme über die Oberfläche bewegt wurde, war auf 0.33 m/s festgelegt. Dies waren Erfahrungswerte aus der Praxis und Vorversuchen unsererseits. Die Geschwindigkeit wurde mittels Stoppuhr und Strecke so genau wie möglich umgesetzt. Dies entspricht auch am ehesten dem tatsächlichen Verfahren in den Praxisbetrieben. Die tatsächliche Temperatur und Dauer der Temperatureinwirkung wurden dann mittels Datalogger erfasst. So konnte der Desinfektionserfolg direkt mit dem Temperatureinfluss abgeglichen werden.

Für das Abflammen wurde ein Butangasbrenner mit Brenndüse verwendet. Da es keine Literaturangaben zur Anwendung eines Abflammgerätes im Schweinestall gibt, wurde nach Vorversuchen und Rücksprache mit Praxisbetrieben, die diese Methode anwenden, ein Abstand von 20 cm zur Oberfläche definiert.

Um einen konstanten Abstand zur Oberfläche garantieren zu können wurde eine Halterung mit Fixierung des Brenners entworfen. Die Halterung konnte mit Hilfe eines Schlittens über die Oberflächen bewegt werden.

5.1.1.4 Elektroaktiviertes Wasser (EAW)

Im Versuch wurde das Produkt Nades® der Firma aquagroup AG verwendet. Nachfolgend wird das Desinfektionsverfahren mit dem Produktnamen bezeichnet.

Das Produkt wurde in handelsüblicher Form als fertige Lösung geliefert und den Herstellerangaben entsprechend zeitnah eingesetzt.

5.1.1.5 Peressigsäure

Zur Desinfektion mit Peressigsäure wurde ein in Deutschland und der Schweiz für den Biolandbau zugelassenes Handelsprodukt Aldekol Des Aktiv von der Firma Ewabo eingesetzt. Nachfolgend wird von der „Peressigsäure“ gesprochen. Das Produkt wurde als 1%ige Lösung verwendet. Das Produkt wurde mit Hilfe einer Düse auf die Flächen aufgebracht.

5.1.2 Versuchsaufbau

Insgesamt standen zehn Abferkelbuchten gleicher Grösse und gleicher Bauart als Versuchseinheiten auf dem Versuchsbetrieb Nutt zur Verfügung. Die Masse der Abferkelbuchten entsprachen der aktuellen EU Ökoverordnung. Der Boden der Buchten bestand aus Beton und die Abtrennwände aus Holz. Um eine standardisierte Probenentnahme zu gewährleisten und den Effekt der zu untersuchenden Desinfektionsmassnahmen auf unterschiedlichen, in der Praxis vielfach verwendeten Buchtenmaterialien prüfen zu können, wurden an jeder Bucht an denselben Stellen verschiedene Materialien auf der Stalloberfläche angebracht. Die Stellen wurden aufgrund der Nutzungshäufigkeit und –art definiert, d.h. es wurden Stellen ausgewählt, die einer starken Kotverschmutzung oder einer Verschmutzung im Fressbereich unterliegen. Die ausgewählten und angebrachten Oberflächen waren Argolite (ein Kunststoff), Eichenholz, Epoxidharz und Beton. Da der Beton schon vorhanden war musste dieser nicht extra angebracht werden. Das Eichenholz und das Argolite wurden an der Buchtenwand befestigt. Die Wandplatten befanden sich 20 cm über dem Boden. Das Epoxidharz und der Beton waren die entsprechenden Bodenmaterialien. Jede Versuchsfläche war 20 x 30 cm gross, wobei je an gleicher Stelle eine Probenentnahmefläche von 5 x 5 cm definiert und dort die Keimzahl bestimmt wurde. Je Desinfektionsmassnahme standen zwei Buchten zur Verfügung. Es wurden zwei Buchten als Kontrollbuchten definiert. Insgesamt wurde der Versuch in zehn Abferkelbuchten durchgeführt, wobei die beiden Buchten je Desinfektionstyp sich spiegelbildlich gegenüberstanden (siehe Abbildung 1).

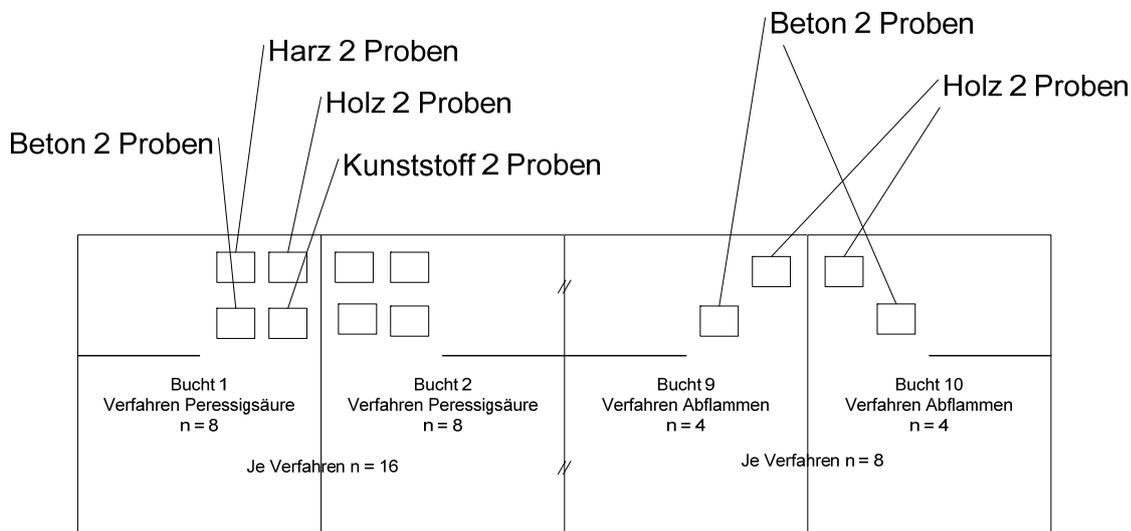


Abbildung 1: Entnahmestellen der Proben bei den Verfahren Abflammen und Peressigsäure in zwei nebeneinander liegenden Buchten

Insgesamt wurden fünf Durchgänge auf dem Betrieb Nutt durchgeführt. Diese fanden zu folgenden Zeitpunkten statt:

Vorversuch 18. März 2008

1. Durchgang 1. Juli 2008
2. Durchgang 2. Oktober 2008
3. Durchgang 12. November 2008
4. Durchgang 24. Juli 2009
5. Durchgang 5. August 2009

Auf dem Versuchsbetrieb Allemann, Schweiz, wurden zwei Abferkelställe mit je vier Buchten für den Versuch in gleicher Weise vorbereitet. Auf dem Betrieb Allemann war maximal ein Abferkelstall mit vier Buchten leerstehend. Aufgrund von Schwankungen im Abferkelrhythmus standen jedoch häufig nur drei leere Buchten zur Verfügung. Da im Idealfall mit jedem Verfahren zwei Kontrollbuchten in die Untersuchung miteinbezogen werden sollten, hätte dies durch den Ausfall der Leerstehzeiten zu größeren zeitlichen Verzögerungen geführt. Aufgrund dessen wurden für den Fall, dass alle vier Buchten zur Verfügung standen, immer zwei Verfahren angewendet. Dies hatte zur Folge, dass die Kontrolldurchgänge zum Teil zeitlich verschoben durchgeführt werden mussten.

5.1.3 Vorbehandlung, Probenentnahme und Versuchsablauf

Zeitlich lief der Versuch an drei aufeinander folgenden Tagen ab. Als Parameter wurde die quantitative Keimbestimmung (aerobe Gesamtkeimzahl) herangezogen.

Am Tag 1 wurde der ganze Stall inklusive der Versuchsbuchten vom Landwirt einer Grobreinigung unterzogen, d.h. Räumung der gröberen Verschmutzung mittels Besen. Danach wurde mit einem Hochdruckreiniger bei 40 Grad Wasser-temperatur nach guter fachlicher Praxis gereinigt.

Am Tag 2 wurden, sobald die Oberflächen abgetrocknet waren (mindestens 12 Stunden), je Bucht acht Tupferproben ($n = 8$) genommen. Beim Verfahren „Abflammen“ wurden nur Tupferproben von der Beton- und Holzfläche gezogen, da die Oberflächen Argolite und Epoxidharz nicht in genügendem Maß hitzebeständig waren. Auf jeder Oberfläche wurden an jeweils definierten Stellen zwei Proben gezogen. Dies diente dazu die Keimzahlen jeder Oberfläche nach der Reinigung zu bestimmen. Dazu wurde jeweils die gesamte 5 x 5 cm Fläche mit einem bakteriologischen Tupfer abgewischt und durch ein spezialisiertes Labor auf die Gesamtkeimzahl untersucht. Nachdem in allen Buchten die Tupferproben gezogen waren, wurden die Desinfektionsmassnahmen durchgeführt. Es wurden jeweils zwei nebeneinander liegende Buchten mit der gleichen Methode desinfiziert. Im Detail wurden Buchten 1 und 2 mit einem Produkt auf Basis von Peressigsäure behandelt, Buchten 3 und 4 wurden abgeflammt, Buchten 5 und 6 dienten als Kontrolle und blieben unbehandelt, Buchten 7 und 8 wurden mit Heisswasserdampf desinfiziert und Buchten 9 und 10 wurden mit Elektroaktiviertem Wasser (Nades®) behandelt.

Am Tag 3 (ca. 18 h nach Desinfektion) wurden dann, an denselben Stellen wie am Tag 2, erneut Tupferproben gezogen um die Keimzahl nach der Desinfektion ermitteln zu können. Dieses Vorgehen erlaubt (i) eine Quantifizierung des Effekts der verschiedenen Desinfekti-

onsverfahren und lässt (ii) beschränkt einen Rückschluss zu bezüglich der Eignung der verschiedenen Desinfektionsverfahren für verschiedene Oberflächenmaterialien.

Die Trockentupfer wurden vor jedem Durchgang vom Labor, welches die Proben später ausgewertet hat, zugesendet. Die Trockentupfer waren einzeln, steril und getrennt vom Transportglas verpackt. Im Transportglas befand sich ein steriles Gel, in welches der Tupfer nach der Probennahme eingetaucht und verschlossen wurde. Das Transportgel sollte das Austrocknen der Keime an der Tupferspitze während des Transports vermeiden.

Schablonen aus Plexiglas wurden für die Betriebe Allemann und Nutt für die Durchgänge 1 und 2 bzw. 1 bis 3 verwendet. Die Schablonen hatten die Aussenabmessungen 9 x 9 cm. In der Mitte der Schablonen war ein Loch mit den Abmessungen 5 x 5 cm ausgeschnitten. Für die Durchgänge 4 und 5 wurden Schablonen aus Edelmetall mit den gleichen Abmessungen verwendet, da die glattere Oberfläche vor allem an den Schnittkanten einen besseren Desinfektionserfolg der Schablone selbst versprach. Für die Desinfektion der Schablonen selbst wurde 70%iges Ethanol verwendet. Dieses war in einem nach oben offenen Behälter bereitgestellt. Es standen immer mindestens zwei Schablonen zur Verfügung, welche abwechselnd im Ethanolbad desinfiziert wurden.

Vor Einsatz der Tupfer wurden diese mit drei Tropfen 0.9%iger, steriler Natriumchloridlösung beträufelt. Ein Vergleich zwischen trockenen und angefeuchteten Tupfern ergab nach Vorversuchen eine höhere Keimausbeute. Auch Baumgart (1977) fand für die feuchten Tupfer auf trockenen Oberflächen eine höhere Keimausbeute. Zur Befeuchtung wurde ein Produkt von der Firma Braun (Isotone Natriumchloridlösung 0.9%) verwendet. Darauf folgend wurde die Schablone auf die zu beprobende Oberfläche gelegt und mit dem Tupfer die gesamte Innenfläche der Schablone bestrichen. Der Tupfer wurde dabei in einem Winkel von ca. 40 Grad gehalten und um die eigene Achse gedreht. Somit sollte eine gleichmässige Benetzung der Tupferoberfläche mit Probematerial erreicht werden. Die Tupferproben wurden immer am Tag der Probennahme per Expressversand ins Labor gesendet.

5.1.4 Untersuchungslabor

Als Labor wurde das Institut Gissel in Sehnde, gewählt. Die Auswahl erfolgte nach einem Kostenvergleich. Das Gissel Institut wurde zum Unterauftragnehmer von FiBL Deutschland. GISSEL INSTITUT für Bakteriologie und Hygiene; Borsigring 8; 31319 Sehnde

Untersucht wurde die aerobe Gesamtkeimzahl mittels Plate-Count Agar Methode.

5.2 Versuchsdurchführung Phase II: Praxisphase

In dieser Phase wurden die geeigneten Verfahren, aufgrund der Ergebnisse aus der Exaktversuchsphase, auf vier Praxisbetrieben (inklusive der FAL Trenthorst – heute VTI) implementiert und evaluiert. Auf drei dieser Betriebe wurden zudem die Erkenntnisse aus den anderen

Teilprojekten implementiert. Als Output aus dem Gesamtprojekt wird eruiert, welchen Einfluss die kombinierten Erkenntnisse der Teilprojekte auf Tiergesundheit und Leistung der Praxisbetriebe haben könnten.

Die Ergebnisse der Exaktversuchphase liess den Rückschluss ziehen, dass das Verfahren der chemischen Desinfektion und die Dampfdesinfektion die erfolgreichen Verfahren bezüglich Keimreduktion sind. Die Desinfektionsverfahren wurden je nach betrieblicher Voraussetzung ausgewählt. Aufgrund des Vorhandenseins der Möglichkeit einer chemischen Desinfektion auf allen Betrieben, wurde nur auf einem Betrieb die Investition in ein Dampfgerät getätigt. Das Verfahren wurde bei drei Durchgängen getestet und Keimproben wurden entnommen.

Es wurde jeweils ein Bucht vorab vom Betrieb bestimmt, die behandelt und beprobt werden sollte. Die Wahl der Buchten erfolgte somit zufällig.

Die Bereiche in der Bucht zur Probennahme ($n = 4$) wurden vor Versuchsbeginn für alle Betriebe und alle Durchläufe festgelegt. Sie befanden sich auf dem Boden in Wandnähe in den Bereichen mit der höchsten angenommenen Verschmutzung (vier Probennahmestellen) und an den Wänden der Buchten etwa eine Handbreite oberhalb der Probennahmestellen auf dem Boden (ebenfalls vier Probennahmestellen). Insgesamt wurden also auf vier Betrieben jeweils drei Buchten zu drei Zeitpunkten desinfiziert. Die Probenentnahme zur Erfassung der Gesamtkeimzahl vor und nach der Desinfektion wurde mit befeuchteten, sterilen Tupfern nach einem genau festgelegten Modus durchgeführt. Die Keimzahlen der beprobten Stellen vor und nach der Desinfektion wurden verglichen und aus der errechneten Keimzahlminderung Rückschlüsse auf die Effektivität der Desinfektionsmassnahme gezogen.

Insgesamt wurden also auf vier Betrieben jeweils drei Buchten zu drei Zeitpunkten desinfiziert.

Der Zeitaufwand des Betriebsleiters oder des Angestellten zur Durchführung der Desinfektion wurde mit der Stoppuhr erfasst.

Der zeitliche Ablauf der Versuchsdurchführung verlief wie im Exaktversuch an drei Tagen. Die Desinfektionsmassnahmen und Probennahmen wurden zeitlich in den Produktionsturnus des jeweiligen Betriebes eingefügt, so dass die Aktionen letztendlich unregelmässig im Abstand von drei bis fünf Wochen durchgeführt wurden.

Tag 1 Reinigung mit einem Hochdruckreiniger durch den Betriebsleiter/Betriebsleiterin

Tag 2 bzw. mind. 12 h nach der Reinigung; nach dem Abtrocknen des Stalles erste Keimprobe. Danach wurde die Desinfektion mit dem Dampfreiniger durchgeführt. Dann am 3. Tag (8 - 12 h nach der Desinfektion) wurde die zweite Keimprobe durch den Versuchsbetreuer gezogen.

Die Reinigung und Desinfektion wurden vom Landwirt durchgeführt. Die Gewinnung der Keimprobe wurde auf allen Betrieben von insgesamt zwei geschulten Personen durchgeführt.

5.2.1 Desinfektionsverfahren Peressigsäure

Den Betrieben wurde ein Desinfektionsmittel auf Basis von Peressigsäure vom gleichen Hersteller zur Verfügung gestellt. Ein Hochdruckreiniger mit der Möglichkeit einer Zudosierung von chemischem Desinfektionsmittel auf allen Betrieben vorhanden.

Tabelle 3: Praxisbetriebe mit Peressigsäuredesinfektion; Versuchsbetreuung durch Beratung Artgerechte Tierhaltung e. V.(BAT)

Betrieb	Strasse	Ort
Hofgeismar	Brauntaler Diakonie Kassel e. V.	34369 Hofgeismar
VTI Trenthorst		23847 Westerau
Haus Düsse	Ostinghausen	59505 Bad Sassendorf

5.2.2 Desinfektionsverfahren Dampf

Für die Dampfdesinfektion wurde der Dampfsauger Cleanfix DS 7 verwendet. Der Hersteller gibt eine Ta nktemperatur von 152°C an. Direkt unter der Düse beträgt die Temperatur des austretenden Dampfes 70°C. Bei einer langsamen ungeübten Arbeitsweise beträgt die Arbeitszeit pro Abferkelbucht 6 Minuten und 20 Sekunden.

Beim 1. Durchgang wurden die Ergebnisse verfälscht, da nach der Reinigung die Desinfektion erst fünf Tage später erfolgte. Durch die Staubverbreitung im Stall sind die Ergebnisse aus diesem Durchgang nicht belastbar. In den folgenden zwei Versuchen wurde die auftretende Staubverunreinigung durch den belegten Stall abgesaugt, um das Ergebnis der Desinfektionserfolges nicht zu verfälschen.

Tabelle 4: Praxisbetrieb mit Dampfdesinfektion; Versuchsbetreuung durch FiBL

Betrieb	Strasse	Ort
Hönig	Wälde 1	88696 Owingen

5.3 Datenaufbereitung und Statistik

Die Daten wurden für die einzelnen Versuchsdurchgänge separat aufbereitet und statistisch ausgewertet. Als Effektgröße (abhängige Variable) wurde der prozentuale Unterschied zwischen den Tupferproben vor und nach der Desinfektion verwendet. Die Daten der Buchten, die mit dem gleichen Verfahren desinfiziert wurden, wurden für die Auswertung ‚gepoolt‘ um eine relevante Datenmenge für die statistische Auswertung zu erreichen. Einerseits wurde untersucht, ob sich ein bestimmtes Desinfektionsverfahren unabhängig von der behandelten Oberfläche als besser erweist. Andererseits wurde getestet, ob sich bestimmte Desinfektionsmethoden für bestimmte Oberflächen besonders eignen. Für die schliessende Statistik wurde der nicht-parametrische Kruskal-Wallis Test mit anschließenden Gruppenvergleichen verwendet. Die Gruppenvergleiche wurden nach Bonferroni korrigiert.

Der nicht-parametrische Kruskal-Wallis Test wurde angewendet um auf allgemeine Unterschiede zwischen den Verfahren zu prüfen. Mit dem Mann-Whitney-U-Test wurde mittels paarweiser Vergleiche auf Signifikanz getestet. Die P-Werte der paarweisen Vergleiche wurden für diese multiplen Vergleiche nach der Formel (Bonferroni Correction; Lu and Fang 2003) angepasst:

$$P\text{-value} = \alpha \times 2/k (k-1)$$

Dabei ist k die Anzahl der Vergleiche und α die festgelegte Wahrscheinlichkeit der falsch positiven Ergebnisse.

6 Ergebnisse

6.1 Ergebnisse der Exaktversuchsphase

6.1.1 Ergebnisse aus dem dritten Durchgang

Unabhängig von der Oberfläche führte die Desinfektion mit Nades®, Peressigsäure, Dampf und Abflammen zu einer Reduktion der Keime um 98.1, 98.3, 99.7 und 96.2 %. Auch für die Kontrollbuchten wurde ein Keimrückgang von 91.0 % gemessen (Abbildung 2). Im Vergleich zur Kontrolle waren die Unterschiede nur für die Desinfektion mit Peressigsäure und Heissdampf signifikant (p beide < 0.05). Zwischen den angewendeten Desinfektionsverfahren gab es keine signifikanten Unterschiede in der Wirkung.

Im Vergleich zur Kontrolle konnte die desinfizierende Wirkung von Dampf statistisch nur für die Oberflächen Holz und Argolite nachgewiesen werden (p beide < 0.05). Für Beton konnte

eine Tendenz ($p < 0.1$) der Wirkung gezeigt werden. Heissdampf hatte keine desinfizierende Wirkung für die Oberfläche Epoxid.

Insgesamt zeigte sich v.a. anhand der geringen Streuung, dass die Dampfdesinfektion im Vergleich zu anderen Desinfektionsmethoden (bspw. Nades® $98.1 \pm 4.1\%$, Abflammen $96.2 \pm 5.8\%$, $n = 16$ und 8 , respektive) zu konsistent hoher Bakterienreduktion führt: $99.7 \pm 0.67\%$ Reduktion ($n = 16$).

Obwohl die Desinfektion mit Peressigsäure im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikante Unterschiede ergab (Reduktionen: Kontrolle $91.0 \pm 9.2\%$, Peressig $98.3 \pm 4.1\%$, $p < 0.05$) war dieser Unterschied für die einzelnen Oberflächen statistisch nicht mehr signifikant. Der Grund für diesen Befund liegt in der reduzierten Datenmenge ($n=4$ pro Oberfläche), die für die statistischen Vergleiche zu Verfügung stand.

Die grafische Darstellung der Keimreduktion erfolgt in Form von Logarithmen. Bakterien wachsen unter optimalen Bedingungen exponentiell. Exponentiell bedeutet, dass der Bestand pro Zeiteinheit nicht um einen festen Betrag ändert, sondern um einen festen Prozentsatz. Aus diesem Grund eignen sich die Logarithmen um Wachstums- oder Zerfallsprozesse zu beschreiben.

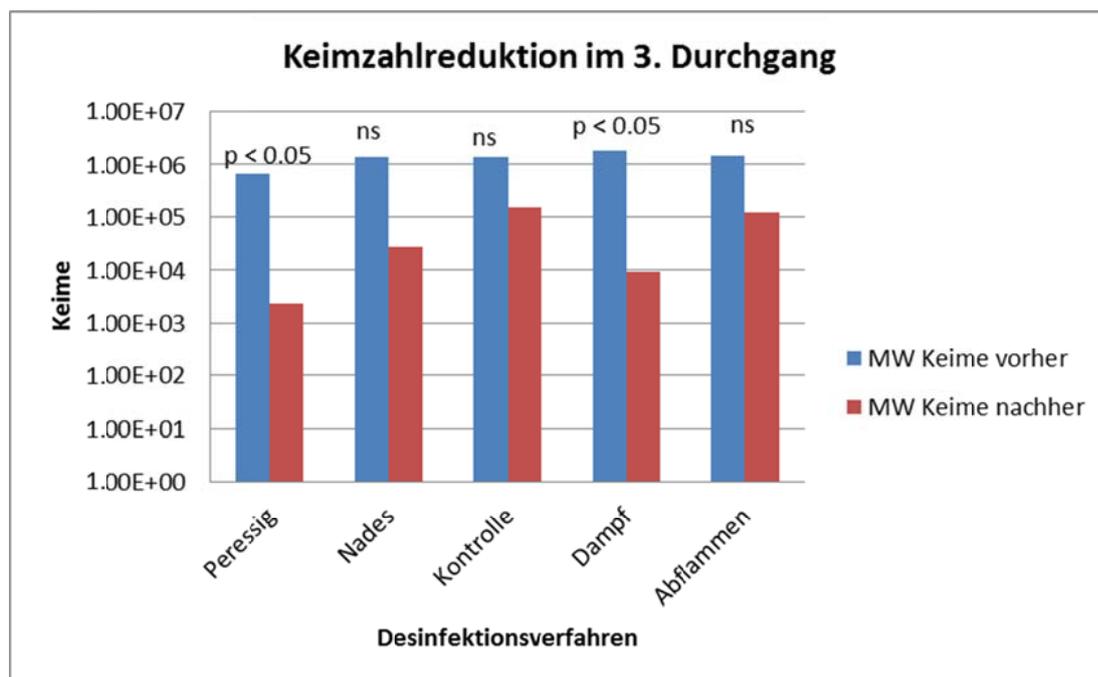


Abbildung 2: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse Durchgang 3

6.1.2 Ergebnisse aus dem viertem Durchgang

Für den vierten Versuchsdurchgang wurden mit Nades®, Peressig, Dampf und Abflammen Keimzahlreduktionen von 96.6, 85.3, 88.6 und 75.8% erreicht. Für die Kontrollbuchten wurde eine Reduktion von 80.2% gemessen. Für keines der Desinfektionsverfahren konnte ein statistischer Unterschied zur Kontrolle gezeigt werden.

Einzig für die Oberfläche Holz wurde für die Desinfektion mit Dampf ein signifikanter Unterschied zur Kontrolle gefunden (Reduktionen: Kontrolle $83.6 \pm 16.6 \%$, Dampf $99.9 \pm 0.01 \%$, $p < 0.05$).

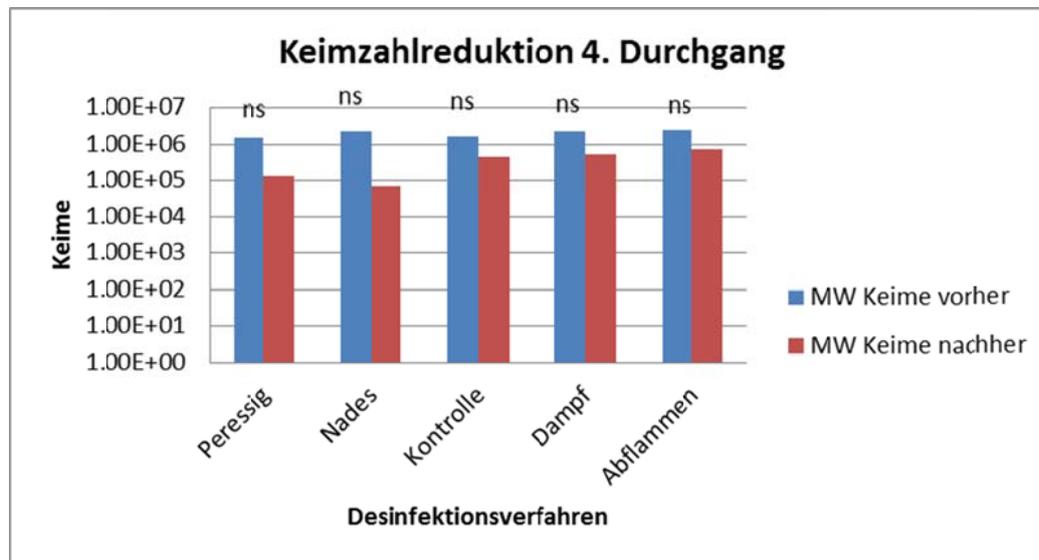


Abbildung 3: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse Durchgang 4

Betrachtet man bei beiden Durchgängen die Eignung der Materialien bezüglich Keimreduktion bei den Kontrollbuchten (ohne Desinfektion) ist kein signifikanter Unterschied festzustellen. Eine bessere Eignung eines Materials bezüglich Reinigungserfolgs lässt sich in diesem Versuch also nicht feststellen.

6.1.3 Nicht bewertbare Durchgänge - Nutt

Der erste Durchgang wurde planmässig bis zur Desinfektion durchgeführt. Da die Reinigung des Stalles unter grossem Zeitdruck seitens des Landwirts durchgeführt werden musste, wurden nur die Buchten innerhalb des Stalls gereinigt, um dort eine ordentliche Reinigung zu gewährleisten. Auf die Reinigung der Ausläufe wurde hingegen verzichtet. Am Morgen des 3. Versuchstages wurden vom landwirtschaftlichen Angestellten die Ausläufe ohne Rücksprache mit einem Hochdruckreiniger gesäubert. Dies hatte den Effekt, dass durch den Wasserdruck Schmutzpartikel durch die Auslauföffnung auf die Probeflächen gelangten. Eine Bewertung der Ergebnisse ist deshalb nicht seriös. Vollständigkeitshalber werden die Ergebnisse in Abbildung 4 dargestellt.

Beim 2. Durchgang (Abbildung 5) waren die Keimzahlergebnisse widersprüchlich und nicht logisch. Häufig waren die Keimzahlen nach der Desinfektion erhöht. Die Ursache dieser Abweichungen ist nicht erklärbar. Eine Möglichkeit wäre eine Kontamination der Schablone. Zur Probennahme wurden zwei Schablonen aus Kunststoff mit einer Innenabmessung von 5 x 5 cm angefertigt. Vor und nach einer Tupferanwendung wurden die Schablonen in 70%igen Alkohol getaucht und dort für mindestens 20 Sekunden gelassen. Möglicherweise war der

Kunststoff nicht das ideale Schablonenmaterial. Für die folgenden Durchgänge wurde eine Schablone aus Edelstahl angefertigt. Ein anderer Grund könnte in eine Rekontamination der Flächen nach Desinfektion liegen. Durch die Auslauföffnungen konnten vom Wind feine Staubpartikel getragen werden. Eine Beeinflussung der Ergebnisse auf diesem Weg wäre denkbar. Denkbar wäre auch eine Versandverzögerung. Die Proben wurden stets mit Expressversand verschickt und der Versand wurde mit dem Untersuchungslabor abgesprochen, so dass eine unverzügliche Bearbeitung der Proben möglich war. Anhand der Auswertungsergebnisse und nach Rücksprache mit dem Labor wurde ersichtlich, dass die Proben teilweise doch liegen geblieben sind.

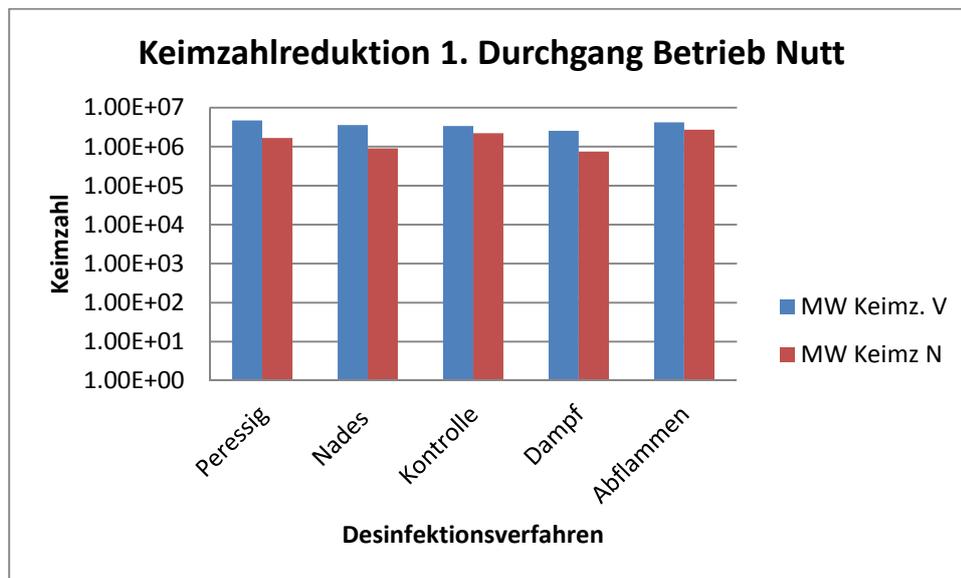


Abbildung 4: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse 1. Durchgang

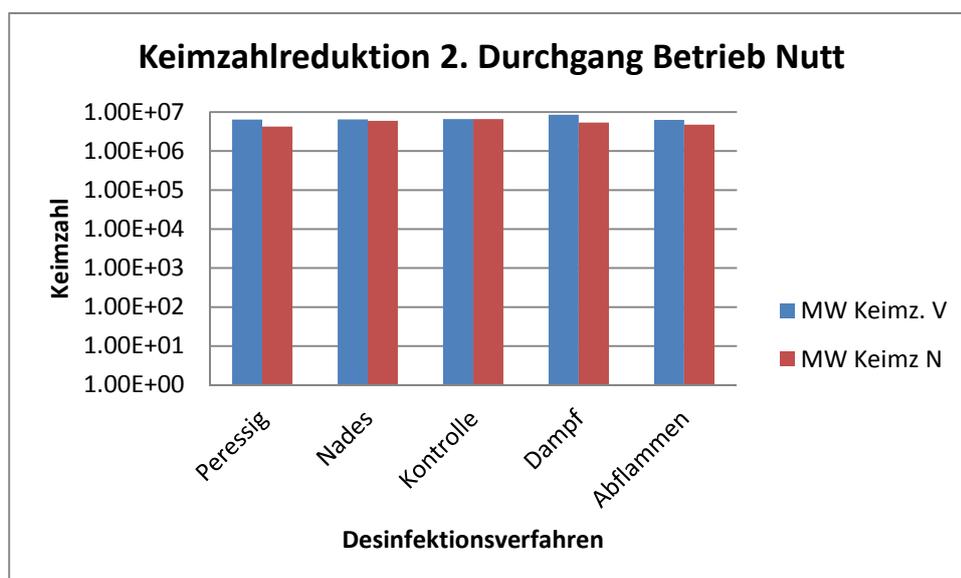


Abbildung 5: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse 2. Durchgang

Auch im fünften Durchgang (Abbildung 6) treten Keimzahlergebnisse auf die widersprüchlich und nicht logisch sind. Die Gründe dafür sind nicht zu ermitteln, da keine erklärbaren Ursachen vorliegen.

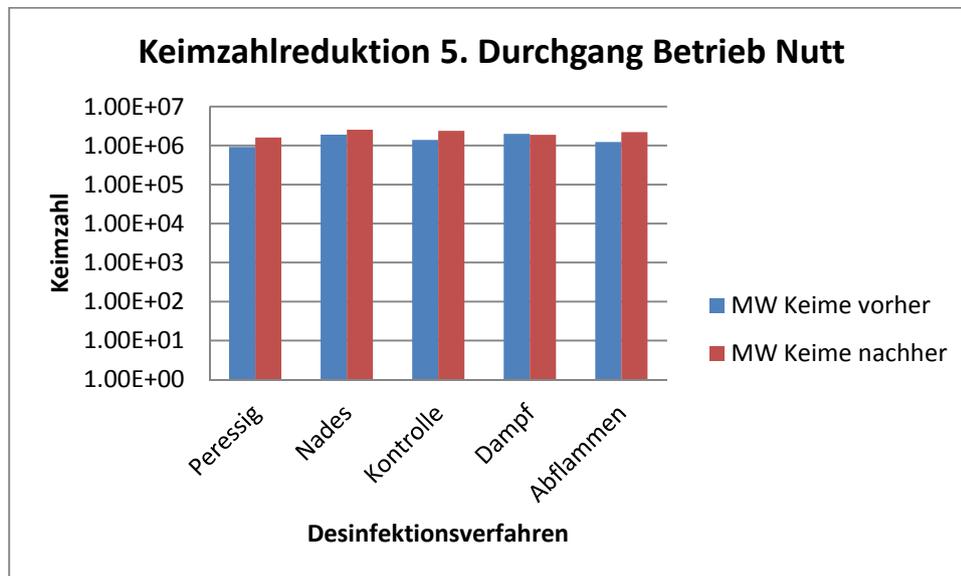


Abbildung 6: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse 5. Durchgang

6.1.4 Nicht bewertbare Durchgänge - Allemann

Wie unter 3. **Ablaufplan des Projektes** bereits beschrieben konnten die Ergebnisse aus dem Versuch des Betriebes Allemann, Schweiz, statistisch nicht ausgewertet werden. Die Versuche konnten nicht wie geplant, zeitgleich durchgeführt werden. Vollständigkeitshalber werden die Ergebnisse der zwei Durchgänge in den Abbildungen 7 und 8 grafisch dargestellt.

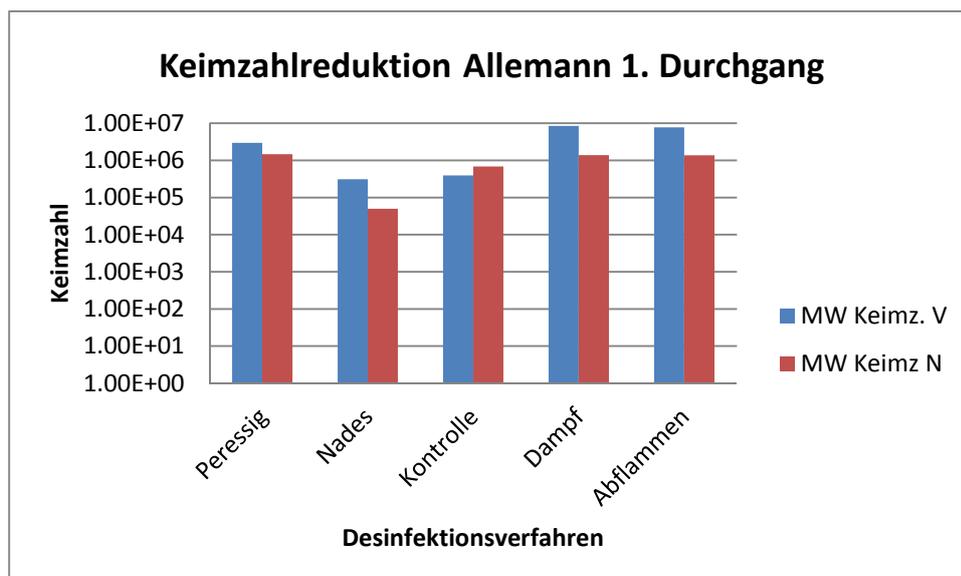


Abbildung 7: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse 1. Durchgang, Betrieb Allemann

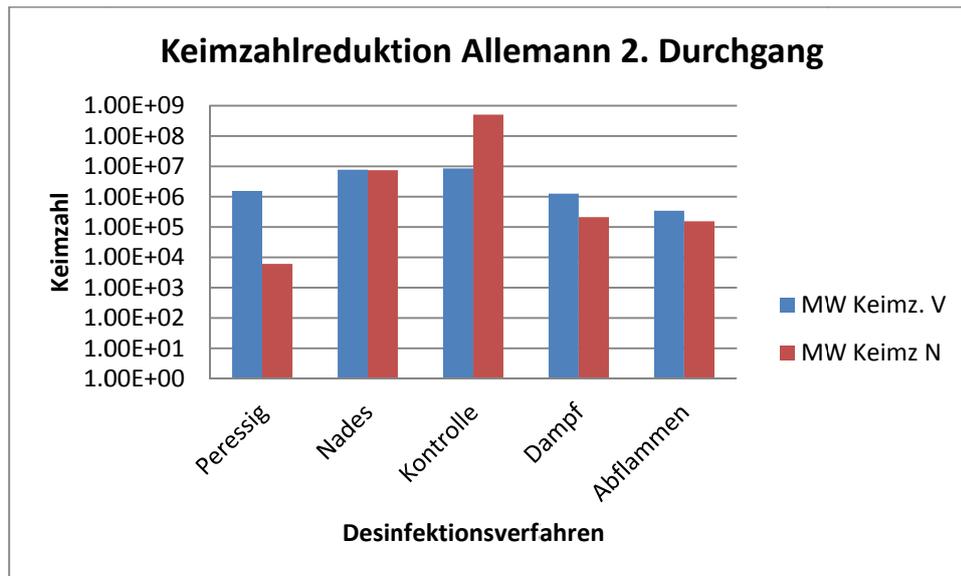


Abbildung 8: Keimzahlreduktion durch die Desinfektionsverfahren; Ergebnisse 2. Durchgang, Betrieb Allemann

6.1.5 Temperaturverlauf beim Abflammen - Nebenergebnis

In Abbildung 9 werden alle gemittelten Temperaturverläufe des 3. Durchganges dargestellt. Die horizontale Skala gibt den Zeitverlauf in zehntel Sekunden wieder.

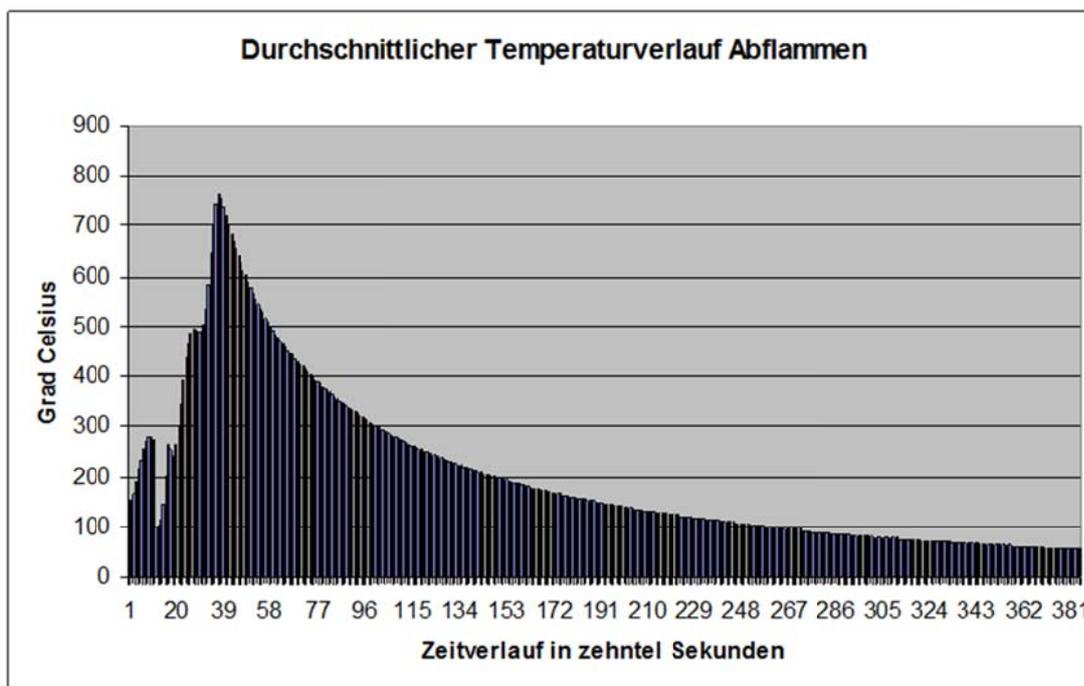


Abbildung 9: Gemittelte Temperaturverläufe beim Abflammen im 3. Durchgang

Abbildung 10 zeigt den Temperaturverlauf der Desinfektion einer Holzoberfläche mittels Abflammen. Wie auf Abbildung 11 ersichtlich, wurden je Oberfläche zwei Probenahmeflächen beprobt. Jede dieser Probenahmeflächen wurde mit einer Sonde versehen. Der Datalogger hatte mehrere Kanäle zur Temperatureaufzeichnung. In diesem Fall wurden die Kanäle 1 und 2

verwendet, in Abbildung 10 abgekürzt als Chan 1 und Chan 2 bezeichnet. Kanal 1 wurde an Probennahmefläche 1 und Kanal 2 an der Fläche 2 angebracht. Als Höchsttemperatur wurden an Probennahmestelle 1 knapp 600 °C und an Probennahmestelle 2 über 700 °C gemessen. Bei beiden Probennahmestellen lag die gemessene Temperatur ca. 20 Sekunden über 100 °C.

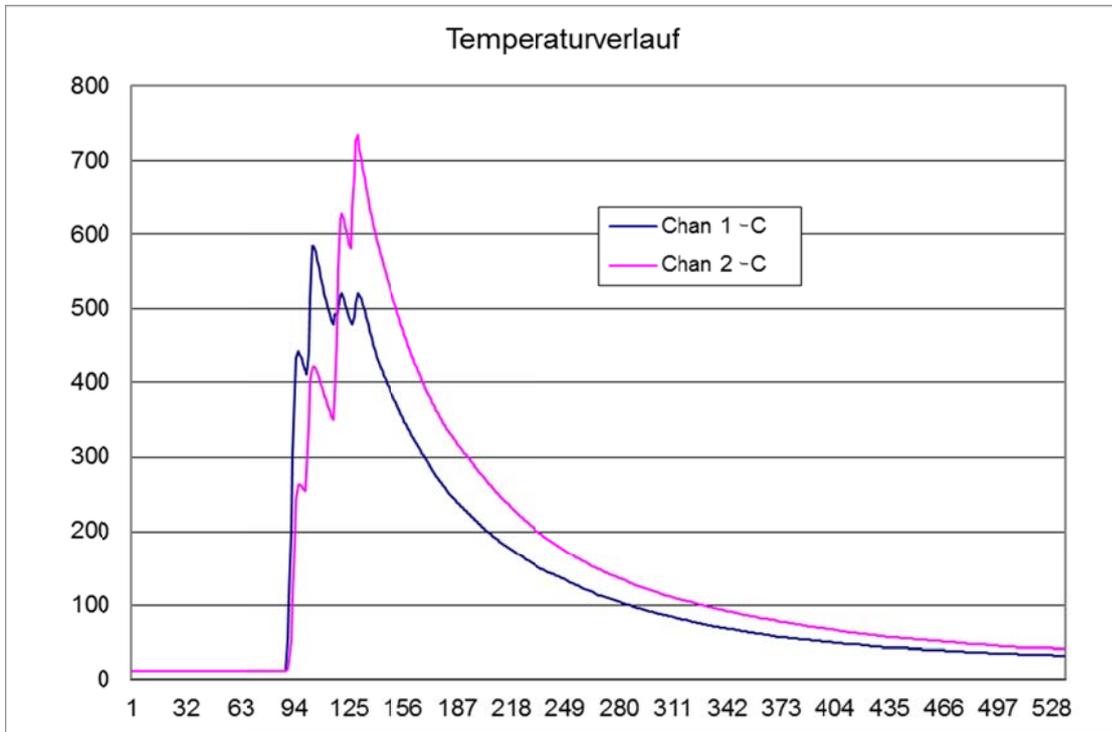


Abbildung 10: Der Temperaturverlauf in °Celsius beim Abflammen einer Holzoberfläche an zwei Messstellen in Zehntel-Sekunden.



Abbildung 11: Die Temperaturen beim Abflammen wurden auf den Probennahmeflächen 1 und 2 je mit einer Temperatursonde erfasst.

6.2 Ergebnisse der Praxisphase

Für die statistische Auswertung wurde einerseits auf Betriebsebene geprüft, ob die Desinfektionen zu unterschiedlichen Zeitpunkten unterschiedlich waren im Effekt. Andererseits wurde untersucht ob zeitgleich durchgeführte Desinfektionen auf den verschiedenen Betrieben zu unterschiedlichen Resultaten führten. Die erste Analyse liefert eine Aussage über die Kohärenz der Wirkung einer gegebenen Desinfektionsmethode, die zweite schließt betriebsindividuelle Unterschiede mit ein.

Tabelle 5: Ergebnisse der Desinfektionsverfahren auf vier Praxisbetrieben

Betrieb	Durchgang	Reduktion Wand		Reduktion Boden	
		%	Standardabweichung	%	Standardabweichung
1	1	72.97	30.7	97.14 ^a	1
2		66.48	20.3	65.46	43.68
3		95.24	3.15	50.7 ^a	20.58
2	1	94.15	3.85	98.78	0.54
2		98.82	2.36	99.96 ^b	0.019
3		95.61	5.48	95.18 ^b	2.72
3	1	78.87 ^c	22.22	95.38	3.82
	2	92.41	5.39	92.52	7.55
3		99.62 ^c	0.5	95.63	3.85
4	1	97.25	5.44	98.64	2.54
2		81.24	31.98	98.75	0.38
3		92.36	14.7	83.89	30.01

Gleiche superskripts bedeuten: signifikanter Unterschied $p < 0.05$

Aufgrund der betrieblichen und zeitlichen Unterschiede der zwei Verfahren ist eine deskriptive Auswertung möglich. Auf Betriebsebene wurden in den drei Durchgängen folgende Unterschiede erfasst: Betrieb 1 (Hönig) hatte mit Dampf desinfiziert und im Vergleich mit dem Exaktversuch schlechtere Reduktion erzielt. Zwischen dem Effekt im ersten Durchgang und jenem im dritten Durchgang (Boden) gab es einen signifikanten Unterschied.

Die Ergebnisse des Betriebes 2 widerspiegeln die Ergebnisse aus dem Exaktversuch durch eine hohe Reduktion der Keimzahlen ohne signifikante Unterschiede zwischen den Wiederholungen. Das Ergebnis wird in seiner Beurteilung durch die Ergebnisse der Betriebe 3 und 4 relativiert. Betrieb 3 zeigt im ersten Durchgang signifikant weniger Keimreduktion als im dritten Durchgang. Der Betrieb 4 weist zwar keine signifikanten Unterschiede zwischen den Durchgängen auf, aber erhebliche Schwankungen.

Die Schwankungen treten sowohl am Boden als auch an der Wand auf.

6.3 Wirtschaftliche Beurteilung

Im Teilprojekt 07 OE 028 „Erarbeitung der arbeitswirtschaftlichen Erfassungsinstrumente und Auswertungen der Praxisversuche mit dem BZA-Instrument Ferkelerzeugung“ wurde der Arbeitsaufwand der eingesetzten Desinfektionsverfahren (Dampf und Peressigsäure) auf den Praxisbetrieben erfasst. Des Weiteren wurde der Kostenaufwand ermittelt, der durch den Geräte- und Materialkauf entsteht. Diese Kriterien werden in die Empfehlungen für die Praxis einbezogen.

Aus den Ergebnissen wird ersichtlich, dass der Arbeitsaufwand der Dampfdesinfektion erheblich ist. Auf den Betrieb Hönig berechnet, bedeutet der Einsatz der Dampfdesinfektion einen Mehraufwand im Vergleich zu keiner Desinfektion pro Ferkel von 1,58 €. Dieser Betrag kann ausgeglichen werden, wenn 0,22 Ferkel pro Sau und Jahr mehr erzeugt werden können aufgrund des verbesserten Hygienemanagements.

Überträgt man die erfassten Daten aus den Betrieben, die die chemische Desinfektion mit der Peressigsäure eingesetzt haben, auf den Betrieb Hönig kann ein Kostenvergleich aufgezeigt werden. Demnach beträgt der Mehraufwand bei der Peressigsäuredesinfektion im Vergleich zu keiner Desinfektion auf dem Betrieb Hönig pro Ferkel 0,64 €. Das bedeutet, dass 0,09 Ferkel pro Sau und Jahr mehr erzeugt werden müssen aufgrund des verbesserten Hygienemanagements.

Detaillierte Berechnungen sind aus dem Abschlussbericht des Teilprojektes 07 OE 028 zu entnehmen.

7 Diskussion

7.1 Erläuterungen zur Versuchsanstellung

Die Wirksamkeitsprüfungen der chemischen Desinfektionsmittel erfolgt bei der DVG (DVG, 2010) unter standardisierten festgelegten Prüfverfahren unter Laborbedingungen. Darauf

basieren die Einsatzempfehlungen. Jedoch mit dem Hinweis, dass die Wirksamkeit unter Praxisbedingungen nicht gewährleistet werden kann, da dort eine Vielzahl von Faktoren und äusseren Umständen (z. B. Wasserhärte, Temperatur, Verschmutzungsgrad, besonders resistente Mikroorganismen) den Erfolg beeinflussen. Die hier durchgeführten Versuche wurden gezielt unter die Praxisbedingungen gestellt, um die Effizienz in der Praxis ermitteln zu können. Daraus ergab sich bei der Versuchsanstellung eine Vielzahl von Herausforderungen. Beispiele dafür sind: Beim Abflammen musste eine ausreichende Temperatur über eine ausreichende Zeit erzeugt werden. Um dies zu gewährleisten wurde mit Temperaturfühlern mit Zeiterfassung gearbeitet. Bei der Dampfdesinfektion mussten Geräte eingesetzt werden, die eine ausreichende Dampftemperatur und Leistung erbrauchen, jedoch nicht zu unhandliche sind im Einsatz in den beschränkt grossen Abferkelbuchten. In der folgenden Diskussion wird auf weitere diskussionswürdige Verfahren und Ergebnisse eingegangen. Da ein solcher Versuch bisher noch nicht in der Praxis durchgeführt wurde, war die Erarbeitung der Methode ein aufschlussreiches Nebenergebnis.

7.2 Diskussion der Methode zur Erfassung der Keimreduktion

Bei den Ergebnissen zur Keimzahlreduktion fällt auf, dass auch die Kontrollflächen eine Keimzahlreduktion erfahren. Dies könnte teilweise durch die Methode der Keimgewinnung erklärt werden. Die Probennahme vor der Desinfektion, wie auch die Probennahme danach erfolgten auf derselben Fläche von 5 x 5 cm. Dieses Verfahren hat den Nachteil, dass Keime beim ersten Probennahmevergange vom Tupfer aufgenommen werden und somit durch die Probennahme selbst die Keimzahl reduziert wird. Dies könnte, neben dem Faktor Zeit, einen Einfluss auf die Keimzahlreduktion bei allen Flächen und auch bei den Kontrollflächen haben. Der Vorteil dieses Vorgehens liegt jedoch auf der Hand. Es wird bei jeder Probe gleich vorgegangen. So kann die Keimzahlreduktion möglicherweise nicht absolut gesehen werden, jedoch können die desinfizierten Flächen untereinander besser verglichen werden. Wäre die Probennahmestelle vor und nach der Desinfektion an jeweils anderen Stellen gemessen worden, so hätte eine sehr wahrscheinliche und gleichmässige Keimbelastung die Unterschiede stark verzerrt.

Zudem spielt der Faktor Zeit eine erhebliche Rolle bei der Keimreduktion. Durch das Abtrocknen der Flächen und die Zeit, in der die Flächen nicht erneut kontaminiert werden, findet eine Keimreduktion statt.

Das Trocken-Tupfer bzw. Trocken-Nass Tupfer Verfahren zeichnet sich durch eine leichte Handhabung aus. Gleichzeitig eignet es sich besonders um in beeinträchtigten Räumlichkeiten bzw. relativ unzugänglichen Stellen, Proben zu ziehen. Ebenso wird keine technische Apparatur zur Probennahme benötigt und daher ist das Verfahren relativ preisgünstig. Dennoch scheint dieses Verfahren Nachteile in der Anwendbarkeit mit sich zu bringen. Trotz grosser Sorgfalt bei den Probennahmen, wurden immer wieder Messwerte erfasst, die nicht unmit-

telbar nachvollziehbar waren. Dies bezieht sich vor allem auf die höheren Keimgehalte nach erfolgter Desinfektion. Dies kann eine Fülle von Ursachen haben. Zu nennen sind die Variationen durch das angewendete Verfahren. Die Variation des Anpressdrucks der Tupfer auf die Oberfläche kann trotz grosser Anstrengung nicht konstant gehalten werden. Somit könnte durch einen leicht grösseren Anpressdruck bei den Probennahmen nach der Desinfektion auch eine grössere Anzahl Keime auf den Tupfer gelangt sein. Somit könnten sich einige erhöhten Werte nach erfolgter Desinfektion erklären lassen. Auch die Desinfektion der Schablone ist ein wichtiger Punkt. Erfolgversprechend wäre eine flüssige Desinfektion mit Ethanol und nachfolgendem Abflammen der Schablone. Dies konnte jedoch unter den gegebenen Bedingungen aus Zeitmangel nicht durchgeführt werden. Ein weiteres Problem ist die Probenzustellung per Post. Ist die Zeitspanne zwischen Probenauswertung und Einsendung zu lang, sind erhöhte Keimzahlen festzustellen. Durch den Abferkelrhythmus vorgegebene Probetermine haben beispielsweise in der Vorweihnachtszeit eine Verzögerung im Postversand ergeben. Optimal wäre eine Anwendung dieser Methode mit einer räumlichen Nähe zum untersuchenden Labor, womit der Postversand vermieden werden könnte.

Abgesehen von den Variationen durch das angewendete Verfahren kann es unter Praxisbedingungen im Schweinestall durch Umwelteinflüsse zu verfälschten Ergebnissen kommen. Vor allem die auf dem Betrieb Nutt vorhandenen Auflauföffnungen könnten eine Eintrittspforte für Kontaminationen der Probennahmestellen darstellen. In geringerer Entfernung waren Stallungen von denen der Wind Verschmutzungen übertragen haben könnte.

7.3 Vergleichbarkeit Durchgang 3 und 4

Durchgang 4 weist im Vergleich zu Durchgang 3 in fast allen Desinfektionsverfahren (i) weniger Reduktion und (ii) eine grössere Variabilität auf. Ursache hierfür könnten unterschiedliche Verschmutzungsgrade, Temperatureinfluss, unterschiedliche Handhabung der Reinigung und Desinfektion durch den Landwirt und den Versuchsbetreuer sein.

7.4 Diskussion der Ergebnisse aus der Praxisphase

In der Praxisphase wurde neben der Keimreduktion die Praxistauglichkeit der Verfahren geprüft. Die Keimreduktionen zeigen unterschiedliche Ausprägungen, die wahrscheinlich durch unterschiedliche Handhabungen (verschiedene Personen, Kennenlernen des Verfahrens), Klimaeinflüsse und Erfolg der Reinigung abhängig waren. Dass die Desinfektion zu einer Keimreduktion führt, konnte nachgewiesen werden. Die Dampfdesinfektion zeigte im Praxistest bezüglich der Praxistauglichkeit deutliche Nachteile und zeichnete sich nicht durch eine bessere Keimreduktion gegenüber der Peressigsäure aus. Allerdings sind die Verfahren in der Praxisphase nicht vergleichbar. Aus diesem Grunde sollte in der Praxisphase vor al-

dem der Fokus auf die Handhabung und Eignung des Verfahrens für die Praxis gelegt werden.

7.5 Beurteilung von Peressigsäure als Desinfektionsmittel

Die Peressigsäure weist sehr gute Desinfektionserfolge auf. In der landwirtschaftlichen Praxis wird sie jedoch häufig in Kombination mit anderen Mitteln eingesetzt. Einerseits wird damit das Wirkungsspektrum erweitert, andererseits werden damit die negativen Einflüsse auf den Anwender reduziert. Peressigsäure wird wie folgt deklariert „Peressigsäure ist gesundheitsschädlich beim Einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut.“

Eine gesundheitliche Belastung durch das Desinfektionsmittel Peressigsäure wurde von den teilnehmenden Landwirten der Umsetzungsphase bestätigt. Für die Anwendungsempfehlung in der Praxis sollte deshalb ein Kombinationsprodukt empfohlen werden, welches weniger gesundheitsschädlich für den Anwender ist.

Für die Anwendung der Peressigsäure sollte ein Aufschäumer verwendet werden. Schaum wirkt länger auf Verkrustungen ein und weicht den Schmutz auf. Durch die flächige Ausbringung werden alle Ecken und Kanten erreicht. Für den Anwender ist visuell erkennbar, welche Flächen behandelt sind.

Kombinationsprodukte sind meist mit einer Komponente die schäumt versehen. Damit wird der Aufschäumer überflüssig.

Peressigsäure wirkt durch die hohe Reaktionsfreudigkeit auch bei niedrigen Temperaturen (< 10°C). Aldehyde dagegen wirken ab einer Temperatur unter 10°C nicht mehr. Gerade für die Biobetriebe mit Aussenklimaställen ist das ein wichtiges Kriterium.

7.6 Beurteilung von Elektroaktiviertem Wasser

Das Angebot an Geräten und Produkten die Elektroaktiviertes Wasser produzieren oder enthalten wächst ständig auf dem Markt. Das Konzept, mit einem Gerät, Salzzusatz sowie dem herkömmlichen betriebsverfügbaren Leitungswasser ein effizientes Desinfektionsmittel herzustellen erscheint vielversprechend. Verschiedene Versuche belegen die Wirksamkeit von elektroaktiviertem Wasser. Verschiedene Anwendungsgebiete (Waschen von Schlachtkörpern bis Wasserleitungen für die Trinkwasserzufuhr in Flugzeugen) weisen auf die Praxisauglichkeit sowie auf eine mögliche Wirkung hin. Gerade im Biolandbau werden Produkte, Mittel oder Verfahren gesucht, die ohne chemische Hilfsmittel auskommt. Allerdings sind die Elektroaktivierten Wasser kritisch zu betrachten, weil bei der Elektrolyse Chlorverbindungen entstehen. Aus diesem Grunde wurde z. B. das Produkt Nades® 2010 nicht mehr auf der Betriebsmittelliste für den ökologischen Landbau gelistet.

Ein weiterer kritischer Punkt bei den Geräten bzw. Produkten ist die Anwendungsart. Häufig wird das Gerät an der Trinkleitung installiert, so dass die Tiere das elektroaktivierte Wasser direkt aufnehmen. Gerade bei Hühner- und Schweinebetrieben wird das bewusst durchgeführt, um eine pH-Wert-Änderung im Verdauungstrakt des Tieres zu bewirken. Die dadurch erwartete verbesserte Tiergesundheit ist ein Verkaufsargument für diese Produkte/Geräte.

Das Verfahren der Desinfektion mit elektroaktiviertem Wasser hat im vorliegenden Versuch bei der reinen Oberflächendesinfektion keinen signifikanten Erfolg erzielt, aber es sollte weiterhin auf Wirkungsweise und Wirkungserfolg geprüft und vor allem auf die Biotauglichkeit untersucht werden. Als weiteres Vorgehen zur Bewertung des elektroaktivierten Wasser für den Einsatz im Biolandbau sollte a) eine Beurteilung hinsichtlich Biotauglichkeit des Verfahrens und der entstehenden Produkte durchgeführt werden; b) Anwendungsgebiete definiert (Flächendesinfektion, Trinkwasseraufbereitung) und c) in dem für den Biolandbau empfohlenen Anwendungsbereichen Wirkungserfolge geprüft werden.

7.7 Beurteilung der Dampfdesinfektion

Dieses Verfahren zeichnet sich zwar in der Wirksamkeit bei der Keimreduktion aus und wäre bezüglich Biobewertung ein sehr interessantes Verfahren, da mit Hilfe von Energie und Wasser desinfiziert werden kann, jedoch war die Wirksamkeit gegenüber der Peressigsäure geringer und die Anschaffungskosten verhältnismässig hoch. Für Kleinbetriebe ist dieses Verfahren sicher zu kostenintensiv. Ab welcher Grösse sich dieses Verfahren rechnen könnte, kann hier nicht angegeben werden, da die Wirksamkeit der Keimreduktion schwer monetär zu bewerten ist.

7.8 Beurteilung von Abflammen

Dieses Verfahren zur Desinfektion ist häufig in der Praxis anzutreffen. Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse bezüglich Keimreduktion, ist diese Desinfektion nicht so erfolgreich wie erwartet. Da es bisher jedoch keine Praxisempfehlungen für ein effizientes Abflammen im Stall gibt, wurden hier im Versuch die Geschwindigkeit für die Flächenüberfahung (0,33 m/s) sowie der Abstand zu Fläche (20 cm) definiert. Eventuell könnten sich eine langsamere Überfahung sowie ein geringerer Abstand positiv auf die Keimreduktion auswirken. Im Hinblick auf den relativ hohen Zeitaufwand, der bereits bei diesem Ablaufschema entstanden ist, ist ein noch grösserer Zeitaufwand für die Praxis eher ungeeignet. Ein zusätzliches Problem könnte ein Verkohlen der Holzoberfläche in den Buchten sein. Dies hätte zur Folge, dass die Buchtenoberflächen schneller uneben werden und den Schweinen dadurch Ansatzpunkte zum Abfressen der Holzabsperren bieten könnte. Ein Aufrauhern der Oberflächen ist,

auch hinsichtlich der negativen Auswirkung auf Reinigung und Desinfektion, wenn möglich zu vermeiden.

Aus den erfassten Maximaltemperaturen und auch der Dauer der Temperatureinwirkung wäre eine keimabtötende Wirkung dieser Desinfektionsmethode zu erwarten. Warum dies tatsächlich nicht erfolgte, kann abschliessend nicht beurteilt werden. Die Metallsonde zur Messung der Oberflächentemperatur wies einen sehr kleinen Durchmesser auf. Dies sollte eine grössere Zeitverzögerung der Temperaturerfassung ebenso verhindern, wie auch eine Speicherung der Wärmeenergie in der Sonde selbst. Es wäre vorstellbar, dass das Metall der Sonde empfindlicher auf die Temperatur reagiert hat, als die beprobten Flächen selbst. Weniger die Höchsttemperatur, sondern die Dauer der gemessenen Temperaturen über 100 °C von ca. 20 Sekunden je Probenahme Stelle, scheint etwas lang. Da die Temperatur nur an der Oberfläche gemessen wurde, kann nicht beurteilt werden, wie tief die Temperatur in Höhe und Dauer in unzugängliche Stellen wie Ritzen und Poren vordringen konnte. Sowohl für die Dampfdesinfektion und das Abflammen kann in Frage gestellt werden, ob die Mikroorganismen zusätzlich durch vorhandene Schutz- oder Schutzschichten von der thermischen Inaktivierung geschützt worden sind. Im Versuchsfall kann man von einer bestmöglichen Reinigung ausgehen. Für die Reinigungsmaßnahmen in der Praxis ist das eventuell nicht immer der Fall. Damit wäre bei einer Dampfdesinfektion und dem Abflammen eine sachgemässe und gründliche Reinigung eventuell noch bedeutender.

Zu bemerken ist auch, dass über die in manchen Fällen leicht verkohlte Oberfläche beim Holz bzw. durch die Temperatureinwirkung abgesprengte kleine Betonstücke kleine Partikel mit dem Tupper aufgenommen werden. Ob dies eine Verschlechterung der Keimzahlreduktion verursacht haben könnte kann abschliessend nicht beurteilt werden.

7.9 Möglicher Desinfektionserfolg gegen Endoparasiten

Neben der Keimreduktion konnten keine weiteren Erfolge der Desinfektionsverfahren evaluiert werden. Ursprünglich wurde eine Überprüfung des Wirkungserfolgs auf Endoparasitenbefall diskutiert. Aufgrund der Fokussierung im Gesamtprojekt auf den Bereich der Ferkelerzeugung wurde dies hinfallig, da im Abferkelbereich häufig eine geringe bzw. keine Endoparasitenbelastung auftritt. Zudem hätte die Untersuchung einer Reduktion von Wurmeiern mit Hilfe der alternativen Desinfektionsverfahren eine Laboruntersuchung erfordert. D. h. in diesem Fall wäre es sinnvoll gewesen, abgezählte Wurmeier auf einer Fläche auszubringen, zu desinfizieren und den Erfolg wieder durch ein Auszählen der Eier zu ermitteln. Auf den Praxisbetrieben wäre diese Vorgehensweise nicht möglich gewesen. Bisher ist kein biotaugliches Desinfektionsmittel verfügbar, welches gegen Wurmeier wirksam ist. Die Kresole, von der DVG in der Wirkung anerkannt, sind nicht zugelassen für Biobetriebe. Somit hätte die Überprüfung eines kresolhaltigen Produktes für den Biolandbau keinen Mehrnutzen erzielt.

In der Schweinehaltung spielt vor allem der Spulwurm, *Ascaris suum*, eine bedeutende Rolle. Charakteristisch für die Spulwurmeier ist ihre Klebrigkeit, lange Überlebensdauer und grosse Resistenz gegen schädliche Umwelteinflüsse wie Austrocknung und Chemikalien. Zusätzlich treten sie in sehr hohen Zahlen auf. Es wird oft angemerkt, dass Spulwurmeier sehr klebrig sind und daher an Wänden, Arbeitsutensilien und Stiefeln kleben können.

Eine der drei Aussenschichten des Eies sorgt dafür, dass keine Moleküle die grösser als Wasser oder Sauerstoff sind, die Schicht durchqueren können. Daher können sich die Eier in normalerweise schädlichen Chemikalien wie Formaldehyd oder Schwefelsäure weitestgehend normal entwickeln. Die Entwicklung der Eier ist temperaturabhängig. Die Schwelle ab der sich Eier weiterentwickeln liegt bei ca. 14°C. Die Entwicklung zum Embryo dauert beispielsweise 37 Tage bei 13.7°C und 8.3 Tage bei 31.1°C. Um infektiös zu werden, benötigt der Embryo ungefähr noch einmal die doppelte Zeit. Die Eier können einige Tage bei -27 bis -19°C überleben. Nach 20tägiger Exposition bei diesen Temperaturen sterben die Eier jedoch ab.

Bekannt ist, dass Eier nachdem sie über 5 h einer Temperatur von 50°C ausgesetzt waren bzw. 6.5 Minuten bei 55°C zu 100% inaktiviert wurden. Dies wäre beim Einsatz des Abflamms der Fall. Im vorliegenden Versuch wurde eine Untersuchung dessen, aus o. g. Gründen, jedoch nicht berücksichtigt.

8 Empfehlungen für die Praxis

Die Empfehlungen für die Praxis werden in einem Merkblatt zu Reinigung und Desinfektion zusammengefasst. Hierbei werden neben den Empfehlungen für eine effiziente Desinfektion im Biolandbau die Notwendigkeit und Wichtigkeit einer korrekt durchgeführten Reinigung und der anschliessenden Leerstehzeit erläutert.

Aufgrund der Versuchsergebnisse dieses Projektes erscheint eine chemische Desinfektion als arbeitswirtschaftlich und bezüglich Wirkungseffekts interessant. Die hier getesteten alternativen Desinfektionsverfahren zeigen bezüglich Keimreduktion keinen Vorteil und können somit nicht für die Praxis empfohlen werden. Des Weiteren ist der Zeitaufwand beim Abflammen und der Dampfdesinfektion höher (siehe Auswertungen Projektteil AP 8 - Förderkennzeichen 07 OE 028 - von Rainer Löser). Bei beiden Verfahren entstehen zudem Anschaffungskosten für die Geräte, die vor allem beim Dampfreiniger nicht unerheblich sind. Die chemische Desinfektion kann meist auf den Betrieben ohne zusätzliche Anschaffungskosten durchgeführt werden, wenn bereits ein Hochdruckreiniger auf dem Betrieb vorhanden ist.

9 Abschliessende Beurteilung

Als Fazit aus der vorliegenden Arbeit kann festgehalten werden, dass die hier geprüften alternativen Desinfektionsverfahren keine Alternative zur chemischen Desinfektion mit Peressigsäure in Bezug auf die Keimreduktion darstellen. Für die Beratung der Betriebe stehen mit dieser Untersuchung keine alternativen Desinfektionsverfahren zur Verfügung, jedoch kann die Beratung auf die Ergebnisse dahingehend zurückgreifen, dass die chemische Desinfektion eine zeit- und kosteneffiziente sowie wirksame Desinfektionsmethode ist.

10 Literaturverzeichnis

Auer, J.A. (2002): Sterilisation (Stand 2008):

<http://www.fvvetmed.unizh.ch/daten/Chirurgie/Propaedeutik/STERIL.doc> (abgerufen September 2008)

Baumgart J. (1977). Empfehlenswerte mikrobiologische Methoden zur Überwachung der Betriebshygiene. Schriftenreihe Schweiz. Ges. Lebensmittelhygiene 5, 13 – 20. Schwerzenbach: Eigenverlag. Zitiert in Pfannenschmidt, F. (2003). Eignung des Nass-Trockentupfer Verfahrens (NTT) DIN 10113; 1997 – 07 zur Bestimmung des Hygienestatus in Melkanlagen. Dissertation an der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

Böhm, R. (2002). Reinigung und Desinfektion in der Nutztierhaltung und Veredelungswirtschaft. Enke Verlag, Stuttgart.

Dierauer, H.U. (1994) Unkrautregulierung ohne Chemie. Ulmer Verlag, Stuttgart

Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft: 12. Liste der nach den Richtlinien der DVG geprüften und als wirksam befundenen Desinfektionsmittel für die Tierhaltung (Stand: September 2010): <http://www.dvg.net/index.php?id=253> (abgerufen im Dezember 2010)

Genigeorgis, C. (1998). Thermal destruction of bacterial pathogens. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. Cost Action 97, Berlin, Germany 6 – 7 June, p. 52 - 71

Kim, C., Huang, Y.C. und Brackett, R.E (2000). Roles of Oxidation-Reduction Potential in Electrolysed Oxidizing and Chemically Modified Water for Inactivation of Food-Related Pathogens. Journal of Food Protection, Vol. 63, No. 1, 19-24

Lammers J., Messing, F. J. und Petersen, B. (1983): Vergleich dreier Verfahren zur quantitativen und semiquantitativen Bestimmung der Oberflächenkeimbesiedlung in Schweineställen. Tierärztliche Umschau 38, 704 – 717

Lu Y, Fang J (2003) Bonferroni adjustment. In: Advanced statistics. River Edge, p 870

Murmann, D. und v. d. Heyde, U. (1994): Einfluss von Temperatur und Zeit auf den Keimgehalt von Abstricktupfern. Tierärztliche Umschau 49, 100 - 103

Park, H., Hung, Y.H. und Brackett, R.E. (2002). Antimicrobial effect of electrolyzed water for inactivating *Campylobacter jejuni* during poultry washing. *International Journal of Food Microbiology* 72, 77-83

Pfannenschmidt, F. (2003). Eignung des Nass- Trockentupfer Verfahrens (NTT) DIN 10113; 1997 – 07 zur Bestimmung des Hygienestatus in Melkanlagen. Dissertation an der Tierärztlichen Hochschule Hannover.

Schliesser, T. (1981). Desinfektion in Tierhaltung, Fleisch- und Milchwirtschaft. Verlag Enke, Stuttgart.