

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät Life Sciences

Evaluierung des Einsatzes von Omega-3-Fettsäuren in der
Schweinemast unter besonderer Berücksichtigung sensorischer
Merkmale des *Musculus Longissimus dorsi*

Bachelorarbeit
Department Ökotrophologie

vorgelegt von:

Vanessa Pfaff



Bergedorf

am

21.06.2108

Gutachter: Prof. Dr. med. vet. Katharina Riehn (HAW Hamburg)

Gutachter: Tierärztin Lisa Walter (Landesuntersuchungsamt Koblenz)

in Zusammenarbeit mit: Hamburger Leistungsfutter GmbH (HL), Frankenförder
Forschungsgesellschaft mBH (FFG), Schlachthof Färber GmbH, Belgern (SB), LADR Der
Laborverbund Dr. Kramer & Kollegen GbR

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Grundlagen.....	2
2.1	Biologische Grundlagen der Tierart Schwein (<i>Sus scrofa domesticus</i>).....	2
2.2	Eckdaten der Konventionellen Schweinemast	3
2.3	Vorgehen und Besonderheiten bei der Schlachtung von Schweinen.....	5
2.4	Definition und Parameter der Fleischqualität.....	7
2.5	Sensorische Untersuchung	8
3	Material und Methoden.....	8
3.1	Systematische Literaturrecherche	10
3.2	Optische Bewertung des intramuskulären Gewebes.....	11
3.3	Farbmessung zur Bestimmung der Fleischfarbe mittel Spektroskopie	12
3.4	Ermittlung des Wasserbindungsvermögens	13
3.4.1	<i>Tropfsaft- oder Dripverlust</i>	13
3.4.2	<i>Grill- oder Bratverlust</i>	14
3.5	Analyse des Fettsäurespektrums	16
3.6	Sensorische Untersuchung unter „Verwendung“ eines Panels	17
3.7	Verwendete Programme.....	18
4	Ergebnisse der durchgeführten Analysen	19
4.1	Optische Bewertung des intramuskulären Gewebes.....	19
4.1.1	<i>Versuchsgruppe</i>	19
4.1.2	<i>Kontrollgruppe</i>	20

4.1.3	<i>Vergleichende Betrachtung</i>	21
4.2	Farbmessung mittels Spektroskopie	23
4.2.1	<i>Versuchsgruppe</i>	23
4.2.2	<i>Kontrollgruppe</i>	24
4.2.3	<i>Vergleichende Betrachtung</i>	25
4.3	Ergebnis Auswertung des Tropfsaft-/ Dripverlustes	27
4.3.1	<i>Versuchsgruppe</i>	27
4.3.2	<i>Kontrollgruppe</i>	28
4.3.3	<i>Vergleichende Betrachtung</i>	29
4.4	Ergebnisse aus der Untersuchung des Brat- oder Grillverlustes.....	31
4.4.1	<i>Versuchsgruppe</i>	31
4.4.2	<i>Kontrollgruppe</i>	32
4.4.3	<i>Vergleichende Betrachtung</i>	33
4.5	Ergebnisse der sensorischen Untersuchung mittels Panels	35
4.6	Auswertung zur Analyse des Fettsäurespektrums	37
5	Diskussion	39
6	Zusammenfassung	41
7	Summary	42
8	Literaturverzeichnis	43
9	Anhang	46

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Zusammensetzung des Körperzuwachses im Mastverlauf (Dr. Lindemayer, Porpstmeier, & Dr. Preißinger, 2009).....	4
Abbildung 2 gängiger Prozess der Schweineschlachtung (Fleischerei- Berufsgenossenschaft, 2006) ..	6
Abbildung 3 Parameter der Fleischqualität (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002)	7
Abbildung 4 Bewertungsskala der Fettmarmorierung (Dr. Westpahl)	11
Abbildung 5 Beispiel eines Chromatogramms (Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA)	17
Abbildung 6 Diagramm zur optischen Bewertung der Versuchsgruppe	19
Abbildung 7 Diagramm zur optischen Bewertung der Kontrollgruppe	20
Abbildung 8 Vergleichsdiagramm zur optischen Bewertung	21
Abbildung 9 Diagramm des Signifikanztests zur optischen Bewertung	22
Abbildung 10 Diagramm der Farbmessung der Versuchsgruppe	23
Abbildung 11 Diagramm der Farbmessung der Kontrollgruppe	24
Abbildung 12 Vergleichsdiagramm der Farbmessung	25
Abbildung 13 Diagramm zum Signifikanztest der Farbmessung	26
Abbildung 14 Diagramm zum Tropfsaftverlust der Versuchsgruppe	27
Abbildung 15 Diagramm des Tropfsaftverlustes der Kontrollgruppe	28
Abbildung 16 Diagramm des Dixon-Tests	29
Abbildung 17 Vergleich der Diagramme des Tropfsaftverlustes	29
Abbildung 18 Diagramm zum Signifikanztest des Tropfsaftverlustes	30
Abbildung 19 Diagramm zum Brat- u. Grillverlust der Versuchsgruppe	31
Abbildung 20 Diagramm zum Dixon-Test Brat- u. Grillverlust der Versuchsgruppe	32
Abbildung 21 Diagramm zum Brat- u. Grillverlust der Kontrollgruppe	32
Abbildung 22 Vergleichsdiagramm des Brat- u. Grillverlustes	33
Abbildung 23 Diagramm zum Signifikanztest des Brat- u. Grillverlustes	34

Abbildung 24 Ergebnisse aus der Analyse des Fettspektrums der Versuchsgruppe.....	37
Abbildung 25 t-Test zum Vergleich der Stichproben zur Untersuchung des Omega-3-Fettsäuregehalts	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Einschlusskriterien bei der Auswahl der Quellen	10
Tabelle 2 Ausschlusskriterien bei der Auswahl der Quellen	10
Tabelle 3 Materialien und Geräte für die Ermittlung des Aussehens	11
Tabelle 4 Material und Geräte für die Ermittlung der Farbe	12
Tabelle 5 Material und Geräte für die Ermittlung des Tropfsaft- oder Dripverlustes	14
Tabelle 6 Material und Geräte für die Ermittlung des Brat- oder Grillverlustes	15
Tabelle 7 Material und Geräte für die Ermittlung des Sensorischen Profiels	17
Tabelle 8 Verwendete Programme und die Version.....	18
Tabelle 9 Ergebnisse der Gruppe A von der sensorischen Verkostung.....	35
Tabelle 10 Ergebnisse der Gruppe B von der sensorischen Verkostung.....	36
Tabelle 11 Geschmacksfarbe des Versuchsfleisches	36

Formelverzeichnis

Formel 1 Tropfsaft- oder Dripverlust in Prozent (Dr. Westpahl)	13
Formel 2 Grillverlust in Prozent (Dr. Westpahl)	14

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
Abb.	Abbildung
i.d.R.	In der Regel
LG	Lebendgewicht
p.m.	Post Mortal, nach dem Tod
etc.	Et cetera (und die übrigen)
z.B.	zum Beispiel
e.V	eingetragener Verein
PSE	pale, soft, exsudativ (hell, weich, wässrig)
DFD	dark, firm, dry (dunkel, fest, trocken)
ca.	circa
u.	und
S.	Seite
ff.	folgende
u.a.	unter anderem
GC	Gaschromatograph
Tab.	Tabelle
m	Meter

1 Einleitung

Fleisch nimmt in der menschlichen Ernährung eine zentrale Rolle ein, so ist Fleisch nicht nur ein Energielieferant, sondern enthält wichtige essentielle Aminosäuren sowie Mineralstoffe und Vitamine. Aufgrund dieser wichtigen Eigenschaften beeinflusste dieses tierische Produkt die menschliche Evolution und ist daher fest in der menschlichen Ernährung verankert. (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V., 2018)

Dennoch existieren auch Grenzen, denn ein zu hoher Fleischkonsum kann sich negativ auf die menschliche Gesundheit auswirken. Fleisch steht in Verbindung mit einem erhöhten Risiko an Adipositas, Gicht oder Herzinfarkten zu erkranken. So empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Ernährung eine maximale Aufnahme von 300-600g Fleisch in der Woche pro Erwachsener (Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V., 2018).

In Deutschland werden jährlich ca. 60 kg Fleisch und Fleischwaren, davon ca. 40 kg Schweinefleisch, pro Kopf verzehrt (Statista GmbH, 2016), dies ergibt einen Gesamtverzehr von 4.951 Tonnen. Um dieses hohen Verzehr nachzukommen, werden deutschlandweit vor allem Masthähnchen, Puten, Rinder und Schweine gemästet. Die Schweinezucht- und Mast nimmt dabei in Deutschland eine sehr wichtige und zentrale Rolle in der Landwirtschaft ein, die Produktion und der Export der daraus gewonnenen Produkte trägt damit auch wesentlich zur deutschen Wirtschaft bei (Dipl.-Ing. agr. Dr. Heike, 2018).

Aber gerade das Schweinefleisch wird aufgrund des hohen Anteils an gesättigten Fettsäuren und deren Auswirkungen zunehmend durch den Verbraucher abgelehnt, sodass versucht wird durch eine Veränderung der Fütterung, diese Eigenschaft zu verbessern. (Rösch) Dabei kommen vor allem pflanzliche Omega-3-Fettsäuren-Quellen (z. B.: Leinsamen) in Betracht, die zudem von den Tieren gut akzeptiert werden. Wichtig dabei ist jedoch die Verbraucherakzeptanz, so wird eine bessere Eigenschaft des Fleisches bei gleichbleibender, gewohnter Sensorik verlangt (G., A., & E., 2006).

In einem Fütterungsversuch der Agrargenossenschaft Bayern e.G. (AGB), der Hamburger Leistungsfutter GmbH (HL), der Frankenförder Forschungsgesellschaft mBH (FFG), des Schlachthof Färber GmbH, Belgern (SB), der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW) und Der Laborverbund Dr. Kramer & Kollegen GbR (LADR), wurde ein Versuch in zwei Mastschweineställen mit 900 Mastschweinen durchgeführt. Wobei in einem Stall Mastfutter, welches mit Omega-3-Fettsäuren (Leinsamen) versetzt war gefüttert wurde.

Folgende Hypothesen werden im Rahmen dieser Arbeit geprüft:

Hypothese 1: Die Fütterung von Leinsamen hat keinen Einfluss auf die Fleischbeschaffenheit (z.B. optische Bewertung der Fettmarmorierung, Farbspektrum, etc.) des Schweinefleisches.

Hypothese 2: Die Fütterung von Leinsamen hat keinen Einfluss auf die sensorischen Eigenschaften des Schweinefleisches.

Hypothese 3: Die Fütterung der Omega-3-Fettsäure „Quelle“ hat keinen Einfluss auf die Fettsäurezusammensetzung des Schweinefleisches

2 Grundlagen

2.1 Biologische Grundlagen der Tierart Schwein (*Sus scrofa domesticus*)

Bei den Schweinen gibt es, wie auch bei anderen Tieren verschiedene Rassen. Die gängigste und bekannteste Rasse ist das Hausschwein. Es ist rosa oder weiß/schwarz gefleckt, und kann bis zu zehn Jahre alt werden.

In der Schweinemast werden i.d.R. Rassenkreuzungen genutzt zum Beispiel: Deutsches Edelschwein x Deutsche Landrasse. (G., A., & E., 2006, S. 49) Dieses Vorgehen hat zum Ziel robustere Tiere zu gewinnen. Vor einiger Zeit wurden vermehrt Piétrain Eber in der Zucht eingesetzt. Allerdings hat sich rausgestellt, dass bei dieser Schweinerasse häufiger ein Gendefekt auftritt, der dazu führt, dass die Tiere sehr stresssensibel sind und es vermehrt zu PSE¹ Vorfällen gekommen ist. (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002)

In manchen Religionen wird das Schwein als unrein und dreckig bezeichnet, dabei hat es sehr hohe Ansprüche an das Futter und die Haltungsveringung (G., A., & E., 2006, S. 105 ff.). Physiologisch gesehen ist das Verdauungssystem der Schweine dem des Menschen am ähnlichsten. Schweine sind *Omnivoren*, sie zählen zu den *Monogastriern*. Die Nahrung wird wie beim Menschen zunächst mechanisch, dann chemisch und zum Schluss mikrobiell verdaut. Nach dem der Nahrungsbrei im Magen chemisch aufgeschlossen wurde, gelangt er in den Dünndarm (ca. 15-20m lang), über den Blind- und Grimmdarm in den Dickdarm (ca. 3-5 m lang). Der Dickdarm des Schweines hat wie der menschliche Dickdarm, eine

¹ PSE (pale, soft, exsudativ) ist eine Verschlechterung der Fleischbeschaffenheit, der während der Schlachtung durch einen Gendefekt ausgelöst werden kann. Er führt dazu, dass das Fleisch heller, weicher und wässriger wird.

vergrößerte Oberfläche durch Falten, Zotten und Mikrovilli an denen die Nährstoffaufnahme stattfindet (G., A., & E., 2006, S. 123 ff.).

2.2 Eckdaten der Konventionellen Schweinemast

Jedes Tier hat andere Bedürfnisse und benötigt somit ein Individuelles Futter. Besonderes Schweine reagieren sehr sensibel auf Futterumstellung so muss dabei immer darauf geachtet werden, dass das Futter akzeptiert wird. (Fuchs)

Um den individuellen Bedürfnissen der Tiere während der Mast gerecht zu werden, wurden Mastmodelle entwickelt und getestet. Die drei häufigsten Modelle sind die Universalfütterung, 2-Phasenfütterung und die 3-Phasenfütterung. Der einzige Unterschied, zwischen der Universalfütterung zur Phasenfütterung liegt darin, dass die Tiere bei der Phasenfütterung in Gewichtgruppen unterteilt werden um den jeweiligen Futteransprüchen noch gerechter zu werden (Dr. Lindemayer, Porpstmeier, & Dr. Preißinger, 2009, S. 217). Das Ziel aller Methoden ist das Gleiche und zwar soll das Schwein in kürzester Zeit (ca. fünf Monate) so viel Lebendgewicht (LG, ca. 120kg) wie möglich aufbauen. Dabei ist es besonders wichtig im welchem Verhältnis sich das Muskel- und Fettgewebe entwickeln, damit den Verbrauchern eine konstante Fleischqualität geboten werden kann. (Dr. Lindemayer, Porpstmeier, & Dr. Preißinger, 2009)

In der Abbildung 1 ist die Zusammensetzung des Körperzuwachses im Mastverlauf mit Hilfe eines Balkendiagramms dargestellt. Deutlich zu erkennen ist die tägliche Gewichtszunahme in den LG- Klassen 20-80 kg stetig ansteigt und in den LG- Klassen 80-120 kg wieder sinkt. Zudem verändert sich die Zusammensetzung der täglichen Gewichtszunahme mit dem fortschreitenden LG zu Gunsten des Fettes.

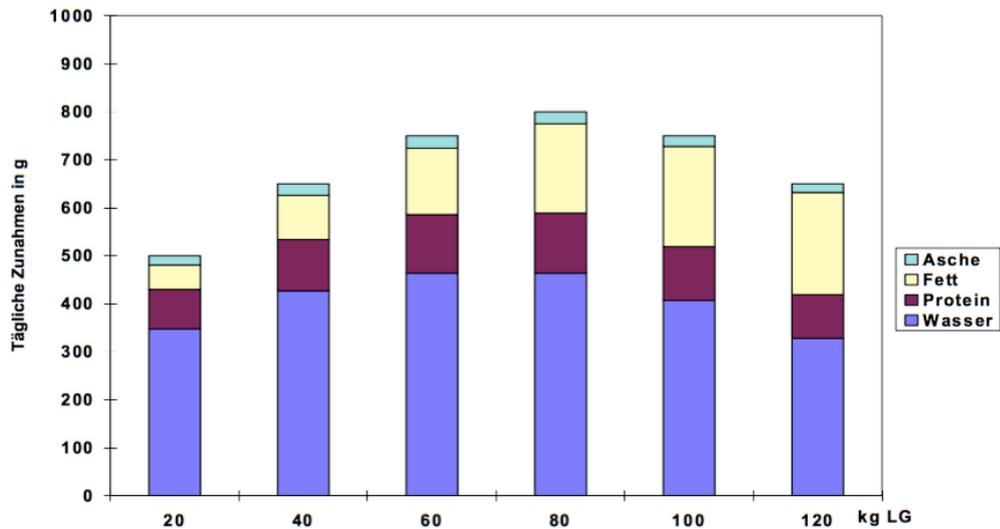


Abbildung 1 Zusammensetzung des Körperzuwachses im Mastverlauf (Dr. Lindemayer, Porpstmeier, & Dr. Preißinger, 2009)

Um dieses Ziel zu erreichen werden in der Schweinemast Alleinfuttermittel zusammengestellt und optimiert. Hier gibt es zwei unterschiedliche Sorten: Eiweiß- und Energiefutter. (Dr. Lindemayer, Porpstmeier, & Dr. Preißinger, 2009)

Der hohe Anteil an Protein mit einer hohen biologischen Wertigkeit, viele essentielle und semiessentielle Aminosäuren bestimmen den Wert des Eiweißfutters. Besonders gut geeignet sind Soja- und Rapsextraktionsschrot, Tiermehle, Hülsenfrüchte und Milchprodukte. (Dr. Lindemayer, Porpstmeier, & Dr. Preißinger, 2009)

Das Energiefutter besteht aus: Getreide, Raps oder Rapsprodukten sowie fetthaltigen Samen, Sojabohnen oder Sojabohnenprodukten. All diese Rohstoffe haben einen hohen Fettgehalt und dadurch bedingt einen hohen Energiegehalt. (Dr. Lindemayer, Porpstmeier, & Dr. Preißinger, 2009)

Abb1. verdeutlicht, dass das Fettgewebe zum Ende der Mast aufgebaut wird. Um den Fettgehalt zu erhöhen wird dem Schwein eine Kombination aus beiden Alleinfuttermitteln (Energie- u. Eiweißfutter) gefüttert, wobei der Gehalt an Energiefutter systematisch erhöht wird. (Dr. Lindemayer, Porpstmeier, & Dr. Preißinger, 2009, S. 226-227).

2.3 Vorgehen und Besonderheiten bei der Schlachtung von Schweinen

Nach dem das Tier das Endmastgewicht von 120 kg erreicht hat, wird es geschlachtet und das gewonnene Fleisch sowie die Nebenprodukte weiterverarbeitet. Unter einer Schlachtung versteht man das Töten eines Nutztieres unter Blutentzug, um deren Fleisch für den menschlichen Verzehr zu gewinnen (Bundesministerium, 2005).

Die Schlachtung von Nutztieren in Deutschland unterliegt europäischen und nationalen Vorschriften, die verschiedene Faktoren u.a. den Tierschutz bei der Schlachtung sowie diverse fleischhygienerechtliche Aspekte umfassen.

Zur Betäubung von Schlachttieren gibt es mehrere Verfahren, allerdings ist nicht jedes Verfahren für alle Tiere geeignet. Man unterscheidet sie in:

- mechanische
- elektrische
- unter Anwendung von Gasen
- andere (Europäische Union, 2009).

Wenn die Tiere betäubt wurden, müssen sie innerhalb einer vorgegebenen Zeit (10- 20s abhängig von der Betäubungsart) durch den Blutentzug getötet werden. Die Schweine werden in der Regel durch eine elektrisch kombinierte, oder durch Anwendung von CO₂ betäubt. Der Blutentzug erfolgt am hängenden oder liegenden Schwein mittels einer Zweimessertechnik. Bei der Schweineschlachtung stellt die Prozessschritt Brühen und Enthaaren zwei zentrale Schritte dar. Beim Brühen werden oberflächliche mikrobiologische Kontaminanten entfernt und die Haut aufgeweicht. Die Borsten werden mittels eine Rotierenden Trommel, in der die Tiere liegen, entfernt. Schließlich werden die inneren Organe (außer Flomen und Niere) entfernt, und der Schlachtkörper in der Mitte gespalten. Danach wird die visuelle Fleischuntersuchung vorgenommen. Anschließend werden die Schlachtkörper auf 7°C und die Nebenprodukte auf 4°C Kerntemperatur gekühlt. Des Weiteren erfolgt eine weitere Zerlegung und Verarbeitung je nach Zielprodukt. In Abb. 2 ist der beschriebene Schlachtprozess zusammenfassend dargestellt.

Evaluierung des Einsatzes von Omega-3-Fettsäuren in der Schweinemast unter besonderer Berücksichtigung sensorischer Merkmale des *Musculus Longissimus dorsi*



Abbildung 2 gängiger Prozess der Schweineschlachtung (Fleischerei- Berufsgenossenschaft, 2006)

2.4 Definition und Parameter der Fleischqualität

„Fleischqualität ist die Gesamtheit aller Merkmale des Fleisches, die für seinen Nährwert, seinen Genusswert, die Gesundheit des Menschen und die Verarbeitung des Fleisches von Bedeutung sind.“ (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002, S. 2)

Seit dem 24. November 2000 hat die Bedeutung der Qualität von Lebensmittel tierischer Herkunft einen ganz neuen Stellenwert bei den Verbrauchern bekommen. Die Qualitätsbeurteilung des Lebensmittels „Fleisch“ hat eine größere Spannbreite bekommen. So wird nicht nur die Fleischbeschaffenheit fokussiert, sondern auch die ordnungsgemäße Tierhaltung (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002, S. 1).

„Die Kenntnisse der Anforderungen und Wünsche der Konsumenten sind deshalb unabdingbare Voraussetzung für die Festlegung von anzustrebenden Parametern der Fleischqualität.“ (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002, S. 1)

Die Grundlagen auf der die Beurteilung von Fleischqualität aufbaut, wird in vier Rubriken aufgeteilt: Inhaltsstoffe, Verarbeitungseigenschaften, sensorische Eigenschaften, hygienische und toxische Eigenschaften. In der Abb. 3 werden weitere Details der jeweiligen Rubriken aufgeführt.

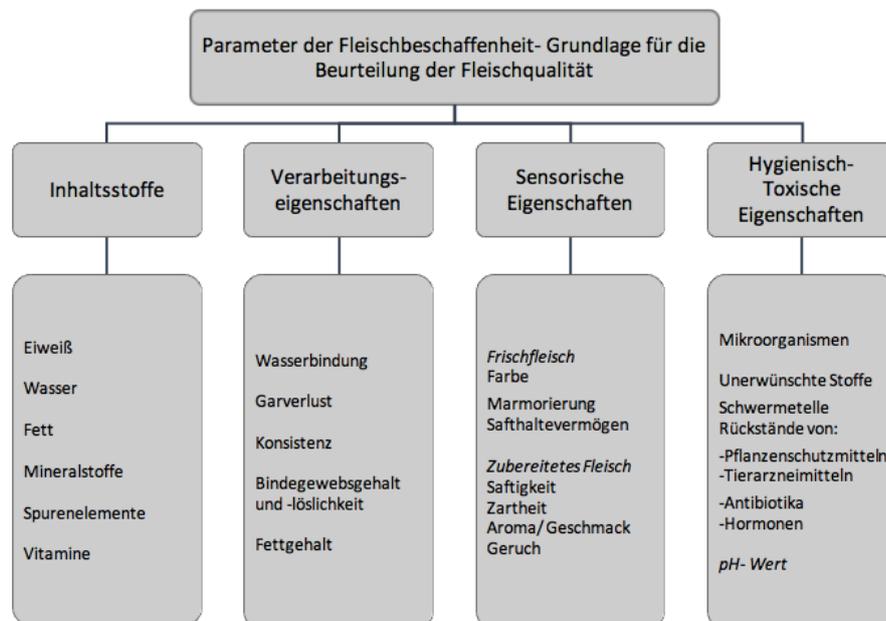


Abbildung 3 Parameter der Fleischqualität (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002)

Die Qualitätsbeurteilungen werden auf Basis von wissenschaftlichen Untersuchungen vorgenommen.

Das Fleisch kann an vielen Stellen des Prozesses an Qualität verlieren. So kann sich bereits bei der Fütterung ein Ungleichgewicht von Muskel- u. Fettgewebe entwickeln, welches sich später auf das Aussehen auswirken kann.

Aufgrund von genetischen Faktoren können Fleischqualitätsmangel provoziert werden, wie z.B. PSE, DFD², Hampshire-Faktor³

2.5 Sensorische Untersuchung

„Die Sensorik beschäftigt sich mit der Wahrnehmung, Beschreibung und Bewertung von Produkteigenschaften mit den Sinnesorganen, d.h. visuell ("sehen"), olfaktorisch ("riechen"), gustatorisch ("schmecken"), taktil ("tasten") und auditiv ("hören") wahrgenommenen Eindrücken.

Die sensorische Analyse oder sensorische Beurteilung von Produkten ist eine wissenschaftliche Disziplin auf Basis experimentellen Designs und statistischer Auswertung, die mittels einer Gruppe von Testpersonen repräsentative Ergebnisse über die Wahrnehmung und Eigenschaften eines Produktes erhebt. Durch Anwendung statistischer Verfahren erlauben diese Ergebnisse valide Rückschlüsse und Erkenntnisse über das Testprodukt.“ (DGSens e.V.)

Bei der sensorischen Analyse gibt es viele verschiedene und validierte Testmethoden, diese sind häufig auch über Normen (DIN & ISO) standardisiert. (DGSens e.V.).

3 Material und Methoden

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden in zwei Ställen der AG Bayern e.G. Fütterungsversuche mit je 450 Mastschweinen durchgeführt. Eine Kontrollgruppe wurde konventionell gefüttert und eine Versuchsgruppe hat vier Wochen vor der Schlachtung Futter mit einem erhöhten Gehalt an Omega-3 Fettsäuren (durch Leinsamen) erhalten.

² DFD (Dark, firm, dry) ist eine Verschlechterung der Fleischbeschaffenheit, der während der Schlachtung durch einen Gendefekt ausgelöst werden kann. Er führt dazu, dass das Fleisch dunkler, fester und trockener wird.

³ Hampshire-Faktor kommt nur bei der Rasse Hampshire od. Rassenkreuzung vor u. verursacht das der pH-Wert nach der Schlachtung sehr stark sinkt „acid-Meat“.

Nach der Schlachtung wurden von beiden Fütterungsgruppen, an definierten Teilstücken (Rückenspeck, Rückenmuskel- *M. longissimus*) unmittelbar vor der Verbringung in die Kühlung Proben entnommen. Die Untersuchung der Fleischproben erfolgten an der HAW und beim LADR. So wurden von jeder Fütterungsgruppe jeweils 20 Proben an die HAW geliefert. Es wurden insgesamt folgende Fleischqualitätsparameter erfasst:

- Optische Bewertung der Fettmarmorierung
- Farbmessung zur Bestimmung der Fleischfarbe mittel Spektroskopie
- Grillsaftverlust
- Tropfsaftverlust
- pH-Wert
- Fettsäurespektrum
- Verkostung

Die von der HAW geprüften Fleischqualitätsparameter:

- Optische Bewertung des intramuskulären Gewebes
- Farbmessung zur Bestimmung der Fleischfarbe mittel Spektroskopie
- Grill- oder Bratsaftverlust
- Tropfsaftverlust
- Verkostung

3.1 Systematische Literaturrecherche

Es wurden Überwiegend Internet Recherche betrieben. Die Ein- und Ausschlusskriterien sind in der Tabelle 1 u. 2 dargestellt.

Einschlusskriterien
Veröffentlichte wissenschaftliche Arbeit
Durch den Bund gefördert
Öffentlich-rechtliche Nachrichten Dienste
Lehrinstitution
Fachzeitschriften

Tabelle 1 Einschlusskriterien bei der Auswahl der Quellen

Ausschlusskriterien
Keine Primärquelle
Auf nicht wissenschaftlicher Basis begründet
Es liegen neuer Erkenntnisse vor

Tabelle 2 Ausschlusskriterien bei der Auswahl der Quellen

3.2 Optische Bewertung des intramuskulären Gewebes

Diese Bewertung ist eine rein subjektive Wahrnehmung und kann daher sehr unterschiedlich ausfallen. Bei der Beurteilung von Schweinefleisch kommt dieses Verfahren i.d.R. nur noch bei der Beurteilung der Fettmarmorierung im intramuskulären Gewebe zum Einsatz. Die Farbe kann so auch bestimmt werden, dieses wird aber nicht empfohlen da es dafür bereits objektive Messmethoden gibt. (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002, S. 12)

Zur optischen Bewertung wird das Fleisch im Querschnitt betrachtet und mit Hilfe einer Bewertungsskala (Abb. 4) wird die Fettmarmorierung im Intramuskulären Gewebe beurteilt. Die Bewertung 3-4 spiegelt die optimale Fettmarmorierung im intramuskulären Gewebe wieder (Dr. Westpahl, S. 9).

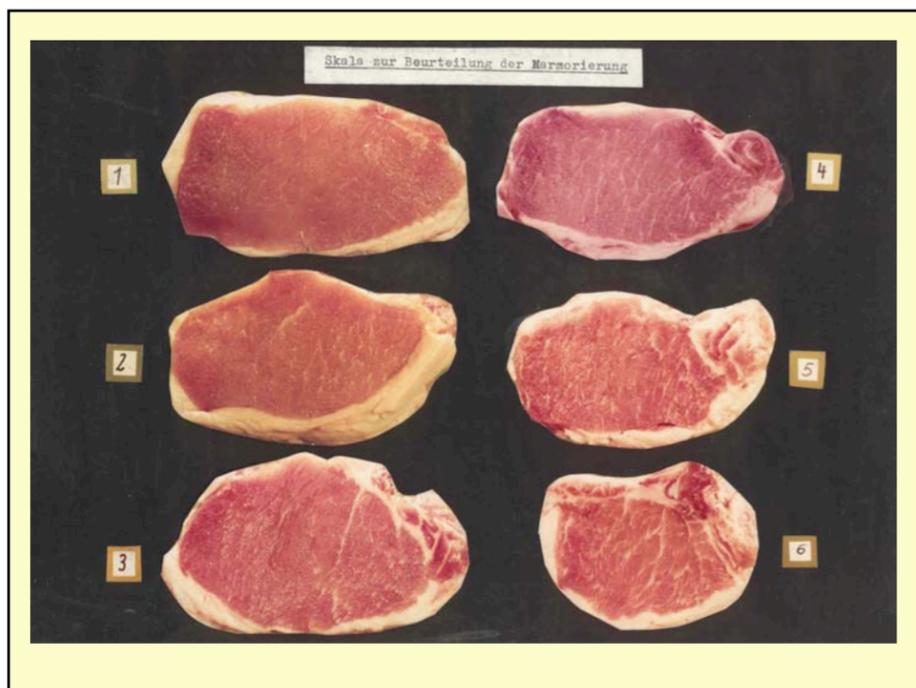


Abbildung 4 Bewertungsskala der Fettmarmorierung (Dr. Westpahl)

Gerät/ Material	Anzahl	Hersteller	Modell	Quelle
Fleischmesser	1	-	-	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Bewertungsskala	1	-	-	(Dr. Westpahl, S. 6)

Tabelle 3 Materialien und Geräte für die Ermittlung des Aussehens

3.3 Farbmessung zur Bestimmung der Fleischfarbe mittel Spektroskopie

Die Farbmessung zur Beurteilung der Schweinefleischqualität ist eine objektive Untersuchung die mittels eines Farbmessgeräts ermittelt wird. Es gibt viele verschiedene Farb-Modelle. Für die Messung von Schweinefleisch wird das L* a* b*-Modell benutzt. (Dr. Westpahl, S. 8)

„Das L*a*b-Modell entstand aus einem Modell, welches bereits seit 1931 von der CIE (Commission Internationale d'Eclairage) als internationale Norm zur Farbmessung erklärt wurde. Dieses Modell wurde 1976 verbessert und nennt sich seither CIE L*a*b. Der große Vorteil von L*a*b-Farben liegt in ihrer Geräteunabhängigkeit.“ (Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen)

Das L*a*b-Modell bestimmt die Farben mit Hilfe von drei Faktoren:

- L* = Luminanz oder Helligkeitskomponente zweier Farben
- a* = Komponenten (grün bis rot)
- b* = Komponenten (blau bis gelb) (Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen)

Die Messung der Fleischfarbe sollte am *M. longissimus* und ca. 24h p.m. (Postmortal) gemessen werden. Bei der Schweinefleischuntersuchung ist nur der L*-Wert relevant und dieser sollte ≤ 53 sein. Wenn die untersuchte Probe eine Abweichung aufweist, könnte es sich um einen Indikator für Fleischbeschaffenheitsmängel handeln. (Dr. Westpahl, S. 8)

Dieser Wert bestimmt, wie oben beschrieben, die Helligkeit wobei der Wert 100 der Farbe Weiß entspricht und der Wert 0 der Farbe schwarz. (Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen)

Gerät/ Material	Anzahl	Hersteller	Modell	Quelle
Fleischmesser	1	-	-	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Farbmessgerät	1	Minolta	Chroma Meter CR-300/CR-310/ CR-312/CR-331/ CR-331C	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie

Tabelle 4 Material und Geräte für die Ermittlung der Farbe

3.4 Ermittlung des Wasserbindungsvermögens

„Die tatsächliche Qualität des Fleisches erweist sich mit seinen Verzehr- und Verarbeitungseigenschaften. Ein wesentliches Kriterium für die gewünschte Fleischqualität ist ein gutes Wasserbindungsvermögen, zu ermitteln durch die Bestimmung des Tropfsaft (Drip)-, Koch- oder Grillverlustes.“ (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002, S. 10) Diese Verfahren sind nicht standardisiert oder genormt, so dass die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen nur bedingt verglichen werden können. (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002, S. 10)

3.4.1 Tropfsaft- oder Dripverlust

Mit dieser Methode ermittelt man den Fleischsaftverlust der ohne Anwendung von Zwang aus dem Fleisch heraustropft. Der Verlust sollte $\leq 4\%$ betragen. Der Tropfsaftverlust ist besonders bei Frischfleisch von Bedeutung da der Fleischsaft, der bereits vor der Zubereitung aus dem Fleisch tritt, 13% des Eiweißes und wichtige Mineralstoffe enthält.

Wenn der Tropfsaftverlust deutlich höher ist, als die literarische Obergrenze, könnte das ein Hinweis auf Qualitätsmängel durch PSE-Fleisch sein. Das lässt sich aber nicht sicher sagen und es sollten weitere Untersuchungsergebnisse dieser Probe herangezogen werden. (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002, S. 10)

Für diesen Test wird eine ca. 3cm dicke Scheibe von der Probe *M. longissimus* abgeschnitten. Diese wird gewogen und in einem präparierten (ein Loch am tiefsten Punkt) Beutel eingeschweißt. Darüber wird ein weiterer Beutel gestülpt der den Tropfsaft auffängt. Wichtig dabei ist es darauf zu achten, dass der innere Beutel frei hängt. Anschließend muss das Fleisch für 24h, bei 4°C hängend gelagert werden. Nach der 24 stündigen Lagerung, wird das Fleisch aus dem Beute geholt und zurück gewogen. Mittels der Formel 1 wird der Tropfsaftverlust in Prozent bestimmt.

$$\text{Tropfsaftverlust in \%} = \frac{\text{Masse}_{\text{vor der Lagerung}} - \text{Masse}_{\text{nach der Lagerung}}}{\text{Masse}_{\text{vor der Lagerung}}} * 100$$

Formel 1 Tropfsaft- oder Dripverlust in Prozent (Dr. Westpahl)

Gerät/ Material	Anzahl	Hersteller	Modell	Quelle
Fleischmesser	1	-	-	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Kühlschrank	1	-	-	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Fleischhaken	20	-	-	Vanessa Pfaff
Gefrierbeutel	80	-	-	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Analysewaage	1	Sartorius	TE4101	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Vakuumierer	1	Chal-Tec GmbH	-	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie

Tabelle 5 Material und Geräte für die Ermittlung des Tropfsaft- oder Dripverlustes

3.4.2 Grill- oder Bratverlust

„Bei der **Koch- oder Grillverlustbestimmung** werden durch das Erhitzen die Zellmembranen zerstört und die Proteine denaturiert. Die fibrillären Strukturen der Myofibrillen und des Bindegewebes schrumpfen, was zu einem hohen Wasserverlust bis zu 40 bis 45 % des Gesamtgewichtes führt. Mit dem Koch- oder Grillverlust wird ein anderer Wasserverlust als beim Dripverlust gemessen. Die Korrelationen der Ergebnisse zwischen beiden Methoden sind deshalb sehr niedrig. Es ist aber trotzdem auszusagen, dass PSE-Fleisch auch einen höheren Koch- oder Grillverlust als normales Fleisch hat.“ (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002, S. 10)

Von der vorliegenden Probe (*M. longissimus*) wird eine ca. 2,5 cm dicke Scheibe abgeschnitten und von aufliegenden Fett- und Bindegewebe befreit. Anschließend wird die Masse bestimmt, die Scheibe mit einem Temperaturfühler versehen und auf einem Plattenkontraktgrill (230 °C) bis zu einer Kerntemperatur von 70 °C gebraten. Im Anschluss muss die Probe 5 min. abkühlen, dann abtropfen und die Scheibe zurück wiegen.

$$\text{Grill – oder Bratverlust in \%} = \frac{\text{Masse}_{\text{roh}} - \text{Masse}_{\text{gegart}}}{\text{Masse}_{\text{roh}}} * 100$$

Formel 2 Grillverlust in Prozent (Dr. Westpahl)

Gerät/ Material	Anzahl	Hersteller	Modell	Quelle
Fleischmesser	1	-	-	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Plattenkontaktgrill	1	Steba	PG4.4	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Fleischthermometer	1	Testo AG	Testo 925	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Wecker	1	Apple	IPhone SE	Vanessa Pfaff
Haushaltspapier	1	-	-	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Analysewaage	1	Sartorius	TE4101	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie

Tabelle 6 Material und Geräte für die Ermittlung des Brat- oder Grillverlustes

3.5 Analyse des Fettsäurespektrums

In der menschlichen Ernährung spielen Fette und die Art der Fette, ob gesättigt oder ungesättigt eine große Rolle. Da bestimmte Fettsäuren, vor allem Fettsäuren mit Doppelbindungen an bestimmten Position, nicht vom Körper synthetisiert werden können, müssen sie mit der Nahrung aufgenommen werden. Hierzu zählen vor allem Omega-n-Fettsäuren. Die Analyse des Fettsäurespektrums, ist daher eine der wichtigsten Analysen zur Bestimmung der Fett Qualität. Die Analyse gibt Aufschluss darüber, wie das Fett zusammengesetzt ist. So kann genau angegeben werden, wie viel Prozent gesättigter und ungesättigter Fettsäuren in dem Produkt enthalten sind und um welche Fettsäuren es sich genau handelt. (Albrecht, 2012)

Die bekannteste Fettsäure, ist wahrscheinlich die Omega-3-Fettsäuren. Sie ist essenziell und kann als eine der drei folgenden Säuren auftauchen:

- alpha-Linolensäure (18:3)
- Eicosapentaensäure (20:5)
- Docosahexaensäure (22:6) (LUMITOS GmbH)

Das Fettsäurespektrum wird mit Hilfe der Gaschromatographie (GC) analysiert. Hierzu muss das Fett zunächst, aus der Probe extrahiert werden. In diesem Fall wurde die Extraktion, mittels einer Mikrowellenextraktion vorgenommen. Diese Methode befindet sich, im Bereich der Fett Analyse, noch im Akkreditierungsprozess. (Biofocus LADR Gesellschaft für biologische Analytik mbH, 2018) Im Gegensatz zur herkömmlichen Extraktion, bietet diese Methode eine enorme Zeitersparnis. (GIT Laborportal, 2014)

Nachdem das Fett extrahiert wurde, wird dieses mit chemischen Mitteln aufgearbeitet und für die Analyse durch das GC vorbereitet. Im GC wird die Probe mittels einer Nadel aufgenommen und injiziert. Nach der Injektion gelang das Produkt auf die so genannte Trennsäule, hier wird das Produkt durch Hitzeeinwirkung (bis ca. 250°C) getrennt. Durch die verschiedenen Siedepunkte der einzelnen Stoffe, kann mit Hilfe des Detektors, und einer Software ein Chromatogramm am PC erstellt werden. (Albrecht, 2012)

In der Abb. 5 ist ein Chromatogramm abgebildet, auf der x-Achse ist die Retentionszeit in Minuten und auf der y-Achse ist die Intensität abgebildet. Die Fläche unter den entstandenen Peaks, bildet den prozentualen Anteil der einzelnen Fettsäuren. So lassen sich genaue Aussagen, über die Zusammensetzung der analysierten Fette treffen. (Kösling, 2016)

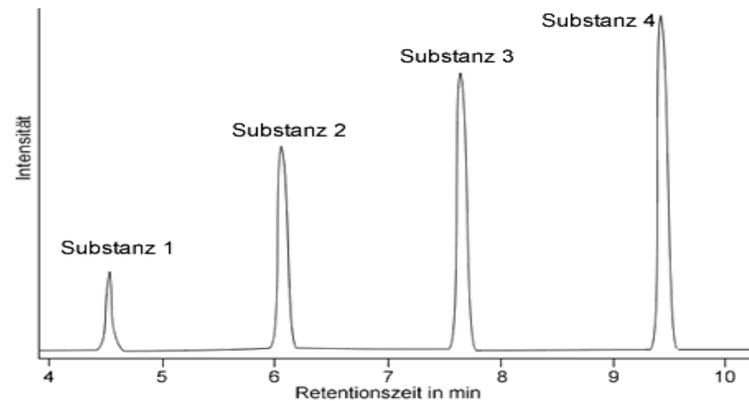


Abbildung 5 Beispiel eines Chromatogramms (Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA)

3.6 Sensorische Untersuchung unter „Verwendung“ eines Panels

Viele Methoden fordern den Einsatz von geschulten Testperson, wenn man allerdings, wie in unserem Fall, heraus finden möchte ob der Endverbraucher einen unterschied feststellen kann, ist es wichtig die Testpersonen der Zielgruppe anzupassen.

Für die Untersuchung von diesem Testprodukt wurde ein klassischer Triangel-Test durchgeführt, dieser wird auch Dreieckstest genannt. Hierbei geht es darum die Frage zu beantworten, ob es einen Unterschied zwischen zwei Proben gibt, und wenn, ob dieser Signifikant ist. Um das, herauszufinden bekommen die Probanden jeweils drei Proben von denen immer zwei identisch sind. Die Testperson haben nun die Aufgabe durch die Verkostung das abweichende Produkt zu identifizieren. (Dipl. Ing. Pfach, 2011)

Gerät/ Material	Anzahl	Hersteller	Modell	Quelle
Fleischmesser	1	-	-	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Plattenkontaktgrill	1	Steba	PG4.4	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Fleischthermometer	1	Testo AG	Testo 925	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Tablet	20	-	-	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Haushaltspapier	20	-	-	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Besteck	20	-	-	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie
Bewertungsbogen	20	Vanessa Pfaff	Triangel	HAW- Hamburg, Fakultät Life Sciences Department Ökotrophologie

Tabelle 7 Material und Geräte für die Ermittlung des Sensorischen Profiels

3.7 Verwendete Programme

In der Tab. 8 sind alle Programme und deren Versionen, die zur statistischen und schriftlichen Ausarbeitung dieser Bachelorarbeit verwendet wurden aufgelistet

Programmname	Version
Microsoft Excel für Mac	15.40 (171108)
Microsoft Word für Mac	15.40 (171108)
Addinsoft XLSTAT Base	19.6 48260
Googel Suchmaschine	Stand ab 01.01.2018
Doodle	12.2017

Tabelle 8 Verwendete Programme und die Version

4 Ergebnisse der durchgeführten Analysen

Alle Ergebnisse, die in den folgenden Kapiteln dargestellt werden, basieren auf analytisch erhobenen Daten. Die Untersuchungen wurden an der „Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg“ und „Der Laborverbund Dr. Kramer & Kollegen GbR“ (LADR) gemacht.

4.1 Optische Bewertung des intramuskulären Gewebes

Die Proben der Versuchs- und die der Kontrollgruppe wurden hinsichtlich ihres Aussehens bewertet. Als Grundlage für die Bewertung wurde die Bewertungsskala der Abbildung 4 genutzt.

4.1.1 Versuchsgruppe

Abbildung 6 verdeutlicht, dass 50 % der bewerteten Fleischproben der Versuchsgruppe (Fütterung mit Omega-3-Fettsäuren haltigen Futter) eine Marmorierung der Klasse 1,88 – 3,00 aufweisen. Der Median $\tilde{x}=2$, welcher hier als Balken dargestellt ist zeigt, dass 50% der Untersuchten Proben einer Bewertung ≤ 2 entsprechen. Eine optimale Bewertung der Fettmarmorierung liegt bei 3-4 (Dr. Westpahl, S. 9). Außerdem ist eine Leichte Schiefe in dem Diagramm zu erkennen, so dass keine Normalverteilung vorliegt.

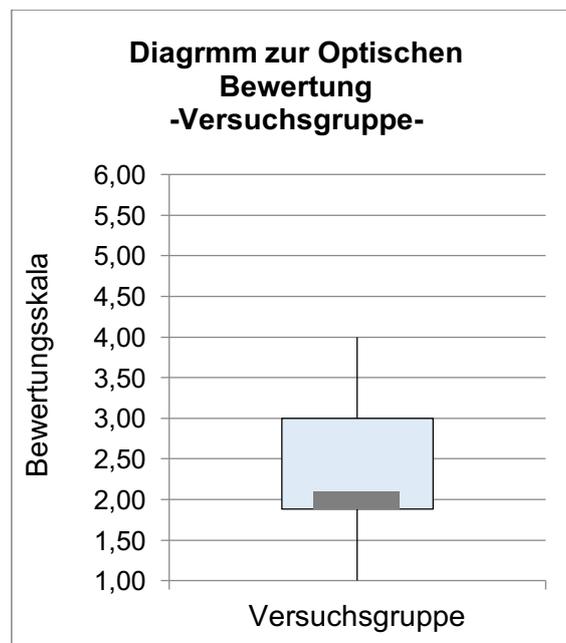


Abbildung 6 Diagramm zur optischen Bewertung der Versuchsgruppe

So weisen 75% der bewerteten Fleischproben eine Fettmarmorierung aufweisen die unterhalb des Optimums liegt.

4.1.2 Kontrollgruppe

Anhand des Diagramms „Diagramm zur optischen Bewertung –Kontrollgruppe-“ (Abb. 7) ist erkennbar, dass 50% der bewerteten Fleischproben aus der Kontrollgruppe, laut der Bewertungsskala in Abb. 4 eine Marmorierung der Klasse 2,75-4 entspricht. Der Median $\tilde{x}=3,50$, welcher als Balken dargestellt ist zeigt, dass 50% der untersuchten Proben einer Bewertung von $\leq 3,50$ entsprechen. Außerdem ist eine Leichte Schiefe in dem Diagramm zu erkennen, so dass keine Normalverteilung vorliegt. Rund 75% aller Ergebnisse liegen direkt unter dem Maximum.

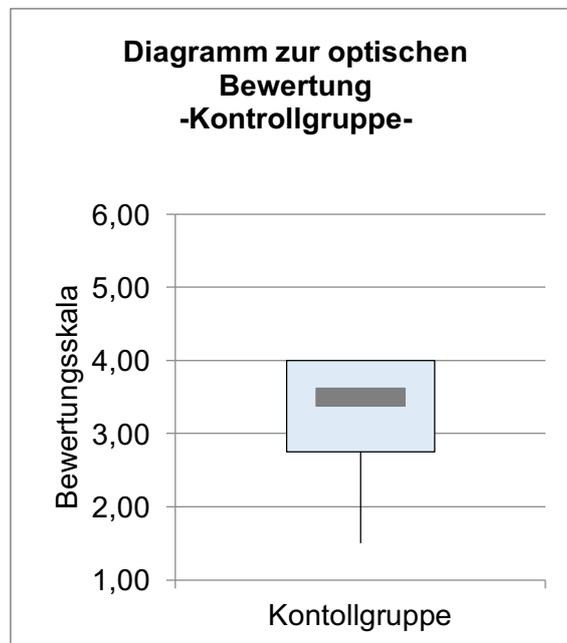


Abbildung 7 Diagramm zur optischen Bewertung der Kontrollgruppe

Eine optimale Bewertung der Optik hinsichtlich der Fettmarmorierung liegt bei einer Bewertung von 3-4 (Dr. Westpahl, S. 9). Es ist erkennbar, dass 75% der bewerteten Fleischproben eine Fettmarmorierung aufweisen die oberhalb der Bewertungsstufe 2,75 liegen und somit im Optimum liegt.

4.1.3 Vergleichende Betrachtung

Um die Hypothese 1 zu prüfen, werden die Diagramme miteinander verglichen und statistisch ausgewertet.

Wie in dem Diagramm „Vergleich der Diagramme –optische Bewertung-“ deutlich zu sehen ist, sind die Ergebnisse beider Stichproben stark voneinander abweichend. Im Gegensatz zur Versuchsgruppe liegen fast 75% der analysierten Proben der Kontrollgruppe im Optimum der Bewertung.

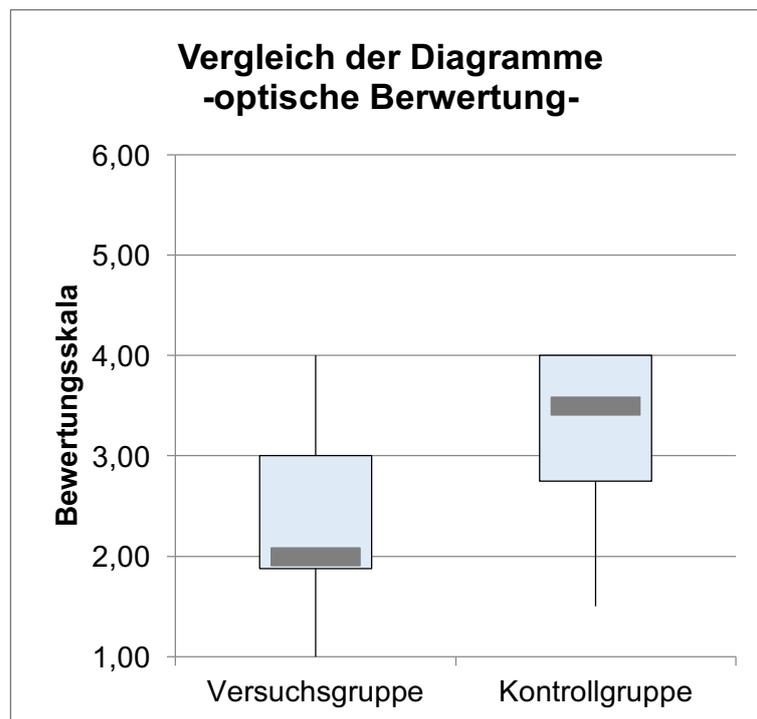


Abbildung 8 Vergleichsdiagramm zur optischen Bewertung

Mit einem t-Test wurden die bei Stichproben statistisch miteinander verglichen, als Signifikanzniveau wurde 5% angenommen. Das Ergebnis zeigt, dass der p-Wert eines zweiseitigen t-Test bei 0,002 liegt, und somit kleiner als das Signifikanzniveau ist. Es muss also die Hypothese 1: „Die Fütterung von Leinsamen hat keinen Einfluss auf die Fleischbeschaffenheit (z.B. optische Bewertung der Fettmarmorierung, Farbspektrum, etc.) des Schweinefleisches.“ zurückgewiesen werden und die alternative Hypothese akzeptiert werden. Es besteht ein Restrisiko von weniger als 0,17%, dass die zurückgewiesene Hypothese doch wahr ist.

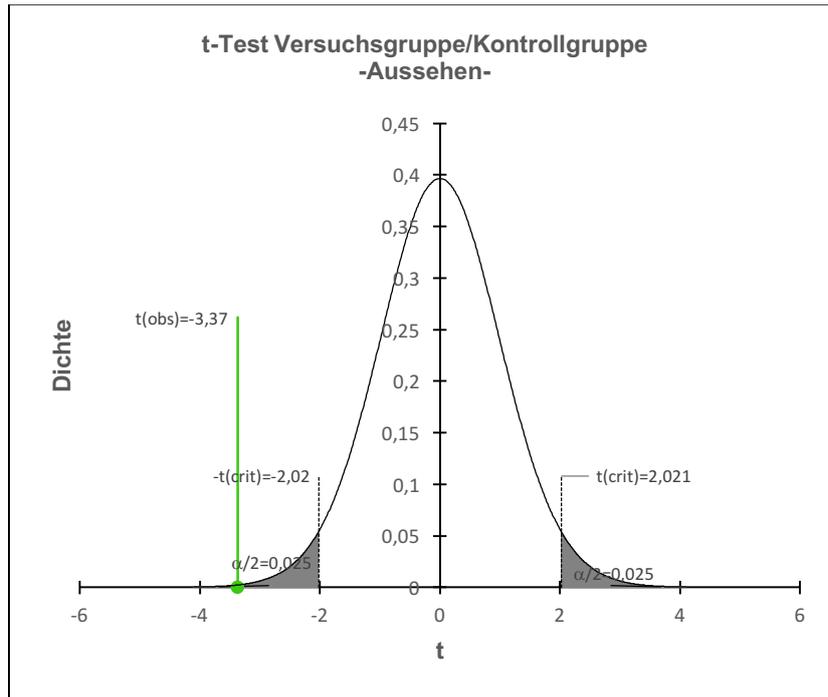


Abbildung 9 Diagramm des Signifikanztests zur optischen Bewertung

Nach diesem Ergebnis ist davon auszugehen, dass die Unterschiede bei der Fettmarmorierung eindeutig auf die Futtermittelzusammensetzung zurückzuführen sind. Die Stichprobe der Versuchsgruppe, welche Futter mit Omega-3-Fettsäure haltigen Leinsamen erhalten hat, zeigt deutlich, dass die Fettmarmorierung unter dem gewünschten Optimum liegen. Es ist fragwürdig ob das Produkt von den Verbrauchern akzeptiert wird. Hierzu wurde keine Untersuchung unternommen.

4.2 Farbmessung mittels Spektroskopie

Die Stichproben wurden objektiv mit einem Farbmessgerät untersucht. Hierbei wurde der L^* -Wert des CIE-Lab-System gemessen. Mit diesem Wert kann man eine Aussage bezüglich der Helligkeit des Fleisches machen.

4.2.1 Versuchsgruppe

Anhand des Box-Plot Diagramms „Ergebnisse der Farbmessung -Versuchsgruppe-“ ist erkennbar, dass 50% der untersuchten Fleischproben, einem Farbwert von L^* 45,56-49,20 entsprechen. Das Maximum liegt bei 55,73 und ist somit über der literarischen Obergrenze von $L^* \leq 53$. Der Median $\tilde{x} = 46,70$, welcher hier als Balken dargestellt ist, zeigt deutlich, dass 50% der untersuchten Proben einem Farbwert von $L^* \leq 46,70$ entsprechen und somit unter dem literarischen Mittelwert von $L^* = 46,90$ eines Deutschen Edelschweines liegt. (Dr. Westpahl, S. 9) Außerdem ist eine Leichte Schiefe in dem Diagramm zu erkennen, so dass keine Normalverteilung vorliegt.

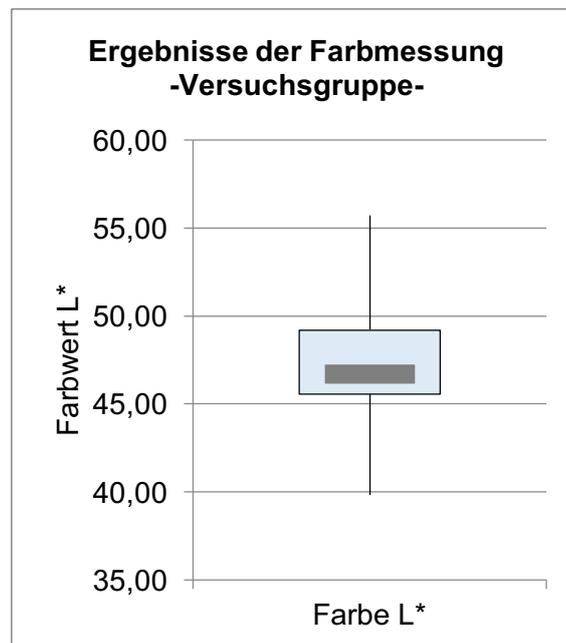


Abbildung 10 Diagramm der Farbmessung der Versuchsgruppe

Die Abweichung vom literarischen Mittelwertes kann daher rühren, dass die Proben, auf Grund der logistischen Gegebenheiten nicht 24h p.m. untersucht wurden. Außerdem kann die Überschreitung des literarischen Maximalwerts von $L^* \leq 53$ auf einen Fleischbeschaffenheitsmangel hinweisen.

4.2.2 Kontrollgruppe

Das Box-Plot Diagramm stellt die Ergebnisse der Untersuchung zur Farbe der Fleischproben der Versuchsgruppe grafisch dar.

Anhand des Diagramms „Ergebnisse der Farbmessung -Kontrollgruppe-“ ist erkennbar, dass 50% der untersuchten Fleischproben, einen Farbwert von L^* 45,00-47,63 entsprechen. Der Maximalwert liegt bei 55,73 und ist somit über der Obergrenze von $L^* \leq 53$. Der Median, welcher hier als Balken dargestellt ist, zeigt deutlich, dass 50% der untersuchten Proben einem Farbwert von $L^* \leq 46,24$ entsprechen und somit unter dem literarischen Mittelwert eines Deutschen Edelschweines liegt $L^* = 46,90$. (Dr. Westpahl, S. 9) Außerdem ist eine leichte Schiefe in dem Diagramm zu erkennen, so das keine Normalverteilung vorliegt.

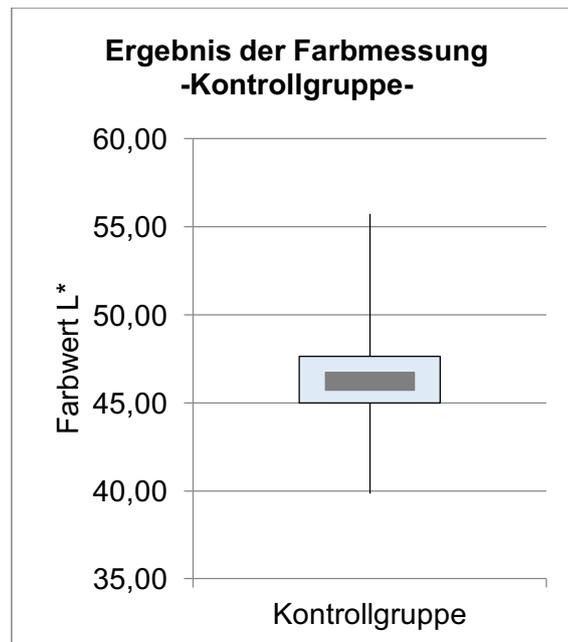


Abbildung 11 Diagramm der Farbmessung der Kontrollgruppe

Auch in dieser Stichprobe könnte die Abweichung vom literarischen Mittelwertes daherkommen, dass die Proben auf Grund der logistischen Gegebenheiten nicht 24h p.m. untersucht wurden, oder dass es sich um Qualitätsmängel handelt. Außerdem kann die Überschreitung des literarischen Maximalwerts von $L^* \leq 53$ auf einen Fleischbeschaffenheitsmangel hinweisen.

4.2.3 Vergleichende Betrachtung

Um die Hypothese 1 zu prüfen werden die Diagramme miteinander verglichen und statistisch ausgewertet.

In dem Diagramm „Vergleich der Diagramme –Ergebnis der Farbmessung-“ ist deutlich zu sehen, dass die Ergebnisse der beiden Stichproben leicht voneinander abweichen. Es ist gut zu erkennen, dass die Streuung der ermittelten Werte bei der Versuchsgruppe etwas größer ist. Dennoch liegen beiden Mediane dicht beieinander und weisen nur eine minimale Abweichung vom Literaturwert auf.

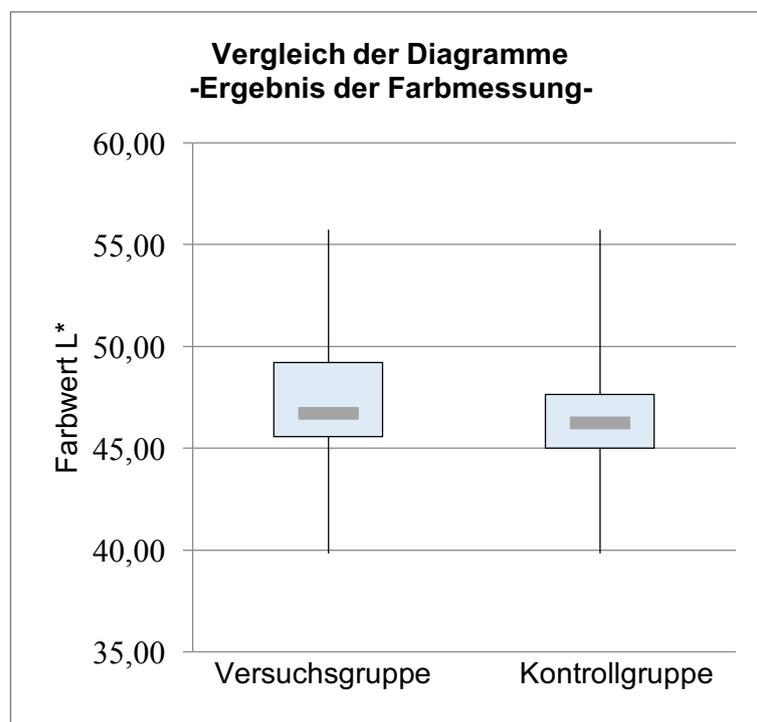


Abbildung 12 Vergleichsdiagramm der Farbmessung

Mit einem t-Test wurden die bei Stichproben statistisch miteinander verglichen, als Signifikanzniveau wurden 5% angenommen. Das Ergebnis des zweiseitigen t-Test zeigen, dass der p-Wert= 0,450 ist und somit größer als das Signifikanzniveau ist. Daraus folgt, dass die Hypothese 1: „Die Fütterung von Leinsamen hat keinen Einfluss auf die Fleischbeschaffenheit (z.B. optische Bewertung der Fettmarmorierung, Farbspektrum, etc.) des Schweinefleisches.“ bestätigt wird. Das Risiko die Hypothese 1 zurückzuweisen, beträgt 45,0%.

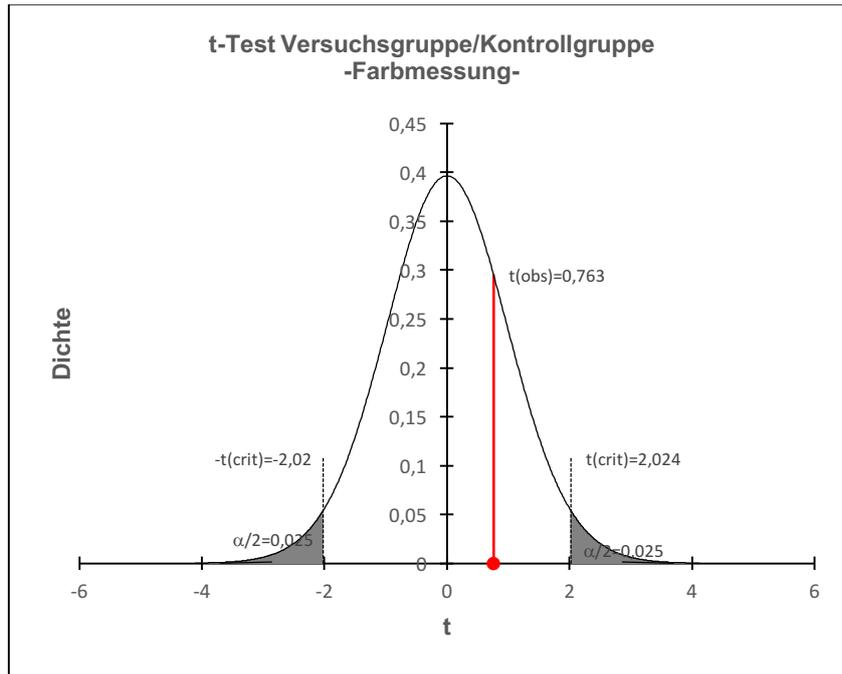


Abbildung 13 Diagramm zum Signifikanztest der Farbmessung

Nach diesem Ergebnis kann man davon ausgehen, dass die unterschiedliche Futtermittelzusammensetzung keinen Einfluss auf die Fleischfarbe hat.

4.3 Ergebnis Auswertung des Tropfsaft-/ Dripverlustes

Die Untersuchung wurden in Anlehnung an die Empfehlungen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft durchgeführt.

4.3.1 Versuchsgruppe

Die Abb. 14 stellt die Ergebnisse des Tropfsaftverlustes, mittels eines Box-Plot Diagrammes grafisch dar. Es ist erkennbar das 75% der Untersuchten Proben, einen Tropfsaftverlust von $\leq 2\%$ haben. Das Maximum ist 3,1% und liegt unter dem literarischen Maximum $\leq 4\%$. Der Median $\tilde{x} = 1,6\%$, ist als Balken dargestellt zeigt, dass 50% der untersuchten Proben einen Tropfsaftverlust von unter 1,6% haben und somit weit unter dem literarischen Maximalwert liegen. (Dr. Westpahl, S. 8) Aufgrund der „leichten Schiefe“ ist anzunehmen, dass es sich nicht um eine Normalverteilung der Werte handelt.

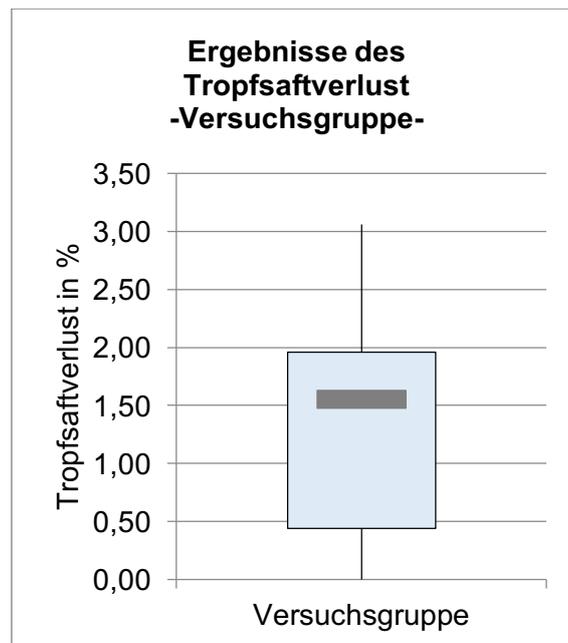


Abbildung 14 Diagramm zum Tropfsaftverlust der Versuchsgruppe

Aus diesem Diagramm lässt sich ableiten, dass alle Stichproben ein akzeptables Maß an Tropfsaftverlust aufweisen, und dass es keinerlei Anzeichen für Fleischbeschaffenheitsmängel gibt.

4.3.2 Kontrollgruppe

In dem Box-Plot Diagramm aus der Abb. 15, werden die Ergebnisse des Tropfsaftverlustes der Kontrollgruppe grafisch dargestellt. Es ist erkennbar, dass 75% der Untersuchten Proben, einen Tropfsaftverlust von $\leq 3,8\%$ haben. Der Maximal Wert ist 14,9% und somit weit über dem literarischen Maximum $\leq 4\%$ liegt. Der Median, als Balken dargestellt zeigt, dass 50% der untersuchten Proben einen Tropfsaftverlust von unter 3,1% haben. Dieser Wert liegt unter dem literarischen Maximalwert. (Dr. Westpahl, S. 8) Aufgrund der „Schiefe“ die dem Diagramm zu entnehmen ist, ist anzunehmen das es sich nicht um eine Normalverteilung das Werte handelt.

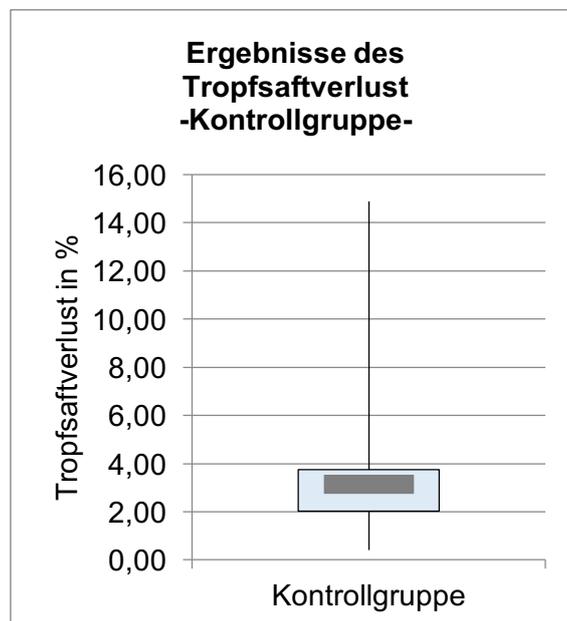


Abbildung 15 Diagramm des Tropfsaftverlustes der Kontrollgruppe

Der Maximalwert überschreitet die literarische Obergrenze weit und stellt einen Ausreißer in der Stichprobe dar, siehe Abb. 16. Aufgrund dieses extremen Tropfsaftverlustes von 14,9% könnte es sich bei diesem Wert um ein Indikator für einen Fleischbeschaffenheitsmangel durch PSE-Fleisch handeln.

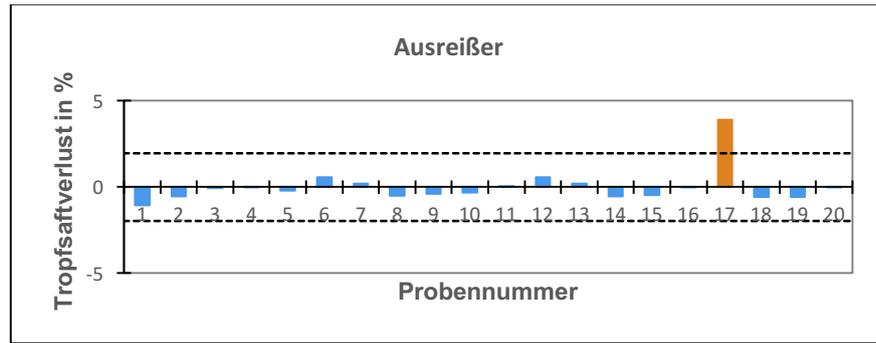


Abbildung 16 Diagramm des Dixon-Tests

4.3.3 Vergleichende Betrachtung

In dem Vergleichsdiagramm aus der Abb. 17, sind deutliche Unterschiede zu sehen. Die Kontrollgruppe hat eine viel größere Spannweite als die Versuchsgruppe, dieses ist auf den Ausreißer (Probe 7) zurückzuführen.

Außerdem liegen 50% der ermittelten Werte aus der Kontrollgruppe oberhalb des 3. Quantils der Versuchsgruppe.

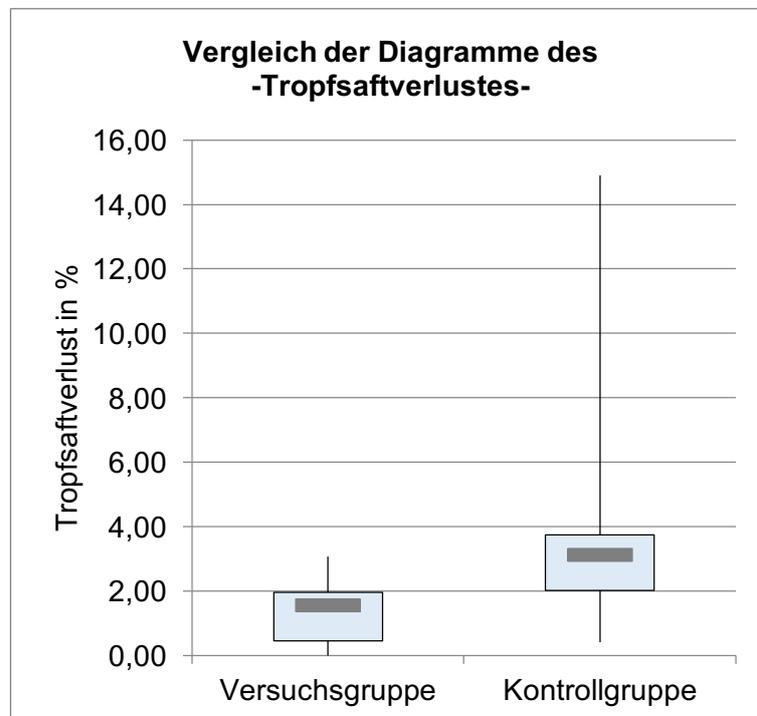


Abbildung 17 Vergleich der Diagramme des Tropfsaftverlustes

Mit einem t-Test (Abb.18) wurden die bei Stichproben statistisch miteinander verglichen, als Signifikanzniveau wurden 5% angenommen und der Wert des Ausreißers wurde dem Mittelwert angepasst. Das Ergebnis des zweiseitigen t-Test zeigt, dass der p-Wert= <0,005, kleiner als das Signifikanzniveau ist. Daraus folgt, dass die Hypothese 1: „Die Fütterung von Leinsamen hat keinen Einfluss auf die Fleischbeschaffenheit (z.B. optische Bewertung der Fettmarmorierung, Farbspektrum, etc.) des Schweinefleisches.“ zurückgewiesen wird und die alternative Hypothese akzeptiert werden. Es besteht ein Restrisiko das geringer als 0,5% ist, dass die zurückgewiesene Hypothese wahr ist.

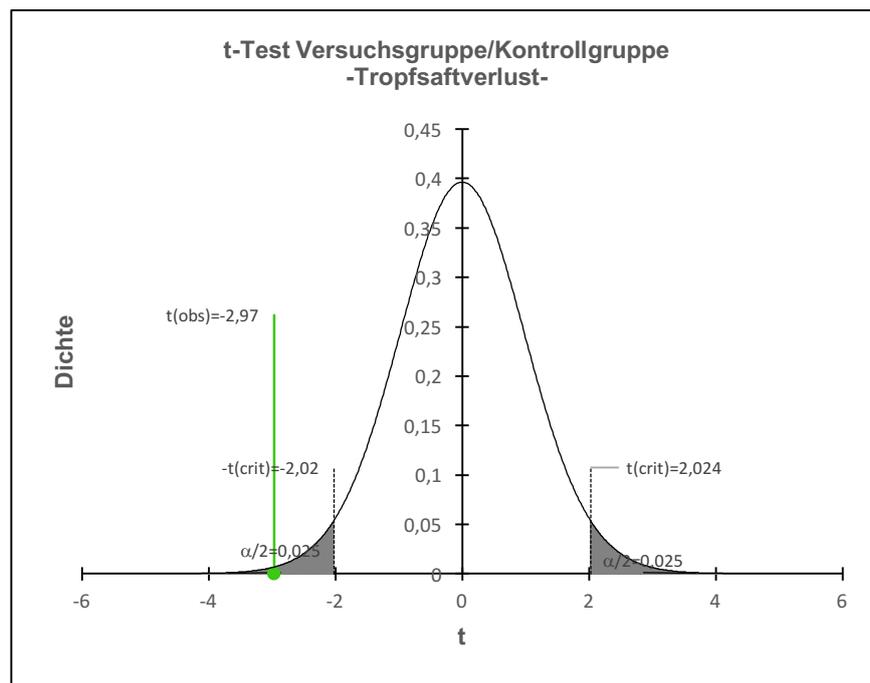


Abbildung 18 Diagramm zum Signifikanztest des Tropfsaftverlustes

Nach diesem Ergebnis ist davon auszugehen, dass die Unterschiede bei dem Tropfsaftverlust auf die Futtermittelzusammensetzung oder der nicht identischen Lagerungszeiten zurück zu führen sind. Aufgrund dieser Tatsache kann man nicht eindeutig sagen, dass die Fütterung mit Omega-3-Fettsäure haltigen Leinsamen einen positiven Effekt auf den Tropfsaftverlust hat. Dieser Test sollte unter strikteren Zeitvorgaben zur Zwischenlagerung wiederholt werden, um ein eindeutiges Ergebnis zu bekommen.

4.4 Ergebnisse aus der Untersuchung des Brat- oder Grillverlustes

Dieser Versuch wurde streng nach den Empfehlungen der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft gemacht.

4.4.1 Versuchsgruppe

Das Diagramm in Abb. 19 stellt die Ergebnisse zum Brat- od. Grillverlustes graphisch da. Es ist erkennbar, dass 50% der untersuchten Proben der Versuchsgruppe, einen Grillverlust zwischen 23,93 und 30,75% hat. Der Maximalwert beträgt 46,91% und liegt über dem Wert der in der Literatur beschriebenen Normalwert von 40- 45%. (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002) Der Median, als Balken dargestellt zeigt, dass 50% der untersuchten Proben einen Grillverlust von unter 26,5% haben, dieser Wert liegt unter dem literarischen Maximalwert. (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002, S. 10)

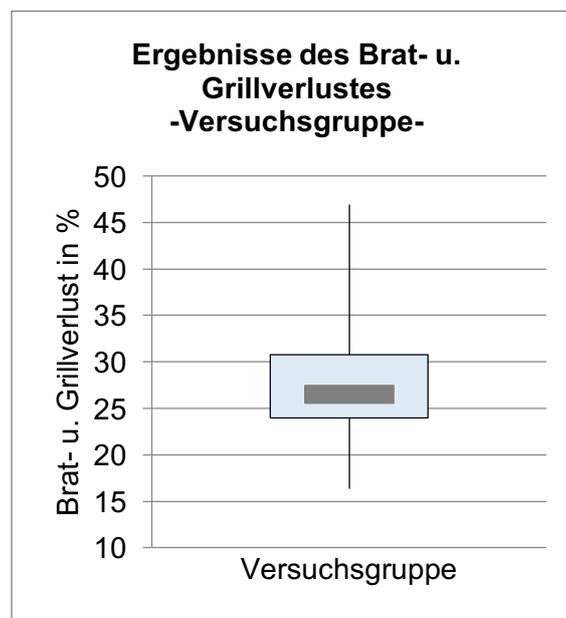


Abbildung 19 Diagramm zum Brat- u. Grillverlust der Versuchsgruppe

Aus diesem Diagramm lässt sich ableiten dass >75% der Stichproben ein akzeptables Maß an Grillverlust aufweisen. Es handelt sich nicht um eine Normalverteilung aufgrund der „Schiefe“, die dem Diagramm zu entnehmen ist. Der max. Wert ist mittels eines Dixon Test als Ausreißer ermittelt worden, wie in der Abb. 20 zu sehen ist.

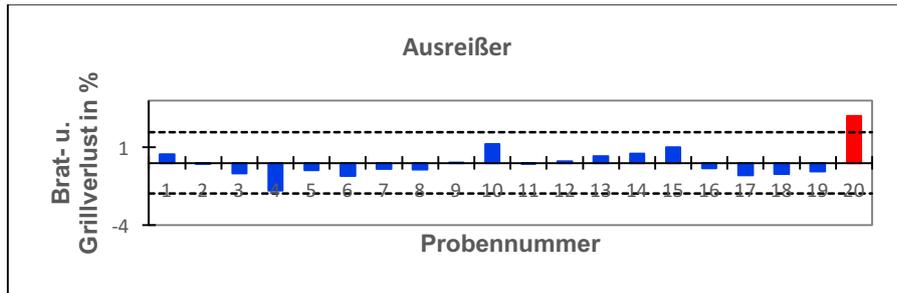


Abbildung 20 Diagramm zum Dixon-Test Brat- u. Grillverlust der Versuchsgruppe

4.4.2 Kontrollgruppe

Das Box-Plot Diagramm in Abb. 21 stellt die Ergebnisse zum Brat- od. Grillverlustes graphisch dar. Es ist erkennbar, dass 75% der untersuchten Proben der Kontrollgruppe, einen Grillverlust <28,5% hat. Der Maximalwert beträgt 32,4% und liegt fast 8% unter dem in der Literatur beschriebenen Normalwert von 40- 45%. (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002, S. 10) Der Median, als Balken dargestellt, zeigt, dass 50% der untersuchten Proben einen Grillverlust von unter 27,1% haben, dieser Wert liegt unter dem literarischen Maximalwert. (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2002, S. 10)

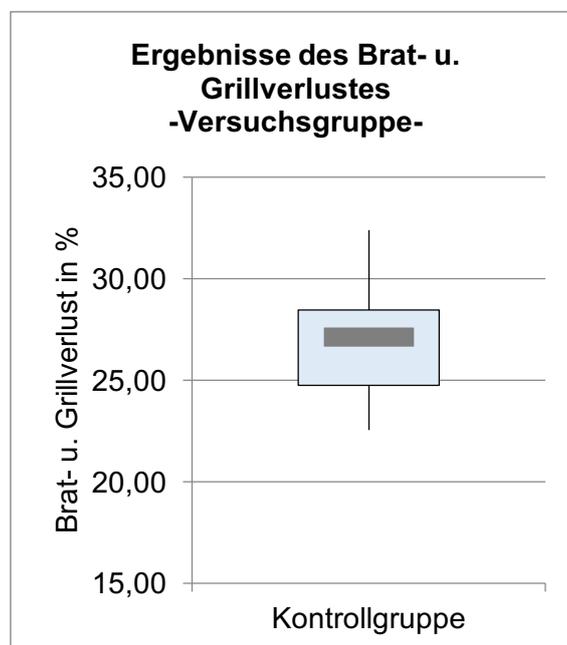


Abbildung 21 Diagramm zum Brat- u. Grillverlust der Kontrollgruppe

Aus diesem Diagramm lässt sich ableiten, dass alle Stichproben ein akzeptables Maß an Grillverlust aufweisen. Aufgrund der „Schiefe“, die dem Diagramm zu entnehmen ist, kann man sagen, dass hier keine Normalverteilung vorliegt.

4.4.3 Vergleichende Betrachtung

In dem Vergleichsdiagramm aus der Abb. 22, ist ein deutlicher Unterschied in der Spannweite der Proben zu sehen. Die Kontrollgruppe weist eine viel geringere Spannweite als die Versuchsgruppe auf.

Außerdem liegen über 75% der ermittelten Werte aus der Kontrollgruppe unterhalb des 3. Quantils der Versuchsgruppe.

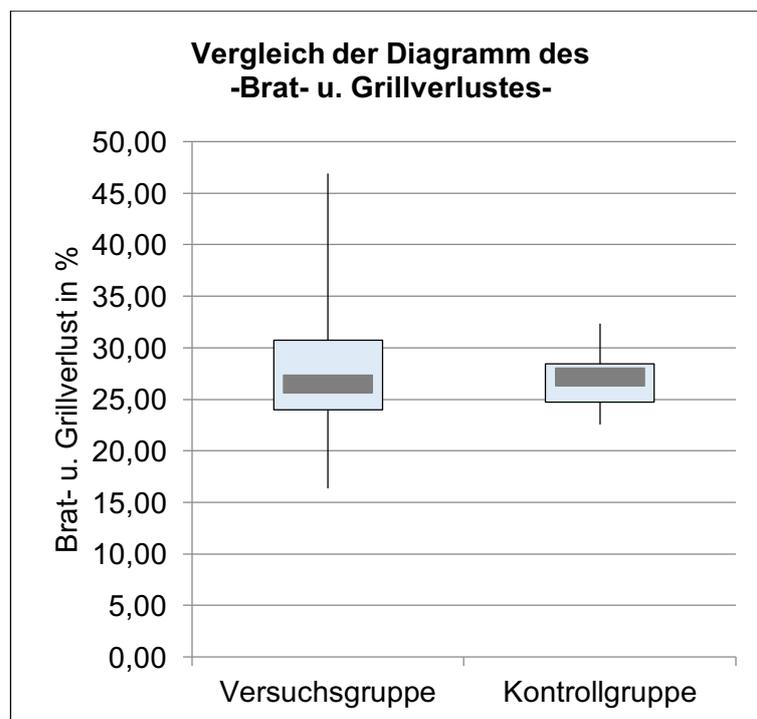


Abbildung 22 Vergleichsdiagramm des Brat- u. Grillverlustes

Mit einem t-Test (siehe Abb.23) wurden die bei Stichproben statistisch miteinander verglichen, als Signifikanzniveau wurden 5% angenommen und der Wert des Ausreißers wurde dem Mittelwert angepasst. Das Ergebnis des zweiseitigen t-Test zeigt, dass der p-Wert $< 0,57$ ist und somit größer als das Signifikanzniveau.

Daraus folgt, dass die Hypothese 1: „Die Fütterung von Leinsamen hat keinen Einfluss auf die Fleischbeschaffenheit (z.B. optische Bewertung der Fettmarmorierung, Farbspektrum,

etc.) des Schweinefleisches.“ bestätigt wird. Das Risiko die Hypothese 1 zurückzuweisen, obwohl sie wahr ist, beträgt 57,1%.

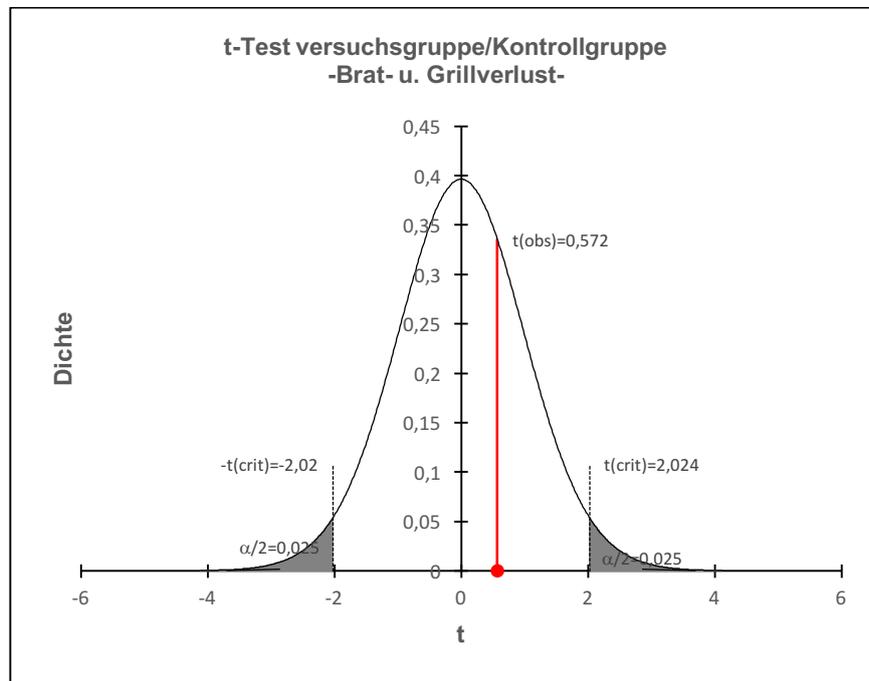


Abbildung 23 Diagramm zum Signifikanztest des Brat- u. Grillverlustes

Nach diesem Ergebnis kann man davon ausgehen das die unterschiedliche Futtermittelzusammensetzung keinen Einfluss auf den Grillverlust hat. Der Maximum Wert der Versuchsgruppe stellt laut dem Dixon-test Abb. 20 einen Ausreißer dar.

4.5 Ergebnisse der sensorischen Untersuchung mittels Panels

Für die sensorische Untersuchung des Versuchsfleisches, wurde sich in diesem Fall für ein klassischer Triangel Test entschieden. Hierzu wurde ein Bewertungsbogen (S. 45) konzipiert. Die Probanden hatten die Aufgabe, die abweichende Probe zu identifizieren und den Unterschied zu beschreiben. Dazu wurden die Probanden in zwei Gruppen aufgeteilt:

- Versuchsgruppe A
- Versuchsgruppe B

Die Gruppe A erhielt zwei Proben des Versuchsfleisches, und Gruppe B erhielt zwei Proben konventionelles Schweinefleisch. In den Tab. 9 und 10 sehen wir wie die Gruppen aufgeteilt worden, welche Tabletten Nummer vergeben wurden, die Anordnung der Probenreihenfolge, die Verschlüsselung, die Ergebnisse und die Beschreibung der Probanden. Die Gruppe A hat ungrade Tablet Nummern erhalten und die Gruppe B grade. In der Spalte „Proben Reihenfolge“ wurden Abkürzung verwendet a steht für das Fleisch aus der Versuchsreihe welches mit Omega-3-Fettsäure haltigen Futter gefüttert wurde und b für Konventionelles Fleisch. Die Spalte „Ergebnis“ zeigt die, von dem Probanden ermittelte abweichende Probe. Die die richtigen Ergebnisse sind grün hinterlegt und die falschen rot. In der letzten Spalte sind die Probanden Beschreibungen des abweichenden Fleisches.

Gruppe A								
Tablet Nummer	Proben Reihenfolge			Verschlüsselung			Ergebnis	Beschreibung
1	a	a	b	56	32	13	13	Geschmack: weniger säuerlich; Fleischaroma ausgeprägter
3	a	b	a	1	34	48	34	Geschmack: frischer, weniger tranig; Aussehen: ansehnlich
5	b	a	a	5	7	53	5	Geschmack: nicht so sauer; Konsistenz: zarter; Aussehen: feine Struktur, heller
7	a	b	a	33	46	3	46	Aussehen: ansprechender; Konsistenz: bissfester, trockener
9	b	a	a	5	44	57	5	Geschmack: leicht anders; Konsistenz: zarter
11	a	a	b	42	51	24	N/A	
13	a	a	b	52	16	35	52	
15	a	b	a	8	11	25		Kein Proband
17	a	a	b	26	31	6		Kein Proband
19	b	a	a	37	49	4		Kein Proband

Tabelle 9 Ergebnisse der Gruppe A von der sensorischen Verkostung

Gruppe B								
Tablet Nummer	Proben Reihenfolge			Verschlüsselung			Ergebnis	Beschreibung
2	a	b	b	12	60	10	12	Besten sensorischen Eigenschaften
4	b	a	b	20	49	9	49	weicher, zäher
6	b	b	a	13	39	23	39	
8	b	b	a	43	54	38	38	Geruchlos, fade Zäh
10	b	a	b	50	14	22	14	Geruch: fad; Geschmack: fade; Konsistenz: elastischer
12	a	b	b	27	36	55		Kein Proband
14	b	a	b	15	40	29	29	
16	a	b	b	47	21	17	17	
18	b	b	a	18	45	30	30	Aussehen: grau; Geschmack: untypischer Beigeschmack
20	b	a	b	28	19	41		Kein Proband

Tabelle 10 Ergebnisse der Gruppe B von der sensorischen Verkostung

Um die Hypothese 2: „Die Fütterung von Leinsamen hat keinen Einfluss auf die sensorischen Eigenschaften des Schweinefleisches.“ zu prüfen wurde ein Signifikanztest gemacht. Dabei zeigte sich, dass von den 16 Ergebnissen 15 gewertet werden konnten. Von den 15 gewerteten Ergebnissen, sind 10 positiv. Bei dem sensorischen Diskriminierung-Test wurde ein Signifikanzniveau von 5 % festgelegt.

Das Testergebnis zeigt, dass der p-Wert 0,009 unter dem Signifikanzniveau liegt, und somit die null Hypothese, der Hypothese 2 zurückgewiesen werden muss. So lässt sich aus diesen Test schlussfolgern, dass der Verbraucher das Schweinefleisch mit der mit Omega-3-Fettsäure reichen Fütterung gut von dem konventionellen Schweinefleisch unterscheiden kann.

Aus der Beschreibung die die Probanden abgeliefert haben, lässt sich zusammenfassen das Fleisch der Versuchsgruppe folgende Geschmacksfarbe hat:

Geruch	Fade
Geschmack	Fade, säuerlich, untypisch
Aussehen	Grau, unansprechend
Konsistenz	Zäh

Tabelle 11 Geschmacksfarbe des Versuchsfleisches

4.6 Auswertung zur Analyse des Fettsäurespektrums

In der Abb. 24 sind die Ergebnisse, zur Untersuchung des Omega-3-Fettsäuregehalts, der Versuchsgruppe mittels eines Box-Plot Diagramms grafisch dargestellt. Wie zu erkennen ist bilden die Ergebnisse eine kleine Spannweite von 1,76%-2,41%. Über 50% der untersuchten Proben weisen einen Omega-3-Fettsäuregehalt von über 2% Prozent auf. Der Median liegt bei 2,35% und ist zweimal größer als der Mittelwert an Omega-3-Fettsäure in der Kontrollgruppe $x=1,11\%$.

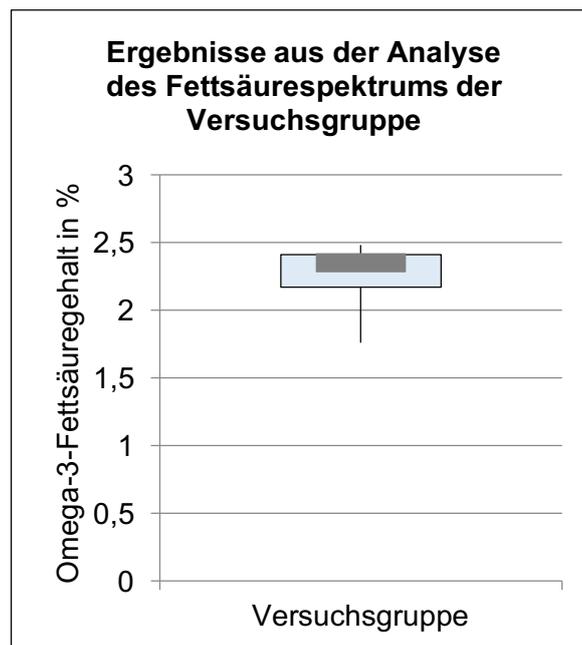


Abbildung 24 Ergebnisse aus der Analyse des Fettspektrums der Versuchsgruppe

Mittels eines t-Tests (siehe Abb.25) wurden die bei Stichproben statistisch miteinander verglichen, als Signifikanzniveau wurden 5% angenommen. Das Ergebnis des zweiseitigen t-Test zeigt, dass der p-Wert $<0,05\%$ ist und somit kleiner als das Signifikanzniveau.

Die Hypothese 3 „Die Fütterung der Omega-3-Fettsäure „Quelle“ hat keinen Einfluss auf die Fettsäurezusammensetzung des Schweinefleisches“ muss auf Grund dieses Ergebnisses zurückgewiesen werden. Das Ergebnis zeigt deutlich das der Unterschied Signifikat ist und von der unterschiedlichen Fütterung abhängt.

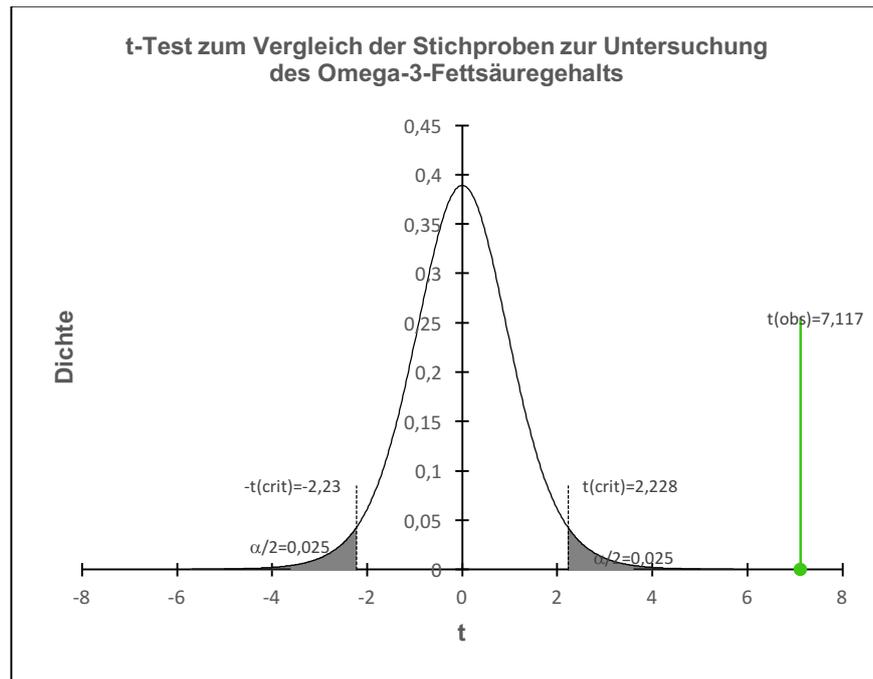


Abbildung 25 t-Test zum Vergleich der Stichproben zur Untersuchung des Omega-3-Fettsäuregehalts

5 Diskussion

Zu Beginn dieses Versuches wurden drei Hypothesen aufgestellt, um diese zu prüfen wurden im Rahmen des Versuches „Fütterungsversuch zum Einsatz von Omega-3-Fettsäuren in der Schweinemast“ Untersuchungen durchgeführt. Anhand der Ergebnisse können wir die Hypothesen prüfen.

In der Hypothese 1 wird angenommen, dass die Fütterung von Leinsamen keinen Einfluss auf die Beschaffenheit des Schweinefleisches hat. Zur Prüfung dieser Hypothese werden folgende Analysen herangezogen:

- Optische Bewertung des intramuskulären Gewebes (Aussehen)
- Farbmessung zur Bestimmung der Fleischfarbe mittel Spektroskopie
- Grill- oder Bratsaftverlust
- Tropfsaftverlust
- Verkostung

Bei den Vergleichstests zwischen der Versuchs- und Kontrollgruppe zeigte sich deutlich, dass bei den Untersuchungen zur optischen Bewertung und Tropfsaftverlust, ein signifikanter Unterschied von der Versuchsgruppe zur Kontrollgruppe herrscht. Statistisch gesehen ist in diesen Fällen die Hypothese 1 zurückzuweisen.

Bei der Untersuchung des intramuskulären Gewebes kann man mit hoher Wahrscheinlichkeit sagen, dass der Unterschied auf die Fütterung zurückzuführen ist. Das Ergebnis zeigt, dass die Marmorierung des Fleisches deutlich unter dem gewünschten Verbraucheroptimum liegt. Die Analyse der Vergleichsgruppe und Kontrollgruppe wurden von der gleichen Person durchgeführt, so dass eine Abweichung in den Bewertungskriterien der Marmorierung auszuschließen ist.

Bei der Untersuchung zum Tropfsaftverlust kann man nicht eindeutig sagen, dass der Unterschied auf die Fütterung zurückzuführen ist, da die Proben der Versuchsgruppe, bereits bei der Anlieferung, einen höheren Anteil an Fleischsaft im Probenbeutel aufwiesen als die Kontrollgruppe. So weisen die Ergebnisse der Versuchsgruppe einen deutlich geringeren Tropfsaftverlust als die Kontrollgruppe auf. Ein Grund hierfür könnte sein, dass die Proben unterschiedlich lang gelagert wurden. Es sollte eine Wiederholung des Testes durchgeführt werden, um das Ergebnis zu bestätigen.

Die Untersuchungsergebnisse der Farb- und Brat-/Grillverlusts Untersuchungen aus der Versuchsgruppe, weisen im Vergleich zur Kontrollgruppe keinen signifikanten Unterschied auf. Die Hypothese 1 kann hiermit bestätigt werden. Die Fütterung von Omega-3-fettsäurehaltigen Mastfutter hat keinen Einfluss auf die Beschaffenheit des Fleisches, in Hinsicht auf die Farbe und den Brat-/ Grillverlust.

In der Hypothese 2 wird angenommen, dass die Fütterung von Leinsamen kein Einfluss auf die sensorischen Eigenschaften hat. Zur Prüfung dieser Hypothese wurde eine sensorische Untersuchung mittels Triangel Test gemacht. Im Ergebnis zeigt sich, dass 66,7 % der Probanden das Versuchsfleisch identifiziert haben. Ein Signifikanztest zeigt, dass das Ergebnis signifikant ist und die Hypothese 2 zurückgewiesen werden muss. Außerdem zeigten die Beschreibung der Probanden, dass die Fleischeigenschaften den Verbrauchern wahrscheinlich nicht genügend. Das Fleisch wird häufig als fade, untypisch und unansprechend beschrieben, diese Eigenschaften sind eventuell auf die Fütterung mit Leinsamen in der Mast zurückzuführen, da dieses Futter in den letzten vier Wochen der Mast gefüttert wurde. In dieser Zeit bildet sich das Fett, welches dafür bekannt ist Geschmacksträger zu sein.

Die letzte Hypothese, die Hypothese 3 nimmt an, dass die Fütterung von Omega-3-Fettsäurehaltigen Futter die Zusammensetzung des Fettes nicht beeinflusst. Im Vergleichstest der beiden Schweinegruppen zeigte sich, dass die Versuchsgruppe signifikant erhöhte Werte von Omega-3-Fettsäuren aufweist. Somit muss die Hypothese zurückgewiesen werden. Es besteht eindeutig ein Zusammenhang zwischen der Fütterung und den Omega-3-Fettsäuregehalt der Fettmasse. Es sollten weitere Untersuchung in dem Bereich angestellt werden, da die Methode zu extrahieren des fettes aus den Proben noch nicht akkreditiert ist.

Im Rückblick kann man eindeutig sagen, dass die Fütterung von Omega-3-Fettsäurehaltigen Futter einen Einfluss auf die Struktur des intramuskulären Gewebes, Fettsäurespektrum und die sensorischen Eigenschaften hat. Es ist anzunehmen aber nicht eindeutig, dass die nachgewiesene Veränderung des Fettsäurespektrums, die sensorischen Eigenschaften beeinflusst. Um eine eindeutige auf wissenschaftlichen Analysen basierend sagen zu können, dass die veränderten sensorischen Eigenschaften auf den erhöhten Gehalt an Omega-3-Fettsäure zurück zu führen ist, sollte der Gesamtfettgehalt der Fütterungsgruppen verglichen werden.

Bei weiteren Versuchsreihen sollten die Untersuchungen 24h p.m. begonnen werden und auch die pH-Wert Messung 45 min p.m. sollte dokumentiert werden um evtl.

Fleischbeschaffenheitsmängel zu identifizieren um die Ergebnisse eindeutiger bewerten zu können.

6 Zusammenfassung

In dieser Bachelorarbeit wurde die Evaluierung zum Einsatz von Omega-3-Fettsäure in der Schweinemast unter besonderer Berücksichtigung der sensorischen Eigenschaften des *Musculus longissimus dorsi* untersucht. Hier wurden diverse wissenschaftliche Untersuchungen unternommen um die Hypothesen eins, zwei und drei zu prüfen.

In der Hypothese eins wird angenommen, dass die Fütterung von Leinsamen keinen Einfluss auf die Beschaffenheit des Schweinefleisches hat. Dieses kann nur teilweise bestätigt werden da die statistische Auswertung zeigt, dass die Fleischparameter zur optischen Bewertung und des Tropfsaftverlustes signifikant von der Kontrollgruppe abweichen.

In der Hypothese zwei wird angenommen, dass die Fütterung von Leinsamen kein Einfluss auf die sensorischen Eigenschaften hat. Die Ergebnisse der sensorischen Verkostung zeigen, dass die Proben signifikant von den Probanden identifiziert wurden und somit muss die Hypothese zurückgewiesen werden. Außerdem zeigt die Untersuchung, dass die sensorischen Eigenschaften in den Augen des Verbrauchers negativ auffallen.

Die Hypothese drei nimmt an, dass die Fütterung von Omega-3-Fettsäurehaltigen Futter die Zusammensetzung des Fettes nicht beeinflusst. Diese Hypothese kann nach der statistischen Auswertung zurückgewiesen werden. Die Ergebnisse zeigen signifikante Veränderungen am Gehalt der Omega-3-Fettsäure, so sind die Werte teilweise verdoppelt.

Der Versuch zeigt eindeutig, dass die Fleischqualität mittels Futter beeinflusst werden kann. Der Ansatz, dass von den Deutschen so beliebte Schweinefleisch für den menschlichen Körper verträglicher zu machen ist gut, allerdings bleibt zu klären ob die Verbraucher die veränderten Eigenschaften, zu Gunsten des Omega-3-Fettsäuregehalts akzeptiert oder in wie weit eine Veränderung des Omega-3-Fettsäure Gehaltes bei dem Verbraucher nicht auffällt.

7 Summary

In this bachelor's thesis, the evaluation of the use of omega-3 fatty acid in pig fattening was investigated with special consideration of the sensory properties of the *longissimus dorsi muscle*. In the process, various scientific studies have been undertaken to test hypotheses one, two and three.

Hypothesis one assumes that feeding linseed has no effect on the texture of pork. This can only be partially confirmed as the statistical evaluation shows that the meat parameters for optical evaluation and drip juice loss deviate significantly from the control group.

Hypothesis two assumes that feeding linseed has no effect on sensory properties. The results of the sensory tasting demonstrate that the samples were significantly identified by the subjects and therefore the hypothesis must be rejected. In addition, the study shows that for consumers, the sensory properties were perceived negatively.

Hypothesis three assumes that feeding foods containing omega-3 fatty acids does not affect the composition of fat. Following the statistical evaluation, this hypothesis could be rejected. The results reveal significant changes in the content of omega-3 fatty acid, with values partially doubled.

The experiment clearly demonstrates that meat quality can be influenced by feed. The approach that Germans are striving to make pork, which is very popular, more digestible for the human body is good, but it remains to be clarified whether consumers will accept the changed properties in favor of the omega-3 fatty acid content or to what extent consumers do not notice a change in omega-3 fatty acid content.

8 Literaturverzeichnis

- Albrecht, D. (03 2012). *MACHEREY-NAGEL GmbH & Co. KG*. Abgerufen am 04 2018 von MACHEREY-NAGEL GmbH & Co. KG: <http://www.mn-net.com/tabid/12085/language/de-DE/default.aspx>
- Biofocus LADR Gesellschaft für biologische Analytik mbH. (2018). *Prübericht B-1800433*. Analysebericht, Recklinghausen.
- Bundesministerium. (2005). *Fleischhygienegesetz*. In Bundesministerium, *Bundesministerium*. Deutschland: Bundesministerium.
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (2018). *Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V.* Abgerufen am 22. 02 2018 von dge.de: <https://www.dge.de/ernaehrungspraxis/vollwertige-ernaehrung/ernaehrungskreis/>
- DGSens e.V. (kein Datum). *DGSens e.V.* Abgerufen am 07. 03 2018 von Deutsche Gesellschaft für Sensorik- DGSens.de: <https://www.dgsens.de/erklaerung-definition.html>
- Dipl. Ing. Ptach, C. (01 2011). *DLG e.V./ Ausschuss Sensorik*. Abgerufen am 07. 03 2018 von DLG.org: http://www.dlg.org/fileadmin/downloads/fachinfos/sensorik/Downloads/Statistische_Methoden/Statistik1_AB_Sensorik_2011_01.pdf
- Dipl.-Ing. agr. Dr. Heike, H. (05. 03 2018). *Verband der Fleischwirtschaft e.V. (V. d. e.V., Herausgeber, & Design und technische Umsetzung Glamus GmbH)* Abgerufen am 05. 03 2018 von v-d-f.de: http://www.v-d-f.de/news/pm_20180305_0087/
- Dr. Lindemayer, H., Porpstmeier, G., & Dr. Preißinger, W. (2009). *Grundsätze der Schweinefütterung*. (B. L. Landwirtschaft, Hrsg.) Freising, Bayern, Deutschland.
- Dr. Westpahl, K. (kein Datum). (S. S. Landwirtschaft, Hrsg.) Abgerufen am 22. 02 2018 von <http://www.kolleg.loel.hs-anhalt.de/cmsloel/fileadmin/Dateien/Professor/MartinWaehner/Downloads/Oekotrophologie/FleischqualitaetEinfuehrung.pdf>

- Elmadfa, I., Aign, W., Muskat, E., & Fritzsche, D. (2016). *Die große GU Nährwert-Kalorien-Tabelle 2016/17*. Deutschland: GU Verlag. Von bzfe.de: <https://www.bzfe.de/inhalt/schweinefleisch-gesund-essen-1004.html> abgerufen
- Eurpäische Union. (18. 09 2009). *eur-lex.europa.eu*. Abgerufen am 24. 02 2018 von EUR-Lex Derzugang zum EU-Recht: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:303:0001:0030:DE:PDF>
- Fleischerei- Berufsgenossenschaft. (09 2006). *Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung*. Abgerufen am 26. 02 2018 von dguv.de: <http://www.dguv.de/medien/fb-nahrungsmittel/themenfelder/fleischgewinnung/dokumente/schweineschlachtung.pdf>
- Fuchs, M. (kein Datum). *Agranetz.com*. (WWW Computer Club) Abgerufen am 24. 02 2018 von Agranetz.com Moderne Landwirtschaft: <http://www.agranetz.com/thema/schweinemast>
- G., F., A., B., & E., S. (2006). Ernährung und Fütterung der Schweine. *Schweinezucht und Schweinefleischerzeugung - Empfehlungen für die Praxis*, 296. (B. W., & F. G., Hrsg.) Braunschweig, Niedersachsen, Deutschland.
- GIT Laborportal. (28. 03 2014). *Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA*. Abgerufen am 16. 04 2018 von git-labor.de: <https://www.git-labor.de/produkte/analytica/lebensmittel-analytik-neue-einsatzmoeglichkeiten-der-mikrowelle>
- Kösling, K. (26. 05 2016). Dipl. Ing. . (V. Pfaff, Interviewer) Bergedorf, Hamburg, Deutschland.
- Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen. (kein Datum). *Lehrerinnenfortbildung Baden- Württemberg*. Abgerufen am 01. 03 2018 von lehrerinnenfortbildung-bw.de: https://lehrerfortbildung-bw.de/st_digital/medienkompetenz/gestaltung-farbe/systeme/pc/lab/
- LUMITOS GmbH. (kein Datum). *LUMITOS GmbH*. Abgerufen am 18. 04 2018 von Chemie.de: <http://www.chemie.de/lexikon/Omega-3-Fettsäure.html>
- NDR. (19. 12 2016). *NDR.de* . Abgerufen am 22. 02 2018 von NDR.de Das beste am Norden: <https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Ernaehrung-Diese-Fette-sind-gesund,fett216.html>

Rösch, R. (kein Datum). *BZfE.de*. Abgerufen am 22. 02 2018 von Bundeszentrum für Ernährung.de: <https://www.bzfe.de/inhalt/schweinefleisch-gesund-essen-1004.html>

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft. (2002). *Verbrauchergerechte Schweinefleischqualität- Herausforderung an die Primärerzeuger*. Dresden: Sächsisches Digitaldruck Zentrum GmbH Dresden.

Schlachthof-tranparen. (2004). *Schlachthof transparent*. Abgerufen am 23. 02 2018 von Schlachthof-tranparen.org: <http://www.schlachthof-transparent.org/pages/schlachttiere/lebenserwartung.php>

Statista GmbH. (2016). *Statista GmbH*. Abgerufen am 19. 02 2018 von de.statista.com: <https://de.statista.com/themen/1315/fleisch/>

Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA. (kein Datum). *CHEMGAROO Chemgapedia*. Abgerufen am 2018 von chemgapedia.de: http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/3/anc/masse/ms_einlass_vakuum.vlu/Page/vsc/de/ch/3/anc/masse/2_massenspektrometer/2_1_einlasssystem/2_1_3_gc/beispiel/bsp_gc_m39ht0202.vscml.html

9 Anhang

Verkostung von Schweinefleisch

Prüfername: _____

Datum: 11.12.2017

Prüfgut: Schweinefleisch

Vielen Dank das Sie an der Verkostung von Schweinefleisch teilnehmen.

Vor Ihnen befinden sich drei Proben, eine Probe ist von den Anderen abweichend. Ihre Aufgabe ist es die abweichende Probe zu detektieren und kurz zu beschreiben was an dieser Probe abweichend ist. Die Proben sollten von links nach rechts untersucht werden. Sie dürfen die Proben mit allen Sensorischen Mitteln (sehen, riechen, schmecken, fühlen) Untersuchen und auch eine Rückschmeckung ist erlaubt.

In der Unterstehenden Tabelle tragen Sie in der mittleren Spalte die Proben Nummer der für Sie abweichenden Probe ein und in der Spalte rechts daneben, bitten wir Sie kurz zu beschreib was sie als Abweichend empfunden haben.

Proben-Nr. der Probensätze	Abweichende Proben-Nr.	Beschreiben Sie den Unterschied