

Aus dem Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin

der Veterinärmedizinischen Universität Wien

(Departmentsprecher: Univ.-Prof. Dr. med. vet. Michael HESS)

Abteilung für Hygiene und Technologie von Lebensmitteln

(Interimistischer Leiter: Univ.-Prof. Dr. Martin Wagner Dipl. ECVPH)

**Haltbarkeit von vakuumverpacktem Wildfleisch aus der  
Direktvermarktung und Hygienemonitoring bei der  
Wildfleischzerlegung**

**DIPLOMARBEIT**

Veterinärmedizinische Universität Wien

Vorgelegt von

Kathrin Aichholzer

Wien, im Februar 2021

**Betreuer:**

Ao.Univ.-Prof. Dr. med. vet. Peter Paulsen Dipl. ECVPH

Abteilung für Hygiene und Technologie von Lebensmitteln, Institut für Lebensmittelsicherheit, Lebensmitteltechnologie und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Universität Wien

**GutachterIn:**

Ass.-Prof. Dr.med.vet. Anna Kübber-Heiss

Forschungsinstitut für Wildtierkunde und Ökologie, Veterinärmedizinische Universität Wien

## **Danksagung**

Ich möchte mich an dieser Stelle sehr herzlich bei allen bedanken, die mich bei der Erstellung meiner Diplomarbeit unterstützt hatten.

Ganz besonders möchte ich mich bei Herrn Dr. Peter Paulsen bedanken. Er unterstützte mich von Anfang an bei meiner Diplomarbeit und stand mir bei jeglichen Fragen stets zur Seite gestanden. Vielen Dank dafür!

Auch bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der „Abteilung für Hygiene und Technologie von Lebensmitteln, Institut für Lebensmittelsicherheit, Lebensmitteltechnologie und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin“ möchte ich mich bedanken. Insbesondere bei Frau Ing. Andrea Pauker, die mich bei der Arbeit im Labor unterstützte.

Ich möchte auch meiner Familie, meinem Freund und meinen Freunden und Freundinnen “Danke” sagen. Während des gesamten Studiums unterstützten und motivierten sie mich und standen immer an meiner Seite. Sie nahmen sich die Zeit, meine Arbeit gegenzulesen und haben mir Verbesserungsvorschläge gegeben.

Vielen Dank!

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung.....	1
1.1.	Wildfleisch – Direktvermarktung .....	1
1.2.	Mikrobiologische Haltbarkeit von Fleisch und beeinflussende Faktoren .....	2
1.3.	Richtwerte für die mikrobiologische Beschaffenheit von Fleisch .....	7
1.4.	Bedeutung der Temperatur von der Erlegung bis zur Zerlegung .....	9
1.5.	Fragestellung der vorliegenden Arbeit .....	10
2.	Material und Methoden.....	11
2.1.	Fleischzerlegung und Untersuchungen in einer professionell ausgestatteten Anlage.....	11
2.1.1.	Temperatur und pH-Wert.....	11
2.1.2.	Ausstattung des Betriebs und Ablauf der Zerlegung .....	11
2.1.3.	Prüfung der Reinigung und Desinfektion vor Arbeitsbeginn .....	12
2.1.4.	Probenahme am Tierkörper vor und nach dem Enthäuten.....	14
2.1.5.	Herstellung der Fleischproben für einen Lagerungsversuch .....	14
2.1.6.	Mikrobiologische Untersuchung von Fleischoberflächen .....	15
2.1.7.	Mikrobiologische Untersuchung von gelagertem, vakuumverpacktem Fleisch.....	17
2.2.	Fleischzerlegung und Untersuchungen in einer minimal ausgestatteten Anlage .....	19
2.2.1.	Temperatur und pH-Wert.....	19
2.2.2.	Ausstattung des Betriebs und Ablauf der Zerlegung .....	20
2.2.3.	Prüfung der Reinigung und Desinfektion vor Arbeitsbeginn .....	20
2.2.4.	Probenahme am Tierkörper vor und nach dem Enthäuten.....	21
2.2.5.	Herstellung der Fleischproben für einen Lagerungsversuch .....	21
2.2.6.	Mikrobiologische Untersuchung von Fleischoberflächen .....	21
2.2.7.	Mikrobiologische Untersuchung von gelagertem, vakuumverpacktem Fleisch.....	21
3.	Ergebnisse .....	23
3.1.	pH-Wert der Tierkörper .....	23
3.2.	Semiquantitative Keimzahlbestimmung von Arbeitsflächen und Gegenständen mittels Agar-Kontaktverfahren (RODAC).....	23
3.2.1.	Professionell ausgestattete Anlage .....	23
3.2.2.	Minimal ausgestatte Anlage .....	24

3.3. Mikrobiologische Untersuchung der Oberflächenproben der Tierkörper.....	25
3.3.1. Professionell ausgestattete Anlage .....	25
3.2.1. Minimal ausgestattete Anlage .....	25
3.4. Mikrobiologische Untersuchung der Fleischteilstücke .....	26
3.4.1. Aerobe mesophile Keimzahl (GKZ) .....	26
3.4.2. Enterobacteriaceae (EB) .....	28
3.4.3. Pseudomonaden .....	30
3.4.4. Milchsäurebakterien und Staphylokokkenzahlen auf Fleisch, das in einer minimal ausgestatteten Anlage zerlegt worden war.....	33
3.5. Vergleich der Keimzahlen der Tierkörper vor und nach dem Enthäuten mit den Keimzahlen der Fleischteile nach Zerlegung .....	33
4. Diskussion.....	35
4.1. Überprüfung des Erfolgs der Reinigung und Desinfektion .....	35
4.2. Bakterienzahlen an der Oberfläche der enthäuteten Schlachtkörper.....	36
4.3. Bakterienzahlen am zerlegten Fleisch nach der Zerlegung und während der Lagerung.....	37
4. Zusammenfassung.....	40
5. Summary .....	42
6. Abkürzungsverzeichnis.....	44
7. Literaturverzeichnis.....	46
8. Abbildungsverzeichnis.....	49
9. Tabellenverzeichnis.....	51

## **1. Einleitung**

### **1.1. Wildfleisch – Direktvermarktung**

Die Abgabe von kleinen Mengen Fleisch von freilebendem Wild direkt an den Endverbraucher oder an Einzelhandelsunternehmen bedeutet im engeren Sinn Wildfleisch-Direktvermarktung (BGBl. II Nr. 108/2006). Jede/r Jagdausübende, der Wild im Ganzen, als zerlegtes Wildbret oder in Form von Fleischerzeugnissen, wie Wurst, Salami, Schinken etc. an andere weitergibt, ist Lebensmittelunternehmer. Dabei ist es gleichgültig, ob er die Fleischerzeugnisse gegen Geld, im Tauschweg oder in Form eines Geschenkes weitergibt. Der/Die Jagdausübende trägt die Verantwortung, dass das von ihm/ihr abgegebene Lebensmittel bei bestimmungsgemäßem und vorhersehbarem Gebrauch nicht ekelerregend und gesundheitlich unbedenklich ist, d.h. für den beabsichtigten Gebrauch "sicher" ist (VO (EG) Nr. 178/2002). Unter „Guter Hygienepraxis“ werden gewisse Regeln zusammengefasst, die dies gewährleisten sollen. Diese Regeln werden in Fachbüchern behandelt, in Kursen praktisch vermittelt und sind in verschiedenen Rechtsnormen festgelegt. Die Einhaltung dieser Regeln ist einerseits wichtig, um "sichere" und qualitative hochwertige Produkte vermarkten zu können und andererseits, um die Glaubwürdigkeit des österreichischen Systems der Wildfleisch-Direktvermarktung aufrechtzuerhalten, das im EU-Vergleich dem Jagdausübenden einen großzügigen Spielraum bietet (Fettinger und Paulsen 2009). Dieser Bereich wird durch nationales Recht geregelt, was in Österreich durch die Lebensmittelhygiene-Direktvermarktungsverordnung (BGBl. II Nr. 108/2006) und der Lebensmittelhygiene-Einzelhandelsverordnung (BGBl. II Nr. 92/2006), sowie Teilen der VO(EG) 852/2004 und 853/2004 erfolgt (VO (EG) Nr. 852/2004, VO (EG) Nr. 853/2004). Jede/r Jagdausübende, der als Direktvermarkter tätig werden möchte, muss sich bei der zuständigen Verwaltungsbehörde registrieren lassen (Fettinger 2011). Die Behörde hat auch hier die Möglichkeit, wie bei jedem Lebensmittelunternehmer, zu überprüfen, ob sich die Jagdausübenden an diese Regeln halten. Solche behördlichen Kontrollen erfolgen nach einem risikobasierten Kontrollplan oder im Anlassfall. Es ist zu beachten, dass die Wildfleischbe- und -verarbeitung oft diskontinuierlich oder, den Schusszeiten entsprechend, saisonal stattfindet. Darum darf der/die Jagdausübende nicht auf Kontrollen der Behörde warten, die anordnet, wie die Abläufe und Dokumentationen zu organisieren sind, sondern die Jagdausübenden müssen

proaktiv tätig werden und selbst dokumentieren, dass die gesetzlichen Anforderungen erfüllt und sachgemäß durchgeführt wurden (Fettinger und Paulsen 2009).

Diese Dokumentation umfasst folgende Bereiche:

- Ausbildung und Hygienebewusstsein (z.B. Schulungsnachweise für Direktvermarkter-Kurse, nationale Leitlinien zur Sicherung der gesundheitlichen Anforderungen beim Umgang mit Lebensmitteln);
- Checklisten zum Zustand der baulichen Einrichtung und der Geräte, inkl. Reinigung und Desinfektion
- Überwachung der Kühltemperaturen bei der Lagerung und zusätzlich bei der Herstellung von Wurst, Schinken und anderen Fleischerzeugnissen auch die Erhitzungstemperaturen
- Ergänzend zu einem funktionierenden Dokumentationssystem: Ergebnisse von mikrobiologischen Untersuchungen von Verarbeitungserzeugnissen auf Lebensmittelsicherheitskriterien  
(Winkelmayer et al. 2007, 2008)

Die Umsetzung der Lebensmittelhygiene-Direktvermarktungsverordnung in der Praxis wurde in den Jahren 2010 und 2011 in einem niederösterreichischen Projekt beleuchtet: 17 % der TeilnehmerInnen konnten eine berufliche Vorbildung aufweisen. 38 % der Jagdausübenden nahmen die Hilfe eines Fleischers in Anspruch und 42 % arbeiteten das Wild ohne fremde Hilfe auf. Vorrangig als Wohngebäude genutzte (nicht-ständige) Betriebsstätten (d.h. nicht nur zum Zweck der Wildfleischverarbeitung genutzte Einrichtungen) kamen wesentlich häufiger vor als ständige Betriebsstätten. Das Rehwild war die meist verarbeitete Wildart neben dem Schwarzwild. Es wurde überwiegend gekühltes und vakuumverpacktes Wildfleisch abgegeben. 43 % der Direktvermarkter gaben auch Fleischerzeugnisse ab (Fettinger 2011).

## **1.2. Mikrobiologische Haltbarkeit von Fleisch und beeinflussende Faktoren**

Die Lebensmittel, die vom Jagdausübenden abgegeben werden, müssen "sicher" sein, ansprechende Eigenschaften besitzen (insbesondere Geruch, Geschmack, Farbe, Zartheit) und

diese Eigenschaften auch noch nach der Abgabe an den Konsumenten für eine gewisse Zeit behalten (Haltbarkeit) (VO (EG) Nr. 178/2002). Um dies zu gewährleisten, ist es unter anderem notwendig, dass bestimmte bakterielle Krankheitserreger nicht im Lebensmittel vorhanden bzw. nicht nachweisbar sind. Verderbsursachen von frischem Fleisch sind meist bakterieller Natur. Nicht mikrobiologische Verderbsursachen spielen nur eine untergeordnete Rolle. Bakterien können die Haltbarkeit von vielen Lebensmitteln z.B. durch den Abbau von Eiweiß beeinflussen. Die Bakterienarten und deren Konzentration variieren je nach Produktart (rohes Fleisch, fermentierte Fleischwaren, erhitzte Fleischerzeugnisse). Jedes Produkt hat eine artspezifische Keimflora, somit kann die Bestimmung der Bakterienarten und deren Konzentration in einem Lebensmittel Rückschlüsse auf die Lebensmittelsicherheit („Lebensmittelsicherheitskriterien“), die Produktionsbedingungen („Prozesshygienekriterien“; VO (EG) 2073/2005) und die Haltbarkeit geben. Lebensmittelunternehmer müssen mikrobiologische Untersuchungen bei bestimmten Lebensmitteln, wie Faschiertem oder verzehrfertigen Lebensmitteln, routinemäßig durchführen (VO (EG) Nr. 2073/2005). Im Prinzip ist der Jagdausübende, der Fleisch oder Fleischerzeugnisse direkt vermarktet, ebenso zu solchen Untersuchungen verpflichtet (Fettinger und Paulsen 2009).

Aufgrund der chemischen Zusammensetzung ist Fleisch besonders anfällig für Verderb. Dieser kann sich als sichtbares Wachstum (Schleim, Kolonien) als strukturelle Veränderungen (Abbau von Polymeren) oder als Geruchs- und Farbveränderungen darstellen (Gram et al. 2002).

Alle Organe, die der Immunabwehr dienen und alle Körperteile, die mit der Umwelt unmittelbar in Kontakt stehen, sind am lebenden Tier mikrobiologisch belastet. Frisches Fleisch von gesunden und ausgeruhten Tieren wird hingegen als steril angesehen (Wacheck and Karlsruhe 2008). Durch Studien konnte man feststellen, dass bei einer Zeitdauer von unter 30 Minuten zwischen Erlegen und Aufbrechen von Rehwild, 33% der Muskelproben keimfrei waren. Nach über 2 Stunden waren keine der Muskelproben mehr keimfrei. Das zeigt, dass die gesetzliche Grenze von 3 Stunden zwischen Erlegen und Aufbrechen unbedingt einzuhalten ist (Lenze 1977, zitiert nach Deutz 2000).

Die Mikroorganismenflora im Darm und auf der Haut ist größtenteils für die mikrobielle Kontamination des Fleisches verantwortlich. Ein kleinerer Teil kommt aus der Umwelt

(Arbeitsgegenstände, Luft, Kontaktflächen etc.) und vom Menschen (Hautflora). Die Kontamination kann über den hämatogenen oder den exogenen Weg stattfinden. Beim hämatogenen Weg unterscheidet man eine primäre und eine sekundäre Kontamination, beim exogenen Weg kommt nur die Sekundärkontamination vor. Die primäre Kontamination ist relativ selten und meist durch Erkrankungen, Resistenzschwächen oder Stress (Zusammenbruch der Darmschranke) bedingt. Der Großteil der mikrobiologischen Verunreinigung des Fleisches erfolgt auf sekundärem Weg während der Schlachtung, der Fleischgewinnung und Fleischverarbeitung. Hierbei kann das Fleisch mit Mikroorganismen aus seiner belebten und unbelebten Umwelt kontaminiert werden (Wacheck und Karlsruhe 2008, Bauer und Smulders 2015).

Ein wichtiges Beispiel für den nicht bakteriell bedingten Verderb ist die stickige Reifung, das sogenannte „Verhitzen“. Durch dicke Fettschichten, verspätetes Aufbrechen (zugleich bakterieller Verderb), hohe Außentemperaturen, Transport körperwarmer Stücke im Kofferraum bzw. gestapelt oder in der Schweißeinlage im Rucksack, wird ein rasches Abkühlen des Tierkörpers verhindert. Es kommt zu überstürzten Stoffwechselfvorgängen im frischen Fleisch, die gegenüber der Fäulnis ohne bakterielle Beteiligung abläuft (Deutz et al. 2000, BfR 2006).

Allgemeine Faktoren, die das Bakterienwachstum bestimmen, sind Substrateigenschaften (intrinsic factors), externe Einflussfaktoren (extrinsic factors) und Floraeigenschaften (implicit factors).

Zu den intrinsischen Faktoren zählen vom Lebensmittel abhängige wachstumsbestimmende Faktoren (chemische, physikalische, strukturelle Eigenschaften) wie Nährstoffzusammensetzung, Wasseraktivität ( $a_w$ ), pH-Wert, Redoxpotential (Eh-Wert), Inhibine (antimikrobielle Inhaltsstoffe) und biologische Strukturen.

Die Mikroflora wird auch von der Nährstoffzusammensetzung bestimmt. Die Nährstoffansprüche einzelner Bakterien sind sehr variabel. Einige wachsen nur an bestimmten Nährmedien an und andere wachsen auf fast allen Lebensmitteln, wie z.B. Pseudomonaden.

Da Mikroorganismen Wasser für das Wachstum benötigen, ist das frei verfügbare Wasser (gemessen als Wasseraktivität,  $a_w$ ) von Bedeutung. (Bauer und Smulders 2015)

Im Zuge der Fleischreifung hat der Grad der Fleischsäuerung einen Einfluss auf die Vermehrung von Verderbskeimen. Die Fleischsäuerung ist verzögert oder unvollständig, wenn die Glykogenreserven vermindert (gehetztes oder krankes Wild) sind, was zu einem schnelleren Verderb des Fleisches führt. Der pH-Wert bei ruhig erlegtem Wild liegt zwischen 5,4 und 5,6, im Gegensatz zu gehetztem Wild, bei dem pH-Werte zwischen 6,6 und 6,95 festgestellt wurden (Deutz 2000, Bauer und Smulders 2015).

Das Redoxpotential (Eh) ist das Maß für die Bereitschaft einer Substanz, Elektronen abzugeben. Der Eh-Wert in einem Substrat wird vom Verhältnis der oxidierenden zu den reduzierenden Substanzen bestimmt. Für den Eh-Wert sind weiters der pH-Wert und der Sauerstoffgehalt im Lebensmittel (anaerobe Flora → niedriger Eh-Wert, aerobe Flora → hoher Eh-Wert notwendig) von Bedeutung (Deutz 2000).

Immunglobuline und Lysozyme im Fleisch sind natürliche Inhaltsstoffe mit antimikrobieller Wirkung (Inhibine).

Durch die biologischen Strukturen (Faszien, Bindegewebe, etc.) wird das Eindringen von Mikroorganismen verhindert. Werden diese Strukturen zerstört (in kleine Stücke schneiden, faszieren, etc.) wird das bakterielle Wachstum beschleunigt.

Unter impliziten Parametern versteht man die Wechselwirkung zwischen den Bakterien. Temperaturbereich, Nährstoffansprüche und maximale Generationszeit sind genetisch festgelegte Wachstumsparameter (Bauer und Smulders 2015).

Extrinsische Faktoren sind Temperatur und Gasatmosphäre. Sie sind von der Umgebung des Lebensmittels abhängige wachstumsbestimmende Faktoren. Die Temperatur ist der wichtigste Faktor zur Beeinflussung des bakteriellen Wachstums. Nur innerhalb bestimmter Temperaturbereiche wachsen Mikroorganismen, daher unterscheidet man sie nach ihrer optimalen Vermehrungstemperatur (psychrophil-kälteliebend, psychrotroph-kältetolerant, mesophil, thermotroph-wärmetolerant, thermophil-wärmeliebend) (Abb. 1) (Bauer und Smulders 2015). Die erlegten Wildkörper müssen nach dem Aufbrechen und Versorgen umgehend zwischen + 1 °C und + 7 °C gekühlt werden. Steht keine Möglichkeit zur Kühlung bei diesen Temperaturen zur Verfügung, muss der Wildkörper umgehend in eine Sammelstelle

(ein zugelassenes Kühlhaus) verbracht werden, wo eine sachgerechte Kühlung erfolgen kann (Deutz 2000).

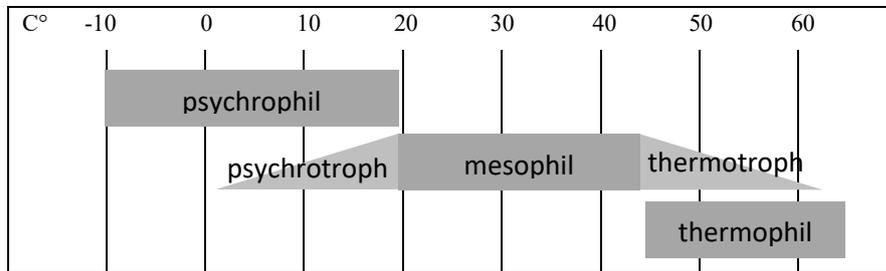


Abb. 1: Einteilung der Mikroorganismen nach ihrer optimaler Wachstumstemperatur (Bauer und Smulders 2015)

Um die Mikroorganismenanzahl so gering wie möglich zu halten, ist eine „gute Hygienepraxis“ (GHP) wichtig. Die Anzahl der Bakterien auf dem Schlachtkörper und die hygienischen Verhältnisse am Ort der Erlegung beeinflussen stark die hygienische Qualität und das Haltbarkeitsdatum. Zusätzlich werden diese von der Zeit zwischen dem Erlegen und dem Ausnehmen und Zerteilen, sowie der praktischen Hygiene beim Verarbeiten beeinflusst. Deutz hat die zehn wesentlichen kritischen Punkte in Form der „10 Gebote für die Wildbrethygiene“ zusammengefasst, die als Hilfestellung und Gedächtnisstütze für die fachgerechte Gewinnung von Wildbret dienen sollen (Deutz 2000). Darunter fallen zum Beispiel:

- Wild(fleisch)untersuchung vor und nach dem Erlegen
- Vorgeschriebene Kühltemperaturen durchgehend einhalten (Kühlkette)
- Verschmutzung des Fleisches mit Losung, Erde usw. vermeiden (Lage des Schusses, Ausweidetechnik, Art des Transportes zum Kühlraum, luftiges Aufhängen im Kühlraum, Enthäute-Technik) bzw. Verschmutzungen unverzüglich entfernen
- Flächen, mit denen Fleisch in Kontakt kommt, müssen leicht zu reinigen sein und vor Gebrauch auch gereinigt und desinfiziert worden sein
- Räumliche oder zeitliche Trennung „unreiner“ und „reiner“ Arbeiten, sowie Messerwechsel, Schürzenwechsel, Hände waschen zwischen Enthäuten und Zerlegen
- Persönliche Hygiene: Wunden an Händen sachgerecht versorgen, Kopfbedeckung, bei bestimmten Krankheitszeichen kein Umgang mit Fleisch

### 1.3. Richtwerte für die mikrobiologische Beschaffenheit von Fleisch

Nicht alle Bakterien, die man auf dem Fleisch finden kann, müssen Verderb verursachen. Sogenannte Verderbsbakterien sind nur die Bakterien, die mit dem Verderb verbundene Metaboliten produzieren können (Gram et al. 2002, Doulgeraki et al. 2012). Auf gekühlten Fleischstücken findet man häufig *Pseudomonas* spp., Enterobacteriaceae (EB) und Milchsäurebakterien. Unterschiedliche Lagerungs- und Konservierungsbedingungen sorgen trotz der gleichen chemischen Zusammensetzung von Fleisch dafür, dass unterschiedliche Bakterien wachsen, dominant werden und Verderb verursachen (Doulgeraki et al. 2012). So wachsen Pseudomonaden vor allem bei aerober Kühlung und verursachen durch Eiweißzersetzung Verderb, während in vakuumverpacktem Fleisch Milchsäurebakterien, *Brochothrix* und unter Umständen auch Clostridien die Überhand nehmen.

Beim Rehwild hat sich der Grenzwert für die aerobe mesophile Keimzahl (GKZ) von 1 Millionen bis 5 Millionen KbE/g (oder cm<sup>2</sup>) in der Praxis bewährt. In verschiedenen Arbeiten konnte gezeigt werden, dass bei GKZ ab etwa 10<sup>6</sup> KbE/cm<sup>2</sup> Rehkörper bei der tierärztlichen Fleischuntersuchung als „auffällig“ erkannt werden (Paulsen et al. 2003). Aus diesem Grund kann man für die Haltbarkeit GKZ von 10<sup>6</sup> KbE/cm<sup>2</sup> als provisorischen Warnwert annehmen; es wurde vorgeschlagen, 10<sup>7</sup> KbE/cm<sup>2</sup> als provisorischen Grenzwert anzunehmen (Paulsen und Smulders 2019). Diese Richtwerte decken sich auch gut mit dem bei den Prozesshygienekriterien für Hackfleisch (VO (EG) Nr. 2073/2005) geltenden oberen Grenzwert „M“ (5x10<sup>6</sup> KbE/g).

Man kann anhand der Herkunft des Lebensmittels, der Substratbasis und einiger Konservierungsparameter wie Temperatur, Gasatmosphäre, Wasseraktivität und pH-Werte die bakterielle Vermehrung über mathematische Modelle berechnen (Gram et al. 2002, Paulsen und Smulders 2019).

Es ist äußerst schwierig, Hygienekriterien für Wildtiere mit Hygienekriterien von Nutztieren in Produktionsanlagen während der Schlachtung gemäß der bestehenden EU-Verordnung 2073/2005 zu vergleichen. Die Hygienebedingungen bei der Jagd und vor allem die anschließende Verarbeitung unterscheiden sich grundlegend von den Bedingungen auf Schlachthöfen. Damit verbunden ist die mögliche stärkere mikrobielle Kontamination von

Wildfleisch. Das Risiko einer sekundären Kontamination während des Ausweidens und jeglicher Manipulation in freier Wildbahn ist unvergleichlich höher als im Schlachthof (Borilova et al. 2016).

In Tabelle (Tab.) 1 sind durchschnittliche mikrobiologische Werte von zerlegtem Wildschweinfleisch aufgelistet. In Tab. 2 sind die durchschnittlichen mikrobiologischen Werte von Wildschweinfleisch pro cm<sup>2</sup> nach dem Enthäuten dargestellt. Mikrobiologische Grenzwerte für Wildtierkörper sind in Tab. 3 aufgezeigt.

Tab. 1: Durchschnittliche mikrobiologische Werte von zerlegtem Wildschweinfleisch pro Gramm

GKZ	Enterobacteriaceen	Pseudomonaden	Milchsäurebakterien	Referenzen
6 log <sub>10</sub> KbE/g	3,5 log <sub>10</sub> KbE/g	1,9 log <sub>10</sub> KbE/g	2,8 log <sub>10</sub> KbE/g	Türck 2008
3-3,9 log <sub>10</sub> KbE/g	-	-	2 log <sub>10</sub> KbE/g	Borilova et al. 2016

Tab. 2: Durchschnittliche mikrobiologische Werte von Wildschweinfleisch pro cm<sup>2</sup> nach dem Enthäuten

GKZ	Enterobacteriaceen	Pseudomonaden	Referenzen
3,2 KbE/cm <sup>2</sup>	2,1 KbE/cm <sup>2</sup>	-	Atanassova et al. 2008
4,61 KbE/cm <sup>2</sup>	3,0 KbE/cm <sup>2</sup>	-	Avagnina et al. 2012
4,12 KbE/cm <sup>2</sup>	2,48 KbE/cm <sup>2</sup>	-	Paulsen und Winkelmayr 2004

Tab. 3: Vorgeschlagene mikrobielle Grenzwerte für Tierkörper von Großwild

GKZ	Enterobacteriaceen	Pseudomonaden	Referenzen
6,0 log <sub>10</sub> KbE/g	-	-	Deutz et al. 2000
6,0 log <sub>10</sub> KbE/g	-	-	Paulsen et al. 2003
5,0 log <sub>10</sub> KbE/g	3,0 log <sub>10</sub> KbE/g	-	Lagrange & Schmidt 2005
6,0 log <sub>10</sub> KbE/g	2,0 log <sub>10</sub> KbE/g	-	Paulsen 2011

#### **1.4. Bedeutung der Temperatur von der Erlegung bis zur Zerlegung**

Fleisch von Huftieren muss auf eine Kerntemperatur von 7 °C bzw. die Nebenprodukte zum menschlichen Genuss auf 3 °C herabgekühlt werden (ÖLMB 2014). Es muss sichergestellt sein, dass die Raumtemperatur im Zerlegungsraum höchstens 12 °C beträgt. Wenn auf eine andere Weise eine Kerntemperatur von 7 °C bei Fleisch bzw. 3 °C bei Nebenprodukten beim Zerlegen sichergestellt ist, ist dies nicht erforderlich. Die Temperaturen müssen täglich abgelesen werden und Abweichungen von der maximal zulässigen Temperatur sind aufzuzeichnen (ÖLMB 2014). In der Praxis kann es aber vorkommen, dass beim Transport oder bei der Lagerung im Einzelhandel die Temperaturen über 10 °C liegen. Temperaturüberschreitungen während der gesamten Kühlkette können die Haltbarkeit von Fleisch signifikant verkürzen und zu unerwarteten Qualitätsverlust führen (Koutsoumanis et al. 2006).

Das kontinuierliche Einhalten der Kühlkette, vom Ausweiden bis zum Zerlegen ist von großer Bedeutung. In einer Studie von Paulsen und Winkelmayr wurden Schlachtkörper vom Großwild einer „Vorkühlphase“ von 8-12 h unterzogen. Diese Vorkühlphase wurde einmal mit  $17,8 \pm 1,2$  °C und einmal mit  $9,8 \pm 1,2$  °C durchgeführt. Anschließend wurden alle Schlachtkörper auf 0,4 °C herabgekühlt. Auf keinem der Schlachtkörper konnten Salmonellen oder Listerien nachgewiesen werden. Die Schlachtkörper, die bei höheren Temperaturen vorgekühlt wurden, wiesen jedoch eine signifikant höhere GKZ und Anzahl an Enterobacteriaceen auf, was die Notwendigkeit einer ausreichenden und kontinuierlichen Kühlkette bestätigt (Paulsen und Winkelmayr 2004).

Da die Lagerungstemperatur die maximale spezifische Wachstumsrate und die endgültigen Keimzahlen beeinflusst, wird sie als wichtiger Faktor für die Haltbarkeit von Fleisch angesehen. Psychrotrophe Bakterien können sich auch bei eingehaltener Kühlkette vermehren. Pseudomonaden wachsen bei kühlen Temperaturen vor allem unter aeroben Bedingungen, während in Vakuumverpackungen- und unter modifizierten Atmosphären vorwiegend anaerobe Bakterien wie Milchsäurebakterien oder Clostridien wachsen. Ein Beispiel für den selektiven Effekt der Lagerungstemperatur auf das Bakterienwachstum zeigt ein Versuch, in dem bei Lagerungstemperaturen von 4 °C mehr Laktobazillenarten gefunden wurden als bei 1 °C (Doulgeraki et al. 2012). Fettinger lagerte Hasenfleisch für 7 Tage bei 0 °C und 4 °C (Fettinger

et al. 2010) und konnte einen höheren Anstieg der GKZ und der EB bei Lagerungstemperaturen von 4 °C, im Gegensatz zu einer Lagerung der Fleischstücke bei 0 °C nachweisen.

### **1.5. Fragestellung der vorliegenden Arbeit**

In Niederösterreich werden Schulungen für “direktvermarktende” JägerInnen angeboten. Die drei eintägigen Kurse (Wildfleischzerlegung beim Schalenwild; Herstellung von Fleischerzeugnissen; Be- und Verarbeitung von Hase und Fasan) bestehen aus je einem halbtägigen theoretischen und praktischen Teil. In diesen Kursen werden die Wildkörper in ladenfertige Teilstücke zerlegt, verpackt und gesetzeskonform gekennzeichnet. Des Weiteren werden hitzebehandelte Fleischerzeugnisse (Brühwurst, Pastete, Kochwurst, etc.) produziert.

Ziel 1 dieser Arbeit war es, das Hygienemonitoring bei den erwähnten Wildfleischzerlegungskursen zu überprüfen. Dabei wurden in den Kursen Abklatschproben von den Gegenständen, die mit den Tierkörpern in Kontakt kommen und Gewebeproben (Fleischoberflächen) vom Schlachtkörper vor und nach dem Enthäuten genommen.

Ziel 2 war es, die Haltbarkeit von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch aus den Direktvermarktungskursen und aus der selbst vorgenommenen Zerlegung von Wildschweinen zu testen. Von insgesamt 7 Tierkörpern wurde Schulterfleisch vakuumverpackt. Diese wurden bei bestimmten Temperaturen für einen gewissen Zeitraum gelagert, um die Haltbarkeit einschätzen zu können.

## **2. Material und Methoden**

Das in dieser Studie verwendete Wildfleisch stammte von Wildschweinen aus Niederösterreich. Sie wurden von jagdausübenden Personen erlegt und ausgeweidet und von einer kundigen Person inspiziert. 4 Wildschweine wurden an einer Landwirtschaftlichen Fachschule (professionell ausgestattete Anlage) im Rahmen von Fort- und Weiterbildungskursen zerlegt und vakuumverpackt. Weitere 3 Wildschweinkörper wurden im Zerlegeraum des Instituts für Fleischhygiene der Veterinärmedizinischen Universität Wien zerlegt (Beispiel für eine minimal ausgestattete Anlage).

### **2.1. Fleischzerlegung und Untersuchungen in einer professionell ausgestatteten Anlage**

#### **2.1.1. Temperatur und pH-Wert**

Zunächst wurde ein Thermologger (Testo 175 H1; Testo AG, Lenzkirch, D) im Wildkühlraum platziert. Dieser zeichnete im Zeitraum von einer Woche die Temperatur im Kühlraum in 15-minütigen Intervallen auf.

Von den 4 Wildschweinschlachtkörpern wurde vor dem Enthäuten der pH-Wert des Rückenmuskels im Bereich zwischen letzter und vorletzter Rippe gemessen (Testo 205).

#### **2.1.2. Ausstattung des Betriebs und Ablauf der Zerlegung**

Die Anlage wies neben Kühlräumen auch temperierbare Grob- und Feinzerlegeräume auf, der Transport von Tierkörpern war über ein durchgehendes Rohrbahnsystem möglich.

Die Tierkörper wurden an den Hinterextremitäten auf einer Rohrbahn hängend im Kühlraum bei 2-4 °C gelagert. Zur Enthäutung wurden sie in einen Grobzerlegeraum geschoben, der eine Temperatur von 10-12 °C aufwies. Das Entbeinen und Weiterverarbeiten der Fleischstücke wurde im Feinzerlegeraum bei 10-12 °C durchgeführt.

### 2.1.3. Prüfung der Reinigung und Desinfektion vor Arbeitsbeginn

Vor Arbeitsbeginn wurde der hygienische Zustand von Arbeitsflächen und Geräten mittels Agar-Kontaktverfahren (RODAC-Replicate Organism Detection And Counting) untersucht. Die Richtwerte für die Gesamtkeimzahl (Richtwert:  $\leq 10$  Kolonien/cm<sup>2</sup>) und Enterobacteriaceae (Richtwert:  $\leq 1$  Kolonie/cm<sup>2</sup>) auf Oberflächen von Einrichtungen und Geräten, die mit Lebensmitteln in Berührung kommen, kann man dem Österreichischen Lebensmittelbuch (IV. Auflage Kapitel/A 2/Hygiene) entnehmen.

Beprobt wurden die Messer vor und nach dem Desinfizieren, Arbeitsflächen, Sägeblatt, Hackstock, Kutter und Fleischwolf (Abb. 2,3). Es wurden je eine Platte für Enterobacteriaceae (VRBG-Agar) und eine für die aerobe mesophile Keimzahl (Plate-count-Agar) knapp nebeneinander an den Probenahmestellen 5 sec. angedrückt (RODAC Count-Tact Applicator, Biomerieux, Marcy l'Etoile, F).

Die Agar-Abklatschplatten wurden 24 Stunden bei 37 °C bebrütet und die Koloniezahl semiquantitativ dokumentiert: kein Wachstum |  $<1$  Kolonie/cm<sup>2</sup> | 1-10 Kolonien/cm<sup>2</sup> |  $>10$  Kolonien/cm<sup>2</sup> (Abb. 4-7).



Abb. 2: Arbeitsflächen, die mittels Agar-Kontaktverfahren (RODAC) beprobt wurden.  
©Aichholzer Kathrin



Abb. 3: Gegenstände, die mittels Agar-Kontaktverfahren (RODAC) beprobt wurden.  
©Aichholzer Kathrin



Abb. 4: Oberflächenkeimzahlen (Agar-Kontaktverfahren) der Tischplatten (Kunststoff); Vergleich Tisch neu/glatte Oberfläche (links) – Tisch alt/raue Oberfläche (rechts); oben GKZ (Plate-count-Agar), unten EB (VRBG-Agar); ©Aichholzer Kathrin

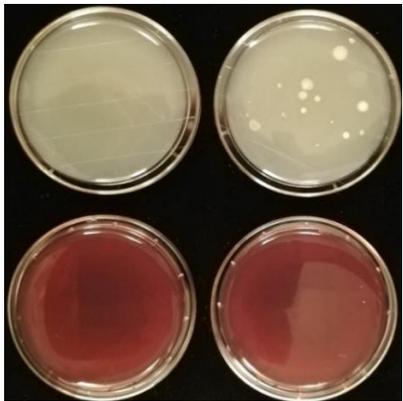


Abb. 5: Oberflächenkeimzahlen (Agar-Kontaktverfahren) der Messer; Vergleich Messer desinfiziert (links) - Messer nicht desinfiziert (rechts); oben GKZ (Plate-count-Agar), unten EB (VRBG-Agar); ©Aichholzer Kathrin

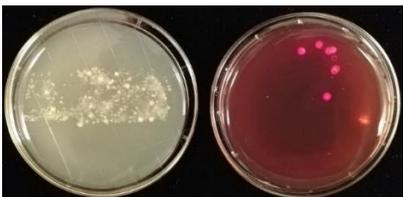


Abb. 6: Oberflächenkeimzahlen (Agar-Kontaktverfahren) vom Sägeblatt; links GKZ (Plate-count-Agar), rechts EB (VRBG-Agar); ©Aichholzer Kathrin



Abb. 7: Oberflächenkeimzahlen (Agar-Kontaktverfahren) vom Hackstock (Holz); links GKZ (Plate-count-Agar), rechts EB (VRBG-Agar); ©Aichholzer Kathrin

#### 2.1.4. Probenahme am Tierkörper vor und nach dem Enthäuten

Es wurden sowohl vor als auch nach dem Enthäuten von 4 Wildschweinschlachtkörpern Proben entnommen. Die Dauer von der Erlegung bis zur Beprobung war nicht bekannt. Vor dem Enthäuten wurden an den freiliegenden Flächen der Adduktoren an den Hintergliedmaßen Oberflächenproben (ca. 3x3 cm großes und ca. 2-5 mm dickes Gewebstück) mit einer sterilen Schere und Pinzette abgetragen (Abb. 8, mittleres Bild). Nach dem Enthäuten und Absetzen des Kopfes wurden Proben von 4 unterschiedlichen Stellen des Schlachtkörpers entnommen (Abb. 8, rechtes Bild) und zu einer Probe zusammengeführt (Poolprobe). Es wurden möglichst dünne Gewebestücke an den frisch freigelegten Oberflächen abgetragen (2–5 mm Dicke). Die Probenahmestellen nach dem Enthäuten entsprachen den Leitlinien für Schlacht-, Zerlegungs- und Verarbeitungsbetriebe (VO (EG) Nr. 852/2004, ÖLMB 2014). Beprobt wurden Oberschenkel außen, Rücken, Brust und Schulter außen. Alle Arbeitsschritte sind mit sterilen Scheren und Pinzetten durchgeführt worden, um Kontaminationen zu vermeiden.



Abb. 8: Wildschwein-Schlachtkörper auf Rohrbahn hängend (links); Probenahme vom Wildschwein-Schlachtkörper vor dem Enthäuten (Mitte); Gelbe Pfeile markieren die Probeentnahmestellen nach dem Enthäuten (rechts); ©Aichholzer Kathrin

#### 2.1.5. Herstellung der Fleischproben für einen Lagerungsversuch

Die Entfernung vertrockneter oder anderweitig veränderter Oberflächen und die nachfolgende Grobzerlegung in die Teilstücke Schulter, Bauchwand und Rippen, Nacken (Schopf), Hinterextremitäten und Rücken erfolgten am hängenden Tierkörper. Diese Teilstücke wurden auf Arbeitstischen feinzerlegt. Der Kursleiter zeigte anhand eines Wildschweines den Vorgang

vom Enthäuten bis zum Verpacken vor und die Kursteilnehmer konnten die Arbeitsschritte, an den ihnen zur Verfügung gestellten Wildschweinen wiederholen. Die gesamte Vorgangsweise wurde wie im Buch „Wildbret-Direktvermarktung“ von Winkelmayr et al. (2007) beschrieben, durchgeführt.

Von jedem Wildschwein wurden je ca. 1-2 kg Schulterfleisch (Abb. 9) als Probenmaterial für den Lagerungsversuch vakuumverpackt und bei 0-2 °C bis zum Transport nach Wien auf die Veterinärmedizinische Universität in einem Kühlraum gelagert. Die restlichen Fleischstücke wurden portioniert, vakuumverpackt und bei 0-2 °C bis zum Verkauf im Kühlraum gelagert. Der Zerlege- und Verpackungsvorgang dauerte 2 Stunden.



Abb. 9: Schultergliedmaße des Wildschweines; ©Aichholzer Kathrin

### 2.1.6. Mikrobiologische Untersuchung von Fleischoberflächen

Die Proben wurden in einen sterilen Stomachersack mit Filtereinsatz überführt. Dann wurden die Probenstücke ausgebreitet und durch Anlegen eines Lineals an die Außenseite des Stomachersacks wurde die Probenfläche gemessen. Für die Erstverdünnung wurden pro cm<sup>2</sup> Probe 10 ml Maximum Recovery Diluent (MRD; Oxid, Basingstoke, UK) hinzugefügt und anschließend im Stomacher (Interscience, St. Nom, F) für 180 Sekunden geknetet (0,1 cm<sup>2</sup> Fleischoberfläche entsprechen 1 ml Suspension). Aus dieser Suspension wurde eine dezimale Verdünnungsreihe mit 4 Röhrchen (Verdünnung 10<sup>-2</sup>-10<sup>-5</sup>) hergestellt, indem 1 ml der Suspension in ein mit 9 ml MRD gefülltes Reagenzglas pipettiert wurde. Für die Proben „vor“ der Enthäutung wurden die Verdünnungsstufen 10<sup>-2</sup>-10<sup>-5</sup> und für die Proben „nach“ der Enthäutung Verdünnungsstufen 10<sup>-2</sup>-10<sup>-4</sup> untersucht, weil man hier von einer geringeren Kontamination ausging.

Zur Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl wurde der Plate Count Agar (Merck, Darmstadt, D) mit je 0,1 ml Suspension im Spatelverfahren beimpft und es wurden nach 72 h Bebrütung bei 30 °C alle mit freiem Auge sichtbaren Kolonien gezählt (Abb. 10, 11).

Zur Bestimmung der Anzahl der Enterobacteriaceae wurde der Violetrot-Galle-Glucose Agar (Merck) mit je 0,1 ml Suspension im Spatelverfahren beimpft und nach 24 h Bebrütung bei 37 °C alle roten/violetten Kolonien mit  $\geq 1$  mm Durchmesser gezählt (Abb. 10,11).

Zur Bestimmung der Anzahl an (präsumtiven) Pseudomonaden wurde der Glutamat-Stärke-Penicillin Agar (GSA nach Kielwein; Merck) mit je 0,1 ml Suspension im Spatelverfahren beimpft und nach 72 h Bebrütung bei 22–25 °C alle glatten blauvioletten Kolonien gezählt (Abb. 10, 11). Alle gelben/gelborangen Kolonien wurden als präsumtive Aeromonaden eingestuft. Eine Bestätigung erfolgte nicht.

Für die Zählung wurden alle Agarplatten mit bis zu 300 Kolonien berücksichtigt. Die Ergebnisse wurden in KbE/cm<sup>2</sup> bzw. log<sub>10</sub> KbE/cm<sup>2</sup> angegeben.

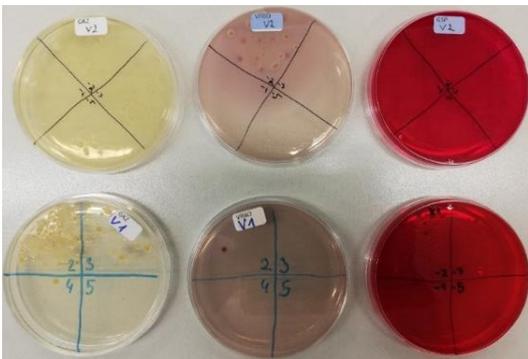


Abb. 10: Agarplatten der Proben (vor dem Enthäuten) nach 24 h Bebrütung. Von links nach rechts: Plate Count Agar zum Nachweis der GKZ, Violetrot-Galle-Glucose Agar zum Nachweis der EB, Glutamat-Stärke-Penicillin Agar zum Nachweis der Pseudomonaden; ©Aichholzer Kathrin

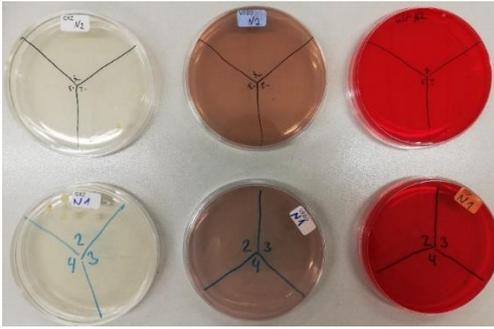


Abb. 11: Agarplatten der Proben (nach dem Enthäuten) nach 24 h Bebrütung. Von links nach rechts: Plate Count Agar zum Nachweis der GKZ, Violetrot-Galle-Glucose Agar zum Nachweis der EB, Glutamat-Stärke-Penicillin Agar zum Nachweis der Pseudomonaden: ©Aichholzer Kathrin

### 2.1.7. Mikrobiologische Untersuchung von gelagertem, vakuumverpacktem Fleisch

Die 1-2 kg Schulterfleisch vom Wildschwein wurden im Institut für Fleischhygiene der Veterinärmedizinischen Universität Wien aufgeteilt und in Packungen zu ca. 90 g vakuumverpackt. Je eine Packung wurde sofort auf die GKZ, EB und Pseudomonaden untersucht. Die restlichen Packungen wurden im Kühlraum bei 0-2 °C gelagert. Am Tag 14 wurden pro Tier 4 weitere Packungen auf das Wachstum von denselben Mikroorganismen untersucht. Die restlichen Packungen wurden aufgeteilt und bei 0-2 °C bzw. bei 5-7 °C weitergelagert. Nach 21 Tagen Lagerung wurden auch diese Proben auf das Wachstum von Mikroorganismen untersucht.

Es wurden je 3 Packungen pro Tier, Proben tag und Lagerungstemperatur untersucht. Die Fleischteilproben wurden unter möglichst sterilen Bedingungen aus den Verpackungen entnommen. Von mehreren Stellen der Fleischteile wurden jeweils ein paar Gramm Fleisch entnommen bis insgesamt 20 g erreicht wurden. Für die mikrobiologische Untersuchung wurden die entnommenen Fleischteilstücke in einem Stomachersack mit Filtereinsatz verbracht und mit MRD auf 200 g aufgefüllt und im Stomacher (InterScience, St. Nom, F) für 180 Sekunden zerkleinert. Aus dieser Erstverdünnung wurde eine dezimale Verdünnungsreihe in MRD mit 7 Röhren ( $10^{-2}$ - $10^{-7}$ ) hergestellt (Abb. 12, 13).

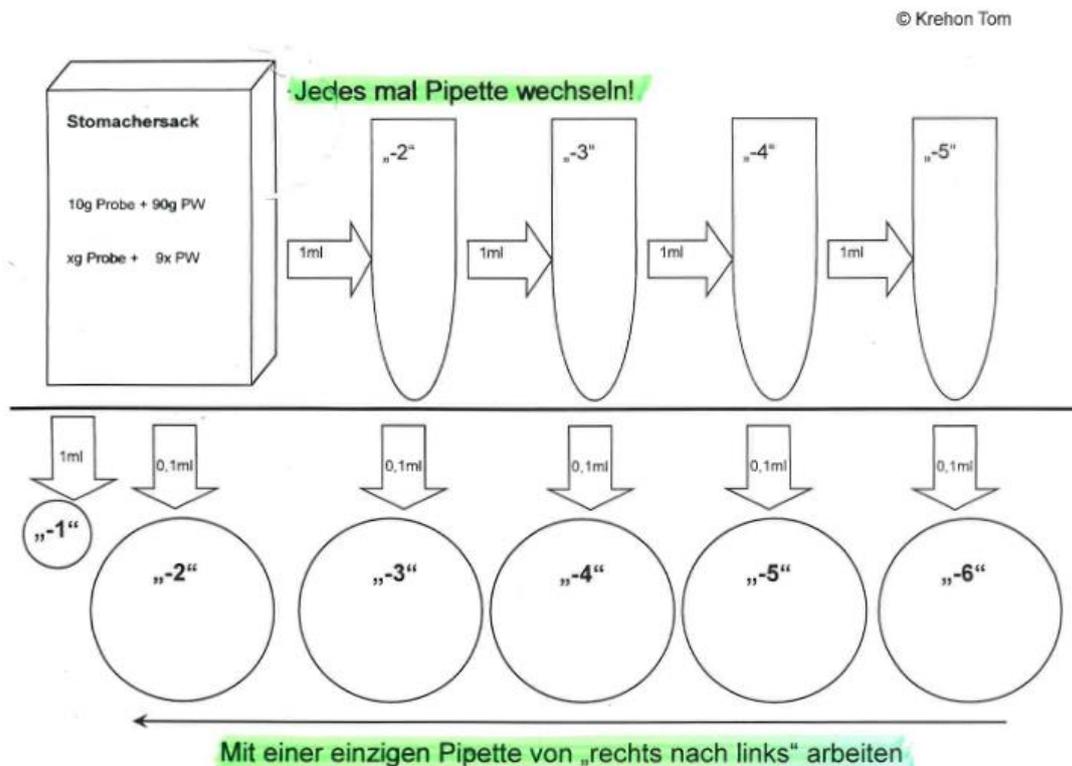


Abb. 12: Schematische Darstellung der Vorgangsweise zur Herstellung einer dezimalen Verdünnungsreihe; ©Krehon Tom

Zur Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl wurde der Plate Count Agar (Merck, Darmstadt, D) mit je 0,1 ml Suspension im Spatelverfahren beimpft und es wurden nach 72 h Bebrütung bei 30 °C alle mit freiem Auge sichtbaren Kolonien gezählt.

Zur Bestimmung der Anzahl der Enterobacteriaceae wurde der Violettrot-Galle-Glucose Agar (Merck) mit je 0,1 ml Suspension im Spatelverfahren beimpft und nach 24 h Bebrütung bei 37 °C alle roten/violetten Kolonien mit einem Durchmesser  $\geq 1$  mm gezählt.

Zur Bestimmung der Anzahl an (präsumtiven) Pseudomonaden wurde der Glutamat-Stärke-Penicillin Agar (GSA nach Kielwein; Merck) mit je 0,1 ml Suspension im Spatelverfahren beimpft und nach 72 h Bebrütung bei 22–25 °C alle glatten blauvioletten Kolonien gezählt. Alle gelben/gelborangen Kolonien wurden als präsumtive Aeromonaden eingestuft. Eine Bestätigung erfolgte nicht.

Für die Zählung wurden alle Agarplatten mit bis zu 300 Kolonien berücksichtigt. Die Ergebnisse wurden in KbE/g bzw.  $\log_{10}$  KbE/g angegeben. Ergebnisse unter der Nachweisgrenze sind bei tabellarischer Darstellung mit einem „<“ Zeichen ausgewiesen, in den Diagrammen wurde für Werte unter der Nachweisgrenze von  $2 \log_{10}$  der Wert 1,99 verwendet.

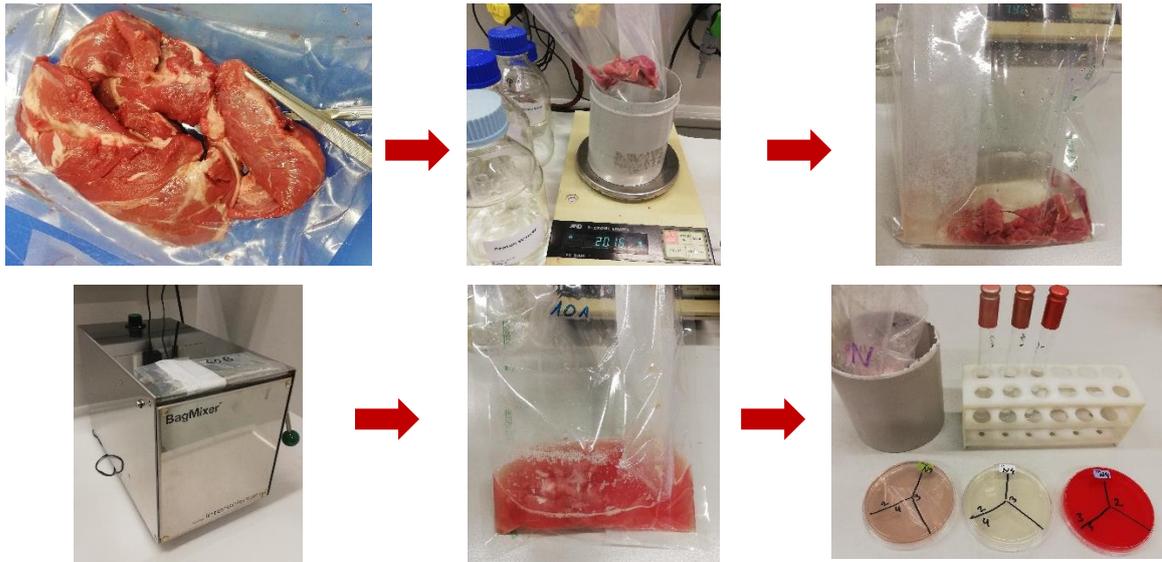


Abb. 13: Einzelne Schritte der Probenverarbeitung der vakuumverpackten Fleishteilstücke;  
©Aichholzer Kathrin

## 2.2. Fleischzerlegung und Untersuchungen in einer minimal ausgestatteten Anlage

### 2.2.1. Temperatur und pH-Wert

Temperatur und Luftfeuchtigkeit im Kühlraum wurden von einem Thermologger (Testo 175 H2) in 15-Minuten Intervallen aufgezeichnet.

Von den Wildschweinschlachtkörpern wurde der pH-Wert im Rückenmuskel im Bereich zwischen letzter und vorletzter Rippe ermittelt (Testo 205).

### 2.2.2. Ausstattung des Betriebs und Ablauf der Zerlegung

Die Anlage wies neben einem Kühlraum (0–2 °C) einen Zerlegeraum auf, der aber nicht temperierbar war. Die Tiere wurden an den Hinterextremitäten auf fahrbaren Gestellen aufgehängt (Abb. 14). Die Zerlegung erfolgte wie unter 2.1.2, aber bei 15–20 °C Umgebungstemperatur. Der Zerlege- und Verpackungsvorgang dauerte 2 Stunden.



Abb. 14: Wildschweinschlachtkörper an den Hinterextremitäten auf einem fahrbaren Gestell aufgehängt; ©Aichholzer Kathrin

### 2.2.3. Prüfung der Reinigung und Desinfektion vor Arbeitsbeginn

Die Beprobung erfolgte wie unter 2.1.3 beschrieben. Es wurden folgende Oberflächen beprobt: Zerlegetisch aus nichtrostendem Stahl (NiRoSta), Messerklinge, Sägeblatt der Knochensäge, Schneidbrett Polypropylen. Je einmal eine Platte für EB (VRBG - Agar) und eine für die GKZ (Plate-count - Agar).

Die Agar-Abklatschplatten wurden 24 h bei 37 °C bebrütet und die Koloniezahl nach semiquantitativ dokumentiert: kein Wachstum | <1 Kolonie/cm<sup>2</sup> | 1-10 Kolonien/cm<sup>2</sup> | >10 Kolonien/cm<sup>2</sup>.

#### **2.2.4. Probenahme am Tierkörper vor und nach dem Enthäuten**

Es wurden 3 Wildschwein-Tierkörper beprobt. Die Probenentnahme an den Tierkörpern erfolgte sowohl vor als auch nach dem Enthäuten wie unter 2.1.4 beschrieben.

#### **2.2.5. Herstellung der Fleischproben für einen Lagerungsversuch**

Die Zerlegung erfolgte wie unter 2.2.1, aber bei einer Umgebungstemperatur von 15–20 °C, innerhalb von 2 Stunden unter Herstellung von ca. 90 g schweren Portionen.

#### **2.2.6. Mikrobiologische Untersuchung von Fleischoberflächen**

Die mikrobiologische Untersuchung der Fleischoberflächen erfolgte wie unter 2.1.6 beschrieben.

#### **2.2.7. Mikrobiologische Untersuchung von gelagertem, vakuumverpacktem Fleisch**

Im Gegensatz zu den Fleischteilen aus 2.1.7 wurden die Fleischteile nur für 7 Tage gelagert. Es wurden pro Tier 2 Packungen sofort auf das Wachstum von Mikroorganismen untersucht. Die restlichen Packungen wurden für sieben Tage im Kühlraum bei 0-2 °C gelagert und anschließend ebenfalls untersucht (n=3).

Bei den Fleischteilen wurden aerobe mesophile Keimzahl, sowie die Gehalte an Enterobacteriaceae, Pseudomonaden, der Milchsäurebakterien, von *E. coli* / Coliformen und von (lecithinasepositiven) Staphylokokken bestimmt.

Die Herstellung (Portionierung, Verpackung) der Fleischteilproben erfolgte wie unter 2.1.7 beschrieben.

Zur Bestimmung der aeroben mesophilen Keimzahl wurde der Plate Count Agar (Merck, Darmstadt, D) mit je 0,1 ml Suspension im Spatelverfahren beimpft und es wurden nach 72 h Bebrütung bei 30 °C alle mit freiem Auge sichtbaren Kolonien gezählt.

Zur Bestimmung der Anzahl der Enterobacteriaceae wurde der Violetrot-Galle-Glucose Agar (Merck) mit je 0,1 ml Suspension im Spatelverfahren beimpft und nach 24 h Bebrütung bei 37 °C alle roten/violetten Kolonien mit einem Durchmesser  $\geq 1$  mm gezählt.

Zur Bestimmung der Anzahl an (präsumtiven) Pseudomonaden wurde der Glutamat-Stärke-Penicillin Agar (GSP nach Kielwein; Merck) mit je 0,1 ml Suspension im Spatelverfahren beimpft und nach 72 h Bebrütung bei 22–25 °C alle glatten blauvioletten Kolonien gezählt. Alle gelben/gelborangen Kolonien wurden als präsumtive Aeromonaden eingestuft. Eine Bestätigung erfolgte nicht.

Zur Bestimmung der Milchsäurebakterienzahl wurde MRS Agar (Merck) mit je 0,1 ml Suspension im Spatelverfahren beimpft und nach 72 h Bebrütung bei 30 °C alle glatten porzellanweißen Kolonien gezählt.

*E. coli* wurde auf Coli ID-F-Agar (BioMerieux, Marcy l'Etoile, F) bestimmt. Die Beimpfung erfolgte im Gußplattenverfahren mit je 1 ml Probenverdünnung und die Agarplatten wurden bei 37 °C für 24 h bebrütet. Nach den Angaben des Herstellers wurden alle rosafarbenen Kolonien als *E. coli* gezählt, alle blauen als Coliforme.

Zur Bestimmung der Staphylokokkenzahl wurde Baird Parker Agar mit Lecithinzusatz (Merck) mit je 0,1 ml Suspension im Spatelverfahren beimpft und nach 48 h Bebrütung bei 37 °C alle glatten schwarzen Kolonien mit Trübungshof als lecithinasepositive Staphylokokken bzw. jene ohne Trübungshof als lecithinasenegative Staphylokokken gezählt.

Für die Zählung wurden alle Agarplatten mit bis zu 300 Kolonien berücksichtigt. Die Ergebnisse wurden in KbE/g bzw.  $\log_{10}$  KbE/g angegeben. Ergebnisse unter der Nachweisgrenze sind bei tabellarischer Darstellung mit einem „<“ Zeichen ausgewiesen, in den Diagrammen wurde für Werte unter der Nachweisgrenze von  $2 \log_{10}$  der Wert 1,99 verwendet.

### **3. Ergebnisse**

#### **3.1. pH-Wert der Tierkörper**

Die pH-Werte in den Rückenmuskeln der 4 unter professionellen Bedingungen zerlegten Wildschweine waren im Bereich 5,48-5,63. Von den 3 in einem „minimal ausgestatteten Betrieb“ zerlegten Wildschweinen konnte nur bei den Tieren 1 und 2 der pH-Wert gemessen werden, der 5,44 und 5,51 betrug.

#### **3.2. Semiquantitative Keimzahlbestimmung von Arbeitsflächen und Gegenständen mittels Agar-Kontaktverfahren (RODAC)**

##### **3.2.1. Professionell ausgestattete Anlage**

Die Ergebnisse der Beprobung von Arbeitsflächen und Gegenständen, die mit den Lebensmitteln in Kontakt kamen, mittels Agar-Kontaktverfahren (RODAC) sind in Tab. 4 dargestellt.

Aus dem Österreichischen Lebensmittelbuch (IV. Auflage Kapitel/A2/Hygiene) kann man die vorgeschriebenen Richtwerte für die Gesamtkeimzahl (Richtwert:  $\leq 10$  Kolonien/cm<sup>2</sup>) und Enterobacteriaceae (Richtwert:  $\leq 1$  Kolonie/cm<sup>2</sup>) entnehmen. In der Tab. 4 sind die Ergebnisse, die den Richtwert überschreiten, rot dargestellt und diejenigen, die im Normalbereich liegen, grün.

Man kann erkennen, dass schwer zu reinigende Flächen, wie der Hackstock aus Holz den Richtwert deutlich überschreiten. Glatte, einfach zu reinigende und gut zu desinfizierende Gegenstände, wie Messer, wiesen hingegen keine nachweisbare Belastung mit Mikroorganismen auf. Zu den verwendeten Reinigungs- und Desinfektionsmitteln und der Art der Anwendung lagen keine Angaben vor.

Tab. 4: Ergebnisse der Beprobung von Arbeitsflächen und Gegenständen (Kolonien/cm<sup>2</sup>); Grün=im Normbereich, Rot=Überschreiten des Richtwertes

Agar-Abklatschmethode	Gesamtkeimzahl/cm <sup>2</sup>	Enterobacteriaceae/cm <sup>2</sup>
Aluminiumtisch	<1	<1
Tisch Kunststoff alt 1	>10	3,2
Tisch Kunststoff alt 2	>10	<1
Tisch Kunststoff neu	2	<1
Messerklinge 1 nicht desinfiziert	<1	<1
Messerklinge 2 desinfiziert	<1	<1
Messerklinge 3 desinfiziert	<1	<1
Messerklinge 4 desinfiziert	<1	<1
Sägeblatt 1	>10	<1
Sägeblatt 2	1,1	<1
Kuttermesser	>10	<1
Fleischwolf	<1	<1
Hackstock aus Holz	>10	>10

### 3.2.2. Minimal ausgestatte Anlage

Die Ergebnisse für die Probenahme an den Oberflächen des Zerlegetisches (NiRoSta-Arbeitsplatte), einer Messerklinge, des Sägeblatts der Knochensäge, und eines Schneidbrettes (Polypropylen) sind in Tab. 5 dargestellt.

Tab. 5: Ergebnisse der Beprobung von Arbeitsflächen und Gegenständen (Kolonie/cm<sup>2</sup>); Grün=im Normbereich, Rot=Überschreiten des Richtwertes

Agar-Abklatschmethode	Gesamtkeimzahl/cm <sup>2</sup>	Enterobacteriaceae/cm <sup>2</sup>
Tisch, Nirosta-Arbeitsfläche	<1	<1
Messerklinge nicht desinfiziert	<1	<1
Sägeblatt	2	<1
Schneidbrett (Polypropylen)	1	<1

### 3.3. Mikrobiologische Untersuchung der Oberflächenproben der Tierkörper

#### 3.3.1. Professionell ausgestattete Anlage

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Oberflächenproben der Wildschwein-Tierkörper sind in Tab. 6 dargestellt. Zur besseren Darstellung wurden die Ergebnisse in logarithmischen Einheiten angegeben. Die aerobe mesophile Keimzahl auf den Proben, aus den Adduktoren der Tierkörper entnommen, betrug vor dem Enthäuten 4-6,8  $\log_{10}$  KbE/cm<sup>2</sup>. Diese bestand fast ausschließlich aus Pseudomonaden und zu einem geringen Teil aus Enterobacteriaceae. Die in der Literatur gefundenen durchschnittlichen mikrobiologischen Werte von Wildschweinfleisch sind in Tab. 2 angegeben und liegen im Bereich von 3,2-4,6  $\log_{10}$  KbE/cm<sup>2</sup>.

In 3 von 4 Fällen war nach dem Enthäuten die aerobe mesophile Keimzahl im Bereich von 2-3  $\log_{10}$  KbE/cm<sup>2</sup>, und die Zahlen für Enterobacteriaceen und Pseudomonaden waren unter der Nachweisgrenze von 2  $\log_{10}$  KbE/cm<sup>2</sup>. In einem Fall wies das Fleisch vor dem Enthäuten eine GKZ von 6,8  $\log_{10}$  KbE/cm<sup>2</sup> und nach dem Enthäuten noch immer 5  $\log_{10}$  KbE/cm<sup>2</sup> auf (Tab. 6).

Tab. 6: Ergebnisse der Beprobung der Wildschwein-Schlachtkörper vor (v) und nach (n) dem Enthäuten an einem professionell ausgestatteten Betrieb

	vor Enthäuten (v)			nach Enthäuten (n)		
	log GKZ/cm <sup>2</sup>	log EB/cm <sup>2</sup>	log PS/cm <sup>2</sup>	log GKZ/cm <sup>2</sup>	log EB/cm <sup>2</sup>	log PS/cm <sup>2</sup>
Wildschwein 1	4,11	2,00	4,08	2,95	<2	<2
Wildschwein 2	5,21	2,95	5,21	2,85	<2	<2
Wildschwein 3	5,66	4,94	5,08	2,00	<2	<2
Wildschwein 4	6,82	4,06	6,94	5,01	2,70	5,02

#### 3.2.1. Minimal ausgestattete Anlage

Die Ergebnisse der minimal ausgestatteten Anlage sind in Tab. 7 dargestellt. Sie lagen zwischen 4,4-4,9  $\log_{10}$  KbE/cm<sup>2</sup>. Diese Werte entsprechen den durchschnittlichen mikrobiologischen Werten von Wildschweinfleisch, die in Tab. 2 angeben sind. Nach dem Enthäuten waren die Werte der GKZ etwas höher als die Werte der professionell ausgestatteten Anlage. Die

Enterobacteriaceae und Pseudomonaden verhielten sich ähnlich wie beim professionell ausgestatteten Betrieb (Tab. 7).

Tab. 7: Ergebnisse der Beprobung der Wildschwein-Schlachtkörper vor (v) und nach (n) dem Enthäuten in einem minimal ausgestatteten Betrieb

	Vor Enthäuten (v)			Nach Enthäuten (n)		
	log GKZ/cm <sup>2</sup>	log EB/cm <sup>2</sup>	log PS/cm <sup>2</sup>	log GKZ/cm <sup>2</sup>	log EB/cm <sup>2</sup>	log PS/cm <sup>2</sup>
Wildschwein 1	4,91	<2	4,74	3,77	<2	<2
Wildschwein 2	4,62	<2	3,49	4,49	<2	2,70

### 3.4. Mikrobiologische Untersuchung der Fleischteilstücke

#### 3.4.1. Aerobe mesophile Keimzahl (GKZ)

##### 3.4.1.1. Proben aus einer professionell ausgestatteten Anlage

In Tab. 8 und in den Abb. 15 und 16 sind die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Fleischteilstücke auf die GKZ in einer professionell ausgestatteten Anlage dargestellt.

Am Tag 0 betrug die GKZ der Fleischteilstücke 3,6-4,1 log<sub>10</sub> KbE/g, was unter den Referenzwerten in Tab. 1 und 3 lag. Eine Ausnahme bildeten die Fleischteilstücke von Wildschwein 4, die mit 5,2 log<sub>10</sub> KbE/g deutlich höher kontaminiert waren, was aber immer noch unter den in Tab. 1 und 3 angeführten Referenzwerten lag.

Bei Lagerungstemperaturen von 0-2 °C nach einer Lagerungsdauer von 21 Tagen lag die GKZ im Bereich von 6 log<sub>10</sub> KbE/g. 6 log<sub>10</sub> KbE/g entspricht dem Referenzwert, der in Tab. 1 und 3 angeführt wurde. Etwa ab diesem Wert beginnt Fleisch grobsinnlich als verändert erkannt zu werden.

Bei den Fleischteilstücken, die für 14 Tage bei 0-2 °C und ab Tag 14 bei 5-7 °C gelagert wurden, war am Tag 21 die GKZ höher als bei den Fleischproben, die 21 Tage bei 0-2 °C gelagert worden waren. Diese Werte überschritten die in Tab. 1 und 3 angeführten Referenzwerte.

Tab. 8: Mittelwert  $\pm$ Standardabweichung der GKZ ( $\log_{10}$  KbE/g) während 21tägiger Lagerung von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch (n=4) bei 0-2 °C bzw. ab Tag 14 bei 0-2 °C und bei 5-7 °C

$\log_{10}$ GKZ/g	Schulter 1	Schulter 2	Schulter 3	Schulter 4
Tag 0 (0-2 °C)	4,10 $\pm$ 0,05	3,66 $\pm$ 0,08	4,12 $\pm$ 0,08	5,2 $\pm$ 0,04
Tag 14 (0-2 °C)	6,04 $\pm$ 1,28	5,3 $\pm$ 0,62	4,67 $\pm$ 0,72	5,62 $\pm$ 0,33
Tag 21 (0-2 °C)	6,31 $\pm$ 1,07	6,62 $\pm$ 0,32	6,2 $\pm$ 0,36	6,2 $\pm$ 0,41
Tag 21 (5-7 °C)	7,60 $\pm$ 0,53	7,27 $\pm$ 0,36	6,06 $\pm$ 0,51	6,87 $\pm$ 0,38

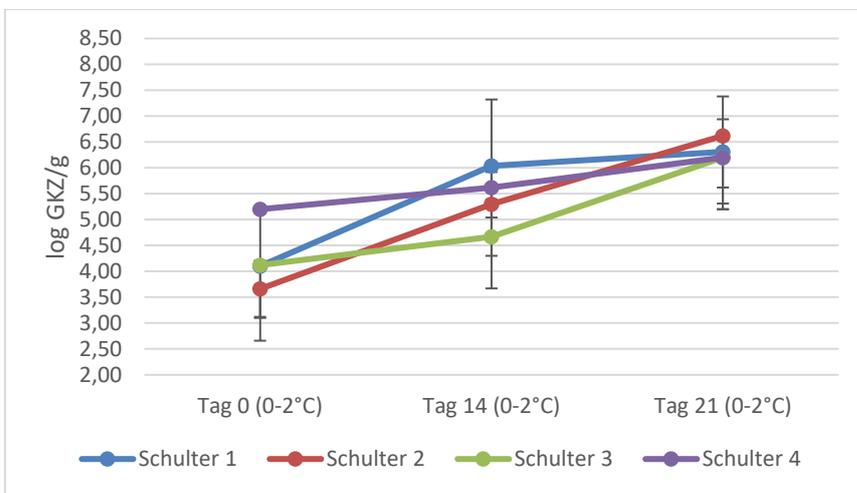


Abb. 15: Änderungen der GKZ ( $\log_{10}$  KbE/g) während des Lagerungsversuches von Tag 0 bis Tag 21 bei 0-2 °C

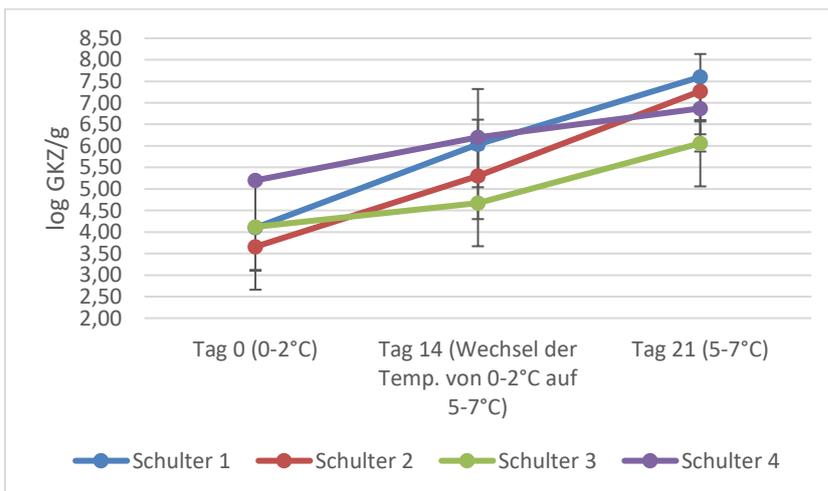


Abb. 16: Änderungen der GKZ ( $\log_{10}$  KbE/g) während des Lagerungsversuches von Tag 14 bis Tag 21 bei 5-7 °C

### 3.4.1.2. Proben aus einer minimal ausgestatteten Anlage

In Tab. 9 sind die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Fleischteilstücke auf die GKZ in einer minimal ausgestatteten Anlage dargestellt.

Am Tag 0 betrug die GKZ der Fleischteilstücke 2-4  $\log_{10}$  KbE/g und liegt somit unter den in Tab. 1 und 3 angeführten Referenzwerten.

Bei Lagerungstemperaturen von 0-2°C nach einer Lagerungsdauer von sieben Tagen betrug die GKZ 3,3-4,3  $\log_{10}$  KbE/g und liegt noch immer unter den Referenzwerten.

Tab. 9: Mittelwert  $\pm$ Standardabweichung der GKZ ( $\log_{10}$  KbE/g) während 7tägiger Lagerung von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch (n=3) bei 0-2 °C

$\log_{10}$ GKZ/g	Schulter 1	Schulter 2	Schulter 3
Tag 0 (0-2 °C)	3,97 $\pm$ 0,15	3,34 $\pm$ 0,02	<2
Tag 7 (0-2 °C)	4,37 $\pm$ 0,42	3,35 $\pm$ 0,14	3,30 $\pm$ 0,00

### 3.4.2. Enterobacteriaceae (EB)

#### 3.4.2.1. Proben aus einer professionell ausgestatteten Anlage

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Fleischteilstücke auf Enterobacteriaceae in einer professionell ausgestatteten Anlage sind in Tab. 10 und in Abb. 17 und 18 dargestellt.

Am Tag 0 betrug die Anzahl der EB der Fleischteilstücke 2-3,2  $\log_{10}$  KbE/g, die noch innerhalb der Referenzwerte der Tab. 1 und 3 lagen.

Bei durchgehenden Lagerungstemperaturen von 0-2 °C nach einer Lagerungsdauer von 21 Tagen lag die Anzahl der EB im Bereich von 2-2,7  $\log_{10}$  KbE/g. Diese Werte liegen unter der in Tab. 1 und 3 angeführten Referenzwerten.

Nach 14tägiger Lagerung bei 0-2 °C und anschließender Lagerung bis Tag 21 bei 5-7 °C lagen die EB-Zahlen bei 2-4  $\log_{10}$  KbE/g. Die Werte der Schulter 2 und 3 lagen somit unter den Referenzwerten und die Werte der Schulter 1 und 4 darüber.

Es konnte gezeigt werden, dass die Änderung der Lagertemperatur nach Tag 14 keinen sehr großen Unterschied für die Keimzahlen am Tag 21 ausmacht, während die Lagerdauer einen größeren Einfluss hatte. Interessanterweise wurde während der Lagerung zuerst eine geringe Zunahme und dann aber eine Abnahme der EB-Zahlen beobachtet (Tab. 10 und Abb. 20, 21). In den Abb. 20 und 21 ist zu sehen, dass die Werte der EB während der Lagerung schwanken, im Allgemeinen jedoch im Laufe der Zeit geringfügig abnehmen.

Tab. 10: Mittelwert  $\pm$ Standardabweichung der EB ( $\log_{10}$  KbE/g) während 21tägiger Lagerung von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch (n=4) bei 0-2 °C bzw. ab Tag 14 bei 0-2 °C und bei 5-7 °C

$\log_{10}$ EB/g	Schulter 1	Schulter 2	Schulter 3	Schulter 4
Tag 0 (0-2 °C)	<2	<2	2,36 $\pm$ 0,08	3,20 $\pm$ 0,02
Tag 14 (0-2 °C)	3,54 $\pm$ 0,87	2,84 $\pm$ 0,60	2,10 $\pm$ 0,14	2,10 $\pm$ 0,35
Tag 21 (0-2 °C)	2,71 $\pm$ 0,70	2,75 $\pm$ 0,70	<2	2,60 $\pm$ 0,84
Tag 21 (5-7 °C)	3,99 $\pm$ 0,86	2,53 $\pm$ 0,77	<2	3,62 $\pm$ 0,37

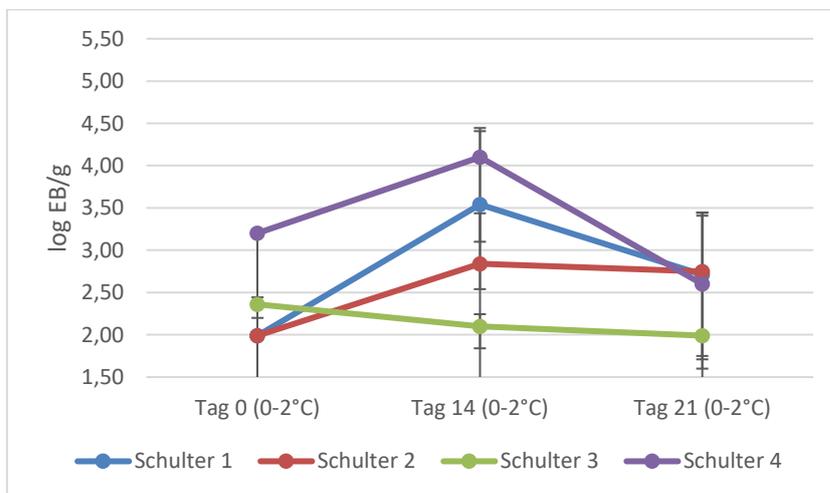


Abb. 17: Änderungen der EB ( $\log_{10}$  KbE/g) während des Lagerungsversuches von Tag 0 bis Tag 21 bei 0-2 °C

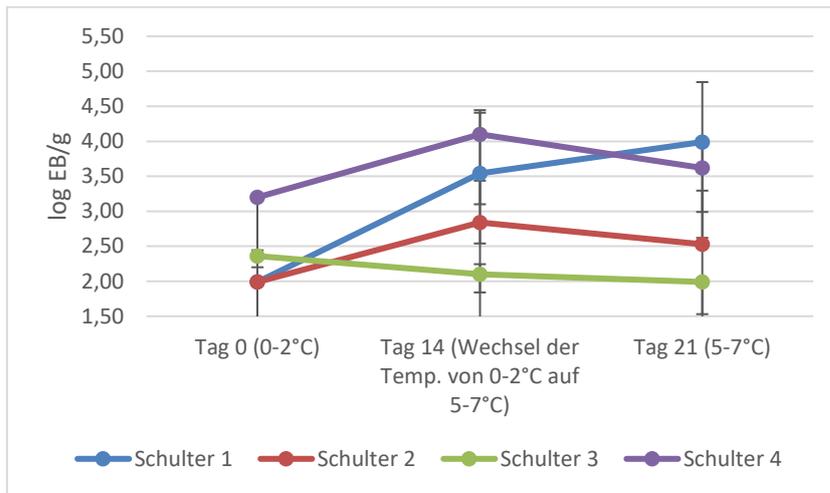


Abb. 18: Änderungen der EB ( $\log_{10}$  KbE/g) während des Lagerungsversuches von Tag 14 bis Tag 21 bei 5-7 °C

#### 3.4.2.2. Proben aus einer minimal ausgestatteten Anlage

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Fleischteilstücke auf Enterobacteriaceae in einer minimal ausgestatteten Anlage lagen immer unter der Nachweisgrenze von  $2 \log_{10}$  KbE/g und wurden daher nicht angezeigt.

#### 3.4.3. Pseudomonaden

##### 3.4.3.1. Proben aus einer professionell ausgestatteten Anlage

Die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Fleischteilstücke auf Pseudomonaden in einer professionell ausgestatteten Anlage sind in Tab. 11 und in Abb. 19 und 20 dargestellt.

Am Tag 0 betrug die Anzahl der Pseudomonaden der Fleischteilstücke  $3,5-3,8 \log_{10}$  KbE/g. Mit Ausnahme der Fleischteilstücke von Wildschwein 4, die mit durchschnittlich  $5,1 \log_{10}$  KbE/g deutlich höher kontaminiert waren. Die Werte lagen über den durchschnittlichen mikrobiologischen Werten von Wildschweinfleisch, die in Tab. 1 angeführt werden.

Bei durchgehenden Lagerungstemperaturen von 0-2 °C nach einer Lagerungsdauer von 21 Tagen lag die Anzahl der Pseudomonaden, der Wildschweine 1, 2 und 3 im Bereich von 2,6-3,8 log<sub>10</sub> KbE/g. Bei Wildschwein 4 betrug die Pseudomonadenanzahl 5,6 log<sub>10</sub> KbE/g.

Nach 14tägiger Lagerung bei 0-2 °C und anschließender Lagerung bis Tag 21 bei 5-7 °C betrug die Pseudomonadenanzahl der Fleischteilstücke 2-5,5 log<sub>10</sub> KbE/g.

Die Pseudomonadenzahlen auf den Schlachtkörperoberflächen spiegelten sich in den Pseudomonadenzahlen auf den frisch portionierten Fleischteilstücken wider. Wildschwein 4 mit höheren Pseudomonadenzahlen auf Schlachtkörperoberflächen lieferte Fleischteilstücke mit höheren Pseudomonaden-Werten. Während die Wildschweine 1,2 und 3 mit niedrigeren Pseudomonaden-Werten auf Schlachtkörperoberflächen Fleischteilstücke mit niedrigeren Werten lieferten.

Tab. 11: Mittelwert ±Standardabweichung der Pseudomonaden (log<sub>10</sub> KbE/g) während 21tägiger Lagerung von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch (n=4) bei 0-2 °C bzw. ab Tag 14 bei 0-2 °C und bei 5-7 °C

log <sub>10</sub> Pseud/g	Schulter 1	Schulter 2	Schulter 3	Schulter 4
Tag 0 (0-2 °C)	3,84 ±0,12	3,62 ±0,13	3,55 ±0,07	5,13 ±0,05
Tag 14 (0-2 °C)	3,69 ±1,29	3,72 ±0,17	<2	5,75 ±0,43
Tag 21 (0-2 °C)	3,69 ±1,28	3,80 ±1,32	2,66 ±0,95	5,61 ±0,50
Tag 21 (5-7 °C)	5,52 ±0,66	2,66 ±0,95	<2	5,52 ±0,26

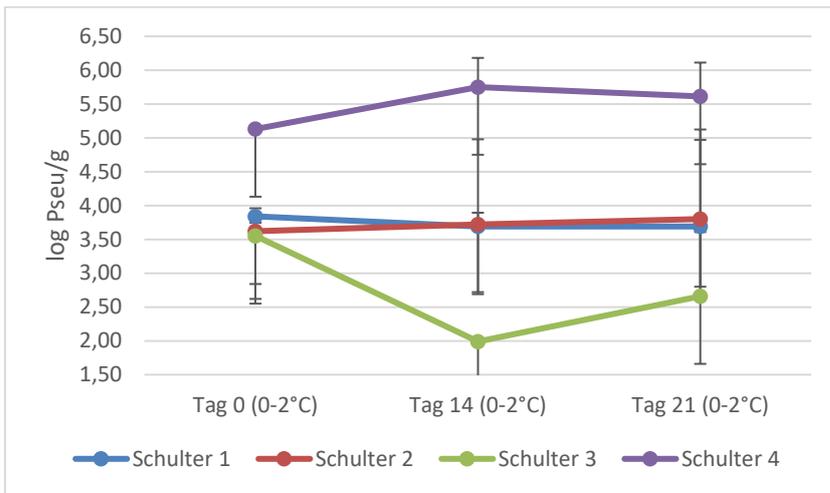


Abb. 19: Änderungen der Pseudomonadenzahl ( $\log_{10}$  Kbe/g) während des Lagerungsversuches von Tag 0 bis Tag 21 bei 0-2 °C

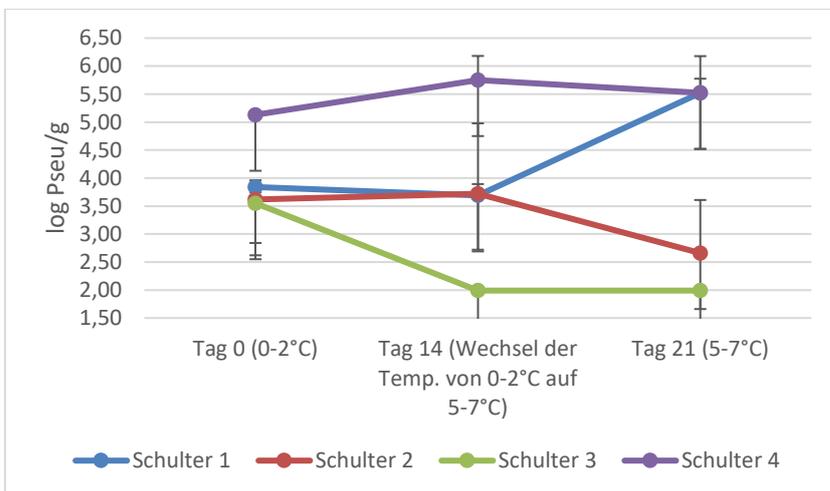


Abb. 20: Änderungen der Pseudomonadenzahl ( $\log_{10}$  Kbe/g) während des Lagerungsversuches von Tag 14 bis Tag 21 bei 5-7 °C

### 3.4.3.2. Proben aus einer minimal ausgestatteten Anlage

In Tab. 12 sind die Ergebnisse der mikrobiologischen Untersuchung der Fleischteilstücke auf Pseudomonaden in einer minimal ausgestatteten Anlage dargestellt.

Am Tag 0 betrug die Pseudomonadenanzahl der Fleischteilstücke 2-3,8  $\log_{10}$  Kbe/g. Die Werte der Schulter 1 lagen somit über den in Tab. 1 angeführten Referenzwerten.

Bei Lagerungstemperaturen von 0-2 °C nach einer Lagerungsdauer von sieben Tagen betrug die Pseudomonadenanzahl 2-4  $\log_{10}$  Kbe/g.

Tab. 12: Mittelwert  $\pm$ Standardabweichung der Pseudomonadenzahlen ( $\log_{10}$  KbE/g) während 7tägiger Lagerung von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch (n=3) bei 0-2 °C

$\log_{10}$ Pseud/g	Schulter 1	Schulter 2	Schulter 3
Tag 0 (0-2 °C)	3,84 $\pm$ 0,21	1,99 $\pm$ 0,00	1,99 $\pm$ 0,00
Tag 7 (0-2 °C)	3,95 $\pm$ 0,55	2,30 $\pm$ 0,31	1,99 $\pm$ 0,00

#### **3.4.4. Milchsäurebakterien und Staphylokokkenzahlen auf Fleisch, das in einer minimal ausgestatteten Anlage zerlegt worden war**

Unmittelbar nach der Zerlegung und nach Lagerung (vakuumverpackt, 7 Tage bei 0-2 °C) waren die Konzentration der Milchsäurebakterien unter der Nachweisgrenze von  $2 \log_{10}$  KbE/g. Bei den aus den Schultern 1 und 2 gewonnenen Fleischteilen waren die Staphylokokkenkonzentrationen im Bereich von 2-2,7  $\log_{10}$  KbE/g.

#### **3.5. Vergleich der Keimzahlen der Tierkörper vor und nach dem Enthäuten mit den Keimzahlen der Fleischteile nach Zerlegung**

Insgesamt wurden Proben von 6 Tierkörpern bzw. dem daraus gewonnenen Fleisch untersucht. Wenn die ermittelten aeroben mesophilen Keimzahlen nach ihren Rängen aufsteigend geordnet (niedrigste Keimzahl = Rang 1) werden, zeigt sich, dass zwischen den Rängen kein einfacher linearer Zusammenhang besteht (Tab. 13). Von einer statistischen Prüfung mittels Rangkorrelationskoeffizient (Spearman's rho) wurde abgesehen, da die Werte weder monoton steigen oder fallen (Sachs 1972).

Tab. 13: Aerobe mesophile Keimzahlen der Wildschweinproben nach ihren Rängen aufsteigend geordnet (niedrigste Keimzahl = Rang 1)

Ränge bezogen auf Aerobe mesophile Keimzahl (GKZ) (aufsteigend geordnet)			
Tier Nr.	Vor Enthäuten	Nach Enthäuten	Nach Zerlegung
professionelle Anlage			
- 1	1	3	3
- 2	4	2	2
- 3	5	1	5
- 4	6	6	6
Minimal ausgestattete Anlage			
- 1	3	4	4
- 2	2	5	1

#### **4. Diskussion**

Ziel der vorliegenden Studie war es einerseits, die hygienische Qualität von Wildfleisch, die entweder in einer professionell ausgestatteten oder minimal ausgestatteten Anlage aufgeteilt wurden, durch Erfassung relevanter mikrobiologischer Daten zu untersuchen. Weiteres wurde durch einen Lagerversuch bei 0-2 °C bzw. 5-7 °C die Haltbarkeit von Wildschweinfleisch ermittelt.

##### **4.1. Überprüfung des Erfolgs der Reinigung und Desinfektion**

Die Kontrolle des Reinigungs- und Desinfektionserfolgs ist ein wesentlicher Teil der Eigenkontrolle in Lebensmittelbetrieben (ÖLMB 2014). Mikrobiologische Untersuchungen sind explizit für Betriebe mit bestimmten Produktarten vorgeschrieben (Atanassova et al. 2008). Während die Überprüfung des Erfolgs der Reinigung visuell erfolgen kann, erfolgt der Nachweis der Desinfektion über den Nachweis von Bakterienbestandteilen oder von vermehrungsfähigen Bakterien (Bauer u. Smulders 2005). Die Probenahme erfolgt dabei nicht-destruktiv, entweder über Tupfer/Schwämme oder direkt über Agarkontaktverfahren. Grenzwerte zur Beurteilung der Ergebnisse des Agarkontaktverfahrens wurden in der Entscheidung 2001/471/EG festgelegt, die mit dem „EU-Hygienepaket“ außer Kraft trat. Diese Grenzwerte wurden aber in Österreich in die nationale Leitlinie für eine Gute Hygiene Praxis für Fleischbetriebe übernommen (Blixt und Borch 2002).

Bei den meisten untersuchten Oberflächen mit Keimzahlen über dem Richtwert waren entweder mit freiem Auge Mängel sichtbar (Verfärbungen auf den Tischplatten, Holzhackstock mit saugfähiger Oberfläche) oder es waren Flächen mit erhöhtem Reinigungsaufwand (auf der Welle befindliche Kuttermesser, die zum Zweck der Reinigung nicht abmontiert worden waren bzw. Sägeblätter mit geschränkten Zähnen). Da keine Angaben zum Reinigungsregime vorhanden waren, kann nicht gesagt werden, ob die Reinigungs- und Desinfektionsmittel oder die Art der Anwendung mangelhaft waren. Es stellt sich aber auch die Frage, ob die verfärbten Schneidbretter und der Holzhackstock überhaupt die Anforderungen an Oberflächen im Sinn der VO (EG) Nr. 852/2004 erfüllen.

#### **4.2. Bakterienzahlen an der Oberfläche der enthäuteten Schlachtkörper**

Das Interesse an Wildfleisch steigt stetig und der Verbraucher wird immer kritischer, deswegen kommt einer mikrobiologischen Untersuchung von Wildfleisch immer mehr Bedeutung zu. Dabei muss man berücksichtigen, ob es sich um ein frisch geschossenes Stück Wild handelt, oder um ein Stück Wild, das bereits mehrere Tage im Kühlraum gelagert wurde, da dies ein Faktor für die mikrobiologische Qualität des Fleisches sein kann (Boers und Dijkman 1994). Die Mikroflora, die sich während der Lagerung entwickelt, hängt von den Lagerbedingungen und den biochemischen Eigenschaften des Fleisches. Je besser der Schuss sitzt, je erfahrener der Jagd ausübende und je frischer das Stück Wild ist, desto geringer ist die mikrobiologische Belastung (Gill 2007, Atanassova et al. 2008).

Aus den Arbeiten von Winkelmayr et al. (2008), Atanassova et al. (2008) und Avagnina et al. (2012) ist ersichtlich, dass Tiere, die am Kopf, Hals, Herz oder Wirbelsäule getroffen wurden, ein wesentlich niedrigeres Risiko für mikrobiologische Kontaminationen haben als Tiere, die hinter dem Zwerchfell angeschossen wurden. Paulsen und Schopf (2016) zeigten ebenfalls, dass eine sichtbare Verunreinigung der Körperhöhlen durch Schmutz, Kot oder Ähnlichem mit einer höheren Bakterienanzahl verbunden ist im Vergleich zu visuell „sauberen“ Körperhöhlen (Paulsen und Schopf 2016).

Während die Schlachtkörper von Hausschweinen meistens gebrüht, enthaart und versengt werden, ohne die Haut vor dem Ausweiden zu entfernen, werden die Schlachtkörper von Wildschweinen normalerweise zuerst ausgeweidet und dann in der Schwarte (Haut) gekühlt (Gill 2007). Das Enthäuten erfolgt erst kurz vor dem Zerteilen. Dadurch besteht die Gefahr der Kontamination der Schnittflächen mit dem Fell. Beim Enthäuten muss sehr sorgfältig gearbeitet werden, sodass eine Kontamination des Fleisches mit Fellteilen verhindert werden kann.

Bei der Probenahme vor dem Enthäuten wurde die mikrobiologische Kontamination während Ausweiden, Transport und Lagerung ermittelt. Um festzustellen, wie sich die Kontamination des Fleisches während der Enthäutung entwickelt, wurden nach dem Enthäuten Proben von 4 unterschiedlichen Stellen (Oberschenkel, Rücken, Brust und Schulter) entnommen und auf mikrobiologische Kontamination untersucht. Die Probenahmestellen entsprachen den Leitlinien für Schlacht-, Zerlegungs- und Verarbeitungsbetriebe (ÖLMB 2014). Wie erwartet, waren die Werte nach dem Enthäuten wesentlich geringer als bei der seit dem Ausweiden frei

liegenden Fleischoberfläche der Adduktoren. Es ist von größter Bedeutung, den Kontakt des Fells mit der Fleischoberfläche, während des gesamten Enthäutevorgangs zu verhindern. Messer, die mit der Außenfläche des Schlachtkörpers in Kontakt kommen, müssen unverzüglich gewaschen und desinfiziert werden, bevor man weiter am Fleisch arbeitet. Beim Enthäuten soll immer darauf geachtet werden, dass man von innen nach außen arbeitet und somit nie mit der Fellseite der Haut in Kontakt kommt (ÖLMB 2014).

#### **4.3. Bakterienzahlen am zerlegten Fleisch nach der Zerlegung und während der Lagerung**

Bei der Lagerung von frischem Fleisch ist nach VO (EG) Nr. 853/2004 eine Temperatur von 7 °C nicht zu überschreiten; für Hackfleisch/Faschiertes gelten besondere Anforderungen. Auf nationaler Ebene wird über die Lebensmittelhygiene-Direktvermarktungsverordnung (BGBl. II Nr. 108/2006) und die Lebensmittelhygiene-Einzelhandelsverordnung (BGBl. II Nr. 92/2006) auf die EU Grenzwerte Bezug genommen. Das österreichische Lebensmittelbuch gibt im Kapitel A5 noch Präzisierungen an. Von Bedeutung ist dabei, dass der Hinweis „Gekühlt lagern“ einen Temperaturbereich von 0-9 °C erlaubt, mit einer Toleranz bis zu 10 °C. Insofern stellt die anfängliche Lagerung der vakuumverpackten Fleischteile der in einer professionell ausgestatteten Anlage bei 0-2 °C die „best practice“ dar, während die dann gewählte Lagerungstemperatur von 5-7 °C schon im oberen definierten Temperaturbereich liegt. Der Sprung von 0-2 °C auf 5-7 °C sollte den in der Warenkette erfolgenden Übergang der Kühlung von professionellen Kühlräumen zu Haushaltskühlschränken simulieren. Auf Grund der gewählten Temperaturbereiche war ein Wachstum von psychrotrophen und psychrophilen Bakterien anzunehmen, da die Fleischteile vakuumverpackt waren, wurde erwartet, dass streng aerobe Bakterien, wie *Pseudomonas*, sich nicht vermehren oder sich deren Zahl verringert. Bei der Lagerung für 21 Tage bei 0-2 °C war das bei 2 der 4 unter professionellen Bedingungen gewonnenen Fleischteilen der Fall, bei einer Probe kam es zu einer Verringerung und bei einer anderen Probe zu einem Anstieg der Pseudomonadenzahl. Bei der Lagerung für 14 Tage bei 0-2 °C und dann 7 Tage bei 5-7 °C waren die durchschnittlichen Pseudomonadenzahlen bei 2/4 Proben deutlich niedriger, einmal höher und einmal in derselben Größenordnung wie bei den 21 Tage bei 0-2 °C gelagerten Proben. Mit zunehmender

Lagerungsdauer stieg meistens aber auch die Standardabweichung, was zumindest bei den Proben mit geringen Änderungen der Mittelwerte auf eine Inhomogenität der bakteriellen Kontamination der Replikate einer Probe (d.h. den Teilen aus einer Wildschweinschulter) hinweist.

Es wäre daher zu überlegen, ob Proben für solche Lagerungsversuche entweder durch intensives Mischen (Aneinanderreiben) und durch Vorzerkleinern (Blixt und Borch 2002) homogen kontaminiert werden sollten, obwohl auch eine solche Vorbehandlung anscheinend keine vollständige Homogenität gewährleistet.

Bei den drei Wildschweinschulter-Proben aus einem minimal ausgestatteten Betrieb waren die Pseudomonadenzahlen nach 7 Tagen Lagerung bei 0-2 °C nur max. +0,31 log<sub>10</sub> höher, was rechnerisch einer Verdopplung entspricht.

Die Enterobacteriaceenzahlen der in einem professionell ausgestatteten Betrieb zerlegten Fleischteile änderten sich bei den meisten Proben um weniger als 1 log<sub>10</sub> Stufe, nur bei der Lagerung für 14 Tage bei 0-2 °C, gefolgt von 7 Tagen bei 5-7 °C stiegen bei einer Probe die Enterobacteriaceenzahlen von 2 auf 4 log<sub>10</sub> KbE/g. Auch hier stellt sich die Frage, ob das Probenmaterial ausreichend homogen war. Bei den Proben der drei unter Minimalbedingungen zerlegten Schultern waren die Enterobacteriaceenzahlen unter der Nachweisgrenze.

Die aerobe mesophile Keimzahl betrug bei Lagerungstemperaturen von 0-2 °C und einer Lagerungsdauer von 21 Tagen etwa 6 log<sub>10</sub> KbE/g, was schon auf das Ende der Haltbarkeit hinweist (Paulsen et al. 2011). Bei 14 Tagen Lagerung bei 0-2 °C, gefolgt von 7 Tagen bei 5-7 °C wurden durchschnittliche Keimzahlen von 7 log<sub>10</sub> KbE/g erreicht. Unter Zugrundelegung eines Referenzwertes von 6 log<sub>10</sub> KbE/g wäre eine Haltbarkeitsfrist von 3 Wochen nur bei konsequenter Lagerung bei 0-2 °C zu empfehlen. Dies wird bei der farbig unterlegten Zusammenstellung der Keimzahlen zu den verschiedenen Lagerungstagen in Tab. 13 und 14 gut sichtbar.

In der Literatur finden sich Hinweise, dass vakuumverpacktes Wildschweinfleisch nur eine kurze Haltbarkeit aufweist (Boers und Dijkman 1994). Blixt und Borch (2002) fanden aber bei Lagerung bei 4 °C keine Unterschiede in der Entwicklung der Mikroflora von vakuumverpacktem Rind- und Schweinefleisch. Es kam in den ersten drei Wochen der

Lagerung zu einem Anstieg der aeroben mesophilen Keimzahlen und der Milchsäurebakterien von initial ca. 3 bzw. 1  $\log_{10}$  KbE/g auf etwa 7  $\log_{10}$  KbE/g. Diese Entwicklung ist bei vakuumverpacktem Fleisch häufig nachweisbar und nicht unerwartet, da Milchsäurebakterien bei dem verringerten Sauerstoffgehalt und im sauren Milieu einen Wachstumsvorteil haben (Weber 2010). Die Konzentrationen von *Pseudomonas* stiegen langsamer von ca. 2  $\log_{10}$  KbE/g auf 4-5  $\log_{10}$  KbE/g an, jene von Enterobacteriaceen von ca. 1  $\log_{10}$  KbE/g auf etwa 5-6  $\log_{10}$  KbE/g. Anders als von Blixt und Borch (2002) beschrieben, konnte in der vorliegenden Arbeit kein Enterobacteriaceenanstieg  $>2 \log_{10}$  nach dreiwöchiger Lagerung nachgewiesen werden, es ist aber die unterschiedliche Lagerungstemperatur zu bedenken. Die aeroben mesophilen Keimzahlen und die *Pseudomonas*-Zahlen sind aber durchaus in derselben Größenordnung, wobei zu beachten ist, dass in diesem Versuch sich die Keimzahlen der Proben schon zu Beginn der Lagerung je nach Herkunft (Tierkörper 1-4) unterschieden.

#### 4. Zusammenfassung

Die Abgabe von Wildfleisch direkt von ErlegerIn an EndverbraucherInnen oder an LebensmitteleinzelhändlerInnen, welche jene versorgen, wird in der österreichischen Gesetzgebung als „Direktvermarktung“ bezeichnet. Die ErlegerInnen agieren dabei als LebensmittelunternehmerInnen, womit sich Verpflichtungen hinsichtlich der Dokumentation und einer hygienischen Arbeitsweise ergeben, damit ein „sicheres“ Lebensmittel entstehen kann. Die Definition von „sicher“ ist dabei weit gefasst und schließt auch ein, dass ein Lebensmittel nicht durch Verderb für den menschlichen Verzehr ungeeignet ist. Dieser Aspekt wurde in der vorliegenden Arbeit am Beispiel der mikrobiologischen Haltbarkeit von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch studiert. Es wurden auch Proben von Muskeloberflächen der Tierkörper vor und nach dem Enthäuten mikrobiologisch untersucht sowie der Desinfektionszustand von für die Zerlegung verwendeten Geräten (Messerklingen, Schneidbretter) überprüft (RODAC System). Die Zerlegung der Tierkörper erfolgte unter Beachtung der üblichen Hygieneregeln.

Die bei der Beprobung von rauen, verfärbten Kunststoffflächen, Holzflächen und Sägeblättern erhaltenen Koloniezahlen waren über den Empfehlungen des Österr. Lebensmittelbuches, was zeigt, dass die Oberflächen ungenügend desinfiziert worden waren, oder den allgemeinen Anforderungen des EU Rechts an lebensmittelberührende Flächen nicht mehr entsprachen.

Fleischproben, die in einem professionellen Zerlegeraum durch Zerlegung von 4 Tierkörpern gewonnen worden waren (Raumtemperatur nicht über 12 °C, Dauer der Zerlegung max. 2 Std.), wiesen nach der Zerlegung durchschnittliche aerobe mesophile Keimzahlen von 3,6-5,1 log<sub>10</sub> KbE/g auf. Nach 14 Tagen Lagerung bei 0-2 °C (vakuumverpackt) waren die durchschnittlichen aeroben mesophilen Keimzahlen bei max. 6,1 log<sub>10</sub> KbE/g und stiegen auf ca. 6,6 log<sub>10</sub> KbE/g am Tag 21 an. Diese Keimzahlen werden schon von grobsinnlich feststellbaren Veränderungen am Fleisch begleitet, sodass von einer Haltbarkeit zwischen 14 und 21 Tagen ausgegangen werden kann. Ein Wechsel auf eine höhere Lagerungstemperatur in der 3. Lagerungswoche (5-7 °C statt 0-2 °C) hatte aerobe mesophile Keimzahlen von etwa 7 log<sub>10</sub> KbE/g zur Folge, was als verderbsrelevant zu sehen ist.

Bei der Zerlegung von 3 Tierkörpern unter Minimalbedingungen (Raumtemperatur) wurden initial vergleichbare aerobe mesophile Keimzahlen erhalten. Nach einer Woche Lagerung bei 0-2 °C (vakuumverpackt) waren die aeroben mesophilen Keimzahlen im Bereich 3,3-4,4 log<sub>10</sub> KbE/g.

Bei allen Proben waren Pseudomonaden die dominierende Keimart.

Für die unter Bedingungen der Direktvermarktung gewonnenen Proben von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch war auch bei optimaler Kühlung bei 0-2 °C die Haltbarkeitsfrist kürzer als 21 Tage.

## 5. Summary

### **Shelf life of wild boar meat cuts produced by hunters and hygiene monitoring during cutting of meat from wild boar**

The supply of meat from wild game from hunters directly to consumers or to local food retailers is termed „Direktvermarktung“ according to Austrian legislation. Hunters act as food business operators and thus are responsible for record-keeping and for observing rules for hygienic meat processing, in order to produce „safe“ foods. The definition of „safe food“ is rather broad and implies that foods must not be unfit for human consumption (e.g. because of spoilage). This aspect of a „safe“ food was studied in this diploma thesis in terms of microbiological shelf-life of vacuum-packed meat from hunted wild boars. Muscle surface samples were taken also from the carcasses before and after skinning and the hygienic condition of utensils (knives, cutting boards) was evaluated prior to usage (RODAC system). Carcasses were processed according to standard hygiene rules.

Microbial numbers on rough and discoloured cutting board surfaces, wooden plates and saw blades were higher than the recommended limit set out in the Austrian Food Codex, which indicates that cleaning and disinfection were not performed correctly or the surfaces did not comply anymore with the general requirements for food contact surfaces according to EU legislation.

In meat cuts produced from 4 wild boar carcasses in a professional cutting room (room temperature did not exceed 12 °C, time for processing max. 2 hrs), initial mesophilic aerobic counts were in the range of 3.6-5.1 log cfu/g. After 14 days of storage at 0-2 °C (vacuum-packed), aerobic mesophilic counts were max. 6.1 log cfu/g, and increased to ca. 6.6 log cfu/g at day 21. Bacterial numbers in that order of magnitude are generally accompanied by sensory changes in meat. It was concluded, that shelf life of these meat cuts was between 14 and 21 days. When samples had been stored at 5-7 °C instead of 0-2 °C during the 3rd week, bacterial numbers reached a level of 7 log cfu/g, which clearly indicated spoilage.

Cutting of 3 wild boars carcasses under minimum hygienic conditions (done at room temperature) yielded meat cuts with initial aerobic mesophilic counts comparable to those

obtained under professional conditions. After 1 week storage at 0-2 °C (vacuum-packed), aerobic mesophilic counts amounted to 3.3-4.4 log cfu/g.

*Pseudomonas* was the dominant genus in all meat samples.

Shelf-life of the vacuum-packed wild boar meat samples produced in a „Direktvermarktung“ setting was less than 21 days even under optimum refrigerated storage at 0-2 °C.

## 6. Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
cm	Zentimeter
d. h.	das heißt
evtl.	Eventuell
etc.	etcetera
<i>E. coli</i>	<i>Eschericia coli</i>
GIT	Gastrointestinaltrakt
h	Stunde
KbE	koloniebildende Einheiten
kg	Kilogramm
log	Dekadischer Logarithmus/Zehnerlogarithmus
MRD	Maximum Recovery Diluent
Min.	Minuten
mm	Millimeter
ml	Milliliter

PCA	Plate Count Agar
RODAC	Replicate Organism Detection And Counting
Tab.	Tabelle
usw.	und so weiter
VO (EG)	Verordnung der Europäischen Gemeinschaft
VRBD-Agar	Violett-Red-Bile-Dextrose-Agar
z.B.	zum Beispiel
+	plus/positiv
-	minus/negativ
X	mal
%	Prozent
°C	Grad Celsius
NiRoSta	Nichtrostender Stahl

## 7. Literaturverzeichnis

- Atanassova V, Apelt J, Reich F, Klein G. 2008. Microbiological quality of freshly shot game in Germany. *Meat Science*, 78(4):414–419.
- Bauer A, Smulders FJM. 2015. Tierproduktion und veterinärmedizinische Lebensmittelhygiene. second 2. Niederlande: Wageningen Academic Publishers.
- BGBI. II Nr. 92/2006. Lebensmittelhygiene-Einzelhandelsverordnung.
- BGBI. II Nr. 108/2006. Lebensmittelhygiene-Direktvermarktungsverordnung.
- Blixt Y, Borch E. 2002. Comparison of shelf life of vacuum-packed pork and beef. *Meat Science*, 60(4):371–378.
- Boers RH, Dijkman KE. 1994. Shelf-life of vacuum-packaged wild boar meat in relation to that of vacuum-packaged pork: Relevance of intrinsic factors. *Meat Science*, 37:91–102.
- Borilova G, Hulankova R, Svobodova I, Jezek F, Hutarova Z, Vecerek V, Steinhauserova I. 2016. The effect of storage conditions on the hygiene and sensory status of wild boar meat. *Meat Science*, 118:71–77.
- Deutz A. 2000. Die 10 Gebote für die Wildbrethygiene. *Irdning*.
- Deutz A, Fuchs K, Pless P, Deutz-Piber U, Köfer J. 2000. Hygienrisiken bei Wildfleisch-Oberflächenkeimgehalte und humanpathogene Keime. *Fleischwirtschaft*, 106–108.
- Doulgeraki AI, Hondrodinou O, Iliopoulos V, Panagou EZ. 2012. Lactic acid bacteria and yeast heterogeneity during aerobic and modified atmosphere packaging storage of natural black *Conservolea olives* in polyethylene pouches. *Food Control*, 26(1):49–57.
- Fettingner V. 2011. Observations on structures and hygiene along the game meat chain under conditions of local direct supply. *Wien*.
- Fettingner V, Paulsen P. 2009. Wildfleisch-Direktvermarktung: Mikrobiologische Eigenkontrolle. *Weidwerk*, 09:10–13.
- Fettingner V, Smulders FJM, Lazar P, Omurtag I, Paulsen P. 2010. Lesions in thighs from hunted Brown Hares (*Lepus europaeus*) and microflora under vacuum-packaging storage. *European Journal of Wildlife Research*, 56(6):943–947.
- Gill CO. 2007. Microbiological conditions of meats from large game animals and birds. *Meat Science*, 77(2):149–160.
- Gram L, Ravn L, Rasch M, Bruhn JB, Christensen AB, Givskov M. 2002. Food spoilage - Interactions between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, 78(1–2):79–97.

- Koutsoumanis K, Stamatiou A, Skandamis P, Nychas GJE. 2006. Development of a microbial model for the combined effect of temperature and pH on spoilage of ground meat, and validation of the model under dynamic temperature conditions. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(1):124–134.
- BfR. 2006. Leitfaden für die sensorische Untersuchung und Beurteilung von Wild, Nr. 047/2006 des BfR vom 28.06.2006. Bundesinstitut für Risikobewertung – BfR.
- ÖLMB. 2014. Österreichisches Lebensmittelbuch IV. Auflage Kapitel / A 2 / Hygiene Leitlinie für eine gute Hygienepraxis und die Anwendung der Grundsätze des HACCP bei der Schlachtung und Zerlegung von Rindern, Schweinen, Schafen, Ziegen und Einhufern sowie bei der Herstellung von Fleischerzeugnissen. Veröffentlicht mit Geschäftszahl: BMG-75210/0002-II/B/13/2014 vom 25.2.2014.
- Paulsen P, Schopf E. 2016. Wildbrethygiene bei Rehen - Lage der Schusswunden bei Rehen, Bewertung von Verschmutzungen und mikrobielle Belastung der Brust- und Bauchhöhle. *Rundschau für Fleischhygiene und Lebensmittelüberwachung*, 68(12):431–433.
- Paulsen P, Winkelmayr R. 2004. Seasonal variation in the microbial contamination of game carcasses in an Austrian hunting area. *European Journal of Wildlife Research*, 50:157–159.
- Paulsen P, Hilbert F, Winkelmayr R, Mayrhofer S, Hofbauer P, Smulders FJM. 2003. Zur tierärztlichen Fleischuntersuchung von Wild, dargestellt an der Untersuchung von Rehen in Wildfleischbearbeitungsbetrieben. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 54:137–140.
- Paulsen P, Bauer A, Vodnansky M, Winkelmayr R, Smulders FJM. 2011. *Game meat hygiene in focus*. (P Paulsen, Ed). Niederlande: Wageningen Academic Publishers.
- Sachs L. 1972. *Angewandte Statistik*. Berlin-Heidelberg-New York: Springer.
- VO (EG) Nr. 178/2002. DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit.
- VO (EG) Nr. 852/2004. DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 29. April 2004 über Lebensmittelhygiene. ABl. L139/1 i.d.g.F.
- VO (EG) Nr. 853/2004. DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs. ABl. L139/55 i.d.g.F.
- VO (EG) Nr. 2073/2005. DER KOMMISSION vom 15. November 2005 über mikrobiologische Kriterien für Lebensmittel.
- Wacheck S, Karlsruhe A. 2008. Mikrobiologische und sensorische Untersuchung tiefgefrorenen Wildbrets im Hinblick auf die Festlegung mikrobiologischer Richtwerte.

Weber H. 2010. Mikrobiologie der Lebensmittel: Band 1: Grundlagen. Hamburg: Behr's Verlag.

Winkelmayer R, Paulsen P, Lebersorger P, Zedka H-F. 2007. Wildbret-Direktvermarktung. third 3. Wien: Zentralstelle Oesterr. Landesjagdverbände.

Winkelmayer R, Paulsen P, Lebersorger P, Zedka H-F. 2008. Wildbret-Hygiene. fifth 5. Wien: Zentralstelle Oesterr. Landesjagdverbände.

## 8. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Einteilung der Mikroorganismen nach ihrer optimaler Wachstumstemperatur (Bauer und Smulders 2015) .....	6
Abb. 2: Arbeitsflächen, die mittels Agar-Kontaktverfahren (RODAC) beprobt wurden. ©Aichholzer Kathrin.....	12
Abb. 3: Gegenstände, die mittels Agar-Kontaktverfahren (RODAC) beprobt wurden. ©Aichholzer Kathrin.....	12
Abb. 4: Oberflächenkeimzahlen (Agar-Kontaktverfahren) der Tischplatten (Kunststoff); Vergleich Tisch neu/glatte Oberfläche (links) – Tisch alt/raue Oberfläche (rechts); oben GKZ (Plate-count-Agar), unten EB (VRBG-Agar); ©Aichholzer Kathrin .....	13
Abb. 5: Oberflächenkeimzahlen (Agar-Kontaktverfahren) der Messer; Vergleich Messer desinfiziert (links) - Messer nicht desinfiziert (rechts); oben GKZ (Plate-count-Agar), unten EB (VRBG-Agar); ©Aichholzer Kathrin.....	13
Abb. 6: Oberflächenkeimzahlen (Agar-Kontaktverfahren) vom Sägeblatt; links GKZ (Plate-count-Agar), rechts EB (VRBG-Agar); ©Aichholzer Kathrin.....	13
Abb. 7: Oberflächenkeimzahlen (Agar-Kontaktverfahren) vom Hackstock (Holz); links GKZ (Plate-count-Agar), rechts EB (VRBG-Agar); ©Aichholzer Kathrin.....	13
Abb. 8: Wildschwein-Schlachtkörper auf Rohrbahn hängend (links); Probenahme vom Wildschwein-Schlachtkörper vor dem Enthäuten (Mitte); Gelbe Pfeile markieren die Probeentnahmestellen nach dem Enthäuten (rechts); ©Aichholzer Kathrin.....	14
Abb. 9: Schultergliedmaße des Wildschweines; ©Aichholzer Kathrin .....	15
Abb. 10: Agarplatten der Proben (vor dem Enthäuten) nach 24 h Bebrütung. Von links nach rechts: Plate Count Agar zum Nachweis der GKZ, Violetrot-Galle-Glucose Agar zum Nachweis der EB, Glutamat-Stärke-Penicillin Agar zum Nachweis der Pseudomonaden; ©Aichholzer Kathrin .....	16
Abb. 11: Agarplatten der Proben (nach dem Enthäuten) nach 24 h Bebrütung. Von links nach rechts: Plate Count Agar zum Nachweis der GKZ, Violetrot-Galle-Glucose Agar zum Nachweis der EB, Glutamat-Stärke-Penicillin Agar zum Nachweis der Pseudomonaden: ©Aichholzer Kathrin .....	17
Abb. 12: Schematische Darstellung der Vorgangsweise zur Herstellung einer dezimalen Verdünnungsreihe; ©Krehon Tom.....	18
Abb. 13: Einzelne Schritte der Probenverarbeitung der vakuumverpackten Fleischteilstücke; ©Aichholzer Kathrin.....	19
Abb. 14: Wildschweinschlachtkörper an den Hinterextremitäten auf einem fahrbaren Gestell aufgehängt; ©Aichholzer Kathrin .....	20
Abb. 15: Änderungen der GKZ ( $\log_{10}$ KbE/g) während des Lagerungsversuches von Tag 0 bis Tag 21 bei 0-2 °C .....	27
Abb. 16: Änderungen der GKZ ( $\log_{10}$ KbE/g) während des Lagerungsversuches von Tag 14 bis Tag 21 bei 5-7 °C .....	27
Abb. 17: Änderungen der EB ( $\log_{10}$ KbE/g) während des Lagerungsversuches von Tag 0 bis Tag 21 bei 0-2 °C .....	29
Abb. 18: Änderungen der EB ( $\log_{10}$ KbE/g) während des Lagerungsversuches von Tag 14 bis Tag 21 bei 5-7 °C .....	30

Abb. 19: Änderungen der Pseudomonadenzahl ( $\log_{10}$ KbE/g) während des Lagerungsversuches von Tag 0 bis Tag 21 bei 0-2 °C .....	32
Abb. 20: Änderungen der Pseudomonadenzahl ( $\log_{10}$ KbE/g) während des Lagerungsversuches von Tag 14 bis Tag 21 bei 5-7 °C .....	32

## 9. Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Durchschnittliche mikrobiologische Werte von zerlegtem Wildschweinfleisch pro Gramm.....	8
Tab. 2: Durchschnittliche mikrobiologische Werte von Wildschweinfleisch pro cm <sup>2</sup> nach dem Enthäuten.....	8
Tab. 3: Vorgeschlagene mikrobielle Grenzwerte für Tierkörper von Großwild.....	8
Tab. 4: Ergebnisse der Beprobung von Arbeitsflächen und Gegenständen (Kolonien/cm <sup>2</sup> ); Grün=im Normbereich, Rot=Überschreiten des Richtwertes .....	24
Tab. 5: Ergebnisse der Beprobung von Arbeitsflächen und Gegenständen (Kolonie/cm <sup>2</sup> ); Grün=im Normbereich, Rot=Überschreiten des Richtwertes .....	24
Tab. 6: Ergebnisse der Beprobung der Wildschwein-Schlachtkörper vor (v) und nach (n) dem Enthäuten an einem professionell ausgestatteten Betrieb .....	25
Tab. 7: Ergebnisse der Beprobung der Wildschwein-Schlachtkörper vor (v) und nach (n) dem Enthäuten in einem minimal ausgestatteten Betrieb .....	26
Tab. 8: Mittelwert ±Standardabweichung der GKZ (log <sub>10</sub> KbE/g) während 21tägiger Lagerung von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch (n=4) bei 0-2 °C bzw. ab Tag 14 bei 0-2 °C und bei 5-7 °C	27
Tab. 9: Mittelwert ±Standardabweichung der GKZ (log <sub>10</sub> KbE/g) während 7tägiger Lagerung von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch (n=3) bei 0-2 °C .....	28
Tab. 10: Mittelwert ±Standardabweichung der EB (log <sub>10</sub> KbE/g) während 21tägiger Lagerung von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch (n=4) bei 0-2 °C bzw. ab Tag 14 bei 0-2 °C und bei 5-7 °C	29
Tab. 11: Mittelwert ±Standardabweichung der Pseudomonaden (log <sub>10</sub> KbE/g) während 21tägiger Lagerung von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch (n=4) bei 0-2 °C bzw. ab Tag 14 bei 0-2 °C und bei 5-7 °C .....	31
Tab. 12: Mittelwert ±Standardabweichung der Pseudomonadenzahlen (log <sub>10</sub> KbE/g) während 7tägiger Lagerung von vakuumverpacktem Wildschweinfleisch (n=3) bei 0-2 °C .....	33
Tab. 13: Aerobe mesophile Keimzahlen der Wildschweinproben nach ihren Rängen aufsteigend geordnet (niedrigste Keimzahl = Rang 1) .....	34