

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Schlussbericht zum Thema “Untersuchungen zur exemplarischen Implementierung einer nachhaltigen Ebermast auf der Landwirtschafts-, Schlacht- und Verarbeitungsstufe im ökologischen Landbau “

FKZ: 2811OE143 und 2811OE144

Projektnehmer:

Universität Göttingen
Thünen Institut für Ökologischen Landbau

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Abschlussbericht
01.04.2018 – 31.05.2020

Untersuchungen zur exemplarischen Implementierung einer nachhaltigen Ebermast auf der Landwirtschafts-, Schlacht- und Verarbeitungsstufe im ökologischen Landbau

Universität Göttingen

FKZ 2811oe143

Department für Nutztierwissenschaften

Dr. Johanna Mörlein

Prof. Dr. Daniel Mörlein

Albrecht-Thaer-Weg 3, 37075 Göttingen

Tel.: 0551 / 39-26085

Tel.: 0551 / 39-25601

johanna.moerlein@agr.uni-goettingen.de

daniel.moerlein@agr.uni-goettingen.de

Thünen-Institut für ökologischen Landbau

FKZ 2811oe144

Sinje Büttner

Dr. Lisa Baldinger

Ralf Bussemas

Trenthorst 32, 23847 Westerau

Tel.: 04539 / 8880-511

Tel.: 04539 / 8880-129

lisa.baldinger@thuenen.de

ralf.bussemas@thuenen.de



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN



Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassungen.....	5
2	Einführung	7
2.1	Gegenstand des Projektes	7
2.2	Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	7
2.3	Planung und Ablauf des Projektes.....	8
3	Wissenschaftlicher und technischer Stand.....	9
4	Material und Methoden	12
4.1	Forschungsfrage 1: Rezepturen	12
4.2	Forschungsfrage 2: Einfluss der Kennzeichnung	12
4.3	Forschungsfrage 3: Unterschiede in der Fleisch- und Fettbeschaffenheit.....	15
4.4	Forschungsfrage 4: Fokusgruppendifkussionen.....	15
4.5	Forschungsfrage 5: Konzepttest	15
4.6	Forschungsfrage 6: Hodenrückbildung.....	18
4.7	Forschungsfrage 7: Auswirkungen.....	21
4.8	Forschungsfrage 8: Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Fleischqualität	24
5	Ergebnisse und Diskussion.....	25
5.1	Forschungsfrage 1: Rezepturen	25
5.2	Forschungsfrage 2: Einfluss von Informationen auf die sensorische Akzeptanz.....	26
5.3	Forschungsfrage 3: Unterschiede in der Produktqualität	28
5.3.1	Fettsäuren.....	28
5.3.2	Androstenon- und Skatolgehalte.....	31
5.4	Forschungsfrage 4: Fokusgruppendifkussionen.....	32
5.5	Forschungsfrage 5: Konzepttest Onlinestudie.....	34
5.6	Forschungsfrage 6: Hodenrückbildung.....	43
5.7	Forschungsfrage 7: Auswirkungen auf Tierverhalten.....	50
5.8	Forschungsfrage 8: Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Fleischqualität	53
6	Nutzen und Verwertbarkeit.....	61
7	Geplante und erreichte Ziele	61
8	Zusammenfassung	62
9	Literaturverzeichnis	64
10	Veröffentlichungen.....	66
11	Erfolgskontrollbericht	67
11.1	Beitrag zu den förderpolitischen Zielen	67
11.2	Wissenschaftliche und technische Ergebnisse	67
11.3	Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen.....	68
11.4	Voraussichtliche wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende	68
11.5	Voraussichtliche wissenschaftliche und/oder techn. Erfolgsaussichten nach Projektende	68
11.6	Präsentationsmöglichkeiten	69
11.7	Einhaltung der Ausgaben – und Zeitplanung.....	69

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Überblick des Projektablaufs	8
Tabelle 2: Nachweis- und Quantifizierungsgrenzen f. d. Bestimmung Skatol, Androstenon und Indol	14
Tabelle 3: Langzeit-Qualitätsstandards	14
Tabelle 4: Überblick über die untersuchten Kommunikationskonzepte	17
Tabelle 5: Zeitpunkte der Direktbeobachtungen	22
Tabelle 6: Signifikanz der untersuchten Effekte auf die Gesamtbeliebtheit von Bratwurst.....	27
Tabelle 7: Mittelwert, Standardabweichung sowie Minimal- und Maximalwert der Parameter der Fettsäurezusammensetzung	29
Tabelle 8: Mittelwert, Standardabweichung sowie Minimal- und Maximalwert der Fettsäurezusammensetzung im muskulären Fett im Kotelett (<i>M. longissimus</i>).....	30
Tabelle 9: Ergebnisse der Devianz-Analyse für die untersuchten Statements	36
Tabelle 10: Beurteilung der Namensgebung für das Kastrationsverfahren bei den konventionellen bzw. Bio-Verwender*innen	41
Tabelle 11: Vorwissen zur Ferkelkastration bei den konventionellen bzw. Bio-Verwender*innen	42
Tabelle 12: Wichtigkeit ausgewählter Aspekte beim Einkauf von Lebensmitteln von Bio-Verwender*innen im Vergleich zu Verwendern konventioneller Produkte	42
Tabelle 13: Informationsbedürfnis in Abhängigkeit von der Verwenderschaft.....	43
Tabelle 14: Relative Häufigkeiten von Hoden- bzw. Nebenhodenbefunden.....	44
Tabelle 15: Relative Häufigkeiten der Atrophie-Klassen.....	44
Tabelle 16: Signifikanzlevel der fixen Effekte des Auftretens der Hoden- bzw. Nebenhodenbefunde	45
Tabelle 17: Signifikanzlevel der fixen Effekte und Kovariablen der Hodengewichte	45
Tabelle 18: Hodengewichte von Mastebnern	46
Tabelle 19: Signifikanzlevel der fixen Effekte der Testosterongehalte und der absoluten Antigen-Antikörper Bindung	47
Tabelle 20: Testosterongehalte und absolute Antigen-Antikörper Bindung	47
Tabelle 21 Signifikanzlevel der fixen Effekte des Auftretens negativen Eberverhaltens.....	51
Tabelle 22: Relative Häufigkeiten von Beobachtungen ohne bzw. mit Verletzungen.....	51
Tabelle 23: Relative Häufigkeiten der einzelnen Penisboniturnoten.....	52
Tabelle 24: Signifikanzlevel der fixen Effekte und der Kovariablen der Kriterien der Mastleistung.....	53
Tabelle 25: Tageszunahmen von Mastebnern in unterschiedlichen Mastabschnitten	54
Tabelle 26: Signifikanzlevel der fixen Effekte und der Kovariablen der Kriterien der Schlachtkörperqualität.....	55
Tabelle 27: Kriterien der Schlachtkörperqualität	56
Tabelle 28: Signifikanzlevel der fixen Effekte der Kriterien der Fleischqualität (physikalisch basierte Parameter)	57
Tabelle 29: Fleischqualität im Kotelett (<i>M. longissimus</i>)	57
Tabelle 30: Signifikanzlevel der fixen Effekte der Fettsäurezusammensetzung im Subkutanfett und im intramuskulären Fett (<i>M. longissimus</i>).	58
Tabelle 31: Fettsäurezusammensetzung im Subkutanfett und im intramuskulären Fett	59
Tabelle 32: Signifikanzlevel der fixen Effekte der Ebergeruchsstoffe im subkutanen Fettgewebe (Schulterspeck).....	59
Tabelle 33: Gehalt der Ebergeruchssubstanzen Androstenon und Skatol im Schulterspeck	60

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Präsentation der Kennzeichnungen auf Postern und Tischkarten während der Konsumentenstudie.	13
Abbildung 2: Körperbereiche für die Integumentbonitur	23
Abbildung 3: Gesamtgefallen zusammengefasst in Bottom-3 und die Top-3 Bewertungen	26
Abbildung 4: Übersicht über die Anteile von gesättigten, einfach ungesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Auflagenfett und im intramuskulären Fett.....	28
Abbildung 5: Skatolgehalte im geschmolzenen Nackenfett im Vergleich des frühen Impfschemas zum herkömmlichen Impfschema.....	31
Abbildung 6: Androstenongehalte im geschmolzenen Nackenfett im Vergleich des frühen Impfschemas zum herkömmlichen Impfschema	31
Abbildung 7: Androstenon- und Skatolgehalte im Schulterspeck.....	32
Abbildung 8: Zusammenfassung der Ergebnisse zu den Statements.....	34
Abbildung 9: Deskriptive Zusammenfassung der Konzeptbewertung anhand der Statements	35
Abbildung 10: Zustimmung zur Aussage „Die Auskünfte des Thekenpersonals gefallen mir insgesamt gut“	37
Abbildung 11: Zustimmung zur Aussage „Das Thema finde ich relevant und interessant für mich“ ...	37
Abbildung 12: Zustimmung zur Aussage „Die Argumente des Thekenpersonals finde ich verständlich“	38
Abbildung 13: Zustimmung zur Aussage „Ich halte die Erläuterungen des Thekenpersonals für glaubwürdig“	38
Abbildung 14: Zustimmung zur Aussage „Die Argumente haben mich überzeugt“	39
Abbildung 15: Zustimmung zur Aussage „Für mich sind nach diesem Dialog alle wichtigen Fragen geklärt“	39
Abbildung 16: Zustimmung zur Aussage „Über diese Themen sollte der Handel offensiver informieren“	40
Abbildung 17: Zustimmung zur Aussage „Ich werde mir über dieses Thema weiter Gedanken machen“	40
Abbildung 18: Hodengewichte der Schlachttiere.....	46
Abbildung 19: Testosterongehalte im Blutserum und absolute Antigen-Antikörper Bindung	48
Abbildung 20: Androstenongehalte im Schulterspeck und Testosterongehalte im Blutserum.....	49
Abbildung 21: Testosterongehalte im Blutserum und Lebensalter	50

1 Kurzfassungen

Die im vorliegenden Endbericht dargestellte Projektphase (04/2018 bis 05/2020) hatte zum Ziel, ein frühes Impfreime gegen Ebergeruch hinsichtlich seiner Praktikabilität, Zuverlässigkeit und Auswirkungen auf die Fleisch- und Fettbeschaffenheit zu überprüfen. Zudem wurde die Akzeptanz des Verfahrens bei einer ökologisch fokussierten Käuferschicht ergründet. Das frühe Impfreime in der dritten und siebten Lebenswoche konnte gut in die üblichen Arbeitsabläufe von Impfungen (Woche 3) bzw. das Absetzen (Woche 7) integriert werden. Die Mast- und Schlachtleistung der Tiere wurde nicht vom Impfreime beeinflusst und bewegte sich in praxisüblichen Größenordnungen. Im Verhalten der Tiere und der Anzahl der durch aggressive Auseinandersetzungen verursachten Verletzungen gab es keine Auffälligkeiten. Basierend auf histologischen Untersuchungen der Hoden wurden alle Tiere als fortpflanzungsunfähig eingestuft, jedoch waren die im Schlachtblut gemessenen Testosteronwerte bei frühem Impfreime deutlich höher als bei herkömmlicher Impfung. Die Androstenon- und Skatolgehalte als Leitsubstanzen des Ebergeruchs zeigten bei frühem Impfreime sowohl höhere Durchschnittswerte als auch eine deutlich größere Streuung, Geruchsabweichungen konnten also weniger zuverlässig vermieden werden als bei herkömmlicher Impfung. Nennenswerte Unterschieden in der Fleisch- und Fettbeschaffenheit gab es nicht.

Die durchgeführten Studien zur Verarbeitung von Fleisch mit Geruchsabweichungen zeigen, dass bis zu 30 % stark geruchsabweichendes Eberfleisch zu sensorisch akzeptablen Produkten genutzt werden kann, so dass eine pauschale Untauglichmachung von Eberschlachtkörpern mit Geruchsabweichungen im Rahmen der amtlichen Schlachttier- und Fleischuntersuchung weder gerechtfertigt noch notwendig ist. Die online Studie belegt, dass die Bio-Verwenderschaft die getesteten Konzepte nicht grundsätzlich anders beurteilt als die konventionelle Verwenderschaft, so dass es keiner anderen Kommunikationsstrategie bedarf.

The project phase from April 1, 2018 to April 30, 2020, focused on testing an early vaccination regime against boar taint with regard to its practicability and reliability in ensuring good meat and fat quality, as well as to explore the acceptance of organic consumers towards the described procedure. The early vaccination regime was easily integrated into the usual work routines of vaccination (week 3) and weaning (week 7). The fattening and slaughter performance of the animals was not affected by the vaccination regime and was within the usual range. Also, there were no abnormalities in animal behaviour and the prevalence of injuries caused by aggressive interactions. Based on the histological examination of the testicles, all animals were classified as infertile. However, the testosterone levels measured at slaughter were significantly higher in animals of the early vaccination regime than after

the usual vaccination. Androstenone and skatole levels as the main components of boar taint showed both higher average values and a significantly greater variation in early vaccinated animals. Therefore, the early vaccination regime could not avoid boar taint as reliable as the usual vaccination regime. Furthermore, the early vaccination scheme did not result neither in significant differences in meat quality nor fatty acid composition. While forming mixtures is a widely used approach for other raw materials in food industry, it has not yet been systematically analysed for boar tainted meat. The product development study within this project showed that the percentage of tainted raw materials is the key to process boar tainted meat without discarding carcasses. We propose a non-inferiority test to define an upper limit for blending, which is 33 % for emulsion type sausages. The online survey proves that organic users do not judge the tested communication strategies fundamentally different from conventional users, so that no other communication strategy is necessary.

2 Einführung

Das Ziel der Projektphase war es, ein innovatives Impfreime mit dem GnRH-Analogen Improvac® der Firma Zoetis auf die irreversible Rückbildung der Hoden zur Ausschaltung von Ebergeruch zu testen. Dazu wurden die Mastleistung, die Schlachtkörperqualität, die Fleischbeschaffenheit, der Kastrationsstatus und die Gehalte an Skatol und Androstenon im Schulterspeck ermittelt. Ergänzend dazu wurden die Akzeptanz und mögliche Kommunikationsstrategien der Immunokastration für die ökologische Verwenderschaft untersucht. Eine frühzeitige Anwendung der Impfung gegen Ebergeruch könnte eine tierfreundliche und praxistaugliche Alternative zur herkömmlichen chirurgischen Kastration männlicher Schweine bieten. Bei der herkömmlichen Anwendung der Impfung gegen Ebergeruch bestehen die Schwierigkeiten darin, das strenge Impfreime in der heterogenen, variablen Produktionstechnik ökologisch wirtschaftender Betriebe einzuhalten, um den Impferfolg zu sichern. Eine Lösung für ökologisch wirtschaftende Betriebe könnte in einem früherem Impfreime (3. und 7. Lebenswoche) liegen, das bereits beim Ferkelerzeuger umgesetzt wird.

2.1 Gegenstand des Projektes

... war die Überprüfung des Effektes einer frühzeitigen Impfung mit Improvac® auf die irreversible Rückbildung der Hoden zur Ausschaltung von Ebergeruch in der ökologischen Schweinemast. Dabei wurden sowohl die Praktikabilität und Zuverlässigkeit des Verfahrens in Bezug auf die Fleisch- und Fettqualität geprüft als auch die gesellschaftliche Akzeptanz, besonders bei der Verbraucherschaft von ökologisch produziertem Schweinefleisch beleuchtet.

2.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Die Projektverantwortung der Arbeitsgruppe Produktqualität tierischer Erzeugnisse an der Universität Göttingen umfasste fünf Forschungsfragen:

1. Welche Rezepturen sind geeignet, um geruchsauffälliges Eberfleisch in Fleischwurst zu verarbeiten, ohne dass Akzeptanzeinbußen beim Verbraucher auftreten?
2. Beeinflusst eine Information zur tiergerechten Erzeugung („Ebermast ohne Kastration“) oder eine positiv formulierte Beschreibung der sensorischen Produkteigenschaften die Beliebtheit von Eberfleischprodukten aus geruchsabweichendem Rohmaterial? Unterscheiden sich Bio-Käufer von Nicht-Bio-Käufern?
3. Unterscheidet sich die Fleisch- und Fettbeschaffenheit (Fettsäuremuster, Gehalte von Androstenon und Skatol im Schulterspeck, intramuskuläres Fett im *M. Longissimus*) zwischen den verschiedenen Impfreimen?

4. Ist das zu untersuchende Verfahren eine akzeptable Alternative aus Sicht der Verbraucherschaft von ökologischen Lebensmitteln im Vergleich zu Verwendern von konventionellen Produkten?
5. Welche Strategie (Tonalität und Informationstiefe) ist am ehesten geeignet, die Umstellung auf das Verfahren der Immunokastration in der ökologischen Schweinefleischerzeugung kommunikativ zu begleiten?

Die Arbeitsgruppe Huhn und Schwein des Thünen-Instituts für Ökologischen Landbau in Trenthorst übernahm die folgenden Forschungsfragen:

6. Kann mit einer frühzeitigen Anwendung der Impfung gegen Ebergeruch eine irreversible Hodenrückbildung und damit eine dauerhafte Kastration erreicht werden?
7. Wirkt sich das neue Impfgeme (Injektion jeweils in der 3. und 7. Lebenswoche) auf die Fermententwicklung und/oder auf das Tierverhalten und Tierwohl der heranwachsenden Schweine aus?
8. Unterscheiden sich Mastleistung, Schlachtkörperqualität, Fleisch- und Fettbeschaffenheit und die Gehalte an Skatol und Androstenon im Schulterspeck zwischen den Impfgeme?

2.3 Planung und Ablauf des Projektes

Die diesem Bericht zugrundeliegende Projektdauer betrug 26 Monate (1.4.2018 bis 31.5.2020).

Tabelle 1: Überblick des Projektablaufs

Zeitraum	Beschreibung (Forschungsfragen)	Status
04-12/2018	Verarbeitungsstrategie (1)	erfüllt
10-12/2018	Kennzeichnung (2)	erfüllt
08/2018 – 03/2020	Fettsäuren, Androstenon und Skatol (3)	erfüllt
01-05/2019	Fokusgruppen (4)	erfüllt
05/2019-02/2020	Online-Befragung Konzepttest (5)	erfüllt
06/2018 – 03/2020	Impfung, Hodenhistologie, Hodengewichte, Immunisierungsgrad (6)	erfüllt
10/ 2018 – 11/2019	Tierverhalten, Tierwohl (Integumentbonitur, Penisspitzenbonitur) (7)	erfüllt
06/2018 – 02/2020	Mastleistung, Schlachtkörper-/Fleischqualität (8)	erfüllt
02-05/2020	Erstellung Endbericht	erfüllt

Das Projekt wurde in enger Zusammenarbeit mit folgenden Kolleginnen und Kollegen realisiert: Die chemischen Analysen der Universität Göttingen wurden von Ruth Wigger erarbeitet und umgesetzt Die statistische Beratung und Betreuung der Universität Göttingen übernahm Prof. Dr. Jan Gertheiss von der Helmut-Schmidt-Universität in Hamburg). Die Hodenhistologie wurde von Dr. Tatjana Sattler von der Universität Leipzig durchgeführt (Die Bestimmung des Immunisierungsgrads erfolgte durch

Prof. Dr. Ulrike Weiler von der Universität Hohenheim Die Futtermittel, die den Versuchstieren vorgelegt wurden, analysierte Dr. Karen Aulrich vom Thünen-Institut für Ökologischen Landbau

3 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Neben der Ressourceneffizienz ist die gesellschaftliche Akzeptanz entscheidend, um eine zukunftsfähige ökologische Schweinefleischproduktion zu gewährleisten. Die veränderte Mensch-Tier-Beziehung führt zu einer verringerten gesellschaftlichen Akzeptanz bestehender Nutztierhaltungsformen und erfordert Umdenk- und Veränderungsprozesse. So wird beispielsweise nach einer Fristverlängerung ab 2021 die betäubungslose Ferkelkastration, die wissenschaftlich und öffentlich immer wieder kritisiert wurde, in Deutschland verboten sein. Damit einher geht die Suche nach möglichen Alternativen. Die Impfung gegen Ebergeruch mit einem synthetischen Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH)-Analogon Improvac® stellt eine Alternative zur Kastration männlicher Ferkel dar. Die Wirkung wird durch eine Antigen-Antikörper-Reaktion erreicht. Der Impfstoff verhindert, dass der Botenstoff GnRH in der Hypophyse wirken kann und dort die Produktion des Follikelstimulierenden Hormons (FSH) und des Luteinisierenden Hormons (LH) anregt. Da diese Hormone für die Hodenfunktion eine wichtige Rolle spielen, kommt es in Folge dessen zu einer deutlichen Abnahme der Testosteron- sowie der daran gekoppelten Androstenonproduktion. Aufgrund dessen verändert sich auch der Leberstoffwechsel, sodass Skatol besser abgebaut werden kann.

Zur Erreichung der beschriebenen Wirkung ist die Einhaltung der Impftermine entscheidend: die erste Impfung erfolgt üblicherweise ein bis zwei Wochen nach der Einstallung in die Mast bei etwa 35 kg Lebendmasse, ihr Termin ist jedoch zeitlich relativ flexibel wählbar. Die zweite Impfung darf frühestens vier Wochen später appliziert werden. Nach zwei weiteren Wochen ist der Impferfolg überprüfbar. Die Schlachtung sollte mit einem Abstand von vier bis sechs Wochen erfolgen, spätestens jedoch nach 10 Wochen, da die Wirkung der Impfung reversibel ist. Gegebenenfalls wird eine dritte Impfung notwendig, die jedoch nicht in jedem Fall gelingt. Neuere Studien zeigen, dass auch kürzere oder längere Fristen in Betracht kommen können.

Einarsson, Brunius, Wallgren, Lundström, Andersson, Zamaratskaia, & Rodriguez-Martinez (2011) hielten es für wünschenswert, die Impfzeitpunkte noch vor den Pubertätseintritt der Tiere zu terminieren und ermittelten eine stärkere Störung der Hodenstruktur und -funktion bei diesem Vorgehen im Vergleich zum üblichen Impfschema, sodass dadurch eine weitere Alternative einer Immunokastration männlicher Schweine bereitgestellt werden kann. Auch Brunius, Zamaratskaia, Andersson, Chen, Norrby, Madej, & Lundström (2011) kamen zu dem Ergebnis, dass mit einer früheren Improvac®-Impfung in Woche 10 und 14 die sekretorische Aktivität der Hoden und damit auch das Risiko der Ebergeruchsentstehung anhaltend reguliert werden kann. Die Hoden der früher geimpften Tiere fielen bei

der Schlachtung signifikant kleiner aus als bei standardmäßig geimpften Tieren. Aufgrund dieser Ergebnisse kann vermutet werden, dass bei einer sehr frühen Anwendung der Impfung mit Improvac® die Ausbildung funktionsfähiger Hoden bei männlichen Tieren langfristig unterbleibt. Ein möglicher Vorteil gegenüber dem regulären Impfregime zur Verhinderung von Ebergeruch besteht also u.a. darin, dass durch eine sehr frühe zweite Impfung das Aggressions- und Sexualverhalten und etwaige Tierschutzprobleme durch Verletzungen in der Ebermast vermieden werden könnten (Rydhmer, Lundström, & Andersson, 2010; Schmidt, Calabrese, Grodzycki, Paulick, Pearce, Rau, & von Borell, 2011).

Tierschutz ist eines der am häufigsten genannten Kaufmotive bei Biofleisch-Käufern (Padilla Bravo, Cordts, Schulze, & Spiller, 2013). Der Konsum von Fleisch und anderen tierischen Produkten wirft besondere Fragen auf, die gerade von der ökologischen Fleischproduktion aufgefangen werden müssen. Die zunehmende Kritik der Öffentlichkeit trifft insbesondere die ökologisch wirtschaftenden Betriebe, da die Käufer ökologischer Fleischprodukte hohe Anforderungen stellen. Norwood und Lusk konnten belegen, dass mit zunehmendem Tierschutzbewusstsein der Fleischkonsum abnimmt (Lusk & Bailey Norwood, 2009). Auf der Branchenebene wird die Veredlungswirtschaft mit verschiedenen Nachhaltigkeitsforderungen konfrontiert, die teilweise eine Ablehnung der Produktivitätsentwicklung darstellen. Moderne Nutztierhaltung wird in der Öffentlichkeit häufig nicht als technischer Fortschritt, sondern als kostenreduzierende, aber qualitätsverschlechternde Entwicklung wahrgenommen (Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik beim BMEL, 2015). Angesichts dieser Kritik an der Nutztierhaltung in Deutschland hängt auch die Weiterentwicklung der ökologischen Fleischerzeugung davon ab, ob sich die Kritik der Bürger/-innen auch in deren Handeln als Verbraucher/-innen niederschlägt und ob diese Veränderungswünsche von der Erzeugerseite wahrgenommen und aufgegriffen werden. Daher zielt das Projekt nicht nur auf eine technisch-naturwissenschaftliche Überprüfung eines innovativen frühzeitigen Impfschema, sondern auch auf dessen Akzeptanz bei Verwender*innen ökologischer Produkte. Denn für die Wirtschaftsbeteiligten ist die Abschätzung der potenziellen Nachfrage auf Basis ethischer Präferenzen der Kunden eine der zentralen Voraussetzungen für strategische Entscheidungen. Hier liegen jedoch durchaus konkurrierende Wertvorstellungen vor. Konsumentenstudien zeigen, dass Fleisch die Warengruppe mit der höchsten Verunsicherung der Verbraucher/-innen ist (Bruhn, 2008; Spiller & Nitzko, 2014). Trotzdem ist der Marktanteil ökologischer Produktion mit unter 1 % niedrig. Hier sind Marktchancen vom ökologischen Segment ungenutzt. Sie belegen die gegenläufige Entwicklung der beiden Interessensgruppen. Diese geringe Sensibilität gegenüber öffentlicher Kritik kann sich die ökologische Schweinefleischproduktion nicht erlauben, um dauerhaft am Markt vertreten zu sein. Laut der Verbraucherzentrale waren 2013 die Hauptgründe für Fleischverzicht Tierschutz (44 % der Befragten), Genusswert (34 %) und Umweltschutz (7 %) (Verbraucherzentrale, 2013). Diese drei

Kritikpunkte beherbergen Zielkonflikte, die sich besonders im Thema des Kastrationsverbotes von männlichen Schweinen widerspiegeln. Die Ebermast ist ökonomisch attraktiv aufgrund der verbesserten Futtermittelverwertung, des erhöhten Fleischansatzes oder der reduzierten Stickstoffemissionen (Batorek, Čandek-Potokar, Bonneau, & Van Milgen, 2012; Field, 1971; Carine Pauly, Luginbühl, Ampuero, & Bee, 2012). Unumstritten vermeidet der gänzliche Wegfall der Kastration bei der Mast von Ebern das Erleiden von Schmerzen und erhöht so das Tierwohl – wenngleich die Problematik von Penisverletzungen beachtet werden muss. Demgegenüber steht die Problematik der Geruchsabweichungen, deren sichere technische Detektion noch nicht praxisreif ist. Das Verfahren der Immunokastration vermag am ehesten, die Zielkonflikte aufzulösen. Aus Verbrauchersicht erscheint die Immunokastration im Vergleich zur potenziellen Beeinträchtigung des Genusswertes bei der Ebermast als „beste Wahl“ (Mörlein & Schübeler, 2017). Jedoch wird die Verbraucherakzeptanz immer wieder in Frage gestellt, da ein hohes Skandalisierungspotential aufgrund von Assoziationen mit Hormonen („Anti Baby Pille“) und Angst vor Rückständen vermutet wird. Daher weisen die Autoren darauf hin, dass aufgrund der Komplexität der Gesamtsituation die Art der Kommunikation entscheidend für die Wert- bzw. Geringschätzung der jeweiligen Verfahren durch Verbraucher ist. Zugleich belegt die Studie den potentiellen Vertrauensvorsprung gegenüber ökologisch produziertem Fleisch und die hohe Akzeptanz „natürlich“ wirkender Akteure (z.B. Bio-Verbände und anderer, als NGOs wahrgenommene Gruppen), die die Glaubwürdigkeit kategorisch erhöhen. In einer auf Süddeutschland begrenzten und überwiegend konventionelle Fleischkäufer ansprechenden Online-Befragung zur Abtestung verschiedener Kommunikationskonzepte zur Immunokastration zeigen Mörlein und Schübeler, dass eine Kommunikation ohne Nennung von Fakten und ohne Emotionen, aber unter Verdeutlichung des eigenen Anspruchs an Qualität, Tierwohl und Verbraucherinteressen die besten Chancen hat (Schübeler & Mörlein, 2017). Unklar ist, ob dieses auch für die (Kern-)Käufer ökologisch erzeugter Produkte zutrifft, denn diesem Personenkreis können größere Befindlichkeiten beispielsweise hinsichtlich der Produktionsweise oder von Rückständen unterstellt werden. Somit ist eine ausweichende Argumentation möglicherweise kontraproduktiv. Daher soll das Projekt wichtige Erkenntnisse über die gesellschaftliche Akzeptanz unter besonderer Berücksichtigung der Verbraucherschaft von ökologischem Schweinefleisch liefern. Es soll überprüft werden, ob die Immunokastration sowohl eine effektive und praktikable als auch eine von der Zielgruppe für ökologisches Schweinefleisch akzeptierte Alternative für die ökologische Schweinefleischproduktion ist.

4 Material und Methoden

4.1 Forschungsfrage 1: Rezepturen

Das Ziel dieser Fragestellung war es, am Beispiel von Frankfurter Würstchen Verarbeitungsstrategien zu identifizieren, die eine gleichbleibende Produktqualität gewährleisten und damit ermöglichen, auch geruchsauffälliges Eberfleisch für die Lebensmittelkette zu erhalten. Dazu wurden vier Herstellungsparmeter variiert: der Eberanteil, die Räucherungsdauer und die Menge zwei verschiedener Gewürze. Mit Hilfe eines so genannten *Design of Experiment* konnte die Anzahl verschiedener Wurstvariationen auf 16 reduziert werden und gleichzeitig Wechselwirkungen zwischen den vier Faktoren identifiziert werden. In zwei unabhängigen Konsumentenstudien wurden jeweils 16 Produkte durch Kombination der untersuchten Faktoren hergestellt und unter standardisierten Bedingungen in einem Sensoriklabor verkostet und bewertet. Diese Studie verwirklichte ein Hochrisikoszenario: Der hohe Fettanteil (20 %) begünstigt eine Anreicherung der hauptursächlichen Substanzen, da diese v.a. im Fett eingelagert sind. Zusätzlich unterstützt die Verkostung in einem heißen Zustand die Freisetzung und damit die sensorische Wahrnehmung der Substanzen. Die Standardrezeptur basiert auf Vorversuchen, die an der HSA Bernburg durchgeführt wurden. Die Auswahl des Probenmaterials erfolgte sensorisch durch geschulte Prüfer und parallele chemische Analysen der Leitsubstanzen Androstenon und Skatol mittels GC/MS in Göttingen; die ausgewählten Eber waren als deutlich auffällig klassifiziert und enthielten im Durchschnitt 3.231 ng Androstenon und 267 ng Skatol pro g geschmolzenes Rücken Fett. Die Produktion der 16 Wurstchargen koordinierten die Projektpartner an der HSA-Bernburg mit Arbeitskraftunterstützung von der Universität Göttingen. Die Rekrutierung der Konsumenten nach bestimmten Kriterien (u.a. Wurstverzehr, Alter, Geschlecht) wurde von der isi GmbH in Rosdorf im Unterauftrag durchgeführt; dort erfolgte auch die Umsetzung der Konsumentenstudien.

4.2 Forschungsfrage 2: Einfluss der Kennzeichnung

Aufbauend auf den Ergebnissen der Forschungsfrage 1 wurde für die Herstellung eines Verarbeitungsprodukts (Rostbratwurst) 30 % stark geruchsauffälliges Eberfleisch verwendet. Bei Verarbeitungsprodukten stellt sich die Frage, wie diese Produkte unter Alltagsbedingungen abschneiden. Denn externe Faktoren wie Produktkennzeichnungen, persönliche Erwartungen oder die Umgebung können für die Produktakzeptanz ausschlaggebend sein. In einer Feldstudie wurde untersucht, ob die Verbraucherakzeptanz von Eberfleisch mit Informationen über das Produkt und seine Herkunft positiv beeinflusst werden kann. Es wurde ein so genanntes *real-life-setting* umgesetzt, in dem die Umwelt zum konsumierten Produkt passt. Frisch, standardisiert auf einem Gasgrill gebratene Bratwürste wurden außerhalb des Sensoriklabors in einem Zelt mit Stehtischen von insgesamt 297 Konsumenten verkostet

(10.08.-12.08.2017). Jede Person aß zwei komplette Würste: eine Kontrollvariante (100 % Fleisch von unauffälligen Kastraten) sowie die Versuchsvariante mit 30 % stark geruchsabweichendem Eberfleisch. Der Einfluss von Produktkennzeichnungen (Abb. 1) wurde in Form von Postern vor der Grillstation und Tischkarten analysiert: 1. keine Information (Keine Kennzeichnung), 2. „Eberbratwurst: Für mehr Geschmack. Aromatisch & Kräftig“ (Kennzeichnung Sensorik), 3. „Eberbratwurst: Für mehr Tierwohl. Natürlich und Tiergerecht“ (Kennzeichnung Haltung). Diese Vorinformation wurde *between-subject*, d.h. zwischen 3 Proband*innengruppen variiert. Es wurden sowohl Bio-Käufer als auch Nicht-Bio-Käufer rekrutiert. Die Bewertung des Gesamtgefallens erfolgte anhand einer 9-stufigen Skala (1 = missfällt außerordentlich, 9= gefällt außerordentlich). Die statistische Auswertung erfolgt mit einem gemischten linearen Modell nach Kuznetsova, Brockhoff, Christensen, & Jensen (2020) unter Berücksichtigung der fixen Effekte von Produktvariante, Information und deren Interaktion sowie der Konsumhäufigkeit von Bio-Produkten, der Grillhäufigkeit und unter Berücksichtigung eines zufälligen Probanden-Effektes.

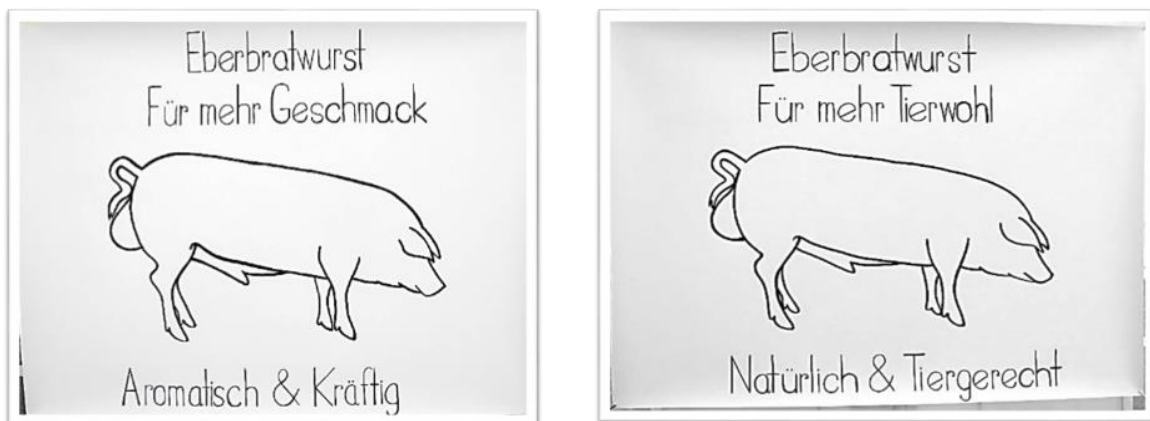


Abbildung 1: Präsentation der Kennzeichnungen auf Postern und Tischkarten während der Konsumentenstudie.

Die Auswahl des Probenmaterials für die Wurstherstellung erfolgte in 3 Stufen: Die erste Stufe war das betriebsinterne Auswahlverfahren des Schlachthofes durch einen Prüfer am Schlachtband. Die zweite Stufe umfasste die sensorische Prüfung durch ein 6-köpfiges Panel im Sensoriklabor der Universität Göttingen in Einzelkabinen. Die Auswahlkriterien für Panelmitglieder waren Wahrnehmungsfähigkeit, Unterscheidungs- und Erkennungsvermögen von Androstenon und Skatol (Trautmann, Gertheiss, Wicke, & Mörlein, 2014). Im Training wurde das Panel mit Nackenspeckproben auf das Erkennen und Unterscheiden des Androstenon- und Skatolgeruchs geschult. Dazu wurden Fettproben mit bekannten Gehalten an Androstenon und Skatol verwendet, um die Bandbreite natürlich auftretender Konzentrationen abzubilden und die Skalennutzung zu trainieren. Die sensorische Prüfung erfolgte anhand von 4 Skalen. Skala 1 „Abweichung vom Standard“ erfasst den Grad der Abweichung zu einer „normalen,

nicht geruchsauffälligen“ Speckprobe; die 6-Punkte Skala reicht von 0 = keine Abweichung vom Standard bis 5 = sehr starke Abweichung vom Standard. Mithilfe von weiteren drei Skalen „Intensität des Skatolgeruchs“, „Intensität des Androstenongeruchs“ und „Intensität von Fremdaromen“ wurde die Art der Abweichung charakterisiert. Diese Skalen reichten jeweils von 0 (nicht wahrnehmbar) bis 5 (sehr stark wahrnehmbar). Als Fremdaromen wurden jene Gerüche charakterisiert, die nicht den üblichen Geruchskomponenten von erwärmtem Speck zuzuordnen sind, jedoch nicht eindeutig Skatol und Androstenon zuzuordnen sind. Vor Beginn der Bewertung erhielt jeder Prüfer Einriechproben sowie die Information, ob es sich um Proben mit/ohne Geruchsabweichung aufgrund von Androstenon und/oder Skatol handelt. Weiterhin wurden den Prüfern 4 Referenzriechstreifen zur Verfügung gestellt, die Androstenon und Skatol in jeweils zwei Konzentrationen enthielten. Ergänzend zu den sensorischen Analysen erfolgte drittens eine chemische Analyse der Leitsubstanzen Androstenon und Skatol mittels Gaschromatographie/Massenspektrometrie (GC/MS) wie in (Meier-Dinkel, Gertheiss, Schnäckel, & Mörlein, 2016) beschrieben. Eine ausführliche Beschreibung der Methode findet sich auch im qualifizierten Zwischenbericht vom 22.01.2016 in Kapitel 2.1.2. Die Nachweis- und die Quantifizierungsgrenze der verwendeten Methode ist in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2: Nachweis- und Quantifizierungsgrenzen für die Bestimmung von Skatol, Androstenon und Indol

	Skatol, ng/g	Androstenon, ng/g
Nachweisgrenze (LoD)*	9	50
Quantifizierungsgrenze (LoQ)#	27	153

*LoD (limit of detection) = $3,3*s/b$, wobei s die bei wiederholten Injektionen des Blindwertes (n=6) berechnete Standardabweichung darstellt, während b die Steigung der Kalibrierkurve ist. #LoQ (limit of quantification) wurde stattdessen geschätzt als $LoQ = 10*s/b$.

Tabelle 3 zeigt die Genauigkeit der wiederholt gemessenen Qualitätsstandards; die Variationskoeffizienten liegen mit der Ausnahme sehr geringer Skatolegehalte unter 15 %.

Tabelle 3: Langzeit-Qualitätsstandards

Probe	Analyt	n ^a	Mittelwert ng/g	Standardabweichung ng/g	Variationskoeffizient [%] ^b
1	Androstenon	14	566	31	5,5
	Skatol		31	7,8	25,5
2	Androstenon	14	1849	84,7	4,6
	Skatol		95	11,9	12,5

^a Anzahl Messungen

^b Variationskoeffizient = $Standardabweichung*100/Mittelwert$

4.3 Forschungsfrage 3: Unterschiede in der Fleisch- und Fettbeschaffenheit

Ergänzend zu den Leitsubstanzen des Ebergeruchs, Androstenon und Skatol (Methodenbeschreibung siehe voriger Abschnitt 4.2) wurde die Fettsäurezusammensetzung im subkutanen Auflagenfett und im intramuskulären Fett (IMF) des *M. longissimus* ermittelt. Die Bestimmung des Fettsäuremusters im intramuskulären Fett erfolgte nach der Methode von (Du, Ahn, & Sell, 2000) nach einer Extraktion des IMF mittels Chloroform – Methanol 2:1 (Folch I Lösung) aus dem homogenisierten und gefriertrockneten Kotelettmuskel ohne Auflagenfett. Die Bestimmung des Fettsäuremusters im Auflagenfett erfolgte durch direkte Methylierung des homogenisierten (ohne Schwarte) und mit Hexan versetzten Auflagenfettes wie in (Liu, Trautmann/Mörlein, Wigger, Zhou, & Mörlein (2017) beschrieben. Die Quantifizierung der Fettsäuren erfolgte jeweils mittels Gaschromatographie (GC-FID).

4.4 Forschungsfrage 4: Fokusgruppendifkussionen

In drei mehrstündigen Gruppendiskussionen wurden das Vorwissen, die spezifischen Interessenlagen und die Erwartungshaltungen von Verbraucher*innen zum Thema Schweinefleisch, Ferkelkastration und den existierenden Alternativen erörtert. Der Wegfall der sensorischen Verkostungen ermöglichte eine intensivere Diskussion zur Erarbeitung geeigneter Kommunikationsstrategien. Der Leitfaden für den Ablauf dieser teil-strukturierten Gruppendiskussionen orientierte sich an den zentralen Fragestellungen der Studie. Ausgelöst durch offene Fragen werden das Wissen und die Vermutungen der Probanden offengelegt und darüber hinaus auch Aspekte identifiziert, zu denen im Vorfeld keine Fragestellungen formuliert waren. Um diese Aufgaben zu erfüllen, bedarf es einerseits einer Einbeziehung des übergeordneten Kontextes mittels spezifischer Sachinformationen, andererseits gezielter Tiefenbohrungen. Insgesamt nahmen 26 Konsumentinnen und Konsumenten aus der Region Nordhessen/Südniedersachsen teil. Zwei Gruppen waren ohne landwirtschaftlichen Hintergrund. Eine dritte Gruppe hatte einen landwirtschaftlichen Hintergrund; dieser war definiert als beruflicher oder familiärer Kontakt zur praktischen Landwirtschaft. Alle Teilnehmer waren Verwender von ökologischen Lebensmitteln inklusive Schweinefleisch sowie verantwortlich für den Lebensmitteleinkauf und die Zubereitung von Fleisch. Die Rekrutierung der Konsumenten erfolgte durch die Universität Göttingen nach bestimmten Kriterien (u.a. Bioverwender, Alter, Geschlecht).

4.5 Forschungsfrage 5: Konzepttest

Aufbauend auf die qualitativen Erkenntnisse zum Verhältnis von Bio-Verwender*innen gegenüber der Immunokastration bei Schweinen wurde eine Online-Studie konzipiert. Diese sollte zeigen a) wie drei unterschiedliche Argumentationsstränge (= Konzepte) beurteilt werden, b) welche Aspekte die höchste Überzeugungskraft besitzen und c) inwieweit sich diesbezüglich Bio-Verwender*innen von Konsumenten überwiegend konventioneller Lebensmittel unterscheiden. Dazu wurde eine ca. 17-

minütige online Befragung mit einem monadischen Ansatz gewählt. Das bedeutet, jede/r Teilnehmer/in hat eine von drei möglichen Kommunikationsstrategien beurteilt. Die drei Argumentationsstränge wurden in Form eines fiktiven Dialogs zwischen Thekenpersonal und Kundschaft vorgestellt. Die Konzepte hinter den drei verschiedenen Argumentationssträngen waren: „sachlich“, „emotional“ und „qualitätsorientiert“ (Tabelle 4). Diese indirekte Kommunikationsvariante wurde gewählt, um zu gewährleisten, dass sich die Befragten schnell in eine realistische Situation hineinversetzen können, in der ein solcher Dialog stattfinden könnte. Neben diesen drei Konzepten wurden zwei Namensalternativen für das Verfahren getestet: „Immunokastration“ und „Impfung gegen Ebergeruch“. Zusätzlich zur Beurteilung der Konzepte mittels Zustimmungsskalen hatten die Befragten die Möglichkeit, online Textmarkierungen (*Underlining*) vorzunehmen, vergleichbar mit der Verwendung eines Textmarkers. Dieses Verfahren ermöglicht Erkenntnisse bezüglich des Textverständnis' und der Akzeptanz von Argumentationssträngen, ohne dass diese verbalisiert werden müssen. Die Stichprobe bestand aus Verwendern von Schweinefleisch, zu gleichen Teilen aus einer überwiegend biologisch orientierten bzw. konventionell orientierten Verwenderschaft, berücksichtigte eine breite Altersverteilung (18-75), eine regionale Verteilung über Deutschland sowie das Wohnumfeld (Stand/Land).

Die Konzepte wurden v.a. anhand folgender Statements und 5-stufigen Zustimmungsskalen (1 = „stimme vollständig zu“ bis 5 = „stimme überhaupt nicht zu“) bewertet:

- 1) Die Auskünfte des Thekenpersonals gefallen mir insgesamt gut.
- 2) Das Thema finde ich relevant und interessant für mich.
- 3) Die Argumente des Thekenpersonals finde ich verständlich.
- 4) Ich halte die Erläuterungen des Thekenpersonals für glaubwürdig.
- 5) Die Argumente haben mich überzeugt.
- 6) Für mich sind nach diesem Dialog alle wichtigen Fragen geklärt.
- 7) Über diese Themen sollte der Handel offensiver informieren.
- 8) Ich werde mir über dieses Thema weiter Gedanken machen.

Nach einer Qualitätskontrolle und Datenbereinigung um „Durchklicker“ standen schlussendlich 1842 Datensätze für die weitere Auswertung zur Verfügung. Die statistische Auswertung der Antworten zu den einzelnen Statements erfolgte mittels eines generalisierten linearen Modells (GLM) unter Berücksichtigung der fixen Effekte von Konzept (sachlich, emotional, qualitätsorientiert), Begrifflichkeit (Impfung gegen Ebergeruch, Immunokastration) und Verwenderschaft (Bio, konventionell) sowie der möglichen Interaktionen. Für die Auswertung wurden die zustimmenden Antworten (d.h. Skalenpunkte 1 + 2) zusammengefasst, so dass eine binäre Variable entsteht (Zustimmung ja/nein). Darüber hinausgehende Fragen zu Vorwissen, Einstellung etc. wurden hinsichtlich der relativen Antworthäufigkeit zwischen Bio- und konventionellen Verwendern verglichen.

Tabelle 4: Überblick über die untersuchten Kommunikationskonzepte, entwickelt als Verkaufsdialoge. Hier mit der Bezeichnung „Immunokastration“ als Beispiel. Den Befragten wurden jeweils ein Dialog gezeigt. K= Kundin/Kunde, V=Verkaufspersonal

	Sachlich	Emotional	Qualitätsorientiert
K	<i>Ich habe gehört, dass Ferkel nicht mehr wie bisher kastriert werden dürfen. Was ist da denn dran?</i>		
V	Das stimmt. Die gesetzlichen Bestimmungen werden strenger. Wir arbeiten deshalb mit Erzeugern zusammen, die bei Ebern eine Immunokastration vornehmen. Das garantiert eine hohe Fleischqualität, ohne die anderenfalls mögliche Geruchsbelastung der Produkte.	Das stimmt. Die Tierschutzbestimmungen werden strenger. Wir arbeiten deshalb mit Erzeugern zusammen, die bei Ebern eine Immunokastration vornehmen. Denn uns ist die optimale Fleischqualität wichtig, ohne dass Tiere dafür unnötig leiden müssen. Schließlich möchten wir unser Fleisch ja guten Gewissens genießen.	Das stimmt. Bei der Schweinefleisch-Produktion gibt es neue Richtlinien auch in dieser Hinsicht. Aber wir haben uns diesbezüglich gar nicht umstellen müssen, da wir die zukünftigen Forderungen schon vorher bereits erfüllt haben.
K	<i>Immunokastration? Wie das?</i>		
V	Bisher wurden männliche Ferkel in den ersten Tagen nach der Geburt kastriert- ohne Betäubung. Bei der Immunokastration ist dies nicht mehr nötig. Die Eber bilden dann keine unangenehmen Geruchsstoffe, die sich im Fett und Fleisch einlagern können.	Bisher wurde das Skalpell angesetzt, um Ferkel zu kastrieren. Auf eine Betäubung wurde verzichtet. Das wird zum Glück bald gesetzlich verboten sein. Wir setzen daher auf eine vernünftige Alternative: die Immunokastration. Sie kommt ohne diesen schmerzhaften operativen Eingriff aus. Das entlastet die Tiere, die Landwirte und Sie Verbraucher letztlich auch.	Mit dem Einsatz der Immunokastration achten wir bereits jetzt schon darauf, dass Verbraucherinteressen, Genuss und auch das Tierwohl gleichzeitig berücksichtigt werden. Das gilt natürlich auch für das Schweinefleisch, das Sie bei uns kaufen können.
K	<i>Wie soll das funktionieren?</i>		
V	Die Pubertät der Schweine wird einfach verschoben. Hierzu werden die Tiere in der Regel zwei Mal geimpft. Das Immunsystem der Tiere bildet dann Antikörper gegen die körpereigenen männlichen Geschlechtshormone und verzögert dadurch bei den jungen Ebern den Eintritt in die Pubertät.	Statt wie bisher die Pubertät der Schweine durch eine schmerzhaftes Kastration zu verhindern, wird sie einfach verschoben. Hierzu werden die Tiere in der Regel zweimal geimpft. Es ist also eine elegante Methode, die den schmerzhaften Eingriff absolut überflüssig macht und gleichzeitig eine gute Fleischqualität sicherstellt.	Ganz einfach: Wir wählen – angefangen beim Landwirt – unsere Zulieferer so aus, dass alle unsere hohen Ansprüche an die Qualität erfüllt werden. Dazu zählen gleichermaßen Tierschutz, Verbraucherschutz und Fleischqualität. Die Immunokastration ermöglicht das.
K	<i>Und das ist ungefährlich?</i>		
V	Ja, natürlich. In einigen Ländern, wie z.B. Belgien und Australien nutzt man diese Methode sehr intensiv. Die Immunokastration hinterlässt keinerlei Rückstände im Fleisch. Und Immunokastration garantiert eine hohe Fleischqualität	Ja, natürlich. Da sind sich tatsächlich mal alle Fachleute einig. Die Immunokastration hinterlässt keine Rückstände im Fleisch, garantiert eine hohe Fleischqualität und entlastet unsere Umwelt. Für ein „Gutes Fleisch mit gutem Gewissen“ achten wir Tierwohl, Ihren Verbraucherschutz und Qualität gleichermaßen.	Ja, natürlich. Für uns ist klar, dass „immer nur billig“ nicht funktioniert. Wir definieren Qualität umfassend. Dazu gehört Tierschutz ebenso wie Geschmack und Lebensmittelsicherheit. Die Immunokastration erfüllt unsere hohen Standards.

4.6 Forschungsfrage 6: Hodenrückbildung

Um die Fragestellungen 6-8 beantworten zu können, wurde ein Praxisversuch durch das Thünen-Institut (TI) für Ökologischen Landbau durchgeführt:

Auf dem nach EU-Öko-Verordnung zertifizierten Versuchsbetrieb des Thünen-Instituts für Ökologischen Landbau (TI) in Wulmenau/Trenthorst wurden zwei verschiedene Improvac®-Impfregimes untersucht. Dem herkömmlichen Impfregime, üblicherweise auf dem Mastbetrieb in den Gewichtsbereichen um 40 und 80 kg Lebendgewicht durchgeführt, wurde ein frühes Impfregime nach der dritten und siebten Lebenswoche, dann in den Händen der impferfahrenen Ferkelerzeuger*innen, gegenübergestellt.

Die Datenerhebungsphase reichte von Juni 2018 bis November 2019 und umfasste für die Auswertung 109 Masteber (PI x (DL/NL x DE)) aus drei Mastdurchgängen, die sich zahlenmäßig wie folgt auf die zwei Behandlungen verteilen:

Versuch (frühes Impfregime): 55 Kontrolle (herkömmliches Impfregime): 54

Die Tiere (n=54) des herkömmlichen Impfregimes erhielten die erste Impfung zu Beginn der Mast (\emptyset 36,7 kg) und die zweite Impfung vier bis sechs Wochen vor der Schlachtung (\emptyset 75,3 kg). Die Zielgröße der Lebendmasse zum Mastende betrug 115 kg. Die erste Impfung erhielten alle Tiere einer Gruppe am gleichen Tag, sobald das Gruppenschichtgewicht bei ca. 37 kg lag. Für die zweite Impfung wurden die Tiere in Gewichtsklassen eingeteilt, um den korrekten Impfzeitpunkt auch für die schnell bzw. langsam wachsenden Tiere garantieren zu können. Die Tiere wurden somit in drei Gewichtsklassen (langsam wachsend, normal wachsend, schnell wachsend) eingeteilt und der Impftermin der zweiten Impfung entsprechend ihrer Wachstumsgeschwindigkeit angepasst. Als Grenze für den mittleren Bereich wurde der Mittelwert \pm 1 Std.abw. des Endmast-Startgewichts festgelegt.

Die Tiere (n=55) des frühen Regimes wurden das erste Mal in der dritten Lebenswoche (\emptyset 6,6 kg) und das zweite Mal in der siebten Lebenswoche zum Absetzen (\emptyset 16,4 kg) geimpft. Bei der ersten Improvac®-Impfung erhielten die Ferkel im gleichen Arbeitsschritt zusätzlich Impfungen gegen Coli-Bakterien und Mykoplasmen.

Für die Mast stand ein BAT-Kistenstall mit 4 Buchten mit Auslauf für jeweils max. 10 Endmasttiere zur Verfügung. Im Stallinnern einer jeden Bucht befand sich eine klimagesteuerte Liegekiste zur Aufnahme sämtlicher Tiere und eine automatische Futterzuteilung in je einen Quertrog an den beiden seitlichen Buchtenwänden. Der Auslauf beinhaltete Tränke und Raufutterraufe. Beide Kompartimente wurden mit Stroh eingestreut.

Die Fütterung gliederte sich in eine für alle Tiere gleiche Vormast (Vormastfutter: 88 % TM, 19,2 % XP in der Trockenmasse (TM), 13,2 MJ ME/kg TM, 0,80 Lys:ME) und Endmast (Endmastfutter: 88 % TM, 17,1 % XP in der TM, 12,5 MJ ME/kg TM, 0,74 Lys:ME). Die Umstellung des Futters erfolgte, sobald das durchschnittliche Gewicht der Tiere einer Bucht ca. 50 kg betrug.

Die Futtermengen wurden in der Vormast semi ad libitum zugeteilt, d.h. nach Einschätzung des bestandsbetreuenden Personals, sodass keine Restmengen entstanden, und in der Endmast entlang einer vorgegebenen Futterkurve (Tabelle 4). Während des Vormastabschnitts bekamen die Eber durchschnittlich 1,57 kg TM Kraftfutter (KF) pro Tier und Tag, wobei die Tiere des herkömmlichen Impfregimes mit 1,53 kg TM KF/Tier und Tag im Mittel etwas weniger erhielten als die Tiere des frühen Impfregimes mit 1,62 kg. Die zugeteilten Futtermengen in der Endmast unterschieden sich nicht zwischen den Gruppen, sondern orientierten sich an den Gewichten der Tiere und bewegten sich in einem Bereich von 2,2 kg FM/Tier (=1,94 kg TM) bei 50 kg Lebendmasse bis 2,9 kg FM/Tier (=2,55 kg TM) bei 117 kg Lebendmasse.

Während der gesamten Mastphase wurde den Tieren durchgehend Klee-Gras-Silage (KGS; 15,6 % XP in der TM, 13,4 MJ ME/kg TM) als on-top-Futter in Raufen im Auslauf angeboten. Die tägliche KGS-Menge wurde von 0,5 kg Frischmasse (FM) in der Vormast und zu Beginn der Endmast auf 1,0 kg FM zum Ende der Endmast gesteigert.

Insgesamt kamen sieben Endstufeneber zur Erzeugung der Masteber zum Einsatz. Die Muttergrundlage besteht aus Kreuzungssauen aus der Wechselkreuzung mit Deutschem Edelschwein und Deutscher Landrasse.

Die statistische Auswertung der Fragestellungen 6-8 erfolgte mithilfe des Statistikprogramms SAS 9.4.

Frage 6: Kann mit einer frühzeitigen Anwendung der Impfung gegen Ebergeruch eine irreversible Hodenrückbildung und damit eine dauerhafte Kastration erreicht werden?

Hodenhistologie

Um Rückschlüsse auf die Fortpflanzungsfähigkeit ziehen zu können, wurden die Hoden und Nebenhoden der Tiere durch die Universität Leipzig histologisch untersucht (Dr. Tatjana Sattler, tasat@vet-med.uni-leipzig.de). Dazu wurden spätestens 3 h nach der Schlachtung im Labor des TIs aus den Hoden und Nebenhoden jeweils 1cm³ große Probenwürfel geschnitten. Die Würfel wurden anschließend für den Overnight-Transport nach Leipzig in 50 ml große Zentrifugenröhrchen gelegt, die mit 4 %iger Formaldehyd-Lösung aufgefüllt wurden. In einem Röhrchen befanden sich jeweils eine Hoden- und die

dazugehörige Nebenhodenprobe. Am Folgetag der Schlachtung wurden die Proben in Leipzig histologisch untersucht. Am Ende eines jeden Durchgangs wurde ein schriftliches Gutachten durch die Universität Leipzig erstellt und dem TI übermittelt.

Die Häufigkeiten der Histologie-Befunde wurden mit der Prozedur GLIMMIX unter Zugrundelegung einer binomialen Verteilung statistisch verglichen. Das Modell enthielt den fixen Effekt des Impfregimes (früh, herkömmlich) sowie des Durchgangs (1, 2, 3):

$$Y = \mu + \text{Impfregime} + \text{Durchgang} + \epsilon$$

Hodengewichte:

Die Hodengewichte der Tiere wurden direkt nach der Schlachtung erfasst, um eine Hodenbeurteilung vornehmen zu können. Für die statistische Auswertung der Hodengewichte wurde die Prozedur MIXED verwendet. Ins Modell gingen das Impfregime und der Durchgang als fixe Effekte, der Wurf als zufälliger Effekt und das Lebensalter sowie Schlachtgewicht als Kovariablen ein:

$$Y = \mu + \text{Impfregime} + \text{Durchgang} + \text{Wurf} + \text{Lebensalter} + \text{Schlachtgewicht} + \epsilon$$

Immunisierungsgrad:

Im Laufe des ersten Durchgangs ergab sich die Möglichkeit, den Immunisierungsgrad der geimpften Tiere aller drei Durchgänge durch die Universität Hohenheim (Prof. Dr. Ulrike Weiler, weiler@uni-hohenheim.de) kostenneutral bestimmen zu lassen. Dazu wurden ab der dritten Schlachtung während des Ausblutens Blutproben der Tiere genommen und in Kabevetten zeitnah ins Labor des TIs gebracht. Dort wurde durch Zentrifugation das Blutserum gewonnen und dieses bei -20 °C eingefroren. Nach Abschluss des dritten Durchgangs wurden die Proben zur Analyse nach Hohenheim geschickt.

Für die statistische Auswertung des Immunisierungsgrads in Form des Testosterongehalts und der absoluten Antigen-Antikörper Bindung wurde die Prozedur MIXED verwendet. In das Modell gingen das Impfregime und der Durchgang als fixe Effekte und der Wurf als zufälliger Effekt ein:

$$Y = \mu + \text{Impfregime} + \text{Durchgang} + \text{Wurf} + \epsilon$$

Ein p-Wert < 0,05 wurde bei allen statistischen Auswertungen als signifikanter Effekt bzw. Unterschied interpretiert.

4.7 Forschungsfrage 7: Auswirkungen

Tierverhalten

Um das Tierverhalten bewerten zu können, wurden während der Mast Direktbeobachtungen durchgeführt. Dazu wurde ein Tag vor den geplanten Beobachtungen vor den Ausläufen zwischen zwei Buchten jeweils ein Hochsitz für die Beobachterinnen aufgestellt, damit die Tiere sich an die Konstruktionen gewöhnen konnten. An den Beobachtungstagen wurden die Tiere sowohl vormittags als auch nachmittags jeweils 3 h beobachtet. Während der Beobachtungen wurde ausschließlich negatives Eberverhalten (Stoßen, Beißen, Aufspringen) in den Ausläufen gezählt sowie alle 10 Minuten die Anzahl der Tiere in den Ausläufen notiert. Eine Beobachterin betrachtete immer eine Kontroll- und eine Versuchsgruppe gleichzeitig. Die Zeitpunkte der Direktbeobachtungen orientierten sich nach dem Zeitpunkt der zweiten Impfung der schnell wachsenden Kontrolltiere. Da die Wirkung der Impfung beim herkömmlichen Impfrezime zwei Wochen nach der zweiten Impfung eintritt, wurde darauf geachtet, dass die Beobachtungen vor dem Eintreten der Wirkung bzw. vor der zweiten Impfung stattfanden. Aufgrund schwieriger Wetterverhältnisse über den gesamten Versuchszeitraum konnten für die Beobachtungen keine festen Zeitpunkte definiert werden. Tabelle 5 sind die Zeitpunkte der Direktbeobachtungen zu entnehmen.

Tabelle 5: Zeitpunkte der Direktbeobachtungen

Durchgang	Bucht	Impfregime	2. Impfung der schnell wachsenden Kontrolltiere	1. Beobachtung	2. Beobachtung
1	1	herkömmlich		07.11.2018	21.11.2018
1	2	früh	13.11.2018	07.11.2018	21.11.2018
1	3	herkömmlich		21.11.2018	05.12.2018
1	4	früh	26.11.2018	21.11.2018	05.12.2018
2	1	herkömmlich		21.03.2019	02.04.2019
2	2	früh	26.03.2019	21.03.2019	02.04.2019
2	3	herkömmlich		24.04.2019	30.04.2019
2	4	früh	24.04.2019	24.04.2019	30.04.2019
3	1	früh		24.07.2019	07.08.2019
3	2	herkömmlich	07.08.2019	24.07.2019	07.08.2019
3	3	früh		14.08.2019	04.09.2019
3	4	herkömmlich	28.08.2019	14.08.2019	04.09.2019

Die Beobachtungen wurden von zwei Beobachterinnen durchgeführt. Für den Beobachterabgleich wurden zwei Beobachtungsdurchgänge hinsichtlich ihrer Übereinstimmung überprüft und der prozentuale Anteil der Übereinstimmungen berechnet. Eine Einschätzung der Übereinstimmung wurde mithilfe des PABAK-Tests (prevalence adjusted bias adjusted kappa) vorgenommen.

Die Häufigkeit des negativen Eberverhaltens wurde unter Zugrundelegung einer binomialen Verteilung verglichen, wobei das Modell das Impfregime, den Durchgang und Tagesabschnitt (vormittags, nachmittags) als fixe Effekte enthielt:

$$Y = \mu + \text{Impfregime} + \text{Durchgang} + \text{Tagesabschnitt} + \varepsilon$$

Ein p-Wert < 0,05 wurde als signifikanter Unterschied interpretiert.

Tierwohl:

Das Tierwohl wurde durch (i) Integumentbonituren auf Hautläsionen (Kratzer) an den lebenden Tieren 14-tägig in der Endmast und (ii) Penisspitzenbonituren *post mortem* (*p. m.*) beschrieben. Bei den lebendigen Tieren wurde jeweils nur die linke Körperseite, die in acht Körperbereiche („Ohren“, „Kopf bis Schulter“, „Schulter bis Flanke“, „Schinken“, „Beine“, „Präputium“, „Hoden“, „Schwanz“) eingeteilt wurde, mit einem Abstand von 0,5 m auf frische Kratzer und Wunden hin untersucht (Abbildung 1).

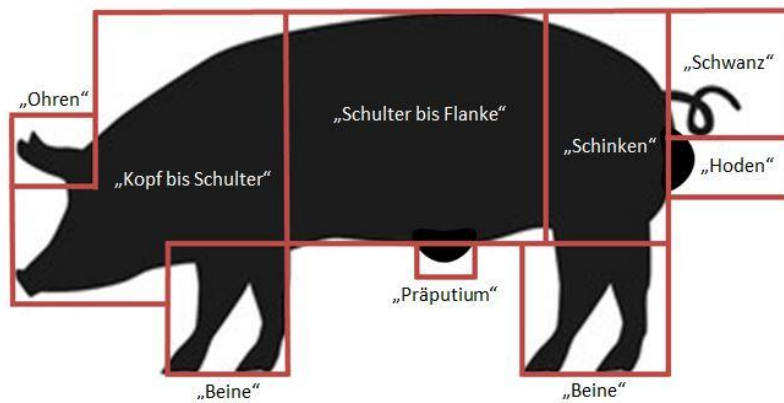


Abbildung 2: Körperbereiche für die Integumentbonitur

Die Benotung fand nach dem Welfare Quality® Assessment protocol for pigs statt, wobei sowohl die Anzahl als auch die Größe der Verletzungen berücksichtigt werden und Note 0 bei unverletzten Körperbereichen vergeben wird. Beim Schwanz hingegen wurden nur die Noten 0 bis 2 vergeben (Note 0 bei Unversehrtheit, Note 1 bei Rötungen oder oberflächlichen Hautveränderungen und Note 2 bei blutenden Verletzungen oder gar dem Fehlen von Gewebe). Beim Präputium wurde zwischen „unverändert“ (Note 0) und „geschwollen“ (Note 1) und beim Hoden zwischen „unverändert“ (Note 0) und „gerötet oder mit mindestens einem Kratzer“ (Note 1) unterschieden. In der statistischen Auswertung wurde die Größe der Verletzungen nicht beachtet, sondern nur zwischen verletzt und unverletzt unterschieden, um die Häufigkeiten der Verletzungen in den einzelnen Körperregionen besser miteinander vergleichen zu können.

Die Häufigkeiten der Boniturnoten wurden mit der Prozedur GLIMMIX getrennt für jede Körperregion unter Zugrundelegung einer binomialen Verteilung verglichen. Das Modell enthielt den fixen Effekt des Impfregimes.

$$Y = \mu + \text{Impfregime} + \varepsilon$$

Ein p-Wert < 0,05 wurde als signifikanter Unterschied interpretiert.

Im Anschluss an die Schlachtung wurden die Penisspitzen bonitiert und erhielten die Note 0 für „keine Bissspuren“, 1 für „geringe Bissspuren“, 2 für „mittlere Bissspuren“ oder 3 für „starke Bissspuren“. Aufgrund der geringen Stichprobenanzahl wurden die Ergebnisse der Penisbonituren ausschließlich deskriptiv ausgewertet.

4.8 Forschungsfrage 8: Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Fleischqualität

Mastleistung:

Die Mastleistung umfasste die Lebendmasseentwicklung und den Futteraufwand. Die Lebendmasseentwicklung wurde durch wöchentliche Wiegen auf Einzeltierbasis vom Mastbeginn (\bar{x} 24,7 kg, SD: 6,6 kg) bis Mastende (\bar{x} 115 kg, SD: 8,8 kg) erfasst. Der Futteraufwand errechnete sich auf Buchtenbasis aus dem Lebendmassezuwachs und dem Futterangebot einer gewählten Zeiteinheit. Die Futterreste wurden täglich zurück gewogen und notiert.

Für die statistische Auswertung der Mastleistung in Form der Lebendmasse (LM) und der täglichen Lebendmassezunahmen (TGZ) wurde die Prozedur MIXED verwendet. Ins Modell für die Lebendmasse gingen das Impfregime und der Durchgang als fixe Effekte und der Wurf als zufälliger Effekt ein; in das Modell für die täglichen Zunahmen zusätzlich als Kovariable die Gewichte zu Beginn (Startgewicht) der jeweiligen Mastphasen (Vor- und Endmast):

$$Y = \mu + \text{Impfregime} + \text{Durchgang} + \text{Wurf} + \varepsilon \text{ bzw.}$$

$$Y = \mu + \text{Impfregime} + \text{Durchgang} + \text{Wurf} + \text{Startgewicht} + \varepsilon$$

Der Futteraufwand wurde ebenfalls mithilfe der Prozedur MIXED untersucht. In das Modell ging das Impfregime als fixer Effekt ein:

$$Y = \mu + \text{Impfregime} + \varepsilon$$

Am Schlachttag wurde das Schlachtgewicht der warmen und später der abgekühlten Schlachtkörper dokumentiert.

Schlachtkörperqualität:

Die Erfassung der Fleisch- und Fettmaße zur Charakterisierung der Verfettung und die Ermittlung des Muskelfleischanteils über die Bonner Formel folgten dem Prozedere der deutschen Leistungsprüfungsanstalten (ALZ, 2007) am Folgetag der Schlachtung an der linken Schlachtkörperhälfte.

Fleischqualität:

Die Kriterien bzw. Proben zur Beschreibung der Fleischqualität wurden ebenfalls 24 h *p. m.* erfasst. Auch hier wurde im Wesentlichen der Vorgehensweise der Leistungsprüfungsanstalten gefolgt. Das Fettsäuremuster (FS-Muster) im intramuskulären Fett sowie im Rückenspeck über dem Kotelett (*M. longissimus*) wurden von dem Projektpartner Georg-August-Universität Göttingen ermittelt (s. Kapitel 4.3).

Auch die Parameter der Schlachtkörper- und der Fleischqualität (inkl. FS-Muster) wurden mithilfe der Prozedur MIXED statistisch untersucht. In das Modell gingen das Impfregime und der Durchgang als fixe Effekte ein. Der Wurf ging als zufälliger Effekt ein und das Schlachtgewicht (SGwarm) als Kovariable bei sämtlichen Parametern der Schlachtkörperqualität mit Ausnahme der Ausschachtung:

$$Y = \mu + \text{Impfregime} + \text{Durchgang} + \text{Wurf} + \varepsilon \text{ bzw.}$$

$$Y = \mu + \text{Impfregime} + \text{Durchgang} + \text{Wurf} + \text{SGwarm} + \varepsilon$$

5 Ergebnisse und Diskussion

5.1 Forschungsfrage 1: Rezepturen

Im Ergebnis zeigte sich erwartungsgemäß, dass erhöhte Anteile von geruchsauffälligem Eberfleisch in der Rezeptur die Akzeptanz der Konsumenten signifikant verschlechterten. Dabei war es unerheblich, ob die Konsumenten wahrnehmungsfähig für Androstenon waren. Dies konnte durch erhöhte Gewürzkonzentrationen oder die verlängerte Räucherzeit nicht kompensiert werden. Das heißt, über beide Teilstudien hinweg erwiesen sich weder Gewürze noch Rauch als zuverlässige und universelle Lösungen für sensorisch akzeptable Produkte (hier: Frankfurter Würstchen), wenn hohe Anteile von stark geruchsauffälligem Eberfleisch verarbeitet werden sollen. Jedoch ist der Anteil von geruchsauffälligem Eberfleisch eine universelle Stellschraube, die effektiv und zuverlässig eine gleichbleibende Produktqualität ermöglichen kann. Daher war es von besonderem Interesse in dieser Studie, den maximal zulässigen Gehalt von stark geruchsauffälligem Eberfleisch und -fett zu identifizieren, der eine ausreichend ähnliche Produktqualität liefert. Dazu wurde eine besondere Auswertungsmethode angewendet, die häufig dann zum Einsatz kommt, wenn es nicht darum geht, Unterschiede oder Verbesserungen nachzuweisen. Ein sogenannter Nicht-Unterlegenheitstest ist geeignet, mit ausreichend kleiner Irrtumswahrscheinlichkeit nachzuweisen, welche veränderte Rezeptur ausreichend ähnlich beliebt ist wie die bisherige Rezeptur. Das bedeutet also die Mischung zu identifizieren, die ähnlich akzeptiert wird wie eine Referenz ohne geruchsauffälliges Eberfleisch. Dazu muss festgelegt werden, wie groß der Mittelwert-Unterschied im Verhältnis zur Streuung der Konsumentenurteile sein darf, um noch als hinreichend ähnlich zu gelten. In dieser Studie wurde eine Verschlechterung um 0,5 Skalenpunkte auf der verwendeten 9-Punkte-Skala für die Beliebtheit als Maßstab für ein *minderwertigeres* Produkt angenommen. Unter diesen Annahmen ergibt sich, dass zur Herstellung von Frankfurtern die Verarbeitung von bis zu 30 % stark geruchsauffälligem Eberfleisch empfohlen werden kann. Die Ergebnisse verdeutlichen damit, dass eine pauschale Untauglichmachung von Eberfleisch mit Geruchsabweichungen durch die amtliche Schlacht tier- und Fleischuntersuchung weder gerechtfertigt noch notwendig ist.

Vielmehr müssen geeignete Verarbeitungsstrategien überprüft und angewendet werden, damit das Fleisch für die Lebensmittelkette erhalten bleibt. Sensorische Verbrauchertests helfen, bei Zielkonflikten wie im Fall der Ferkelkastration, vertretbare Lösungen für eine gesellschaftlich akzeptierte Land- und Fleischwirtschaft zu erschließen. Das Verschneiden von Rohmaterialien unterschiedlicher Qualitäten ist in vielen Branchen der Lebensmittelindustrie üblich.

Die Ergebnisse der Studie sind in englischer und deutscher Sprache veröffentlicht:

[1.] Mörlein, Meier-Dinkel, Gertheiss, Schnäckel, Mörlein (2019): **Sustainable use of tainted boar meat: Blending is a strategy for processed products**. Meat Science 152 (2019) 65–72.

[2.] Mörlein (2019): **Ist Eberfleisch wirklich genussuntauglich?** Fleischwirtschaft 4, 182-183.

Zusätzlich wurde die statistische Auswertung mit Hilfe eines Nicht-Unterlegenheitstest auf der internationalen Konferenz ICoMST 2019 präsentiert:

[3.] Mörlein, Gertheiss, Meier-Dinkel, Schnäckel, Mörlein: **Non-inferiority testing for product development: A case study on boar tainted meat**. 65th International Congress of Meat Science and Technology, 04.08.19-09.08.19, Berlin.

5.2 Forschungsfrage 2: Einfluss von Informationen auf die sensorische Akzeptanz

Abbildung 2 zeigt die relativen Anteile der Beliebtheitsurteile für das Gesamtgefallen der beiden getesteten Bratwurstvarianten, wobei die Kontrollvariante etwas besser abschneidet. Ca. zwei Drittel der Konsument*innen bewerteten die Produkte jeweils mit einer der drei besten Noten (= Top-3, d.h. Skalenpunkte 7-9).

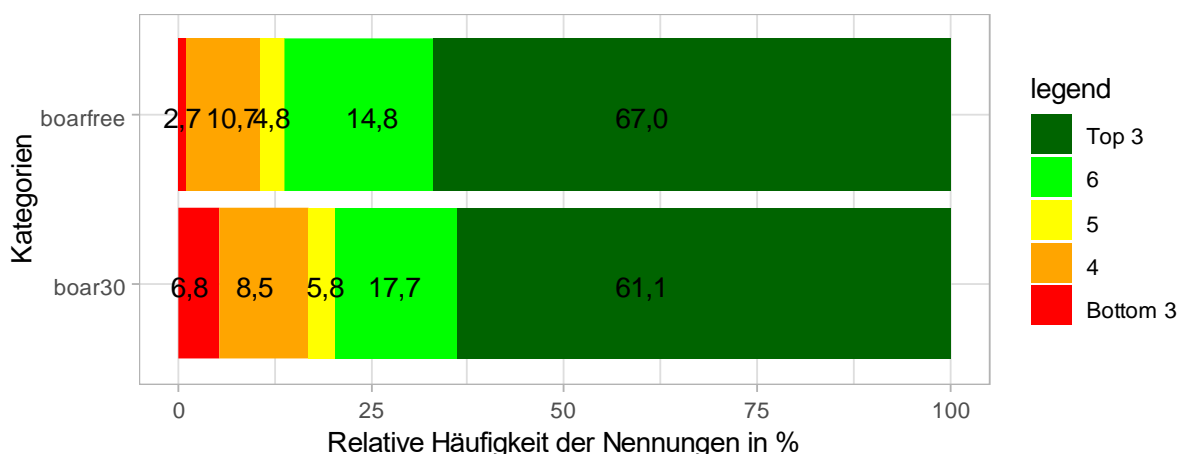


Abbildung 3: Gesamtgefallen (1=missfällt außerordentlich bis 9=gefällt außerordentlich) zusammengefasst in Bottom-3 (Skalenpunkte 1-3) und die Top-3 Bewertungen (Skalenpunkte 7-9). Boarfree = Kontrollvariante aus Kastratenfleisch. Boar30=Versuchsvariante mit 30 % (stark) geruchsabweichendem Eberfleisch (Mittelwerte der 5 Eber Androstenon: 5657 ng/g; Skatol = 303 ng/g).

Das gemischte Modell (Linear Mixed Model) ergibt weder einen signifikanten Effekt der Bratwurstvariante noch der Kennzeichnung, der individuellen Kaufgewohnheiten (Bio-Käufer vs. Nicht-Bio-Käufer) oder der Häufigkeit des Grillens und den entsprechenden Interaktionen (Tabelle 6) auf das Gesamtgefallen. Das bedeutet, die getesteten Informationen hatten keinen signifikanten Effekt auf die Beliebtheit der verkosteten Produkte, und Bioverwender*innen unterschieden sich nicht signifikant von den übrigen Verwender*innen.

Tabelle 6: Signifikanz der untersuchten Effekte auf die Gesamtbeliebtheit von Bratwurst ein einem sensorischen Konsumententest.

Einflussfaktoren	F Werte	P(>F)	Signifikanz
Information (keine, Sensorik, Haltung)	0.89	0.41	ns
Bratwurstkategorie (Kontrolle, 30 % Eber)	3.83	0.051	ns
Grillhäufigkeit	1.46	0.24	ns
Konsum Bioprodukte	1.4	0.33	ns
Kennzeichnung * Bratwurstkategorie	0.46	0.63	ns
Grillhäufigkeit * Konsum Bioprodukte	1.23	0.29	ns

Numerisch wurde die Bratwurst mit 30 % geruchsabweichendem Eberfleisch hinsichtlich der Gesamtbeliebtheit etwas schlechter bewertet (LS-Mean \pm SEM 6,52 \pm 0,13) als die Kontrollvariante (6,75 \pm 0,13). Jedoch ist der Unterschied, ausgedrückt als Effektgröße Cohen's d mit 0.15 als schwach zu bewerten.

Die Ergebnisse zeigen, dass in einem realistischen Verkostungsszenario („Grillstand“) ein Anteil von 30 % stark geruchsauffälligem Eberfleisch in Bratwürsten keinen bedeutsamen Unterschied im sensorischen Gefallen hervorruft. Dies ist in Einklang mit den Ergebnissen der Rezepturüberprüfung am Beispiel von Frankfurter Würstchen (siehe Abschnitt 5.1). In der Gesamtschau zeichnet sich ab, dass die Verarbeitung von \leq 30 % geruchsauffälligem Eberfleisch zu sensorisch akzeptierten Verarbeitungsprodukten möglich ist, auch wenn diese fettreich sind und heiß verzehrt werden.

5.3 Forschungsfrage 3: Unterschiede in der Produktqualität

5.3.1 Fettsäuren

In den Tabellen 7 und 8 ist die Variationsbreite der Fettsäurezusammensetzung im subkutanen Fettgewebe bzw. im intramuskulären Fett im Kotelett (*M. longissimus*) der untersuchten Tiere dargestellt. Die Hauptbestandteile sind die gesättigten Fettsäuren C16:0 (Palmitinsäure) und C18:0 (Stearinsäure), die einfach ungesättigte Fettsäuren C18:1 (Ölsäure) und C16:1 (Palmitoleinsäure), sowie die mehrfach ungesättigten Fettsäuren C18:2 (Linolsäure) sowie C18:3 (Linolensäure). Von besonderem Interesse für die Verarbeitungseignung und Lagerstabilität des Fettes sind die Gehalte der mehrfach ungesättigten Fettsäuren, so dass für die weiteren Auswertungen jeweils die Fettsäuren zu Gruppen (SFA, MUFA und PUFA) zusammengefasst werden.

Abbildung 4 zeigt die Unterschiede zwischen den gesättigten (SFA), den einfach ungesättigten (MUFA) und den mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) im Auflagenfett im Vergleich zum intramuskulären Fett im Kotelettmuskel (*M. longissimus*). Die Anteile der SFA, MUFA und PUFA unterscheiden sich signifikant zwischen den beiden untersuchten Gewebearten. Für den höheren Anteil von SFA im intramuskulären Fett gibt es vergleichbare Ergebnisse aus einer spanischen Studie, bei der die Entwicklung des Gehalts an intramuskulärem Fett und die Fettsäurezusammensetzung mit zunehmendem Alter untersucht wurde (Bosch, Tor, Reixach, & Estany, 2012).

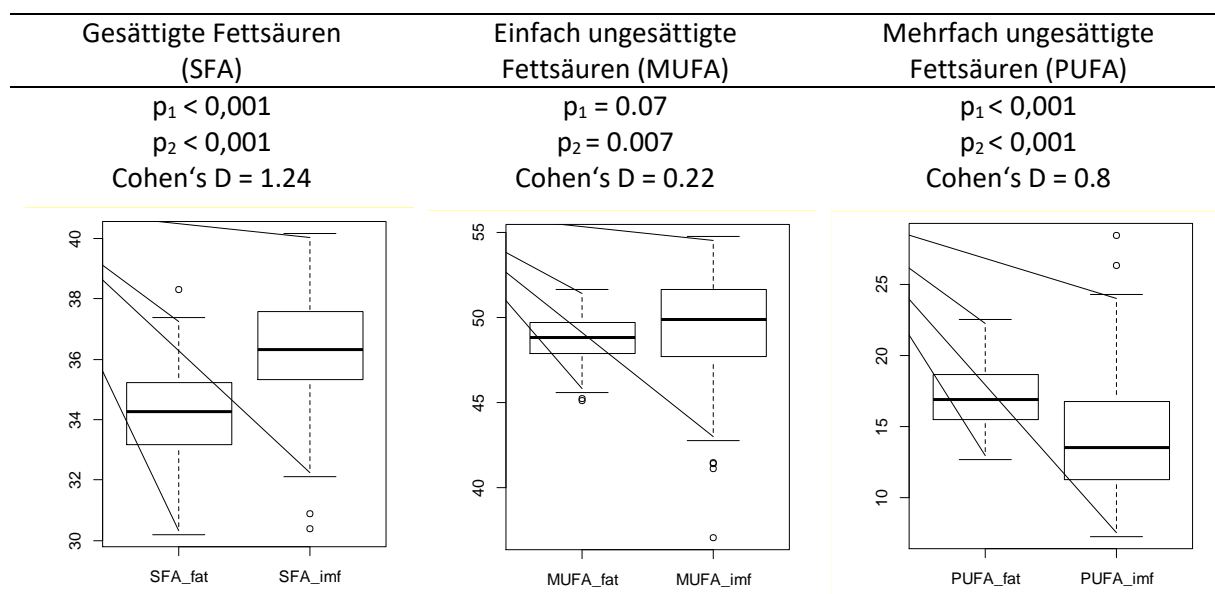


Abbildung 4: Übersicht über die Anteile (in %) von gesättigten (SFA), einfach ungesättigten (MUFA) und mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) im Auflagenfett (fat) und im intramuskulären Fett (imf). N=107. p_1 = Paired T-Test. p_2 =Wilcoxon signed rank test with continuity correction.

Tabelle 7: Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) sowie Minimal- und Maximalwert der Parameter der Fettsäurezusammensetzung im subkutanen Fettgewebe von immunokastrierten Mastebärn (n=109)

	MW	SD	min	max
SFA	34,12	1,66	30,21	38,30
MUFA	48,79	1,46	45,11	51,64
PUFA	17,09	2,20	12,68	22,57
C8.0	0,01	0,00	0,00	0,01
C10.0	0,07	0,03	0,00	0,10
C11.0	0,00	0,00	0,00	0,00
C12.0	0,07	0,03	0,00	0,10
C13.1	0,00	0,00	0,00	0,00
C14.0	1,10	0,16	0,51	1,45
C14.1	0,01	0,01	0,00	0,03
C15.0	0,06	0,03	0,00	0,11
C15.1	0,00	0,00	0,00	0,00
C16.0	21,49	1,26	18,87	24,12
C16.1	2,17	0,45	1,30	3,50
C17.0	0,35	0,08	0,20	0,71
C17.1	0,40	0,10	0,23	0,77
C18.0	10,76	0,90	8,47	12,92
C18.1n9c	42,37	1,15	38,46	44,64
C18.1n9t	2,87	0,28	2,38	3,80
C18.2fat	13,94	1,74	10,30	18,25
C18.3n6	0,03	0,03	0,00	0,10
C18.3n3	1,75	0,38	0,83	2,83
C20.0	0,21	0,03	0,12	0,30
C20.1n9	0,98	0,11	0,73	1,49
C20.2	0,68	0,09	0,48	0,94
C20.3n6	0,10	0,01	0,04	0,13
C21.0	0,00	0,00	0,00	0,04
C20.4n6	0,22	0,04	0,18	0,40
C20.3n3	0,32	0,07	0,11	0,46
C20.5n3	0,01	0,02	0,00	0,06
C20.5n6	0,00	0,00	0,00	0,00
C22.0	0,00	0,00	0,00	0,00
C22.1	0,00	0,00	0,00	0,00
C22.2	0,00	0,00	0,00	0,00
C23.0	0,00	0,00	0,00	0,00
C22.6n3	0,04	0,04	0,00	0,17

Tabelle 8: Mittelwert (MW), Standardabweichung (SD) sowie Minimal- und Maximalwert der Parameter der Fettsäurezusammensetzung im intramuskulären Fett im Kotelett (*M. longissimus*) von immunokastrierten Mastebnern (n=109)

	MW	SD	min	max
SFA	36,27	1,80	30,38	40,15
MUFA	49,34	3,18	37,08	54,77
PUFA	14,39	4,23	7,29	28,47
C8.0	0,01	0,01	0,00	0,04
C10.0	0,09	0,01	0,05	0,14
C11.0	0,00	0,00	0,00	0,00
C12.0	0,06	0,01	0,03	0,10
C13.0	0,00	0,00	0,00	0,00
C14.0	1,02	0,14	0,42	1,29
C14.1	0,02	0,01	0,00	0,05
C15.0	0,05	0,02	0,02	0,12
C15.1	0,00	0,00	0,00	0,00
C16.0	23,56	1,39	19,81	26,61
C16.1	3,46	0,50	2,37	4,82
C17.0	0,19	0,05	0,10	0,44
C17.1	0,16	0,05	0,03	0,29
C18.0	10,92	0,66	8,61	12,41
C18.1n9c	41,38	2,67	30,85	46,45
C18.1n9t	3,42	0,35	2,50	4,36
C18.2n6c	10,17	2,96	5,02	19,73
C18.3n6	0,10	0,04	0,04	0,27
C18.3n3	0,65	0,14	0,38	1,12
C20.0	0,22	0,06	0,12	0,43
C20.1n9	0,90	0,17	0,54	1,32
C20.2	0,22	0,05	0,12	0,34
C20.3n6	0,40	0,13	0,19	0,83
C21.0	0,00	0,00	0,00	0,01
C20.4n6	2,36	0,87	1,07	5,26
C20.3n3	0,13	0,03	0,07	0,28
C20.5n3	0,24	0,10	0,10	0,56
C22.0	0,00	0,00	0,00	0,00
C22.1	0,00	0,00	0,00	0,00
C22.2	0,00	0,00	0,00	0,00
C23.0	0,00	0,00	0,00	0,00
C24.0	0,14	0,05	0,06	0,36
C22.6n3	0,11	0,06	0,02	0,38

Der Einfluss des Impfregimes und weiterer Versuchsparameter auf die Fettsäurezusammensetzung wird im Kap. 5.8 dargestellt.

5.3.2 Androstenon- und Skatolgehalte

Abbildung 5 zeigt die Verteilung der Skatol- und Androstenongehalte im Vergleich der beiden Impfregimes; Werte über 150 ng/g Skatol kommen ausschließlich in der frühen Impfgruppe vor.

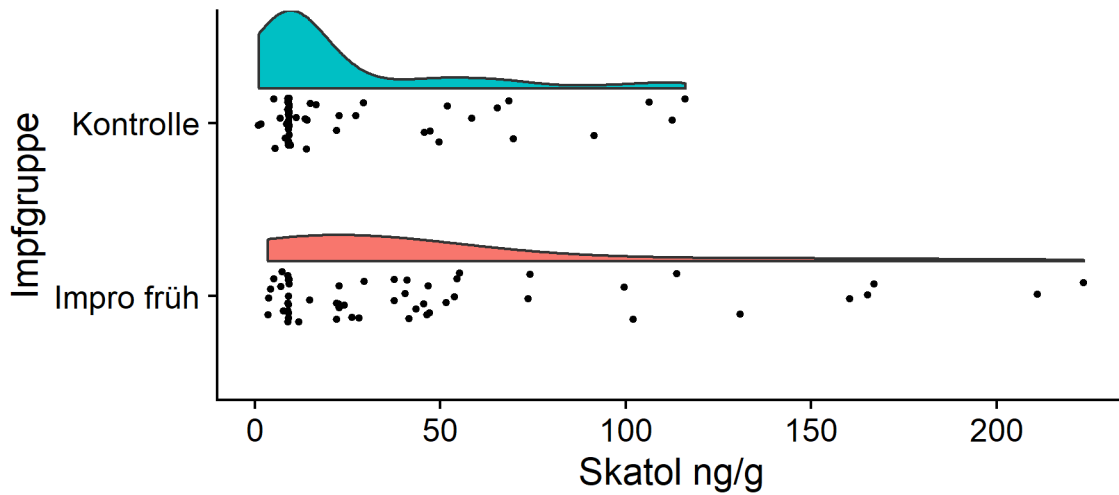


Abbildung 5: Skatolgehalte in ng/g im geschmolzenen Nackenfett im Vergleich des frühen Impfschemas zum herkömmlichen Impfschema in beide Impfgruppen (Früh, NN = 54; Kontrolle, N = 55).

Androstenonwerte > 1000 ng/g kommen ebenfalls ausschließlich in der frühen Impfgruppe (Abbildung 6) vor.

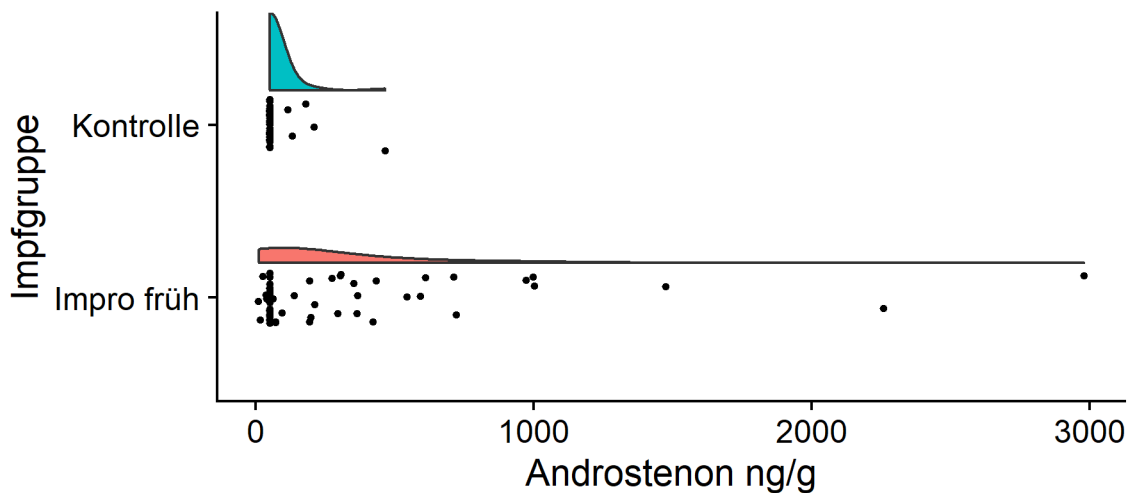


Abbildung 6: Androstenongehalte in ng/g im geschmolzenen Nackenfett im Vergleich des frühen Impfschemas zum herkömmlichen Impfschema in beide Impfgruppen (Früh, N = 54; Kontrolle, N = 55)

Für die Ermittlung der Rate geruchsauffälliger Schlachtkörper wurden wie auch in den Projektphasen davor (Werner D., Höinghaus K., Meier-Dinkel L., Mörlein D., Brandt H., Weißmann F., Aulrich K., Baldinger L., 2020b) die Grenzen 250 ng Skatol g⁻¹ Fett und 1.000 ng Androstenon g⁻¹ Fett gewählt (Abbildung 7). Schlachtkörper, bei denen mindestens der Gehalt einer Leitsubstanz darüber lag, wurden als potenziell geruchsauffällig definiert. Demnach waren 7 % der früh geimpften Tiere (n=4) geruchsauffällig, sodass davon ausgegangen werden kann, dass die frühe Impfung den unerwünschten Ebergeruch nicht bei allen Tieren zuverlässig vermeiden kann. Bei dem herkömmlichen Impfreime gab es keine geruchsauffälligen Tiere.

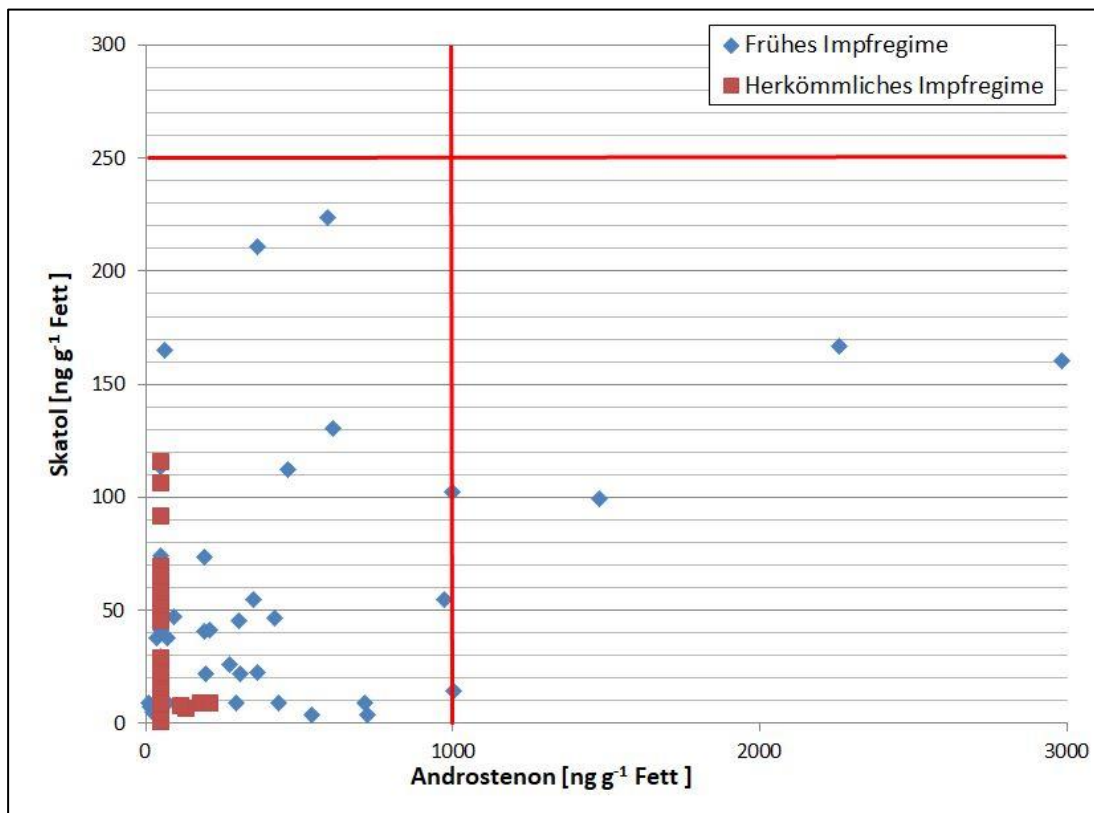


Abbildung 7: Androstenon- und Skatolgehalte im Schulterspeck von Mastebnern der beiden Versuchsvarianten

Die Ergebnisse der statistischen Analyse des Effekts von Impfgruppe, Durchgang sowie weiterer Versuchsparameter ist in Abschnitt 5.8 dargestellt.

5.4 Forschungsfrage 4: Fokusgruppendifkussionen

Die Diskussionen zeigten, dass trotz generellen Interesses und intensiver Berichterstattung kaum tiefergehende Kenntnisse zur Ferkelkastration bei der ökologischen Verwenderschaft vorhanden sind. Zusätzlich führt ein etwas breiteres Interesse an Zusammenhängen von Ernährung, Landwirtschaft und

Umwelt zu einer komplexeren Gesamtsicht auf die Thematik und erzeugt nicht automatisch eine klarere Abwägung und Beurteilung. Wie bei der konventionellen Verwenderschaft besteht eine Reihe von Vorurteilen, wenn auch die ökologischen Verbraucher*innen einen wesentlich facettenreicheren Werte-Kompass zur Beurteilung der möglichen Lösungswege einbezieht. Sie ist jedoch nicht gefeit davor, durch grobe Reduktion Sachverhalte in ein anderes Licht zu rücken. So werden lediglich die Alternativen betäubungslose vs. betäubte Kastration wahrgenommen oder die Impfung gegen den Ebergeruch als „Hormonbehandlung“ definiert. Die Unkenntnis bzw. mangelnde Erfahrung von geruchsauffälligem Schweinefleisch und die Bereitschaft, persönlich Abstriche für das Tierwohl hinzunehmen, führen bei Bio-Verwendern dazu, die Notwendigkeit der Kastration in Frage zu stellen. Sehr deutlich zeichnet sich ab, dass Bio-Verwender das traditionelle Kastrationsverfahren vehementer ablehnen als konventionelle Verbraucher. Gleichwohl erscheint für beide Käuferkreise die Kastration unter Betäubung auf den ersten Blick als die passende, wenn nicht sogar logische Alternative. Erst bei näherer Betrachtung, die allerdings im alltäglichen Umfeld kaum stattfindet, verliert dieses Verfahren an Attraktivität - bei konventionellen Verbraucher*innen vornehmlich aus Kosten-Erwägungen, bei Bio-Verwender*innen ob der möglichen Kollateralschäden. Die Immunokastration ist, wie diese Studie zeigt, nur schwerlich in knappen und allgemein verständlichen Worten zu beschreiben. Ihre Komplexität führt in der Kurzform daher meist zu schwerwiegenden Missverständnissen („Hormonbehandlung“) und Unsicherheiten. So kann auch eine wohlwollend gemeinte Erläuterung durch die Vokabel Impfung bei dieser Klientel nicht fruchten. Für Bio-Verwender stellt die Jung-Ebermast, die sowohl auf den schmerzhaften invasiven Eingriff als auch auf biochemische Eingriffe in den intakten Organismus verzichtet, die beste Grundlage für einen Lösungsansatz dar. Allerdings sind hier weitere Aspekte des Tierwohls, die über die Kastration selbst hinausgehen, zu berücksichtigen. Gleiches gilt für die Verarbeitung, um das Verwerfen von Schlachtkörpern zu minimieren. Die ökologische Verwenderschaft sieht auch sich in der Pflicht, mit Preisauflagen oder Toleranz für etwaige Geruchsabweichungen Lösungswege zu ermöglichen. Es zeigt sich, dass eine Vielfalt an Lösungsoptionen und Natürlichkeit präferiert, eine einheitliche Musterlösung jedoch abgelehnt werden.

Die Ergebnisse sind publiziert in der Fachzeitschrift FLEISCHWIRTSCHAFT:

- [1.] Mörlein, Schübeler, Mörlein (2019): **Ist die Impfung gegen Ebergeruch für Bio-Konsumenten akzeptabel? Eine qualitative Analyse.** Fleischwirtschaft 8, 25-27.

5.5 Forschungsfrage 5: Konzepttest Onlinestudie

Über alle Probanden bzw. Konzepte hinweg erreicht die Aussage „Über diese Themen sollte der Handel offensiver informieren“ die höchste Zustimmung (78 %), obschon auch die Verständlichkeit überwiegend als gut bewertet wird (Abbildung 8). Die niedrigste Zustimmung erreicht die Aussage „Für mich sind nach diesem Dialog alle wichtigen Fragen geklärt“ (45 %).

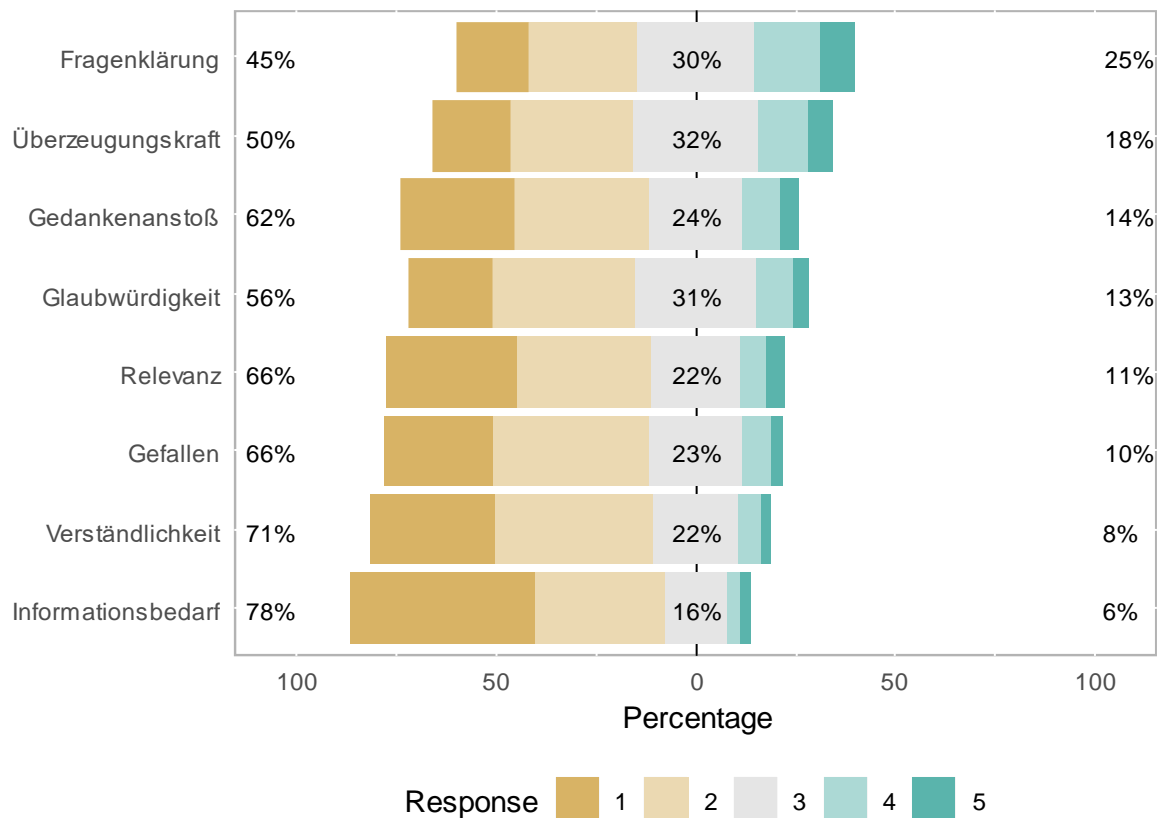


Abbildung 8: Zusammenfassung der Ergebnisse zu den Statements. 5-stufige Skala von 1 „stimme voll und ganz zu“ bis 5 „stimme überhaupt nicht zu“).

Abbildung 9 zeigt die Verteilung der Urteile in Abhängigkeit von den untersuchten Kommunikationskonzepten in der Gesamtstichprobe (n = 1842), d.h. über beide Verwendergruppen (Bio, konventionell) hinweg.

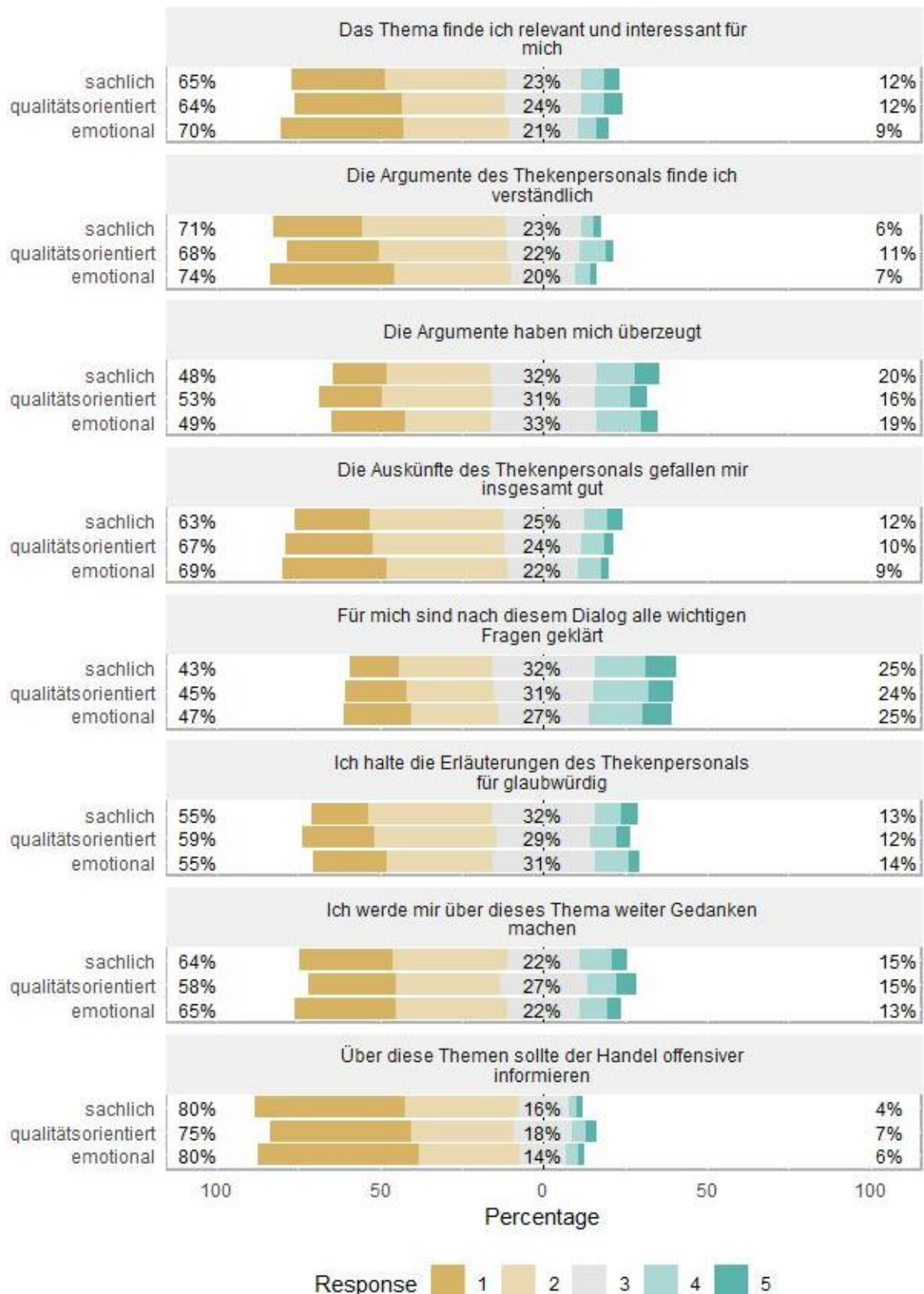


Abbildung 9: Deskriptive Zusammenfassung der Konzeptbewertung anhand der Statements. Es wurde eine 5-stufige Skala von 1 „stimme voll und ganz zu“ bis 5 „stimme überhaupt nicht zu“ verwendet. Die angegebenen %-Werte geben die akkumulierte Zustimmung (Skalenpunkte 1+2), weiß nicht (3) sowie Ablehnung (4+5) wieder.

Tabelle 9 zeigt die Signifikanz der untersuchten Effekte auf die Bewertung der Argumentationen anhand der Statements. Die Verwenderschaft hatte einen signifikanten Einfluss ($p < 0,05$) auf die Wahrnehmung und Beurteilung der getesteten Kommunikationskonzepte. Es wurde jedoch keine signifikante Interaktion von Verwenderschaft und Argumentationsweise (Bio*K) oder Verwenderschaft und Begrifflichkeit (Bio*B) festgestellt. D.h. für die Bewertung der einzelnen Konzepte spielt es keine Rolle, ob die Verbraucher*innen Bio-Produkte verwenden oder nicht. Die Namensgebung für das Verfahren der Immunokastration hatte hinsichtlich Relevanz, Glaubwürdigkeit, Überzeugungskraft und Gedankenstoß einen signifikanten Einfluss.

Tabelle 9: Ergebnisse der Devianz-Analyse (analog zu ANOVA) für die untersuchten Statements in Abhängigkeit von Kommunikationsstrategie (K), dem verwendeten Begriff (B) und der Verwenderschaft (Bio)

Statement	Haupteffekte			Interaktionen [#]		
	K	B	Bio	K*B	Bio*K	Bio*B
Gefallen	ns	ns	***	*	ns	ns
Relevanz	ns	***	***	ns	ns	ns
Verständlichkeit	*	ns	***	ns	ns	ns
Glaubwürdigkeit	ns	**	***	ns	ns	ns
Überzeugungskraft	ns	*	***	ns	ns	ns
Fragenklärung	ns	ns	***	ns	ns	ns
Informationsbedarf	*	ns	***	ns	ns	ns
Gedankenstoß	*	*	***	ns	ns	ns

*** $p < 0,001$ höchst signifikant, ** $p < 0,01$ hoch signifikant, * $p < 0,05$ signifikant, ns nicht signifikant; [#] Die Dreifachinteraktion K*B*Bio war für keines der Statements signifikant.

Generell finden die Konzepte größere Zustimmung bei der Bio-Verwenderschaft; es besteht jedoch hinsichtlich des Gefallens kein signifikanter Unterschied zwischen den Konzepten (Abb. XX). Numerisch erzielt unter den Bio-Verwendern das qualitätsorientierte Konzept unter Nennung von „Immunokastration“ (jedoch ohne Angabe von Details) die höchste Zustimmung (76 %), gefolgt vom emotionalen Dialog, ebenfalls unter Verwendung der Begrifflichkeit „Immunokastration“ (74 %). Den niedrigsten Zustimmungswert erzielt der sachliche Dialog unter Nennung als „Impfung gegen Ebergeruch“ bei der konventionellen Verwenderschaft (59 %).

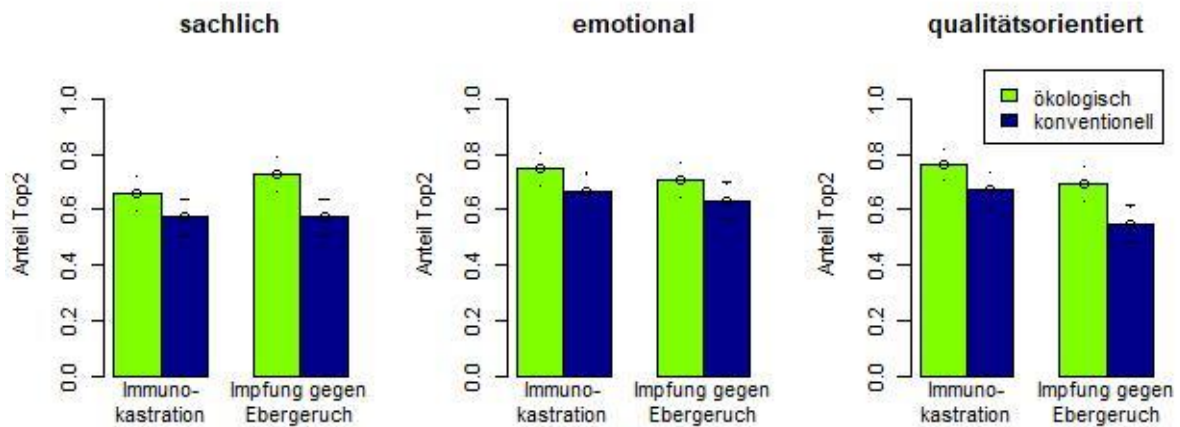


Abbildung 10: Zustimmung zur Aussage „Die Auskünfte des Thekenpersonals gefallen mir insgesamt gut.“ in Abhängigkeit von Konzept, Benennung des Verfahrens und Verwenderschaft. Angegeben ist die relative Häufigkeit der Zustimmung (Top2: „stimme vollständig zu“/„stimme eher zu“) incl. 95 % Vertrauensbereich. (Skala von 0 = 0 % Zustimmung bis 1,0 = 100 % Zustimmung).

Das in den Dialogen vermittelte Thema ist von deutlich höherer Relevanz für die Verwender*innen von ökologischen Produkten, wie Abbildung 11 zeigt. Die Konzepte selbst haben keinen signifikanten Einfluss auf diese Aussage.

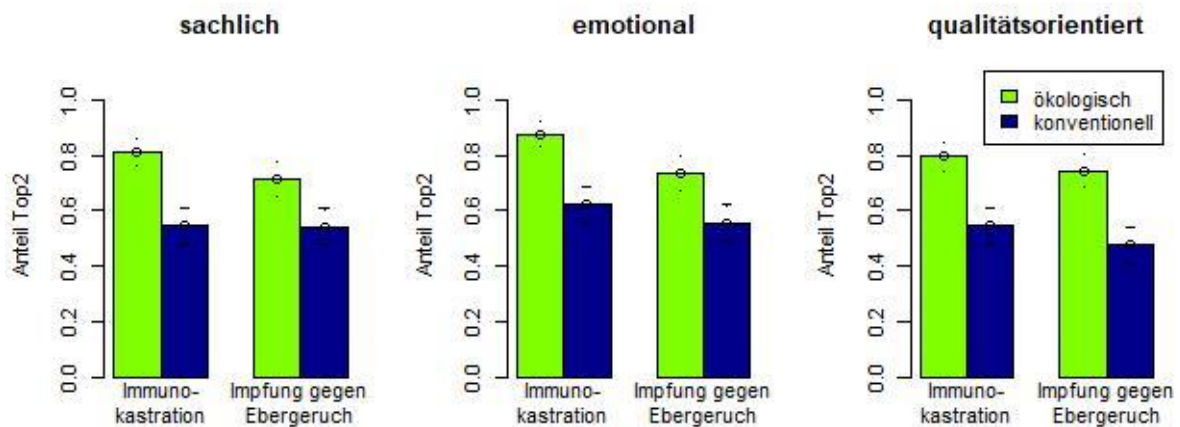


Abbildung 11: Zustimmung zur Aussage „Das Thema finde ich relevant und interessant für mich“ in Abhängigkeit von Konzept, Benennung des Verfahrens und Verwenderschaft. Angegeben ist die relative Häufigkeit der Zustimmung (Top2) incl. 95 % Vertrauensbereich. (Skala von 0 = 0 % Zustimmung bis 1,0 = 100 % Zustimmung).

Bezüglich der Verständlichkeit wird das emotionale Konzept unabhängig von der Verwenderschaft und der Bezeichnung am besten bewertet (Abbildung 12).

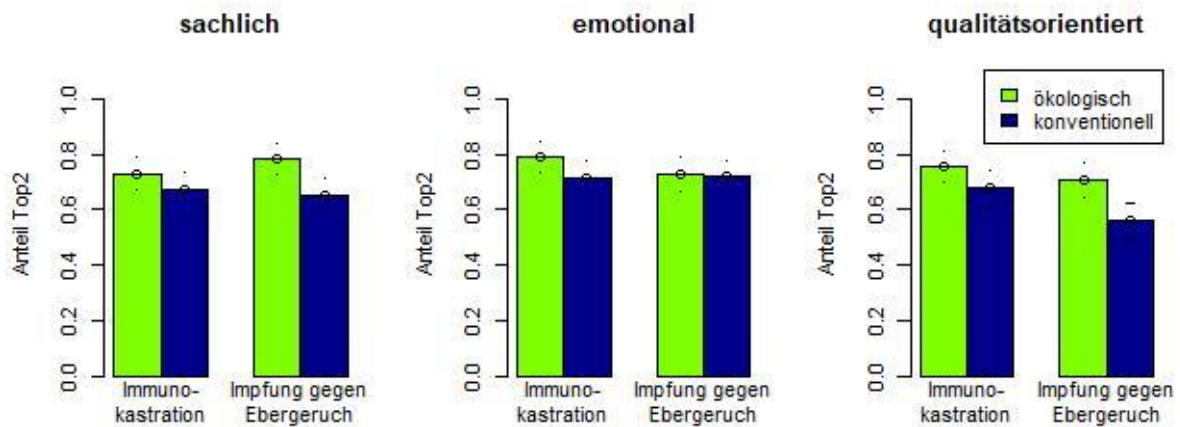


Abbildung 12: Zustimmung zur Aussage „Die Argumente des Thekenpersonals finde ich verständlich“ in Abhängigkeit von Konzept, Benennung des Verfahrens und Verwenderschaft. Angegeben ist die relative Häufigkeit der Zustimmung (Top2) incl. 95 % Vertrauensbereich. (Skala von 0 = 0 % Zustimmung bis 1,0 = 100 % Zustimmung).

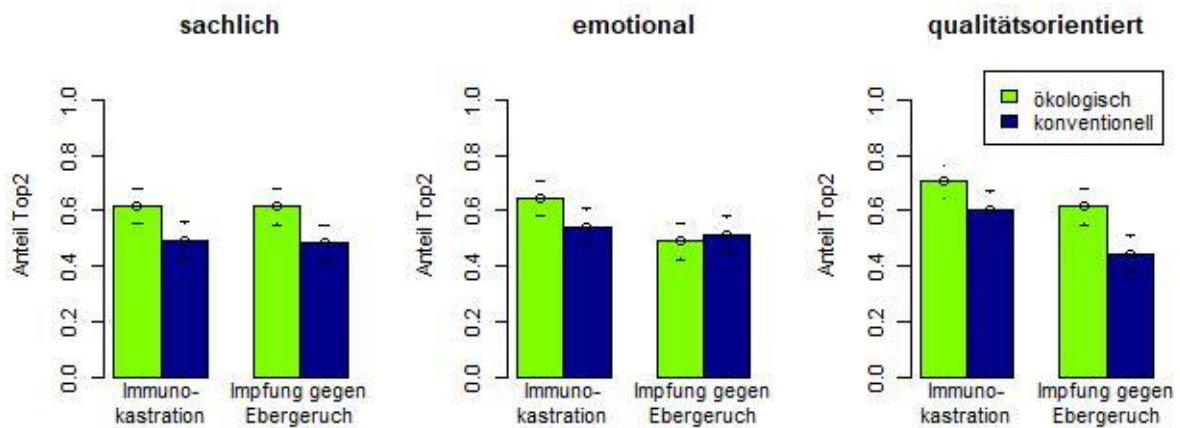


Abbildung 13: Zustimmung zur Aussage „Ich halte die Erläuterungen des Thekenpersonals für glaubwürdig“ in Abhängigkeit von Konzept, Benennung des Verfahrens und Verwenderschaft. Angegeben ist die relative Häufigkeit der Zustimmung (Top2) incl. 95 % Vertrauensbereich. (Skala von 0 = 0 % Zustimmung bis 1,0 = 100 % Zustimmung).

Hinsichtlich der Überzeugungskraft unterscheiden sich die getesteten Argumentationen nicht signifikant, und vollständig überzeugen kann offenbar keines der Konzepte, wie die Zustimmungsraten zwischen 38 % und 65 % nahelegen (Abbildung 14). Die numerisch höchste Zustimmung erreicht das qualitätsorientierte Konzept.

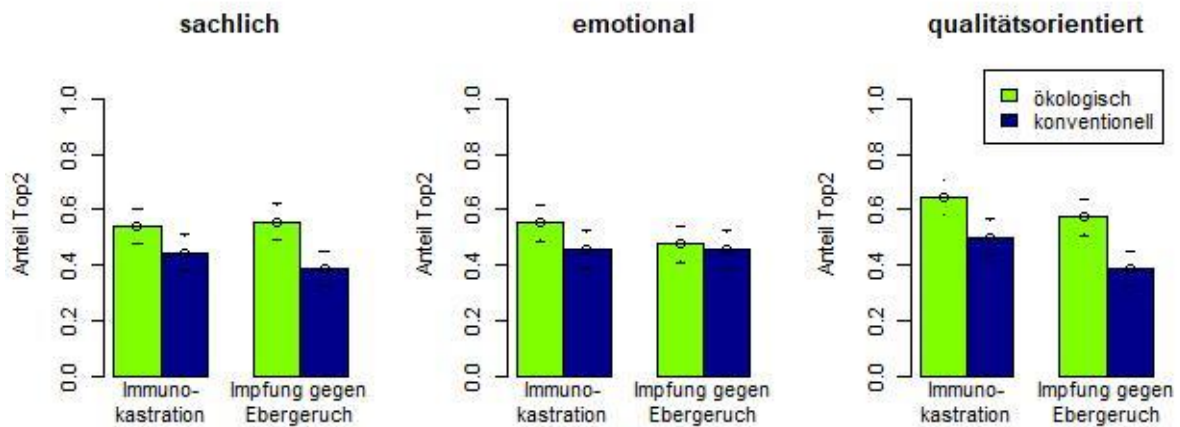


Abbildung 14: Zustimmung zur Aussage „Die Argumente haben mich überzeugt“ in Abhängigkeit von Konzept, Benennung des Verfahrens und Verwenderschaft. Angegeben ist die relative Häufigkeit der Zustimmung (Top2) incl. 95 % Vertrauensbereich. (Skala von 0 = 0 % Zustimmung bis 1,0 = 100 % Zustimmung).

Alle Dialoge hinterlassen bei den Befragten offenbar das Bedürfnis nach mehr Information, wie aus den Zustimmungswerten zur Aussage „Für mich sind nach diesem Dialog alle wichtigen Fragen geklärt“ (Abbildung 15) und zur Aussage „Über diese Themen sollte der Handel offensiver informieren“ (Abbildung 16). deutlich wird

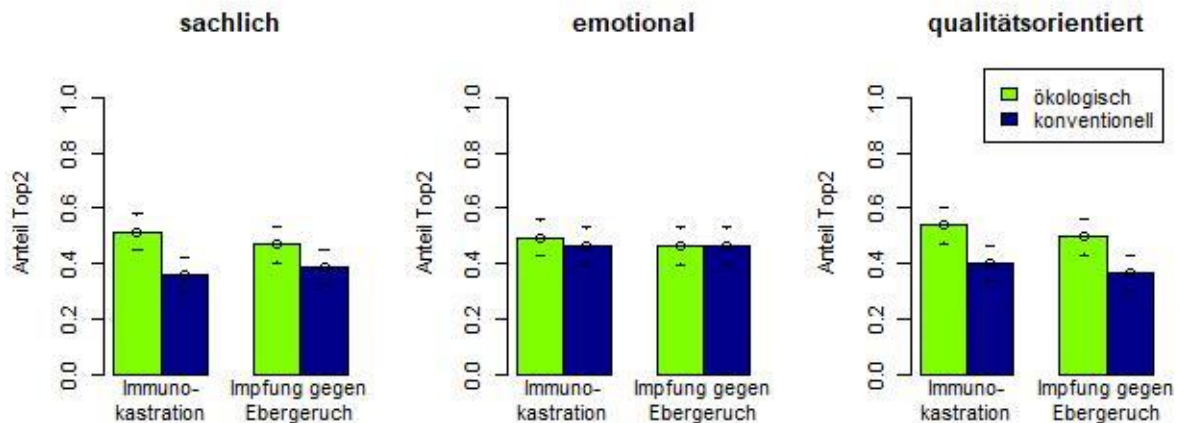


Abbildung 15: Zustimmung zur Aussage „Für mich sind nach diesem Dialog alle wichtigen Fragen geklärt“ in Abhängigkeit von Konzept, Benennung des Verfahrens und Verwenderschaft. Angegeben ist die relative Häufigkeit der Zustimmung (Top2) incl. 95 % Vertrauensbereich. (Skala von 0 = 0 % Zustimmung bis 1,0 = 100 % Zustimmung).

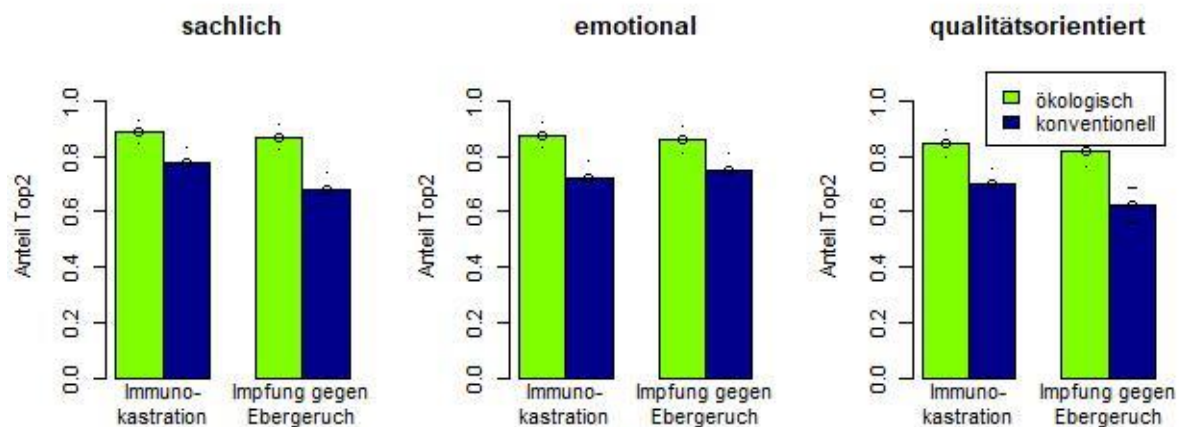


Abbildung 16: Zustimmung zur Aussage „Über diese Themen sollte der Handel offensiver informieren“ in Abhängigkeit von Konzept, Benennung des Verfahrens und Verwenderschaft. Angegeben ist die relative Häufigkeit der Zustimmung (Top2) incl. 95 % Vertrauensbereich. (Skala von 0 = 0 % Zustimmung bis 1,0 = 100 % Zustimmung).

Abbildung 17 illustriert noch einmal das höhere Interesse der Bio-Verwenderschaft an der untersuchten Thematik: Die Absicht, sich mit dem Thema weiter auseinanderzusetzen, ist signifikant höher als bei der Verwenderschaft ökologischer Produkte.

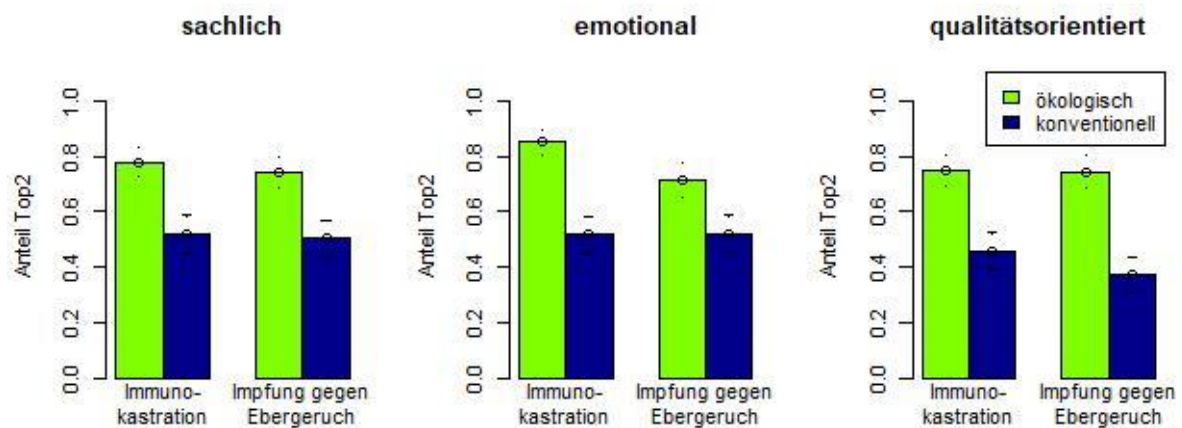


Abbildung 17: Zustimmung zur Aussage „Ich werde mir über dieses Thema weiter Gedanken machen“ Angegeben ist die relative Häufigkeit der Zustimmung (Top2) incl. 95 % Vertrauensbereich. (Skala von 0 = 0 % Zustimmung bis 1,0 = 100 % Zustimmung).

Die Auswertung der Textmarkierung (*Underlining*) ergab, dass viele Befragte die betäubungslose Kastration negativ wahrnehmen und es andererseits positiv empfinden, dass Tierwohl, Qualität beim Fleisch ohne Rückstände und Verbraucherinteressen berücksichtigt werden. Die Verbalbeschreibung der chirurgischen Kastration („Skalpell angesetzt“, „kastriert ohne Betäubung“, „schmerzhafte Kastration“ zählte zu den häufigsten Negativmarkierungen. Aber auch die Bezeichnungen selbst („Immunkastration“ bzw. „Impfung gegen Ebergeruch“) wurden als negativ markiert. Positiv markiert wurden v.a. „Gesetzliche Bestimmungen / Tierschutzbestimmungen werden strenger“, „Verbraucherinteressen, Genuss und ... Tierwohl berücksichtigt“, „hohe Fleischqualität“, „optimale Fleischqualität, ohne dass Tiere unnötig leiden“, „Tierschutz, Verbraucherschutz“, „keine Rückstände“, „Lebensmittelsicherheit“.

Nachfolgend sind ausgewählte weitere Ergebnisse der Befragung zusammengefasst:

Explizit nach einer Bewertung der Bezeichnung für das Verfahren befragt, erscheint den Studienteilnehmern der Begriff „Immunkastration“ verständlicher währenddessen „Immunkastration“ eher weitere Fragen aufwirft (Tabelle 10).

Tabelle 10: Beurteilung der Namensgebung für das Kastrationsverfahren bei den konventionellen bzw. Bio-Verwender*innen, ausgedrückt als Zustimmung zu verschiedenen Statements (Top2 in %, n = 1842)

	Immunkastration		Impfung gegen Ebergeruch	
	Konv.	Bio	Konv.	Bio
Den Begriff finde ich sympathisch.	18.2 %	29.9 %	22.9 %	33.7 %
Der Name ist verständlich.	24.3 %	36.5 %	46.7 %	55.1 %
Die Bezeichnung ist [...] angemessen.	32.7 %	46.6 %	37.6 %	50.0 %
Der Begriff zeigt Sachverstand.	41.0 %	52.1 %	36.7 %	47.2 %
Der Name wirft zusätzliche Fragen auf.	64.2 %	67.7 %	53.5 %	61.3 %

Top2 = relative Häufigkeit der Skalenwerte 1 + 2 („stimme voll und ganz zu“, „stimme zu“) in %

Die Selbstauskünfte zum Vorwissen hinsichtlich der Thematik widerspiegelt das stärkere Involvement der Bio-Verwenderschaft: Doppelt so viele Studienteilnehmer geben an, über Kastration informiert zu sein (Tabelle 11). Dementsprechend gaben 30 % der Bio-Verwenderschaft an, bereits Video(s) zur Ferkelkastration gesehen zu haben (konv.: 20 %).

Tabelle 11: Vorwissen zur Ferkelkastration bei den konventionellen bzw. Bio-Verwender*innen

	Konv.	Bio	Signifikanz
Ja, darüber bin ich gut informiert	15.8 %	29.2 %	*
Ich habe davon gehört, ohne Näheres zu wissen	35.5 %	35.2 %	ns
Da bin ich mir nicht sicher	17.5 %	11.4 %	*
Das ist mir neu und ich würde gern mehr erfahren	18.6 %	20.7 %	ns
Das ist mir neu, interessiert mich aber nicht	12.5 %	3.6 %	*

Nur sehr wenige Proband*innen gaben konkrete Erfahrungen mit Eber-assoziierten Geruchsabweichungen an. Dies bestätigt die Ergebnisse der Fokusgruppendifkussionen, dass die übergroße Mehrheit (>90 %) der teilnehmenden Verbraucher*innen keine Erfahrung dem Problem Ebergeruch hat und daher die (persönlichen) Konsequenzen des Kastrationsverzichts nicht kennt.

Die stärkere Beschäftigung der Bio-Verwenderschaft mit Landwirtschaft & Ernährung bestätigt sich auch in deren Angaben zur Wichtigkeit verschiedener Aspekte beim Lebensmitteleinkauf (Tabelle 12). So geben doppelt so viele Bio-Verwender an, dass ihnen Bio/Tierwohl wichtig ist, gefolgt von Regionalität & Saisonalität sowie Informationen über die Herkunft & Erzeugung. Für konventionelle Verwender ist dagegen die Preiswürdigkeit am wichtigsten.

Tabelle 12: Wichtigkeit ausgewählter Aspekte beim Einkauf von Lebensmitteln von Bio-Verwender*innen im Vergleich zu Verwendern konventioneller Produkte (Mehrfachnennung möglich, n = 1842).

	konv	bio	Signifikanz
Informationen über Herkunft / Erzeuger	42.8 %	63.9 %	*
Günstiger Preis / Angebote	55.6 %	17.4 %	*
Bio / Tierwohl	42.7 %	84.4 %	*
Abwechslung / Vielfalt	37.5 %	15.4 %	*
Regionalität / Saisonalität	55.4 %	69.0 %	*
Neuerungen / Innovationen	4.4 %	3.9 %	ns
Gesundheitsaspekte	37.0 %	38.2 %	ns
Einfache Zubereitung / Convenience	24.6 %	7.8 %	*

Das höhere Informationsbedürfnis widerspiegelt sich in der (angegebenen) Aktivität: So geben 34,5 % (ja, in jedem Fall und eher ja) der Bioverwenderschaft an, dass sie bei einem entsprechenden Anlass einen derartigen Dialog auch selbst begonnen hätten – im Vergleich zu 13,8 % der Verwender konventioneller Produkte (Tabelle 13).

Tabelle 13: Informationsbedürfnis in Abhängigkeit von der Verwenderschaft (n = 1842).

<i>Stellen Sie sich vor, Sie hätten in den Nachrichten von dem Verbot der Kastration gehört: Hätten Sie selbst einen derartigen Dialog mit dem Thekenpersonal begonnen?</i>	konv	bio	Signifikanz
Ja, in jedem Fall	2,6 %	9,0 %	*
Eher ja	11,2 %	25,5 %	*
Weiß nicht	24,7 %	26,5 %	ns
Eher nicht	37,9 %	27,7 %	*
Bestimmt nicht	23,5 %	11,3 %	*

Eine bemerkenswerte Beobachtung wurde durch die offene Abschlussfrage offenbart: Viele Teilnehmer*innen bedankten sich für diese nachdenklich machende Umfrage bzw. betonten die Wichtigkeit dieses Themas.

Die Ergebnisse belegen, dass die ökologischen Verwender die untersuchten Konzepte nicht grundsätzlich anders beurteilen als die jene Verbraucher*innen, die überwiegend konventionelle Produkte verwenden. Das heißt, dass es keine grundsätzlich andere Kommunikationsstrategie bedarf. Anders als in der kleineren und auf Süddeutschland beschränkten Studie (Mörlein & Schübeler, 2017) werden alle drei Konzepte ähnlich bewertet.

5.6 Forschungsfrage 6: Hodenrückbildung

Hodenhistologie

Die histologische Untersuchung der Hoden bzw. Nebenhoden, die von der Universität Leipzig durchgeführt wurde, ergab, dass alle Tiere fortpflanzungsunfähig waren. Neben einer unterschiedlich starken Degeneration des Hodengewebes zeigten alle Hoden entweder eine Hypoplasie (25,7 %) oder eine Atrophie (74,3 %). Der Tabelle 14 ist zu entnehmen, dass 41,7 % der Hoden der früh geimpften Tiere eine Hypoplasie zeigten und 58,3 % eine Atrophie. Die Hoden der herkömmlich geimpften Tiere waren hauptsächlich atrophiert (90,6 %), eine Hypoplasie wurde beim herkömmlichen Impfreime bei 9,4 % der Hoden festgestellt.

Lag eine Hodenatrophie vor, wurde diese in eine von 5 Klassen („geringgradig beginnend“, „mittelgradig beginnend“, „geringgradig fortgeschritten“, „mittelgradig fortgeschritten“, „hochgradig fortgeschritten“) eingeteilt. Aufgrund der geringen Häufigkeit der Klasse „hochgradig fortgeschritten“ wurden die Klassen „mittelgradig fortgeschritten“ und „hochgradig fortgeschritten“ als eine Klasse zusammengefasst. Die Häufigkeiten der Klassen sind der Tabelle 15 zu entnehmen.

Zudem fehlten Spermien in den Nebenhoden vollständig (Azoospermie) oder die Anzahl war stark vermindert (Oligospermie). Morphologisch waren diese vermindert normal entwickelt (Teratozoospermie). Beim frühen Impfreime wurde eine Azoospermie bei 51,9 % der Nebenhoden festgestellt, beim herkömmlichen Regime bei 20,8 % der Nebenhoden. Eine Oligospermie und Teratozoospermie trat bei den herkömmlich geimpften Tieren mit 75,5 % bzw. 78,3 % öfters auf als bei den früh geimpften Tieren (41,7 % bzw. 46,3 %) (Tabelle 14).

Tabelle 14: Relative Häufigkeiten von Hoden- bzw. Nebenhodenbefunden (%) in Abhängigkeit vom Impfreime

	Impfreime		Gesamt
	früh	herkömmlich	
Anzahl Hoden (n)	108	106	214
Hypoplasie	41,7	9,4	25,7
Atrophie	58,3	90,6	74,3
Anzahl Nebenhoden (n)	108	106	214
Azoospermie	51,9	20,8	36,5
Oligospermie	41,7	75,5	58,4
Teratozoospermie	46,3	78,3	62,2

Tabelle 15: Relative Häufigkeiten der Atrophie-Klassen (%) in Abhängigkeit vom Impfreime

	Impfreime		Gesamt
	früh	herkömmlich	
Anzahl Hoden (n)	63	96	159
ggr. beginnend	31,8	24,0	27,0
mgr. beginnend	38,1	28,1	32,1
ggr. fortgeschritten	6,4	20,8	15,1
mgr./hgr. fortgeschritten	23,8	28,1	26,4

ggr.=geringgradig, mgr.=mittelgradig, hgr.=hochgradig

Tabelle 16 zeigt die Signifikanzlevel der im statistischen Modell verwendeten fixen Effekte zur Überprüfung des Auftretens der Hoden- bzw. Nebenhodenbefunde. Sowohl das Auftreten einer Hodenhypoplasie als auch das Auftreten einer Hodenatrophie wurde signifikant ($p < 0,001$) vom Impfreime beeinflusst. Die Atrophie-Klassen wurden mit Ausnahme der Klasse „geringgradig fortgeschritten“ durch das Impfreime nicht signifikant bestimmt.

Auf die Befunde der Nebenhoden (Azoospermie, Oligospermie, Teratozoospermie) hatte das Impfregime einen signifikanten Effekt ($p < 0,001$).

Tabelle 16: Signifikanzlevel der fixen Effekte für die statistische Überprüfung des Auftretens der Hoden- bzw. Nebenhodenbefunde

	Fixe Effekte	
	Impfregime	Durchgang
Hypoplasie	***	ns
Atrophie	***	ns
Atrophie-Klasse		
ggr. beginnend	ns	**
mgr. beginnend	ns	ns
ggr. fortgeschritten	**	ns
mgr./hgr. fortgeschritten	ns	**
Azoospermie	***	ns
Oligospermie	***	ns
Teratozoospermie	***	ns

*** $p < 0,001$ höchst signifikant, ** $p < 0,01$ hoch signifikant, * $p < 0,05$ signifikant, ns nicht signifikant

Hodengewichte

Tabelle 17 zeigt die Signifikanzlevel der im statistischen Modell verwendeten fixen Effekte und Kovariablen zur Überprüfung der Hodengewichte. Das Gewicht der Hoden wurde durch das Impfregime signifikant beeinflusst ($p < 0,001$).

Tabelle 17: Signifikanzlevel der fixen Effekte und der Kovariablen für die statistische Überprüfung der Hodengewichte

	Fixe Effekte		Kovariablen	
	Impfregime	Durchgang	Lebensalter	Schlachtgewicht
Hodengewicht	***	ns	***	*

*** $p < 0,001$ höchst signifikant, ** $p < 0,01$ hoch signifikant, * $p < 0,05$ signifikant, ns nicht signifikant, - - nicht im Modell

Das durchschnittliche Hodengewicht (LS Means) der früh geimpften Tiere (346 g) war signifikant ($p < 0,001$) höher als bei den herkömmlich geimpften Tieren (225 g; Tabelle 18).

Tabelle 18: Hodengewichte (g) von Mastebnern in Abhängigkeit vom Impfregime (LS Means, SEM)

	Impfregime		
	früh (Versuch)	herkömmlich (Kontrolle)	SEM
Anzahl Tiere (n)	55	54	
Hodengewicht	346 ^a	225 ^b	23,6-23,7

^{a,b} ungleiche Indices zeigen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Auffällig war die große Streuung der Hodengewichte innerhalb des frühen Impfregimes im Vergleich zum herkömmlichen Impfregime (Abbildung 18). Dabei waren Hodengewichte einiger früh geimpfter Tiere vergleichbar mit Hodengewichten von intakten Ebern (Werner D., Höinghaus K., Brandt H., Weißmann F., Baldinger L., 2020a), sodass davon ausgegangen werden kann, dass die frühzeitige Improvac®-Impfung bei diesen Tieren nicht zu einer irreversiblen Hodenrückbildung führte. Sauer, Schmoll, & Sattler (2014) stellten ebenfalls große tierindividuelle Unterschiede zwischen den Hodengewichten früh geimpfter Tiere fest. Nichtsdestotrotz bewirkt auch die frühzeitige Impfung laut Hodenhistologie eine Degeneration des Hodens und zeigt sich in Form einer Hypoplasie oder Atrophie. Zudem waren alle früh geimpften Tiere fortpflanzungsunfähig, wonach eine Impfwirkung erfolgt haben muss.

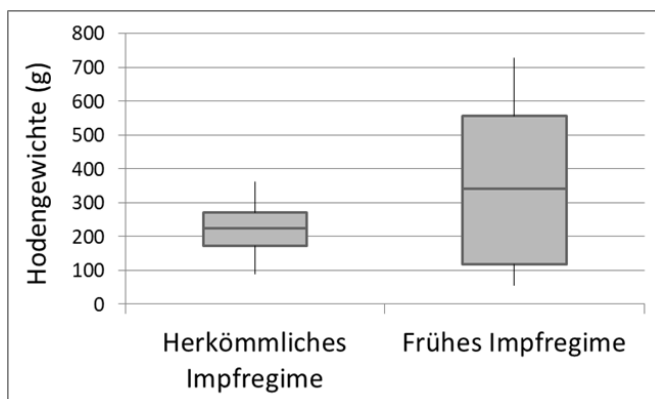


Abbildung 18: Hodengewichte der Schlachttiere (n=109)

Immunisierungsgrad:

Tabelle 19 zeigt die Signifikanzlevel der im statistischen Modell verwendeten fixen Effekte zur Überprüfung der Testosterongehalte und der absoluten Antigen-Antikörper-Bindung. Sowohl der Testosterongehalt als auch die Antigen-Antikörper-Bindung wurden vom Impfreime signifikant beeinflusst ($p < 0,001$).

Tabelle 19: Signifikanzlevel der fixen Effekte für die statistische Überprüfung der Testosterongehalte und der absoluten Antigen-Antikörper Bindung

	Fixe Effekte	
	Impfreime	Durchgang
Testosteron	***	ns
Absolute GnRH Bindung	***	ns

*** $p < 0,001$ höchst signifikant, ** $p < 0,01$ hoch signifikant, * $p < 0,05$ signifikant, ns nicht signifikant

Der Testosterongehalt im Blutserum der früh geimpften Tiere lag mit durchschnittlich 10,8 ng/ml deutlich über dem der herkömmlich geimpften Tiere, die einen durchschnittlichen Gehalt von 1,16 ng/ml hatten. Innerhalb der ersten 3 bis 6 Lebenswochen steigen die Testosteronwerte bei männlichen, intakten Ferkeln auf 2-5 ng/ml an (Weiler & Wesoly, 2012). Demnach bewegt sich der durchschnittliche Testosteronwert der herkömmlich geimpften Tiere auf einem sehr niedrigen Niveau, wenngleich auch einige früh geimpfte Tiere einen sehr niedrigen Testosterongehalt im Blutserum hatten.

Die absolute Antigen-Antikörper Bindung lag bei dem frühen Impfreime bei 29,7 % und bei dem herkömmlichen Regime bei 45 % (Tabelle 20).

Tabelle 20: Testosterongehalte (ng/ml) und absolute Antigen-Antikörper Bindung (%) von Mastebnern in Abhängigkeit vom Impfreime (LS Means, SEM)

	Impfreime		SEM
	früh	herkömmlich	
Anzahl Tiere (n)	46	45	
Testosteron	10,8 ^a	1,16 ^b	1,20-1,21
Absolute Bindung	29,7 ^a	45,0 ^b	1,83-1,84

^{a,b} ungleiche Indices zeigen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Analog zu den Hodengewichten war eine große Streuung der Testosterongehalte und prozentuellen Antigen-Antikörper Bindung innerhalb des frühen Impfrezimes im Vergleich zum herkömmlichen Impfrezime zu beobachten (Abbildung 19). Dabei hatten durchaus einige früh geimpfte Tiere prozentuell vergleichbare Antigen-Antikörper Bindungen wie herkömmlich geimpfte Tiere, allerdings variierten deren Testosterongehalte stark.

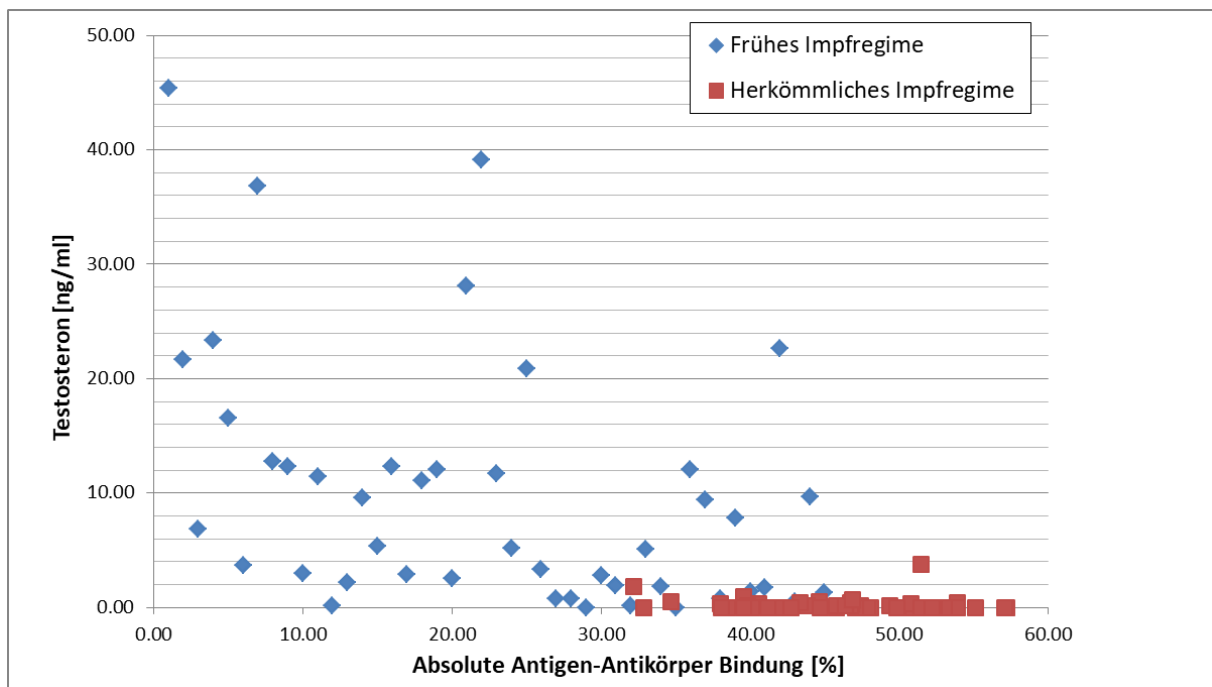


Abbildung 19: Testosterongehalte im Blutserum und absolute Antigen-Antikörper Bindung von Mastebnern der beiden Versuchsvarianten

In der Zusammenschau der Testosterongehalte mit dem Androstenongehalt, einer der Leitsubstanzen des Ebergeruchs, fällt auf, dass Tiere, deren Androstenongehalt über $1.000 \text{ ng Androstenon g}^{-1} \text{ Fett}$ lag und die somit als (potenziell) geruchsauffällig galten, nicht gleichzeitig auch den höchsten Testosterongehalt hatten, und dass Tiere mit einem vergleichsweise niedrigen Androstenongehalt vereinzelt hohe Testosterongehalte zeigten (Abbildung 20). Diese Beobachtung widerspricht Zamaratskaia, Babol, Madej, Squires, & Lundström (2004), die von einer signifikanten Korrelation zwischen Androstenon und Hodenhormonwerten berichten. Ein möglicher Grund für diese Diskrepanz könnte darin liegen, dass (Zamaratskaia et al. (2004) Blutproben von lebenden Tieren zogen, während die Blutproben im vorliegenden Projekt am Schlachthof während des Entblutens gewonnen wurden. Auch Kress et al. (2020) zeigten für Eber deutlich erhöhte Testosteronwerte am Schlachthof, was u.a. auf einen durch Transport- und Wartezeit bedingten Anstieg von Testosteron zurückzuführen sein kann,

wie Wesoly et al. 2015 nachwiesen (Kress, Weiler, Schmucker, Čandek-Potokar, Vrecl, Fazarinc, Škrlep, Batorek-Lukač, & Stefanski, 2020; Wesoly, Jungbluth, Stefanski, & Weiler, 2014). Abschließend ist festzustellen, dass die Hodenfunktion der frühen Impfguppe zwar eingeschränkt, jedoch intakt (genug) für eine Testosteronproduktion, und daran gekoppelt auch Androstenonproduktion, ist so dass Geruchsabweichungen nicht 100%ig ausgeschlossen sind.

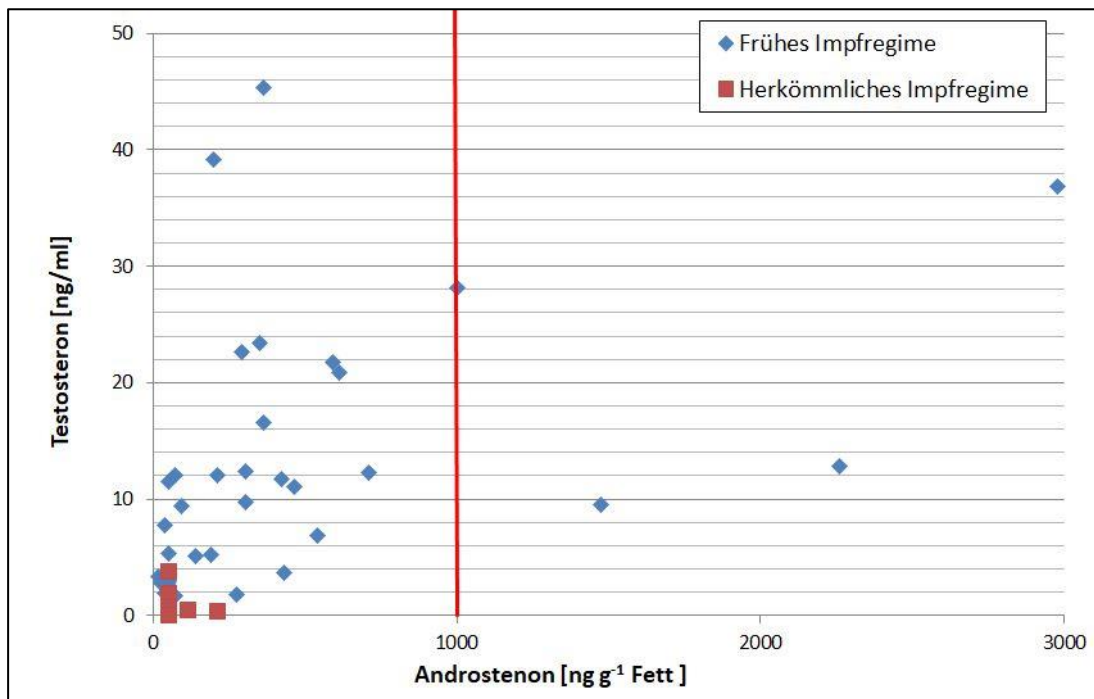


Abbildung 20: Androstenongehalte im Schulterspeck und Testosterongehalte im Blutserum von Mastebnern der beiden Versuchsvarianten.

In Abbildung 21 sind die Testosterongehalte im Blutserum in Abhängigkeit vom Lebensalter der Tiere dargestellt. Die Testosterongehalte der herkömmlich geimpften Eber liegen unabhängig vom Alter überwiegend in einem Bereich von bis zu 2 ng / ml Blutserum. Ausnahmen sind zwei kleine Cluster mit 170 Tagen und 192 Tagen, die insgesamt aus 5 Tieren bestehen. Bei den früh geimpften Tieren fällt unabhängig vom Alter eine deutlich größere Variation in den Testosterongehalten auf, wobei der Großteil der Messungen im Bereich bis 20 ng / ml Blutserum liegt. Demnach scheint kein gerichteter Einfluss des Alters auf die Testosterongehalte zu bestehen, und sich vielmehr der Unterschied im Testosteron bestätigt, wie bereits dargestellt (früh geimpft signifikant höher als herkömmlich geimpft), mit der Zusatzinformation, dass die Streuung bei den früh geimpften Tieren größer ist.

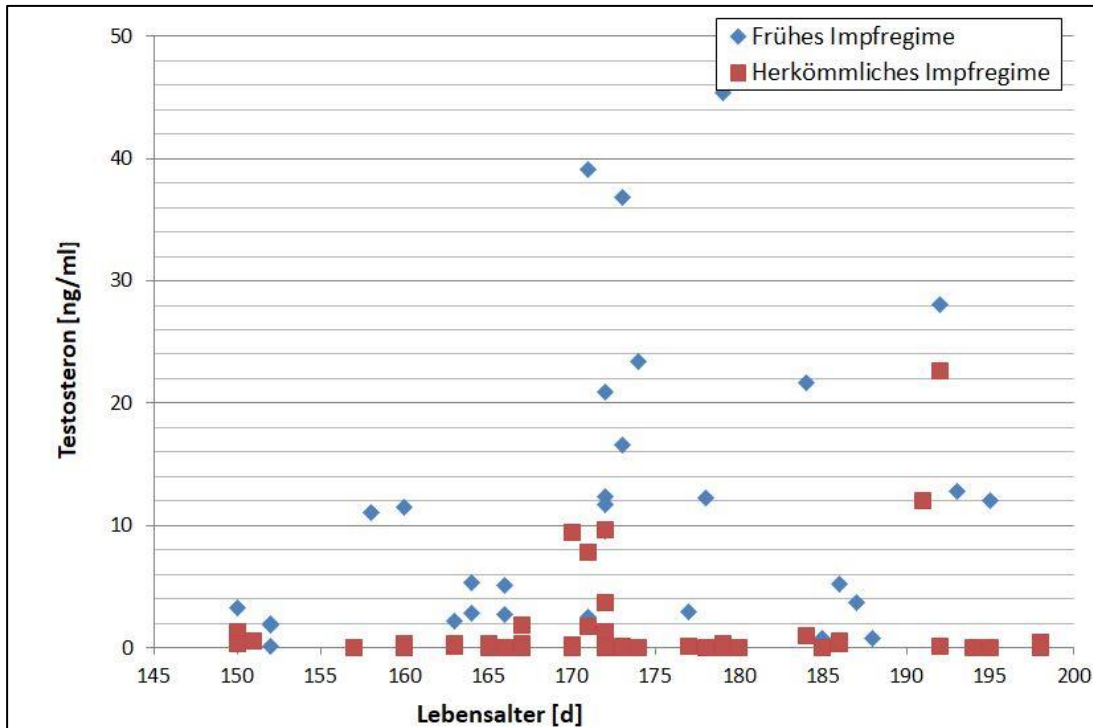


Abbildung 21: Testosterongehalte im Blutserum und Lebensalter von Mastebnern der beiden Versuchsvarianten

5.7 Forschungsfrage 7: Auswirkungen auf Tierverhalten

Tierverhalten:

Der Beobachterabgleich wurde mithilfe des PABAK-Tests (prevalence adjusted bias adjusted kappa) vorgenommen und ergab einen PABAK-Wert von 0,88, welcher nach (Gunnarsson, Algers, & Svedberg, 2000) als gute Übereinstimmung gilt.

Das Impfregime hatte keinen signifikanten Effekt auf das Auftreten von negativem Eberverhalten (Beißen, Stoßen, Aufreiten). Die negativen Verhaltensweisen „Beißen“, „Stoßen“ und „Aufreiten“ in jeweils vergleichender Einzelbetrachtung wurden ebenfalls nicht signifikant vom Impfregime beeinflusst (Tabelle 21).

Tabelle 21 Signifikanzlevel der fixen Effekte für die statistische Überprüfung des Auftretens negativen Eberverhaltens

	Fixe Effekte		
	Impfregime	Durchgang	Tagesabschnitt
Negatives Eberverhalten	ns	ns	ns
Beißen	ns	ns	**
Stoßen	ns	ns	ns
Aufreiten	ns	ns	ns

*** p < 0,001 höchst signifikant, ** p < 0,01 hoch signifikant, * p < 0,05 signifikant, ns nicht signifikant, - - nicht im Modell

Integumentbonitur

Die Integumentbonituren am lebenden Tier zeigten, dass numerisch die Tiere des frühen Impfregimes zwar häufiger verletzt waren als die herkömmlich geimpften Tiere, allerdings war keiner der Unterschiede statistisch signifikant (Tabelle 22). Auch innerhalb der einzelnen Körperregionen gab es keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Auftretens von Verletzungen (Tabelle 22).

Tabelle 22: Relative Häufigkeiten von Beobachtungen (%) ohne bzw. mit Verletzungen in Abhängigkeit vom Impfregime

	Impfregime		Gesamt
	früh	herkömmlich	
Anzahl Beobachtungen (n)	259	266	525
Gesamt			
Keine Verletzungen	54,4	58,3	56,4
Verletzungen	45,6	41,7	43,6
Ohren			
Keine Verletzungen	82,6	84,2	83,4
Verletzungen	17,4	15,8	16,6
Kopf bis Schulter			
Keine Verletzungen	76,8	75,9	76,4
Verletzungen	23,2	24,1	23,6
Schulter bis Flanke			
Keine Verletzungen	80,7	85,3	83,1
Verletzungen	19,3	14,7	16,9

Schinken			
Keine Verletzungen	94,2	94,0	94,1
Verletzungen	5,8	6,0	5,9
Beine			
Keine Verletzungen	97,7	98,9	98,3
Verletzungen	2,3	1,1	1,7
Präputium			
Keine Verletzungen	98,5	99,6	99,0
Verletzungen	1,5	0,4	1,0
Hoden			
Keine Verletzungen	100	99,3	99,6
Verletzungen	0	0,7	0,4
Schwanz			
Keine Verletzungen	96,1	97,4	96,8
Verletzungen	3,9	2,6	3,24

Die Penisspitzenbonitur konnte nicht bei allen Tieren durchgeführt werden. Bei 2 Tieren der herkömmlichen Impfgruppe und 17 Tieren der frühen Impfgruppe war der Penis im Schacht nicht zu bewegen und konnte daher nicht entnommen und bonitiert werden. Die in Tabelle 23 dargestellten bonitierten Tieren wiesen in beiden Gruppen größtenteils (früh: 92,1 %, herkömmlich: 92,3 %) unverletzte Penisspitzen auf und erhielten somit die Boniturnote 0 (Tabelle 23). Die Boniturnote 2 wurde nur an ein einziges früh geimpftes Tier vergeben.

Tabelle 23: Relative Häufigkeiten der einzelnen Penisboniturnoten (%)

Boniturnote	Impfregime	
	früh (n=38)	herkömmlich (n=52)
0	92,1	92,3
1	5,6	7,7
2	2,6	0
3	0	0

Hinsichtlich des Tierverhaltens gab es zwischen den beiden Impfregimes keine statistisch signifikanten Unterschiede. In beiden Impfgruppen wurde zwar negatives Eberverhalten verzeichnet, dieses führte jedoch nicht zu schwerwiegenden Verletzungen und hatte somit keinen negativen Einfluss auf das

Wohlbefinden der Tiere. Die Verletzungshäufigkeit, die durch Integumentbonituren am lebenden Tier festgehalten wurde, wurde ebenfalls statistisch nicht signifikant durch das Impfregime beeinflusst. Auch die Penisspitzen waren in beiden Gruppen größtenteils unverletzt. Dies lässt darauf schließen, dass auch früh geimpfte Tiere unter ökologischen Bedingungen ohne negative Einflüsse auf das Tierwohl problemlos gehalten werden können. Vergleichbare Ergebnisse aus den vorherigen Projektphasen bestätigen keine Beeinträchtigungen des Tierwohls bei der Mast von Ebern unter ökologischen Gegebenheiten (Werner et al. 2020a).

5.8 Forschungsfrage 8: Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Fleischqualität

Mastleistung

Die Mastschweine wurden mit einer durchschnittlichen Lebendmasse von 24,7 kg (SD: 6,6 kg) in den Versuchsstall eingestallt. Die Schlachtung der Tiere erfolgte bei einem mittleren Mastendgewicht von 115 kg (SD: 8,8 kg). Das Alter der Mastschweine betrug dabei im Mittel 172 Tage (SD: 13 d).

Die Signifikanzlevels der fixen Effekte und der Kovariablen für die Tageszunahmen in den einzelnen Abschnitten der Mastperiode werden in Tabelle 24 dargestellt. Das Impfregime hatte einen Effekt auf die durchschnittlichen täglichen Zunahmen in der Vormast. Die Tageszunahmen in der Endmast und über die gesamte Mast betrachtet wurden vom Impfregime nicht signifikant beeinflusst.

Tabelle 24: Signifikanzlevel der fixen Effekte und der Kovariablen für die statistische Überprüfung der Kriterien der Mastleistung

	Fixe Effekte		Kovariablen	
			Lebendmasse zu Beginn	
	Impfregime	Durchgang	Vormast	Endmast
Tageszunahmen				
Vormast	*	***	***	--
Endmast	ns	ns	--	***
Gesamte Mast	ns	**	***	--
Lebendmasse				
Vormast	ns	ns	--	--
Endmast	ns	ns	--	--
Schlachtung	ns	ns	--	--
Lebensalter	ns	ns	***	--

*** p < 0,001 höchst signifikant, ** p < 0,01 hoch signifikant, * p < 0,05 signifikant, ns nicht signifikant, -- nicht im Modell

Tabelle 25 gibt die Tageszunahmen für den Zeitraum der Vor-, End- und Gesamtmast auf Einzeltierbasis wieder. Die durchschnittlichen Tageszunahmen (LS Means) in der Vormast betragen bei den früh geimpften Tieren 824 g und lagen signifikant ($p=0,047$) über denen der herkömmlich geimpften Tiere in Höhe von 783 g. Die durchschnittlichen Tageszunahmen während der Endmast ($p=0,970$) und gesamten Mast ($p=0,473$) unterschieden sich nicht signifikant zwischen den Impfregimen.

Tabelle 25: Tageszunahmen (g) von Mastebnern in unterschiedlichen Mastabschnitten in Abhängigkeit vom Impfregime (LS Means, SEM)

	Impfregime		SEM
	früh	herkömmlich	
Anzahl Tiere (n)	55	54	
Vormast	824 ^a	783 ^b	14,3-14,4
Endmast	969	970	16,3-16,4
Gesamte Mast	916	903	15,0

^{a,b} ungleiche Indices zeigen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Die höheren Tageszunahmen der früh geimpften Tiere in der Vormast lassen sich durch die gesteigerte Zunahmen immunkastrierter Eber nach der zweiten Impfung im Vergleich zu intakten Ebern erklären (C. Pauly, Spring, Odoherly, Ampuero Kragten, & Bee, 2009).

Futteraufwand

Sämtliche Futterverbräuche werden im Folgenden in Trockenmasse angegeben.

Der Kraftfutterverbrauch der früh geimpften Tiere lag in der Vormast bei 1,6 kg Tag⁻¹ und in der Endmast bei 2,2 kg Tag⁻¹. Die herkömmlich geimpften Tiere hatten einen Kraftfutterverbrauch in der Vormast von 1,5 kg Tag⁻¹ und in der Endmast 2,2 kg Tag⁻¹. Der Verbrauch unterschied sich zwischen den Gruppen weder in der Vormast ($p=0,486$) noch in der Endmast ($p=0,916$) signifikant voneinander.

Der Futteraufwand der Mastschweine auf Buchtenebene während der Vormast unterschied sich bei ausschließlicher Betrachtung der Kraftfuttermengen mit 2,0 kg Futter kg⁻¹Zuwachs in beiden Impfgruppen nicht signifikant voneinander. Gleiches gilt für die Endmast in der bei ausschließlicher Betrachtung der Kraftfuttermengen beide Impfregimes einen Futteraufwand von 2,3 kg Futter kg⁻¹Zuwachs hatten. Unter zusätzlicher Berücksichtigung der KGS-Mengen unterschied sich der Futterverbrauch ebenfalls nicht signifikant zwischen den Gruppen und lag über die gesamte Mast bei den früh geimpften Tieren bei 2,2 kg Tag⁻¹ und bei den herkömmlich geimpften Tieren bei 2,1 kg Tag⁻¹. Der Futteraufwand unterschied sich ebenfalls nicht signifikant und lag bei 2,4 kg Tag⁻¹.

Die täglichen Zunahmen sowie der Futteraufwand bewegen sich in beiden Impfregimes auf einem hohen Leistungsniveau, wie es auch in der konventionellen Schweinemast bei immunokastrierten Ebern vorzufinden ist (Fuchs, Nathues, Koehrmann, Andrews, Brock, Klein, & Beilage, 2011).

Schlachtkörperqualität

Sämtliche Kriterien der Schlachtkörperqualität wurden einzeltierbezogen erfasst. Das mittlere Warm-Schlachtgewicht betrug 89,3 kg (SD: 7,5 kg).

Tabelle 26 zeigt die Signifikanzlevel der im statistischen Modell verwendeten fixen Effekte und Kovariablen zur Überprüfung der Schlachtkörperqualität. Das Impfregime hatte bei keinem der betrachteten Schlachtkörperqualitätsparameter einen statistisch signifikanten Effekt auf die Ausprägung.

Tabelle 26: Signifikanzlevel der fixen Effekte und der Kovariablen für die statistische Überprüfung der Kriterien der Schlachtkörperqualität

	Fixe Effekte		Kovariable
	Impfregime	Durchgang	Schlachtgewicht
Ausschlachtung	ns	*	- -
Rückenspeckdicke (RSD)			
- Kamm	ns	**	***
- Mitte	ns	***	***
- Lende	ns	*	**
Seitenspeckdicke	ns	***	***
Speckmaß B	ns	**	*
Fleischfläche	ns	***	***
Fettfläche	ns	ns	ns
Muskelfleischanteil [#]	ns	***	ns

*** p < 0,001 höchst signifikant, ** p < 0,01 hoch signifikant, * p < 0,05 signifikant, ns nicht signifikant, - - nicht im Modell; # nach Bonner Formel

Tabelle 27 zeigt die Schlachtkörperqualität der Masteber. Es konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Impfregimes festgestellt werden.

Tabelle 27: Kriterien der Schlachtkörperqualität von Mastebnern in Abhängigkeit vom Impfreime (LS Means, SEM)

	Impfreime		SEM
	früh	herkömmlich	
Anzahl Tiere (n)	55	54	
Ausschlachtung (%)	77,8	77,8	0,28
Rückenspeckdicken (cm)			
- Kamm, dickste Stelle	3,5	3,6	0,07
- Mitte, dünnste Stelle	1,5	1,6	0,04
- Lende, dünnste Stelle	1,3	1,2	0,06
Seitenspeckdicke, 13 Rippe (cm)	2,5	2,4	0,08
Speckmaß B, 13. Rippe (cm)	1,3	1,3	0,04
Fleischfläche, 13. Rippe (cm ²)	45,5	45,6	0,63
Fettfläche, 13. Rippe (cm ²)	9,7	10,6	0,68
Muskelfleischanteil (%)	56,7	56,5	0,33

Die Ergebnisse zur Schlachtkörperqualität zeigen im Wesentlichen Werte, wie sie in der ökologischen Schweinemast zu erwarten waren (Brandt, Werner, Baulain, Brade, & Weissmann, 2010) und unterscheiden sich zwischen den Impfgruppen nicht signifikant voneinander.

Fleischqualität

Tabelle 28 zeigt die Signifikanzlevel der im statistischen Modell verwendeten fixen Effekte zur Überprüfung der physikalischen Fleischqualitätsparameter, Tabelle 29 zeigt die physikalische Fleischqualität der früh und der herkömmlich geimpften Tiere. Die Leitfähigkeit 24 h *p.m.* wurde durch das Impfreime signifikant beeinflusst. Jedoch liegt die mittlere Leitfähigkeit in beiden Gruppen deutlich unter 6, sodass jegliche PSE-Kondition fehlt und die Signifikanz nicht von Bedeutung ist. Alle anderen ausgewählten physikalisch basierten Merkmale wurden vom Impfreime nicht signifikant beeinflusst. Der pH₂₄-Wert zeigt ausnahmslos das Fehlen von DFD-Konditionen. Diese Tatsachen werden zusätzlich durch die Größenordnungen der L-, a- und b-Werte der Fleischfarbe gestützt, welche die bei Schweinefleisch gewünschte farbliche Ausprägung zeigen (Brandt et al., 2010).

Tabelle 28: Signifikanzlevel der fixen Effekte für die statistische Überprüfung der Kriterien der Fleischqualität (physikalisch basierte Parameter)

	Fixe Effekte	
	Impfregime	Durchgang
Physikalisch basierte Parameter		
Leitfähigkeit 24 h <i>p.m.</i>	*	ns
pH-Wert 24 h <i>p.m.</i>	ns	*
L-Wert	ns	ns
a-Wert	ns	*
b-Wert	ns	*
Tropfsaftverlust, 48h <i>p.m.</i>	ns	***

*** p < 0,001 höchst signifikant, ** p < 0,01 hoch signifikant, * p < 0,05 signifikant, ns nicht signifikant

Tabelle 29: Fleischqualität im Kotelett (*M. longissimus*) von Mastebnern in Abhängigkeit vom Impfregime (LS Means, SEM)

	Impfregime		SEM
	früh	herkömmlich	
Anzahl Tiere (n)	55	54	
Physikalisch basierte Parameter			
Leitfähigkeit 24 h <i>p.m.</i> ^{14./15. Rippe}	2,0 ^a	1,7 ^b	0,09
pH-Wert 24 h <i>p.m.</i> ^{13. Rippe}	5,7	5,8	0,02
L-Wert (Fleischfarbe) ^{13. Rippe}	51,9	51,9	0,38
a-Wert (Fleischfarbe) ^{13. Rippe}	8,8	8,5	0,22-0,23
b-Wert (Fleischfarbe) ^{13. Rippe}	4,8	4,8	0,17
Tropfsaftverlust 48h <i>p.m.</i> ^{14.Rippe (%)}	5,4	5,2	0,32

^{a, b} ungleiche Indices einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede (p < 0,05)

Die chemischen Parameter der Fleisch- bzw. Fettbeschaffenheit (Fettsäuremuster) sind einführend sei in Kapitel 5.3. beschrieben. Mit Ausnahme der SFA beeinflusst das Impfregime die Fettsäurezusammensetzung im Subkutan- sowie im intramuskulären Fett signifikant (p < 0,05; Tabelle 30).

Tabelle 30: Signifikanzlevel der fixen Effekte für die statistische Überprüfung der Kriterien der Fettsäurezusammensetzung im Subkutanfett und im intramuskulären Fett (M. longissimus).

	Fixe Effekte	
	Impfregime	Durchgang
Subkutanfett		
- SFA	ns	***
- MUFA	*	***
- PUFA	*	***
IMF		
- SFA	ns	***
- MUFA	**	***
- PUFA	*	***

*** p < 0,001 höchst signifikant, ** p < 0,01 hoch signifikant, * p < 0,05 signifikant, ns nicht signifikant

Tabelle 31 zeigt die Fettsäurezusammensetzung im Subkutanfett und im intramuskulären Fett (M. longissimus) von Mastebnern in Abhängigkeit vom Impfregime. Der Anteil der mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) ist dabei in der frühen Impfgruppe jeweils signifikant erhöht, während die Gehaltswerte der einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) beim herkömmlichen Impfregime höher sind. Die ermittelten Unterschiede zwischen den Impfregime sind jedoch von geringer praktischer Relevanz. Die Gehaltswerte entsprechen im Übrigen den Erwartungswerten (siehe unter anderem Liu et al., 2017; C. Pauly et al., 2009).

Tabelle 31: Fettsäurezusammensetzung im Subkutanfett und im intramuskulären Fett (M. longissimus) von Mastebnern in Abhängigkeit vom Impfregeime (LS Means, SEM)

	Impfregeime		SEM
	früh	herkömmlich	
Anzahl Tiere (n)	55	54	
Subkutanfett			
- SFA (%)	34,0 ^a	34,2 ^a	0,24
- MUFA (%)	48,5 ^b	49,0 ^a	0,17
- PUFA (%)	17,4 ^a	16,8 ^b	0,24
IMF			
- SFA (%)	36,2 ^a	36,5 ^a	0,24
- MUFA (%)	48,9 ^b	50,1 ^a	0,34
- PUFA (%)	15,0 ^a	13,4 ^b	0,47

^{a, b} ungleiche Indices einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

Die Hauptkomponenten des Ebergeruchs wurden signifikant vom Impfregeime beeinflusst (Tabelle 32). Die durchschnittlichen Androstenon- sowie auch die Skatolwerte waren in der frühen Impfgruppe signifikant höher als beim herkömmlichen Impfschema (Tabelle 33).

Tabelle 32: Signifikanzlevel der fixen Effekte für die statistische Überprüfung der Ebergeruchsstoffe im subkutanen Fettgewebe (Schulterspeck).

	Fixe Effekte	
	Impfregeime	Durchgang
Androstenon	***	*
Skatol	***	ns

*** $p < 0,001$ höchst signifikant, ** $p < 0,01$ hoch signifikant, * $p < 0,05$ signifikant, ns nicht signifikant

Tabelle 33: Gehalt der Ebergeruchssubstanzen Androstenon und Skatol im Schulterspeck von Mastebnern in Abhängigkeit vom Impfregime (LS Means, SEM)

	Impfregime		SEM
	früh	herkömmlich	
Anzahl Tiere (n)	55	54	
Androstenon (ng/g)	345,5 ^a	58,6 ^b	54
Skatol (ng/g)	49,8 ^a	21,9 ^b	6,5

^{a, b} ungleiche Indices einer Zeile zeigen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$)

6 Nutzen und Verwertbarkeit

Das vorliegende Verbundprojekt trägt dazu bei, die potentielle Alternative der Immunokastration für ökologisch wirtschaftende Betriebe praktikabler zu gestalten. Dazu wurde ein frühes Impfbregime, das bereits beim Ferkelerzeuger umgesetzt werden kann, getestet. Dieses geänderte Impfbregime wurde hinsichtlich seiner praktischen Umsetzung und der Wirksamkeit sowie hinsichtlich möglicher Auswirkungen auf die Schlachtkörperzusammensetzung und die Fleischbeschaffenheit untersucht.

Ergänzend wurde die Akzeptanz der Immunokastration für die ökologische Verwenderschaft anhand verschiedener Kommunikationsstrategien ermittelt sowie die sensorische Akzeptanz von Verarbeitungsprodukten aus (stark) geruchsbelastetem Eberfleisch untersucht.

Das Projekt ermöglichte die Untersuchung wesentlicher Voraussetzungen zur Etablierung der Ebermast bzw. der Immunokastration für ökologisch wirtschaftende Betriebe. Das Projekt liefert konkrete Handlungsempfehlungen für Betriebe, grundlegende Erkenntnisse über die Produktqualität und eingehendes Verständnis über die Akzeptanz der Immunokastration für die ökologische Verwenderschaft. Teile der Ergebnisse wurden bereits englisch- bzw. deutschsprachig publiziert, weitere Publikationen sowie die Veranstaltung eines Workshops für die interessierte Fachwelt sind noch geplant (Details siehe Kapitel 10).

7 Geplante und erreichte Ziele

Wie im Verlängerungsantrag vom 22.3.2018 ausgeführt, war das vorrangige Ziel der Projektphase „Improvac“, ein innovatives Impfbregime mit dem GnRH-Analogen Improvac® der Firma Zoetis Deutschland GmbH, Berlin, auf die irreversible Rückbildung der Hoden zur Ausschaltung von Ebergeruch zu testen. Dieses Ziel wurde vollumfänglich erreicht. Ein Mastversuch zur Erhebung der Mast- und Schlachtleistung sowie des Kastrationsstatus und des Ebergeruchs wurde antragsgemäß durchgeführt, die Fleisch- und Fettqualität der Eber wurde erhoben, und die Akzeptanz der Verbraucherschaft von ökologischen Lebensmitteln hinsichtlich des zu untersuchenden Verfahrens wurde erfragt. Zusätzlich zu den im Verlängerungsantrag beschriebenen Arbeiten ergab sich die Möglichkeit, den Immunisierungsgrad der geimpften Tiere durch die Universität Hohenheim (Prof. Dr. Ulrike Weiler) kostenneutral bestimmen zu lassen, wodurch ergänzende Informationen zum Impferfolg zur Verfügung stehen.

8 Zusammenfassung

Die frühe Improvac®-Impfung im Ferkelalter ließ sich gut in die Arbeitsabläufe der ökologischen Ferkelerzeugung integrieren. Die erste Impfung wurde in den routinemäßigen Impfprozess des Ferkelerzeugers eingebaut, wodurch kein zusätzlicher Arbeitsaufwand entstand. Die zweite Impfung wurde am Tag des Absetzens durchgeführt. Da die Ferkel für das Absetzen ohnehin separiert werden mussten, entstand auch hier kaum zusätzlicher Arbeitsaufwand durch das Impfen. Sowohl die erste als auch zweite Impfung vertrugen die Ferkel sehr gut und zeigten keine Auffälligkeiten. Auch die spätere Mast der früh geimpften Tiere verlief problemlos. Die Mast- und Schlachtleistung der Tiere wurde nicht vom Impfrezime beeinflusst und bewegte sich in praxisüblichen Größenordnungen. Das frühe Impfschema führte nicht zu nennenswerten Unterschieden in der Fleisch- und Fettbeschaffenheit. Laut der histologischen Untersuchung waren alle Tiere fortpflanzungsunfähig. Die im Schlachtblut gemessenen Testosterongehalte waren hingegen bei Tieren des frühen Impfrezimes deutlich höher als bei herkömmlicher Impfung, und die Androstenon- und Skatolgehalte als Leitsubstanzen des Ebergeruchs zeigten bei frühem Impfrezime sowohl höhere Durchschnittswerte als auch eine deutlich größere Streuung, so dass von einer zumindest teilweise wiedereinsetzenden Hodenfunktion ausgegangen werden kann. Unter den Bedingungen dieses Projektes führte das frühe Impfschema in der dritten bzw. siebten Lebenswoche folglich nicht zu einer irreversiblen Hemmung der Hodenfunktion; das frühe Impfrezime konnte Ebergeruch nicht mit derselben Zuverlässigkeit vermeiden wie das herkömmliche Impfrezime.

Beide Studien zur Verarbeitung von Fleisch mit Geruchsabweichungen zeigen, dass bis zu 30 % stark geruchsabweichendes Eberfleisch zu sensorisch akzeptablen Produkten genutzt werden kann. Sowohl in einem sensorischen Konsumententest in standardisierter Laborumgebung als auch in einer Verkostung unter Realbedingungen waren keine signifikanten, sondern bestenfalls als marginal zu bezeichnende Gefallensunterschiede festzustellen – selbst wenn die Produkte fettreich waren und heiß verzehrt wurden. Die Ergebnisse verdeutlichen damit, dass eine pauschale Untauglichmachung von Eberschlachtkörpern mit Geruchsabweichungen im Rahmen der amtlichen Schlachtier- und Fleischuntersuchung weder gerechtfertigt noch notwendig ist.

Sowohl die Fokusgruppendifkussionen als auch die online-Studie belegen die größere Interesse der Bio-Verwenderschaft an Ernährung und Landwirtschaft und eine höhere Sensibilität für die Thematik der Kastration, wenngleich sich das nicht zwangsläufig mit tiefergehenden Kenntnisse dazu einhergeht. Die Ergebnisse der online Studie belegen, dass die Bio-Verwenderschaft die getesteten Konzepte nicht

grundsätzlich anders beurteilen als die jene Verbraucher*innen, die überwiegend konventionelle Produkte verwenden. Das heißt, dass es keine grundsätzlich andere Kommunikationsstrategie bedarf. Keine der getesteten Argumentationen zur Immunkastration erzielte einen bedeutsamen Vorteil. Dennoch scheint es im Licht der negativen Wahrnehmung der chirurgischen Kastration selbst ratsam, möglichst wenige Details zu vermitteln und eher die Bemühungen um Tierwohl, Produktqualität und Verbraucherschutz im Gleichklang zu betonen. Die Begrifflichkeit „Impfung gegen Ebergeruch“ wird von den Befragten als verständlicher beurteilt, wirft jedoch dennoch weitere Fragen auf. In der Gesamtschau der Ergebnisse der online-Studie kann kein praxisrelevanter Widerstand der Bio-Klientel gegenüber der Immunokastration ausgemacht werden.

9 Literaturverzeichnis

- (ALZ) Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein (2007). (Vol. 67).
- Batorek, N., Čandek-Potokar, M., Bonneau, M., & Van Milgen, J. (2012). Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *Animal*, 6(8), 1330–1338.
- W.B.A. (2015). Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung. BMEL
- Bosch, L., Tor, M., Reixach, J., & Estany, J. (2012). Age-related changes in intramuscular and subcutaneous fat content and fatty acid composition in growing pigs using longitudinal data. *Meat Science*, 91(3), 358–363.
- Brandt, H., Werner, D. N., Baulain, U., Brade, W., & Weissmann, F. (2010). Genotype-environment interactions for growth and carcass traits in different pig breeds kept under conventional and organic production systems. *Animal*, 4(4), 535–544.
- Bruhn, M. (2008). Herausforderungen an die Kommunikationspolitik der Unternehmen der Agrar- und Ernährungswirtschaft. In *Zukunftsperspektiven der Fleischwirtschaft – Verbraucher, Märkte, Geschäftsbeziehungen* (pp. 465–488).
- Brunius, C., Zamaratskaia, G., Andersson, K., Chen, G., Norrby, M., Madej, A., & Lundström, K. (2011). Early immunocastration of male pigs with Improvac® - Effect on boar taint, hormones and reproductive organs. *Vaccine*, 29(51), 9514–9520.
- Du, M., Ahn, D. U., & Sell, J. L. (2000). Effects of dietary conjugated linoleic acid and linoleic:linolenic acid ratio on polyunsaturated fatty acid status in laying hens. *Poultry Science*, 79(12), 1749–1756.
- Einarsson, S., Brunius, C., Wallgren, M., Lundström, K., Andersson, K., Zamaratskaia, G., & Rodriguez-Martinez, H. (2011). Effects of early vaccination with Improvac® on the development and function of reproductive organs of male pigs. *Animal Reproduction Science*, 127(1–2), 50–55.
- Field, R. A. (1971). Effects of castration on meat quality and quantity. *J Anim Sci*, 849–858.
- Fuchs, T., Nathues, H., Koehrmann, A., Andrews, S., Brock, F., Klein, G., & Beilage, E. (2011). Comparative growth performance of pigs immunised a gonadotrophin releasing factor vaccine with surgically castrated pigs and entire boars raised under conventionally managed conditions. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 124(1/2), 22–27.
- Gunnarsson, S., Algers, B., & Svedberg, J. (2000). Description and evaluation of a scoring system of clinical health in laying hens. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*.
- Kress, K., Weiler, U., Schmucker, S., Čandek-Potokar, M., Vrecl, M., Fazarinc, G., Škrlep, M., Batorek-Lukač, N., & Stefanski, V. (2020). Influence of housing conditions on reliability of immunocastration and consequences for growth performance of male pigs. *Animals*, 10(1).
- Kuznetsova, A., Brockhoff, P. B., Bojesen Christensen, R. H., & Jensen, S. P. (2020). *Tests in Linear Mixed Effects Models, package "lmerTest."*
- Liu, X., Trautmann, J., Wigger, R., Zhou, G., & Mörlein, D. (2017). Fatty acid composition and its association with chemical and sensory analysis of boar taint. *Food Chemistry*, 231, 301–308.
- Lusk, J. L., & Bailey Norwood, F. (2009). Some economic benefits and costs of vegetarianism. *Agricultural and Resource Economics Review*, 38(2), 109–124.
- Meier-Dinkel, L., Gertheiss, J., Schnäkel, W., & Mörlein, D. (2016). Consumers' perception and acceptance of boiled and fermented sausages from strongly boar tainted meat. *Meat Science*, 118, 34–42.
- Mörlein, D., & Schübeler, A. S. (2017). So gelingt der Dialog mit den Kunden. *Fleischwirtschaft*, 10, 36–40.
- Padilla Bravo, C., Cordts, A., Schulze, B., & Spiller, A. (2013). Assessing determinants of organic food consumption using data from the German National Nutrition Survey II. *Food Quality and Preference*, 28(1), 60–70.

- Pauly, C., Spring, P., Odoherly, J. V., Ampuero Kragten, S., & Bee, G. (2009). Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal*, 3(7), 1057–1066.
- Pauly, Carine, Luginbühl, W., Ampuero, S., & Bee, G. (2012). Expected effects on carcass and pork quality when surgical castration is omitted - Results of a meta-analysis study. *Meat Science*, 92(4), 858–862.
- Rydhmer, L., Lundström, K., & Andersson, K. (2010). Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. *Animal*, 4(6), 965–972.
- Sauer, F., Schmoll, F., & Sattler, T. (2014). Einfluss des Alters bei der zweiten Improvac®-Vakzination auf Hodengewicht, Hodenhistologie und Ebergeruchsstoffe von männlichen Mastschweinen im Vergleich zu intakten Mastebnern und Kastraten. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 101(5–6), 103–109.
- Schmidt, T., Calabrese, J. M., Grodzycki, M., Paulick, M., Pearce, M. C., Rau, F., & von Borell, E. (2011). Impact of single-sex and mixed-sex group housing of boars vaccinated against GnRF or physically castrated on body lesions, feeding behaviour and weight gain. *Applied Animal Behaviour Science*, 130(1–2), 42–52.
- Schübeler, A. S., & Mörlein, D. (2017). Wie reagieren Verbraucher auf Impfung gegen Ebergeruch? *Fleischwirtschaft*, 5, 34–39.
- Spiller, A., & Nitzko, S. (2014). *Verbraucherverständnis von Transparenz*.
- Trautmann/Mörlein, J., Gertheiss, J., Wicke, M., & Mörlein, D. (2014). How olfactory acuity affects the sensory assessment of boar fat: A proposal for quantification. *Meat Science*, 98(2), 255–262.
- Verbraucherzentrale. (2013). *Was sind die Gründe, dass Sie keine tierischen Produkte essen/kein Fleisch essen/nur selten Fleisch essen?* Retrieved from <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/285473/umfrage/umfrage-zu-gruenden-fuer-fleischverzicht/>
- Weiler, U., & Wesoly, R. (2012). Physiologische Aspekte der Androstenon- Und Skatolbildung beim Eber. *Zuchungskunde*, 84(5), 365–393.
- Werner D., Höinghaus K., Brandt H., Weißmann F., Baldinger L., B. R. (2020a). Performance of organic entire male pigs from two sire lines and two feeding strategies. Part 1: Growth performance, carcass quality, and injury prevalence. *Landbauforsch J Sustainable Organic Agric Syst* 70, (1). *In press*.
- Werner D., Höinghaus K., Meier-Dinkel L., Mörlein D., Brandt H., Weißmann F., Aulrich K., Baldinger L., B. R. (2020b). Organic fattening of entire male pigs from two sire lines under two feeding strategies. Part 2: Meat quality and boar taint. *Landbauforsch J Sustainable Organic Agric Syst* 70, (1). *In press*.
- Wesoly, R., Jungbluth, I., Stefanski, V., & Weiler, U. (2014). Pre-slaughter conditions influence skatole and androstenone in adipose tissue of boars. *Meat Science*, 99, 60–67.
- Zamaratskaia, G., Babol, J., Madej, A., Squires, E. J., & Lundström, K. (2004). Age-related variation of plasma concentrations of skatole, androstenone, testosterone, oestradiol-17 β , oestrone sulphate, dehydroepiandrosterone sulphate, triiodothyronine and IGF-1 in six entire male pigs. *Reproduction in Domestic Animals*, 39(3), 168–172.

10 Veröffentlichungen

Begutachtete Artikel (Peer-reviewed)

- [1.] Mörlein J., Meier-Dinkel L., Gertheiss J., Schnäckel W., Mörlein D. (2019a): Sustainable use of tainted boar meat: Blending is a strategy for processed products, *Meat Science* 152 (2019) 65–72.
- [2.] Werner D., Höinghaus K., Brandt H., Weißmann F., Baldinger L., B. R. (2020a). Performance of organic entire male pigs from two sire lines and two feeding strategies. Part 1: Growth performance, carcass quality, and injury prevalence. *Landbauforsch J Sustainable Organic Agric Syst.* 70 (1). *In press.*
- [3.] Werner D., Höinghaus K., Meier-Dinkel L., Mörlein D., Brandt H., Weißmann F., Aulrich K., Baldinger L., B. R. (2020b). Organic fattening of entire male pigs from two sire lines under two feeding strategies. Part 2: Meat quality and boar taint. *Landbauforsch J Sustainable Organic Agric Syst* 70 (1). *In press.*

Deutsche Fachbeiträge

- [1.] Mörlein J. (2019b): Ist Eberfleisch wirklich genussuntauglich?, *Fleischwirtschaft* 4, 182-183.
- [2.] Mörlein J., Schübeler A.S., Mörlein D. (2019c): Ist die Impfung gegen Ebergeruch für Bio-Konsumenten akzeptabel? *Fleischwirtschaft* 8, 25-28

Konferenzbeiträge Poster

- [1.] Mörlein J., Gertheiss J., Meier-Dinkel L., Schnäckel W., Mörlein D. (2019d): Non-inferiority testing for product development: A case study on boar tainted meat. 65th International Congress of Meat Science and Technology, 04.08.19-09.08.19, Berlin.

Konferenzbeiträge Vorträge

- [1.] Mörlein, J (2020) Vortrag im Rahmen des COST action IPEMA: *Organic consumers: Is immunocastration an acceptable alternative?* am 20.02.20 in Alghero, Italien.
- [2.] Büttner, Bussemas (2019): Immunokastration in der ökologischen Schweinemast – Vorstellung eines laufenden Projekts mit einem innovativen, frühen Impfreime. Vortragstagung der DGfZ und GfT, 11.09.19-12.09.19, Gießen
- [3.] Büttner, Bussemas (2020): Improvac-Einsatz bei Saugferkeln. Internationale Bioland-Schweinfachtagung, 11.02.20-12.02.20, Trenthorst/Lübeck

11 Erfolgskontrollbericht

11.1 Beitrag zu den förderpolitischen Zielen

Ziel der Bekanntmachung Nr 02/11/51 über die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Förderung der Ebermast im ökologischen Landbau vom 10.3.2011 war die Schließung von Wissenslücken zur Ebermast sowie zur Verarbeitung und Vermarktung von Eberfleisch unter ökologischen Bedingungen. Dabei sollten neben Fragen der artgerechten Tierhaltung auch die Erzielung einer hohen Produktqualität besondere Berücksichtigung finden. Die letzte Projektphase des hiermit abgeschlossenen Projekts hat durch die Erprobung der Umsetzbarkeit eines frühen Impfrezimes, welches zu guten tierischen Leistungen ohne Beeinträchtigung des Tierwohls führte, einen Beitrag zur Schließung von Wissenslücken zur Ebermast unter Berücksichtigung der artgerechten Tierhaltung geleistet. Einen Beitrag zum Vermarktungsaspekt liefern die Untersuchungen zur Verbraucherakzeptanz, die keine grundsätzliche Ablehnung der Immunokastration bei der Bio-Verwenderschaft zeigten. Zum Aspekt der Produktqualität wurde unter anderem die Erkenntnis gewonnen, dass basierend auf ihren Androstenon- und Skatolgehalten als (potenziell) geruchsauffällig eingestufte Eber nur beim frühen Impfrezime vorkamen, nicht bei herkömmlichem; letzteres verhinderte Geruchsabweichungen zuverlässig. Daher kann das Verfahren der Immunokastration auch für den ökologischen Landbau empfohlen werden.

11.2 Wissenschaftliche und technische Ergebnisse

Im Rahmen der von der Universität Göttingen geleisteten Arbeiten wurde die Fragestellungen 1- 5 zu Rezepturen, Informations- und Kommunikationsstrategien zur Ebermast, Fleisch- und Fettqualität von unterschiedlich geimpften Ebern und der Verbraucherakzeptanz der Impfung gegen Ebergeruch vollumfänglich bewältigt. Gleiches gilt für das Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, welches die Fragestellungen 6-8 zur Wirkung eines frühen Impfrezimes auf die Hodenrückbildung, die Ferkelentwicklung und das Tierwohl der Schweine sowie deren Mast- und Schlachtleistung und Fleischqualität bewältigte. Somit wurden alle im Verlängerungsantrag vom 22.3.2018 formulierten förderpolitischen Ziele erfüllt, welche wiederum im Einklang stehen mit dem im Antrag von 2011 formulierten Ziel des Gesamtprojekts stehen, einen Beitrag zur Überwindung der chirurgischen Ferkelkastration zu leisten und somit den Nachhaltigkeitsaspekt der Tiergerechtigkeit landwirtschaftlicher Produktionsverfahren im Ökolandbau zu stärken.

11.3 Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen

Die Universität Göttingen hat im Rahmen des Projektes weder Erfindungen noch Schutzrechtsanmeldungen vorgenommen. Gleiches gilt für das Thünen-Institut für Ökologischen Landbau.

11.4 Voraussichtliche wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende

Im Zuge des Mastversuchs am Thünen-Institut für Ökologischen Landbau konnte gezeigt werden, dass sich ein frühes Impfreime besser in die übliche Arbeitsroutine auf ferkelproduzierenden Betrieben integrieren lässt. Daraus ergibt sich ein ökonomischer Vorteil im Vergleich zum Einsatz des herkömmlichen Impfreimes, welches auf dem Mastbetrieb durchgeführt wird und dort einen Mehraufwand bedeutet. Die Untersuchungen zur Verbraucherakzeptanz zeigten keine grundsätzliche Ablehnung von Fleisch geimpfter Eber, woraus sich grundsätzlich die Möglichkeit ergibt die Impfung gegen Ebergeruch auch auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben einzusetzen. Auch zeigten die Schlachtkörper der früh geimpften Eber keine schlechtere Fleischqualität als die herkömmlich geimpfter Eber, und die Verarbeitung von bis zu 30 % stark geruchsauffälligem Eberfleisch ist ohne Einbußen in der Verbraucherakzeptanz möglich. Somit verbessert sich auch die Wirtschaftlichkeit, weil das Verwerfen betroffener Tiere vermieden werden kann. Die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten eines frühen Impfverfahrens sind nicht nur von den im Rahmen des Projekts bearbeiteten Aspekten abhängig, sondern auch von der Akzeptanz in der Wertschöpfungskette. Da die Impfung gegen Ebergeruch in der Öko-Branche kontrovers diskutiert wird und zuletzt im Oktober 2018 von der Europäischen Kommission als nicht mit der EU-Öko-Verordnung zu vereinbaren bezeichnet wurde (Ares(2018)5124511 - 05/10/2018), liegt hier gegenwärtig die bedeutendste Hürde für die Umsetzung in der Praxis der ökologischen Schweinemast.

11.5 Voraussichtliche wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende

Das getestete frühe Impfreime führte zu guten tierischen Leistungen ohne Beeinträchtigung des Tierwohls, ebenso wie das herkömmliche Impfreime. Allerdings traten basierend auf ihren Androstenon- und Skatolgehalten als geruchsauffällig eingestufte Eber nur in der frühen Impfgruppe auf, nicht in der herkömmlichen Impfgruppe, und die Streuung der Androstenongehalte war deutlich höher. Es bedarf also weiterer Forschung um auch mit einem frühen Impfreime ebenso sicher Ebergeruch vermeiden zu können wie mit dem herkömmlichen Regime. Technisch umsetzbar ist das frühe Impfreime bereits jetzt. Unter der Berücksichtigung der empfohlenen Einsatzgrenze von 30 % ge-

ruchsauffälligem Fleisch in Wurstwaren ist das Fleisch gut verwertbar. Die Ergebnisse zu den Rezepturen und den Informationskonzepten sind bereits publiziert und stehen damit der interessierten Fachwelt zur Verfügung. Die Aussichten auf technische Umsetzung des getesteten frühen Impfbregimes in der ökologischen Schweinemast sind abhängig von den unter Punkt 11.4 ausgeführten rechtlichen Aspekten, für die konventionelle Schweinemast trifft dies nicht zu. Wenn ab dem 1.1.2021 auch für konventionelle Ferkelerzeuger die betäubungslose Kastration verboten wird, könnte die Impfung gegen Ebergeruch und auch das arbeitssparende frühe Impfbregime auf erhöhtes Interesse aus der konventionellen Schweinemast stoßen.

11.6 Präsentationsmöglichkeiten

Forschungsfrage 1 und Forschungsfrage 2 stehen als wissenschaftliche Veröffentlichungen der Allgemeinheit zur Verfügung. Die Universität Göttingen arbeitet an einer weiteren Veröffentlichung zur Forschungsfrage 5, die bis Ende 2020 eingereicht werden soll (Verantwortungsbereich Johanna Mörlein, Daniel Mörlein und Jan Gertheiss). Das Thünen-Institut für Ökologischen Landbau arbeitet an einer Veröffentlichung zu den Forschungsfragen 6-8, welche bis Ende 2020 in einem Wissenschaftsjournal mit Fokus auf ökologischer Landwirtschaft und/oder Tierhaltung eingereicht werden soll (z.B. Animals, Organic Agriculture o.ä.; Verantwortungsbereich Lisa Baldinger). Sobald diese Publikation akzeptiert ist, werden ausgewählte Ergebnisse in einer Praxiszeitschrift wie dem Bioland-Fachmagazin veröffentlicht (Verantwortungsbereich Lisa Baldinger).

Für 31. März 2020 war die Veranstaltung eines Workshops zur Präsentation der im Verlauf des Gesamtprojekts (2012-2020) gewonnenen Erkenntnisse geplant. Aufgrund der Veranstaltungs-Einschränkungen im Zusammenhang mit der aktuellen Covid-19 Pandemie musste dieser Workshop abgesagt werden. Aktuell ist noch kein Ersatztermin fixiert, der Workshop soll aber 2021 nachgeholt werden. Die Ergebnisse des abgeschlossenen Projekts werden außerdem von beiden Projektpartnern über institutseigene Kanäle gestreut. So wird das Thünen-Institut für Ökologischen Landbau u.a. ausgewählt Ergebnisse auf der Website bekanntgeben und in Form eines übersichtlichen Project Briefs der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung stellen.

11.7 Einhaltung der Ausgaben – und Zeitplanung

Die Dauer der diesem Bericht zugrundeliegenden Projektphase (1.4.2018-31.5.2020) wurde von ursprünglich 21 Monaten (siehe Verlängerungsantrag vom 22.3.2018) auf 26 Monate verlängert, aus den in den Änderungsanträgen vom 26.10.2018 und 13.2.2020 ausgeführten Gründen. Die Projektverlängerung erfolgte kostenneutral. Die Zusammenarbeit der Projektpartner verlief partnerschaftlich.