



GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT
GÖTTINGEN

QS-Wissenschaftsfond: Abschlussbericht

Forschungsgebiet: Ebermast als Alternative zur Ferkelkastration

Förderzeitraum: 01.08.2013 bis 31.07.2014

Dr. Lisa Meier-Dinkel

Georg-August-Universität Göttingen

Arbeitsgruppe Produktkunde und Qualität tierischer Erzeugnisse

Fakultät für Agrarwissenschaften



Inhalte

1. Arbeitsbereich 1: Konsumentenakzeptanz von Jungeberfleisch (EU-Projekt CAMPIG)	3
1.1. Hintergrund und Projektziele	3
1.2. Versuchsdesign und Methoden	4
1.3. Fazit und Veröffentlichung der Ergebnisse	4
2. Arbeitsbereich 2: Qualitätskontrolle von Schweinefleisch: Evaluierung sensorischer Verfahren bei der Detektion von geruchsauffälligen Schlachtkörpern	5
2.1. Hintergrund und Fragestellungen des Projektes	5
2.2. Versuchsdesign und Methoden	7
2.3. Veröffentlichung der Ergebnisse	10
3. Weitere Arbeitsinhalte	11
4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für die Praxis	12
5. Weiterer Forschungsbedarf	13

Im Rahmen der Förderung durch den QS-Wissenschaftsfond wurden verschiedene Fragestellungen aus dem Forschungsbereich „Ebermast als Alternative zur Ferkelkastration“ bearbeitet. Ein Schwerpunkt lag bei der Mitarbeit an einer Konsumentenstudie zum Thema Akzeptanz von Jungeberfleisch, welche länderübergreifend in verschiedenen EU-Staaten sowie wichtigen Exportländern durchgeführt wurde (Arbeitsbereich 1). Ein weiterer Schwerpunkt betraf die Evaluierung sensorischer Testverfahren bei der Qualitätssicherung von Schweinefleisch, welche im Schlachtprozess zur Detektion von Geruchsabweichungen bei Eberschlachtkörpern Anwendung finden (Arbeitsbereich 2).

1. Arbeitsbereich 1: Konsumentenakzeptanz von Jungeberfleisch (EU-Projekt CAMPIG)

Das EU-Projekt CAMPIG „*A study on consumer acceptance in the European Union and in third countries of pig meat obtained from male pigs not surgically castrated*“ untersuchte die Verbraucherakzeptanz von Eberfleisch und insbesondere den Zusammenhang zwischen den Gehalten der Leitsubstanzen Androstenon und Skatol und der sensorischen Akzeptanz beim Konsumenten.

1.1. Hintergrund und Projektziele

Mit der Europäischen Erklärung über Alternativen zur chirurgischen Kastration bei Schweinen verpflichteten sich die Akteure des Schweinefleischsektor 2010 aus Gründen des Tierschutzes freiwillig auf die chirurgische Kastration männlicher Ferkel ab 2018 zu verzichten. Unkastrierte, männliche Scheine können jedoch unerwünschte Geruchs- und Geschmacksabweichungen entwickeln, die eine verminderte Akzeptanz beim Endverbraucher nach sich ziehen können. Als ursächliche Substanzen werden hauptsächlich Androstenon und Skatol angesehen, welche sich im Fettgewebe der betroffenen Eber ablagern und insbesondere bei erwärmten Produkten während der Zubereitung und dem Verzehr wahrgenommen werden. Das Ziel des CAMPIG-Projektes war es, Akzeptanzgrenzwerte für die beiden Leitsubstanzen abzuleiten, um letztendlich die Akzeptanz beim Konsumenten sicherzustellen. Zusätzlich soll das individuelle Wahrnehmungsvermögen der Verbraucher gegenüber Androstenon und Skatol ermittelt werden, um ggf. „Akzeptanz-Risikogruppen“ zu identifizieren.

Das Projekt beinhaltete eine Pilotstudie, welche die Uni Göttingen bzw. die Arbeitsgruppe Produktkunde und Qualität tierischer Erzeugnisse als ‚work package leader‘ experimentell geplant und in Deutschland durchgeführt hat. Auf Basis der Ergebnisse und Erfahrungen aus der Pilotstudie wurden im späteren Projektverlauf sensorische Akzeptanztests sowie Befragungen (u.a. Einstellung zur Kastration) in weiteren EU-Staaten (Polen, Dänemark, Frankreich und Italien) sowie in China und Russland durchgeführt. Die Uni Göttingen ist bzw. war in die Konzeption der Hauptstudie, deren

Auswertung und Diskussion involviert, wobei die Hauptverantwortlichkeiten hier bei anderen Projektpartnern lagen.

1.2. Versuchsdesign und Methoden

Im Rahmen der Pilotstudie wurde das experimentelle Design für die Fleischverkostung sowie harmonisierte Geruchstests zur Charakterisierung der Verbraucher hinsichtlich ihrer Sensitivität gegenüber den Leitsubstanzen entwickelt. Für die Ermittlung der Akzeptanzgrenzwerte wurde ein vergleichsweise fettreiches Produkt (Hackfleisch, ca. 20 % Fett) ausgewählt. Insgesamt wurden 16 Kombinationen von Androstenon und Skatol im Eberfleisch für den Test herangezogen. In Präferenztests bewerteten 384 Konsumenten diese jeweils im Vergleich zu herkömmlichem Hackfleisch, um Aussagen über die Dosis-Wirkungs-Beziehungen in fettreichem Fleisch treffen zu können. Weiterhin wurden die 16 Kombinationen sequentiell-monadisch anhand einer 9-Punkte-Skala hinsichtlich der absoluten Beliebtheit beurteilt. Die Darreichung der Proben erfolgte randomisiert, um Reihenfolge und Carry-over-Effekte zu minimieren. Individuelle Unterschiede in der Wahrnehmung von Androstenon und Skatol (Wahrnehmungsvermögen sowie Beliebtheit der Gerüche) und der Einfluss dieser unterschiedlichen Wahrnehmung auf die Akzeptanz von Eberfleisch sind aus verschiedenen Studien bekannt. Im CAMPIG-Projekt wurde die individuelle Wahrnehmung und Beliebtheit von Androstenon und Skatol bei den Verbrauchern auf Basis harmonisierter Geruchstests ermittelt; eine objektive Charakterisierung wurde mithilfe wiederholter Dreieckstests sichergestellt. Zusätzlich erfolgte eine Beurteilung der Leitsubstanzen anhand einer 9-Punkte-Beliebtheitskala. Auf Basis der Geruchstests erfolgte eine Zuordnung der Konsumenten zur Gruppe der a) nicht-sensitiven Personen (keine Wahrnehmung der Leitsubstanzen), b) der sensitiven Personen (Wahrnehmung mittlere Konzentration) und c) der hoch-sensitiven Personen (Wahrnehmung niedrige Konzentration). Unterschiede hinsichtlich der Beliebtheit des Eberfleisches wurden zwischen den Gruppen ermittelt.

1.3. Fazit und Veröffentlichung der Ergebnisse

Die Planung, Durchführung und Auswertung der Pilotstudie wurde im vorgegebenen Zeitrahmen unter Frau Meier-Dinkels Mitarbeit erfolgreich durchgeführt. Die Ergebnisse der Fleischverkostung und der Geruchstests wurden in Form eines Abschlussberichts an die Europäische Kommission (DG SANCO) übermittelt; sie stehen bis zur Freigabe durch die EU unter Verschluss und werden zu einem späteren Zeitpunkt der Öffentlichkeit zugänglich sein.

2. Arbeitsbereich 2: Qualitätskontrolle von Schweinefleisch: Evaluierung sensorischer Verfahren bei der Detektion von geruchsauffälligen Schlachtkörpern

Die Ziele der nachfolgenden Arbeiten waren a) die Evaluierung sensorischer Detektionsverfahren im Vergleich zu chemisch-analytisch ermittelten Gehalten von Androstenon und Skatol sowie b) die Entwicklung von Kennzahlen für die Leistungsbewertung von sensorischen Prüfpersonen. Die verwendeten Daten wurden im Rahmen eines Verbundprojektes zum Thema Eberfütterung im Jahr 2012 erhoben. In Absprache mit den beteiligten Projektpartnern konnten die Daten im Förderungszeitraum für die im Folgenden näher beschriebenen Auswertungen verwendet werden und sind zur Publikation im Fachjournal *Meat Science* eingereicht. Das eingereichte Manuskript mit detaillierten Angaben zu Versuchsdurchführung und Auswertung liegt bei.

2.1. Hintergrund und Fragestellungen des Projektes

Vor dem Hintergrund des Verzichts auf die chirurgische Ferkelkastration rückt die Ebermast als alternatives Verfahren in den Blickpunkt der beteiligten Akteure. Bei der Mast intakter Eber besteht das Risiko des sogenannten Ebergeruchs, welcher durch die Einlagerung der Substanzen Androstenon und Skatol in das Fettgewebe der Tiere verursacht wird. Unangenehme Geruchs- und Geschmacksabweichungen treten dann insbesondere beim Erwärmen des Fleisches oder der Schweinefleischprodukte auf und können zu mangelnder Akzeptanz beim Verbraucher führen. Aus Sicht der Qualitätssicherung ist es auf Produktionsebene daher unerlässlich, dass geruchsauffällige Schlachtkörper am Band zuverlässig detektiert werden. Mittels technischer Verfahren ist derzeit keine zuverlässige, simultane Detektion von Skatol und Androstenon in der vorgegebenen Zeitspanne (Schlachtgeschwindigkeit) möglich. In Schlachtbetrieben erfolgt die Beurteilung der Schlachtkörper daher mittels humansensorischer Verfahren, d.h. ein oder mehrere Prüfpersonen klassifizieren Schlachtkörper anhand verschiedener Skalen (z.B. auffällig / unauffällig oder kategoriale Skalen 0 = keine Abweichung ... 4 = starke Abweichung). Die Detektion erfolgt an erwärmtem subkutanen Fett entweder am Schlachtkörper („at-line“) oder an entnommenen Fettproben („off-line“). Die Erwärmung erfolgt üblicherweise per Heißluftfön, LötKolben oder Mikrowelle.

Chemisch-analytische Verfahren zur Quantifizierung von Androstenon und Skatol werden häufig als sogenannter ‚Gold-Standard‘ betrachtet. Es ist jedoch von Messunsicherheiten auszugehen, die bislang nicht berücksichtigt wurden.

Weder die Allgemeine Verwaltungsvorschrift über die Durchführung der amtlichen Überwachung der Einhaltung von Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs und zum Verfahren zur Prüfung von Leitlinien für eine gute Verfahrenspraxis (AVV Lebensmittelhygiene - AVV LmH) noch der

QS-Leitfaden zur Schlachtung/Zerlegung (Kapitel 3.4.21 Jungeberschlachtung) geben explizite Auswahlkriterien für sensorische Prüfer und Rahmenbedingungen für die sensorische Bewertung vor. Vor dem Hintergrund der Qualitätssicherung und zur Abschätzung von Risiken, die die Verbraucherakzeptanz betreffen, ist es unerlässlich die Güte des angewendeten (diagnostischen) Testverfahrens (hier: sensorische Analyse) zu kennen, das heißt den Anteil korrekt klassifizierter Proben zu ermitteln. Als Gütekriterien können die Sensitivität, welche den Anteil korrekt positiv klassifizierter Proben (hier: geruchsauffällig) beschreibt, und die Spezifität, welche den Anteil korrekt negativ klassifizierter Proben (hier: geruchsunauffällig) beschreibt, herangezogen werden (Abb. 1). Eine Voraussetzung für die Ermittlung der Sensitivität und Spezifität einer Methode ist das Vorhandensein bzw. die Festlegung eines „Goldstandards“. Die „Goldstandard-Methode“ sollte die Proben fehlerfrei klassifizieren - in diesem Fall in ‚auffällig‘ (enthält Ebergeruch) und ‚unauffällig‘ (enthält keinen Ebergeruch).

		Ergebnis "Goldstandard-Methode"	
		auffällig +	unauffällig -
Ergebnis „Testmethode“	auffällig +	True Positive (TP)	False Positive (FP)
	unauffällig -	False Negative (FN)	True Negative (TN)

Sensitivität TP / (TP + FN)	Spezifität TN / (TN + FP)
---------------------------------------	-------------------------------------

Abb. 1: Berechnung der Leistungskennzahlen Sensitivität und Spezifität einer Testmethode im Vergleich zu einem „Goldstandard“-Verfahren

Die chemische Analyse von Androstenon und Skatol wird häufig als der Goldstandard bzw. die Wahrheit angesehen. Proben, die bestimmte Grenzwerte überschreiten, werden als geruchsauffällig und demnach als problematisch für die Akzeptanz beim Verbraucher angesehen. Die genannten Akzeptanzgrenzwerte variieren zwischen Studien. Weiterhin wurde im Rahmen einer niederländischen Studie gezeigt, dass der Anteil geruchsauffälliger Fettproben variiert - je nachdem, ob die die Klassifizierung auf Basis chemisch-analytischer quantifizierter Gehalte (Androstenon und Skatol pro g Fett) oder auf Basis human-sensorischer Bewertung durchgeführt wurde (Mathur et al., 2012: A human nose scoring system for boar taint and its relationship with androstenone and skatole). Mangelnde Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen beider Verfahren wurde in einer

weiteren Studie gezeigt (Xue et al., 1996: *Breed differences in boar taint: relationship between tissue levels boar taint compounds and sensory analysis of taint*).

Die eingereichte Veröffentlichung beinhaltet daher die Untersuchung folgender Fragestellungen:

- Übereinstimmung humansensorischer und chemisch-analytischer Verfahren bei der Differenzierung / Klassifizierung geruchsauffälliger und –unauffälliger Proben.
- Einfluss von Messunsicherheiten in der chemischen Analytik auf die Übereinstimmung.
- Entwicklung von objektiven Leistungskennzahlen für die Bewertung einzelner Prüfpersonen.

2.2. Versuchsdesign und Methoden

Als Datenbasis dienten ca. 800 Eber, für die sowohl die analytisch ermittelten Gehalte an Androstenon (ELISA; enzyme linked immunosorbent assay) Skatol und Indol (HPLC) als auch eine humansensorische Bewertung von jeweils 5 Prüfpersonen aus einem Pool von 18 Prüfern vorlag. Die sensorische Bewertung wurde in dieser Untersuchung unter standardisierten Bedingungen im Sensoriklabor der Uni Göttingen (ausgestattet nach ISO 8589:2010) durchgeführt. Die Probenvorbereitung und -menge, der Erwärmungsprozess (Mikrowelle) sowie die Bewertungstemperatur wurden während der Bewertung aller Proben konstant gehalten. Zur Vermeidung von Reihenfolge- und Carry-over-Effekten wurde ein randomisierter Probenvorlageplan eingesetzt; Einzelkabinen ermöglichten eine unbeeinflusste, individuelle Beurteilung der Proben. Die Prüferauswahl basierte auf objektiven, wiederholten Dreieckstests mit definierten Konzentrationen der Leitsubstanzen. Des Weiteren wurden die individuellen, geruchlichen Fähigkeiten mit Hilfe von Geruchsdetektionsschwellen für Androstenon und Skatol charakterisiert.

Die Sensitivität und Spezifität der Testmethode „Sensorik“ wurde im Vergleich zu den chemisch-analytisch quantifizierten Grenzwerten für Androstenon und Skatol (hier: Goldstandard-Methode) ermittelt. Der Einfluss eines potentiellen Fehlers bei wiederholten Messungen (hier: angenommene durchschnittliche Standardabweichung bei wiederholten Messungen derselben Probe von 10 %) wurde ebenfalls untersucht (in Abb. 2 Unsicherheitsbereich der chemischen Analyse in grau dargestellt). Weiterhin wurde eine graphische Darstellung der Ergebnisse entwickelt; beispielhaft ist dies in Abb. 2 dargestellt. Im Diagramm sind außerdem die Anteile falsch-positiver (FP), falsch-negativer (FN), richtig-positiver (TP) und richtig-negativer Proben (TN) sowie die Sensitivität und die Spezifität der Methode „Sensorik“ im Vergleich zum Goldstandard „Chemische Analytik“ angegeben.

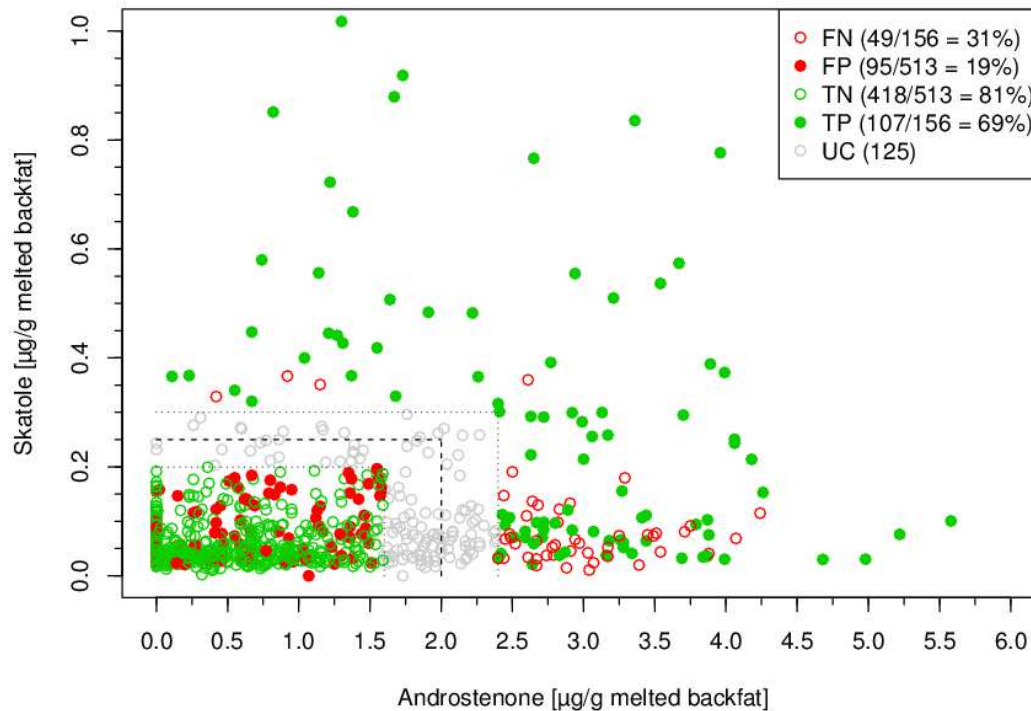


Abb. 2: Klassifizierung von Nackenfettproben ($n = 669$) auf Basis humansensorischer Beurteilung im Vergleich zu chemisch-analytisch ermittelten Grenzwerten.

---- Grenzwerte: Androstenon $2 \mu\text{g/g}$ und Skatol $0,25 \mu\text{g/g}$ geschmolzenes Rückenfett

○ UC: Proben im Unsicherheitsbereich der chemischen Analyse (Androstenon: $> 1,6$ und $< 2,4 \mu\text{g/g}$ oder Skatol $> 0,2$ und $< 0,3 \mu\text{g/g}$ geschmolzenes Rückenfett) wurden nicht in die Berechnungen einbezogen.

Ausgehend von den Auswertungen in Abb. 2 hat die Methode „Sensorik“ hier im Vergleich zum Goldstandard „Chemische Analyse“ eine Sensitivität von 69 %; das bedeutet, dass 69 % (107 von 156) der Proben, die Grenzwerte für Androstenon und/oder Skatol überschreiten, auch mittels humansensorischer Beurteilung als geruchsauffällig klassifiziert wurden. Die Spezifität der Methode „Sensorische Analyse“ liegt bei 81 %, das heißt 81 % (418 von 513) der Proben, die chemisch-analytisch als unauffällig klassifiziert wurden, sind auch per Humansensorik als geruchsunauffällig bewertet worden.

Die graphische Darstellung kann auch als Feedback für jeden einzelnen Prüfer verwendet werden und zeigt, wo der jeweilige Prüfer noch Trainingsbedarf hat (Beispiele in Abb. 3). Prüfer A12 hat beispielsweise Probleme, Androstenon-haltige Proben als geruchlich auffällig zu erkennen. Prüfer A10 hat zwar eine gute Sensitivität (91 %), jedoch gleichzeitig eine sehr hohe Rate falsch-positiver Proben (58%).

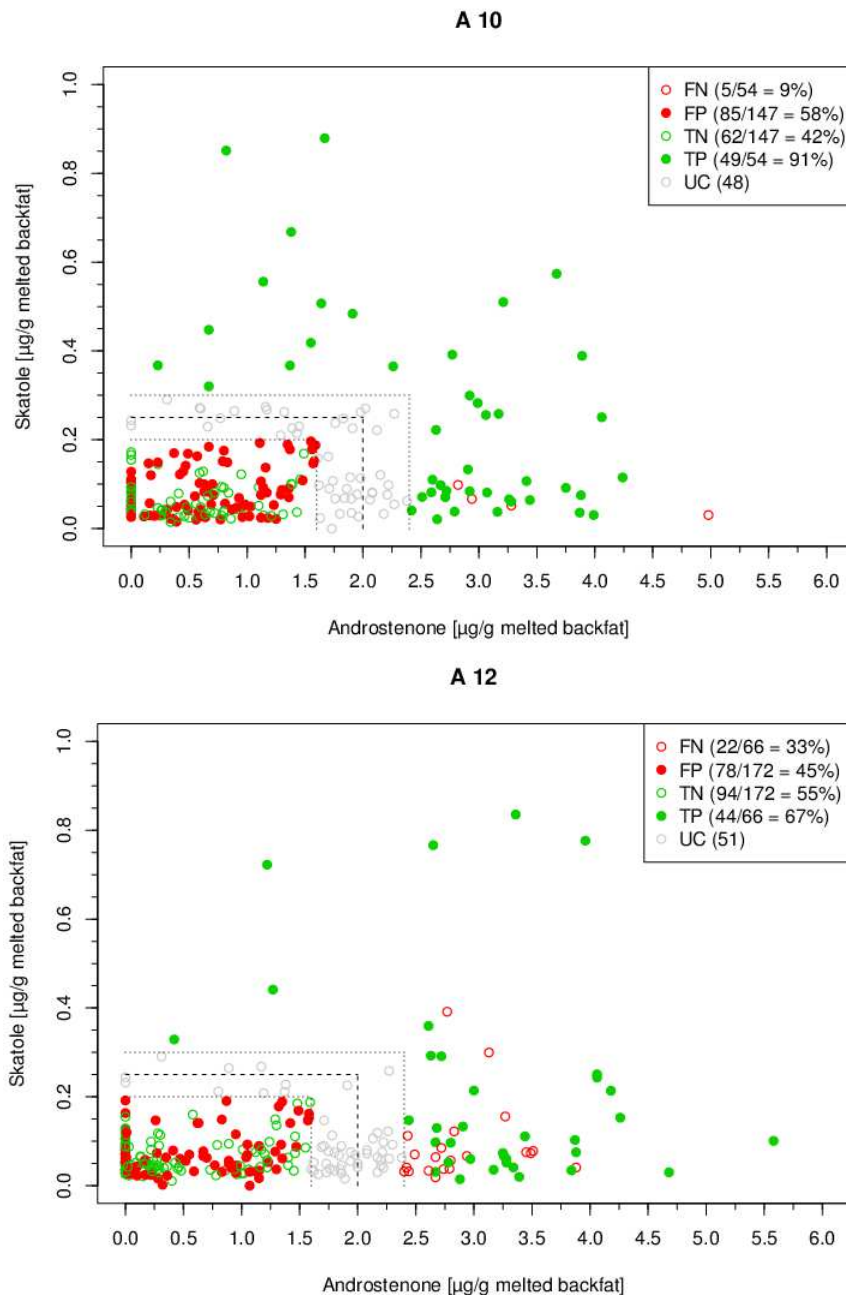


Abb. 3: Sensorische Bewertungen (auffällig / unauffällig) einzelner Prüfer (Prüfer A10 und A12) im Vergleich zur Klassifizierung anhand chemisch-analytischer Grenzwerte.

Die Leistung eines Einzelprüfers kann ebenfalls mithilfe der Kriterien Sensitivität und Spezifität abgeschätzt werden. Als „Goldstandard“ wurden für Abb. 4 wieder chemisch-analytisch quantifizierte Grenzwerte der Leitsubstanzen verwendet. Eine deutliche interindividuelle Variabilität ist zu erkennen. Je höher die Anzahl an bewerteten Proben, desto höher ist auch die Aussagekraft über die Leistung der einzelnen Prüfer – hier ersichtlich an den 95 %-Konfidenzintervallen.

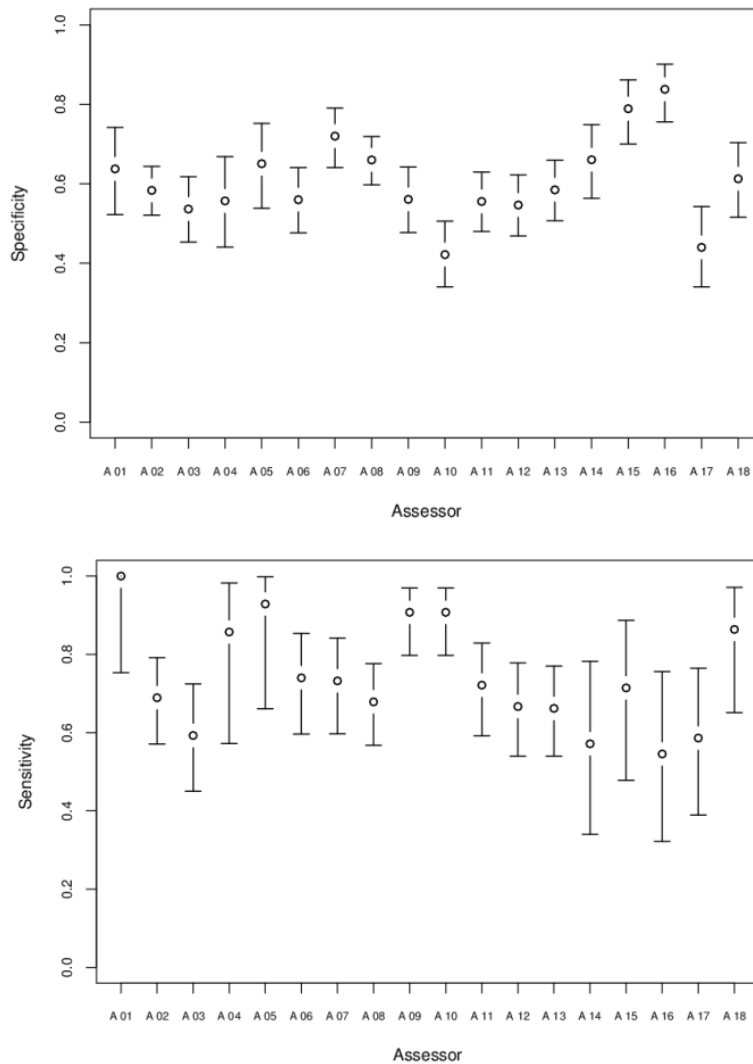


Abb. 4: Sensitivität und Spezifität jeweils mit 95 % - Konfidenzintervallen der individuellen Prüfpersonen (Assessors, $n = 18$) im Vergleich zum Goldstandard „Chemische Analyse“. Grenzwerte bei der Goldstandard-Methode: Androstenon $2,0 \mu\text{g/g}$ geschmolzenes Rückenfett und Skatol $0,25 \mu\text{g/g}$ geschmolzenes Rückenfett. Proben im Unsicherheitsbereich der chemischen Analyse (10 % SD) wurden nicht berücksichtigt.

In der Untersuchung wurden weitere Möglichkeiten zur Bewertung der Prüferleistung und dem Vergleich zwischen sensorischen und chemisch-analytischen Ergebnissen aufgezeigt und diskutiert. Weiterhin wurde die Leistung der Einzelprüfer im Vergleich zu einem zweiten Goldstandard, d.h. durchschnittlichen sensorischen Beurteilung einer Probe durch eine Prüfgruppe von 5 Personen verglichen.

2.3. Veröffentlichung der Ergebnisse

Die vollständigen Ergebnisse der oben genannten Untersuchung sowie Schlussfolgerungen für die Praxis wurden im Rahmen einer Fachpublikation beschrieben und diskutiert. Die Veröffentlichung

wurde im Juni 2014 unter dem Titel “Evaluating the performance of sensory quality control: the case of boar taint” im Fachjournal *Meat Science* eingereicht und wird bei positiver Begutachtung nach dem Review-Prozess der Öffentlichkeit zugänglich sein. Die Ergebnisse werden außerdem im Rahmen eines Posters auf der ‚*European Conference on Sensory and Consumer Research*‘ im September 2014 in Kopenhagen vorgestellt.

3. Weitere Arbeitsinhalte

Im Förderzeitraum wurden zusätzlich folgende Fragestellungen mitbearbeitet:

1. Einfluss der Verkostungsmenge auf die wahrgenommene Intensität des Androstenon- und Skatolgeruchs und –geschmacks bei der sensorischen Bewertung von Hackfleisch (Ko-Betreuung einer Masterarbeit)
2. Weiterentwicklung von Geruchstests zur Charakterisierung der Geruchsleistung von (potentiellen) sensorischen Prüfpersonen
 - a. Objektive Testverfahren zur Ermittlung der Wahrnehmungsfähigkeit von Androstenon und Skatol
 - b. Ermittlung von Geruchsdetektionsschwellen
 - c. Geruchsidentifikationstests
3. Schulung von Prüfpersonen für die objektive Bewertung von Ebergeruch in Nackenfett

4. Zusammenfassung und Schlussfolgerungen für die Praxis

- Erstmals wurde anhand einer umfangreichen Stichprobe (ca. 800 Proben) die Übereinstimmung zwischen der Testmethode „sensorische Analyse“ von Eberfettproben und der chemisch-analytischen Quantifizierung der Leitsubstanzen Androstenon und Skatol untersucht.
- In der Veröffentlichung wurde der Einfluss von Messunsicherheiten bei der chemischen Analyse von Androstenon und Skatol auf die Übereinstimmung von Sensorik und chemischer Analyse untersucht und diskutiert.
- Es wurden Methoden zur Prüferauswahl und zur objektiven Quantifizierung der Riechleistung (Wahrnehmungsfähigkeit, Detektionsschwellen, Identifikationsvermögen) potentieller sensorischer Prüfpersonen vorgeschlagen.
- Interindividuelle Unterschiede bei der Detektion von geruchauffälligen und geruchunauffälligen Eberfettproben wurden aufgezeigt; die Auswahl der Prüfer ist somit ausschlaggebend für die Effektivität der Sortierung in Schlachthöfen im Rahmen der Qualitätssicherung.
- Die entwickelten Kennzahlen (Sensitivität und Spezifität) können in der Praxis zur Beurteilung der Prüferleistung eingesetzt werden. Eine kontinuierliche Überprüfung der Prüferleistung wird empfohlen.
- Die entwickelten graphischen Tools können für Feedback-Zwecke genutzt werden und zeigen, wo ein individueller Prüfer noch Trainingsbedarf hat.
- Die Konfidenzintervalle zeigen, dass die Aussagesicherheit abhängig vom Stichprobenumfang ist. Eine Mindestanzahl an Bewertungen sollte festgelegt werden, um die Sicherheit der Aussage zu erhöhen und Prüfer vergleichen zu können.
- Die Leistung, d.h. Sensitivität und Spezifität, einer Prüfgruppe (hier Klassifizierung auf Basis der Urteile von 5 Personen) war größtenteils besser als die der Einzelprüfer. Der Einsatz von mehreren Prüfern wird für die Detektion von auffälligen/unauffälligen Schlachtkörpern empfohlen.
- Die Leistung der Einzelprüfer bzgl. Sensitivität und Spezifität wird besser, wenn die durchschnittliche sensorische Bewertung (hier Mittelwert einer Prüfgruppe von 5 Personen) als Goldstandard-Methode betrachtet wird und die individuellen Urteile mit diesem Goldstandard verglichen werden.

5. Weiterer Forschungsbedarf

Weiterer Forschungsbedarf betrifft insbesondere die Wiederholbarkeit sensorischer Bewertungen auf individueller und auf Prüfgruppenebene; hier sind einfach zu erfassende Kennzahlen notwendig. Weiterhin sind Adaptations- bzw. Gewöhnungseffekte bei der aufeinanderfolgenden Bewertung einer hohen Probenanzahl wenig untersucht. In der vorliegenden Studie wurde eine geringe Fettmenge mittels Mikrowelle erwärmt; die Ergebnisse können demnach nur auf dieses Szenario bezogen werden. Es bleibt zu klären, inwieweit sich geänderte Rahmenbedingungen, wie zum Beispiel Probenmenge oder Erwärmungsart (Lötkolben etc.), auf die Leistung der sensorischen Prüfer und auf die Übereinstimmung zwischen sensorischen und chemisch-analytischen Ergebnissen auswirken. Weiterhin fehlen Untersuchungen zur Langzeit-Leistung von Prüfern. Es ist nicht bekannt, ob Prüfer mit wachsender Erfahrung und steigender Anzahl beurteilter Proben besser werden (höhere Sensitivität und Spezifität) oder ob die Leistung eventuell aufgrund von Gewöhnungseffekten sogar abnimmt. Bedarf besteht außerdem hinsichtlich der Verknüpfung von Nackenfettbewertungen (auffällig/unauffällig) am Band und der letztendlichen Akzeptanz beim Verbraucher, das heißt, ob die Sortierung effektiv und zielführend ist.