

Kastrationsverzicht in der Schweinehaltung:
Sensorische Aspekte

Daniel Mörlein

Universität Göttingen

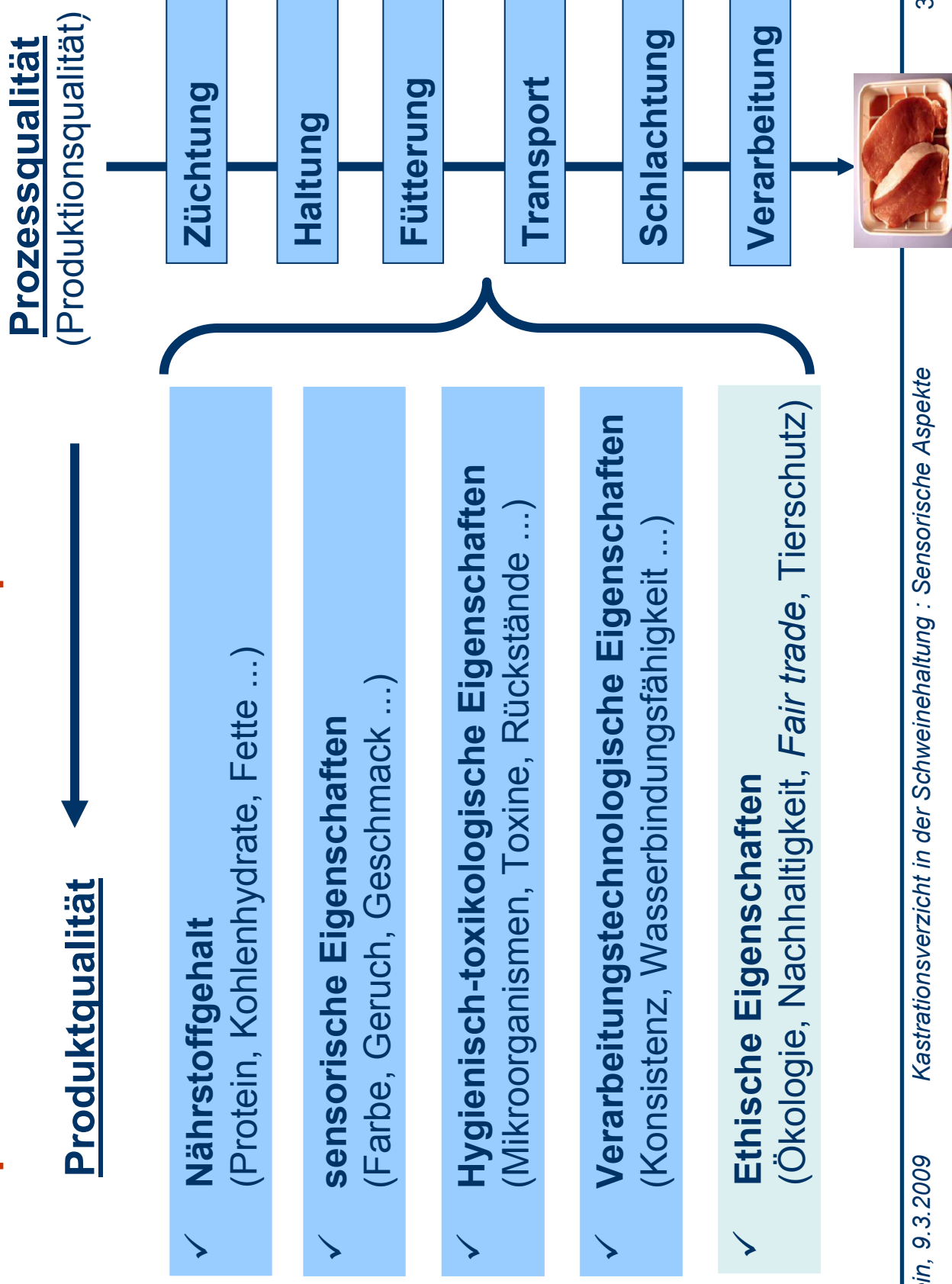
Department für Nutztierwissenschaften

daniel.moerlein@agr.uni-goettingen.de

Gliederung

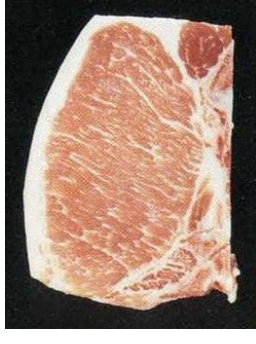
- Qualitätsleitbild Schwein
- Eber vs. Kastraten
- Ebergeruch: Chemische und sensorische Charakterisierung
- Begriffsbestimmung Sensorik
- Ergebnisse und Kritik von Konsumententests bzw. Laborstudien
- Grenzwerte
- Forschungsbedarf

Aspekte der Fleischqualität



Leitbild der Produktqualität

(Fischer 2006)



- rosa bis rote Farbe
- gutes Saffhaltevermögen bei Lagerung und Verarbeitung
- zart, saftig, artspezifisch aromatisch (IMF!)
- keine Aromaabweichungen
- hohe mikrobiologische Stabilität
- weißes Fettgewebe mit fester, kerniger Konsistenz u. hoher Oxidationsstabilität

Eber haben gegenüber Kastraten...

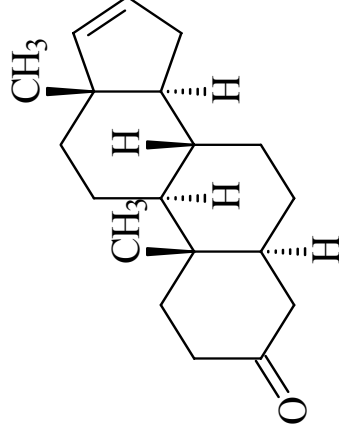
+ größer; - kleiner

- Zunahmen (+), Futtermittelverbrauch (-)
- Ausschlachtungsleistung (-)
- Muskelfleischanteil (+); Formel?
- IMF (-), PUFA (+)
- DFD % (+), PSE % (-)
- Tropfsaft (-), Zartheit (+)
- Farbelligkeit (-)
- Geruch / Geschmack ???

EFSA report 2004 “WELFARE ASPECTS OF THE CASTRATION OF PIGLETS”, Haugen 2009 pers. comm.

Chemische Charakterisierung der „Ebergeruchsstoffe“

Androstenon
(5 α -Androst-16-en-3-on)



Molekulargewicht:

272,4 g/mol

Schmelzpunkt:

140 – 144 °C

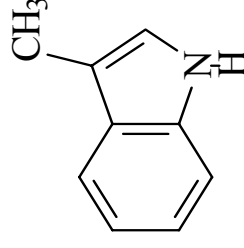
Siedepunkt:

275 °C

Wasserlöslichkeit:

0,00023 g/L (25 °C)

Skatol
(3-Methyl-indol)



131,18 g/mol

95 – 97 °C

265 °C

0,45 g/L (20 °C)

Konsequenzen für sensorische Eindrücke

- Skatol wird leichter freigesetzt als Androstenon
- Geruchswahrnehmung i.d.R. stärker bei höheren Temperaturen
- zuerst Wahrnehmung von Skatol, dann von Androstenon (de Kock et al., 2001)
- Wahrnehmung
 - Androstenon: v.a. retro-nasal („flavour“)
 - Skatol vor allem ortho-nasal („odour“) (cit. Bonneau 1998)

Begriffsbestimmungen

- **Aroma:** Summe olfaktorischer (d.h. mit der Nase) & gustatorischer (d.h. mit dem *Mund*) wahrnehmbaren Eindrücke
- **Flavour:** Gesamtgeschmackseindruck, d.h. Summe olfaktorischer, gustatorischer und/oder trigeminaler und haptischer Eindrücke *im Mund*
- **Odour:** Summe der olfaktorischen Eindrücke
- **Konsistenz:** Summe haptischer Eindrücke
- **Textur:** Struktur & Gefüge betreffende Summe visueller, haptische und auditiver Eindrücke

Konzentrationsabhängigkeiten?

- **Skatol** (griech. σκατός: "Kot, Mist")
 - Odour: fäkal, Stall, Naphtalen, muffig, süßlich, warm, fruchtig
 - Wahrnehmungsgrenze (ortho-nasal):
 - exogen: 0.15 ppm (= µg/g)
 - Speck / Fettphase: 0.5 ppm
- **Androstenon:**
 - odour: Urin, Schweiß, Moschus
 - Wahrnehmungsgrenze (ortho-onasal):
 - exogen: 0.2-1.0 ppm
 - Speck (bzw. in Öl): 0.5-2.0 ppm
 - Achtung: evtl. bimodale Verteilung! (*supersmellers*)

(Andere) Ebergeruchskomponenten

(Lundström & Bonneau, 1996; *Rius et al., 2001)

- 5a-Androstenol (Moschus+++)
- 5b-Androstenol (Moschus+)
- 5b-Androstenon (Urine+)
- Indol (blumig ... fäkal)
- 4-Phenyl-3-buten-2-one*
- kurzkettige Fettsäuren
- Lipidoxidationsprodukte?

Was heisst also „Boar taint“?

- reicht eine solche Einwortbeschreibung (wie in vielen Publikationen)?
- häufig verwendete Attribute:
 - Urinartig
 - Schweißig / Körpergeruch
 - Stall / Mist
 - moschus
 - Mottenkugeln / muffig
 - bitter...
- abhängig vom Gehalt der (identifizierten) Geruchsstoffe

Profiling mit supra-threshold-Konzentrationen*

Annor Frempong et al., 1996

A: 10 µg/g
S: 1 µg/g

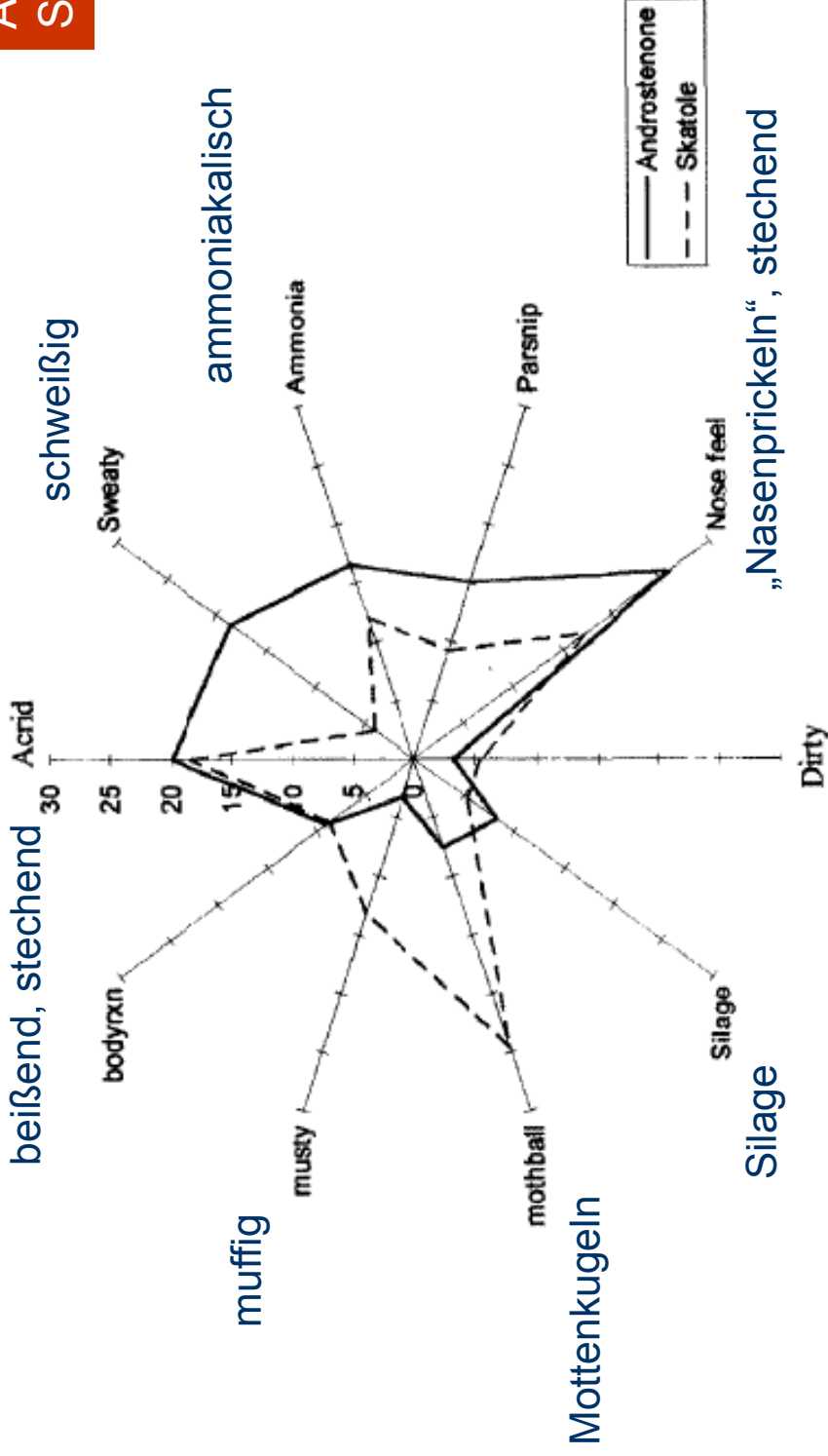


Fig. 2. Odour profiles* for androstenone and skatole.
 *Definitions of descriptors: *Androstenone* 1. Acrid – bitterly pungent, caustic 2. Ammonia – pungent, stale urine 3. Sweaty – stale sweat 4. Parsnip – smell of parsnips when cooked 5. Silage – fresh smell, sweet and sickly 6. Dirty – soiled, unclean 7. Nose feel – pricking sensation, sinus pain *Skatole* 1. Mothball – naphthalene 2. Musty – stale, as of old fabric 3. Body reaction (rxn)headache-inducing, throat reaction

Synergieeffekte von Androstenon und Skatol

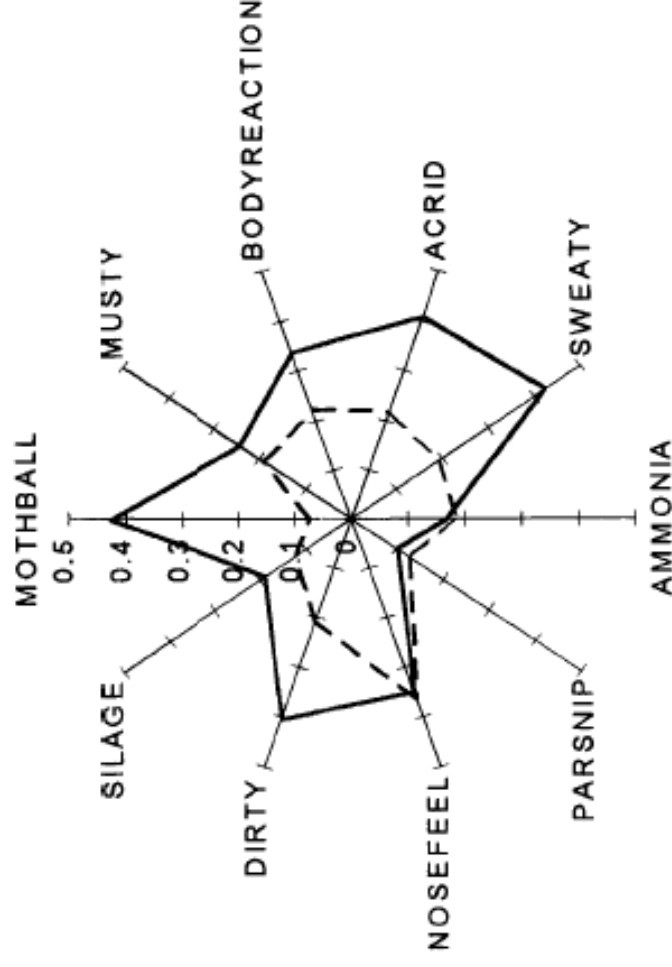


Fig. 2. Odour profile of 'boar taint' in pork. Plot showing the differences between high androstenone-high skatole (HA-HS) and low androstenone-low skatole (LA-LS). α . - - - LA-LS (androstenone $< 0.05 \mu\text{g g}^{-1}$, skatole $< 0.2 \mu\text{g g}^{-1}$). — HA-AS (androstenone $\geq 0.05 \mu\text{g g}^{-1}$, skatole $\geq 0.2 \mu\text{g g}^{-1}$).

Wahrnehmung bedeutet nicht Identifizierung!

0,1 % Androstenon in Diethylphthalat (Scratch-and-Sniff-Label)

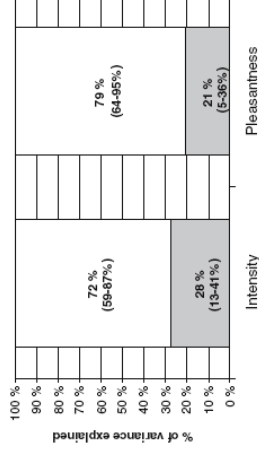
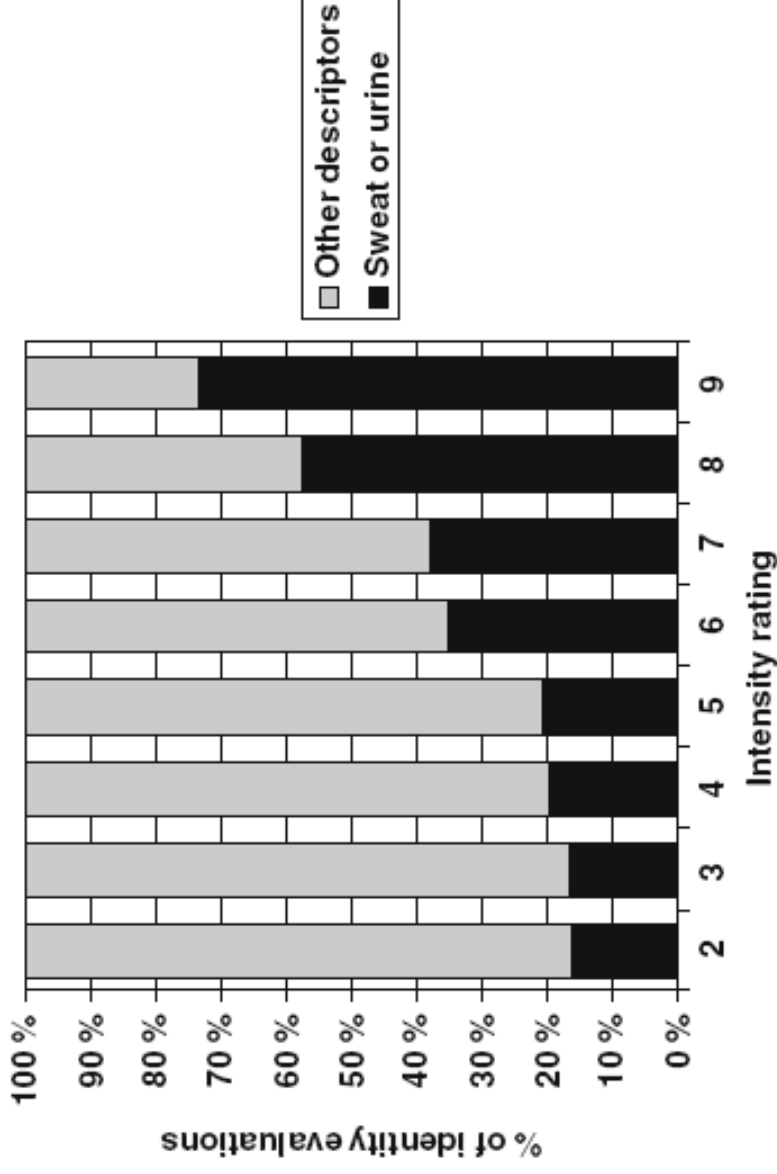


Fig. 4 Parameter estimates (95% confidence intervals) of additive genetic and non-shared environmental effects for perceived intensity (all subjects, $n=907$) and pleasantness (subjects who rated intensity as 1, "No odor", omitted, remaining $n=728$) of androsthenone odor. If apparently androsthenone anosmic subjects (with intensity ratings 1 or 2) were omitted from both analyses (remaining $n=593$), additive genetic effects accounted for 28% (9-45%) and 23% (5-40%) of variance in intensity and pleasantness ratings, respectively

Proportions of identity evaluations given to androsthenone odor relative to its perceived intensity. Identity evaluation was omitted if the intensity of the odor was rated as "No odor" (rating 1)

Knaapila et al., 2007

Einflußgrößen auf sensorische Wahrnehmung

- individuelle Erkennungsschwellwerte der Konsumenten bzw. Prüfpersonen
- individuelle Perzeption (neuerdings Hinweise auf gen. Disposition)
- Probenvorbereitung
- Umfeld (Labor-, Feld- oder *home test*)
- Kulturkreis & Erfahrung (vertraute Produkte erhalten i.d.R. bessere Bewertung!)

Psychophysiologie

- Anosmie: Unfähigkeit, spezifische Gerüche (im Vergleich zur Mehrheit) wahrzunehmen
- Inzidenz für Androstenon: 7 ... 75 %
- Männer öfter betroffen als Frauen
- Aber: Anosmie häufig überschätzt aufgrund der verwendeten sensorischen Tests (Bremner et al., 2003)
- Detektionsschwelle: bimodale Verteilung (*supersmeller?*)
- genetische Beeinflussung der hedonischen Beurteilung? (Keller et al., 2007)
- Frauen reagieren schneller und „stärker“ auf *malodours* (Jacob et al., 2003)

Ausgewählte Studien zu sensorischen Auswirkungen bei Kastrationsverzicht

- Sensorische Testverfahren / Begriffe
- Ergebnisse
 - Konsumentenstudien
 - trained panel studien
- Kritik
- Grenzwertdiskussion

Einteilung von Prüfverfahren nach dem Messzweck

Analytische Prüfungen (objektiv)

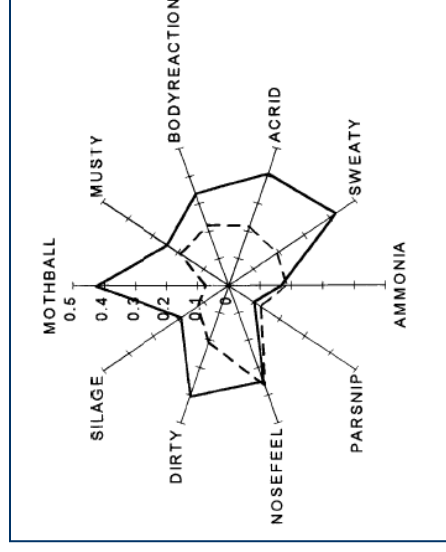
- Beschreibung der Intensität ($n \sim 12$) oder Unterschiedsprüfung ($n = 25 \dots 40$)
- Einsatz geschulter Prüfpersonen (*panel*)

Hedonische Prüfungen (subjektiv)

- Ermittlung der Akzeptanz bzw. Präferenz
- Einsatz von Laien/Konsumenten ($n = 75 \dots 150$)

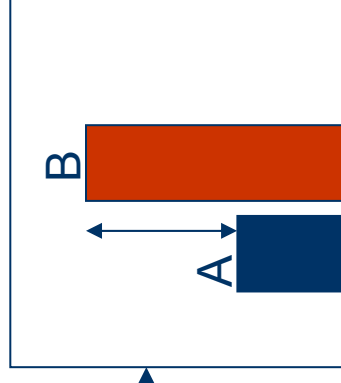
Datenverknüpfung: deskriptive + hedonische + chemisch/physikalische

Profilprüfung
(deskriptives Panel)



Hinweis auf Präferenzursachen

Produktpräferenzen
(Konsumententest)



Hinweise für Grenzwerte / Schlachtalter
etc.

Eber

Kastraten

Referenzanalytik
(physik.-chem.
Eigenschaften)

Abb. mod. nach Rummel

Konsumententests - Zusammenfassung

- deutlich niedrigere Akzeptanz bei Überschreitung der bislang propagierten Grenzwerte
- aber z.T. keine Unterschiede zwischen Eber- und Kastraten bzw. Sauenfleisch bei niedrigen A/S-Konzentrationen (im Speck)
- Viele Abhängigkeiten: Land, Alter und Geschlecht der Konsumenten, Zubereitung, Probenpräsentation, Temperatur...

Konsumententests I

Matthews et al., 2000

- Konsumententest (DK, FR, NL, UK, DE, SE, ES; 1680 Konsumenten, 2 * 210 Lachse)
- Schlachtgewichte 65-85 kg; abh. von Land & Versuch
- absolut nur leichte Unterschiede bei der Ablehnung von Eberfleisch gegenüber weibl. Schweinen
- stärkerer Effekt von Skatol als von Androstenon
- nur mageres Kotelett; keine Angaben über sonstige Fleischbeschaffenheit
- Proben evtl. beeinflusst von Lagerungszeit (Fettoxidation?) und wiederholtem Erhitzen (warmed over flavour)

Konsumententests II

Weiler et al., 2000

- Produktbewertungsdaten EU Ebertest (DE, ES)
- zusätzlich Test von Androstenon-Sensitivität von Konsumenten
- einmalige Präsentation von kristallinem Androstenon (unbekannte Menge)
- Intensitätsbewertung 1-7
- nur sensitive Konsumer (5-7) bewerten höhere Androstenon-Gehalte signifikant schlechter
- Fraglich: Gebrauch der Skale; Konzentration der Referenzsubstanz, Wiederholbarkeit

Konsumententest III

Babol et al., 2002

- Konsumententest *at home*
- 6 Punkte Skala (dislike strongly ... like strongly)
- Eberfleisch mit niedrigen 16-Androstene- (,33 µg/g) und Skatolwerten (0,11 µg/g) wurde insgesamt besser bewertet als Fleisch weibl. Schweine (jeweils 110 kg LG, 0,12 µg/g Skatol)
- Haupteffekt möglicherweise größere Zartheit des Eberfleisches bei ansonsten gleichen Odour/Flavour-Bewertungen

Frequency of dislike scores (Babol et al., 2002) dislike slightly + moderately + strongly

	High	Medium	Low	Control
A [$\mu\text{g/g}$]	0,76	0,37	0,33	-
S [$\mu\text{g/g}$]	0,24	0,22	0,11	0,12
Cooking aroma	37,1	22,9	19,7	19,7
flavour	19,6	14,2	9,9	12,7
texture	29,2	25,9	16,4	27,9
overall	25,6	21,2	14,4	15,3

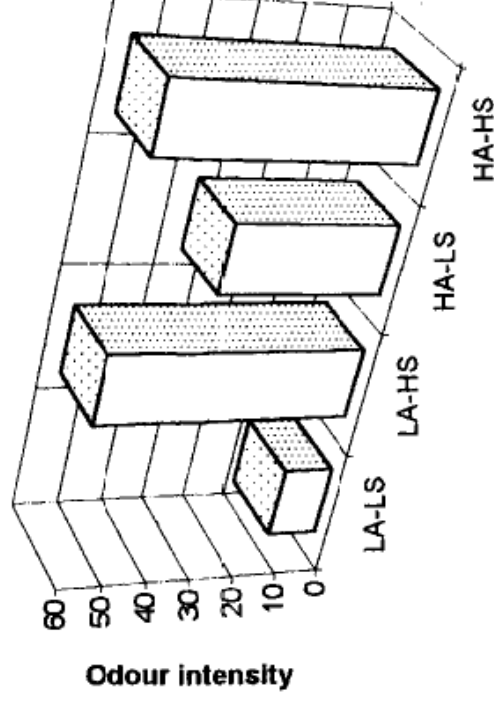
trained-panel Tests

Annor Frempong et al., 1996

- Ermittlung der Wahrnehmungsschwelle (in Öl; 20 ml, temperiert auf 60 ... 65 °C)
- 10 *member panel* (♀, 30...60 Jahre alt)
- 3-Alternative Forced Choice Test (mit der Möglichkeit zum wiederholten Riechen)
- Ergebnisse:
 - Androstenon: 0,2 – 1,0 µg/g (Ø 0,43 µg/g)
 - Skatol: 0,008 – 0,06 µg/g (Ø 0,026 µg/g)
- Übertragbarkeit auf Fleisch?

Synergieeffekte?

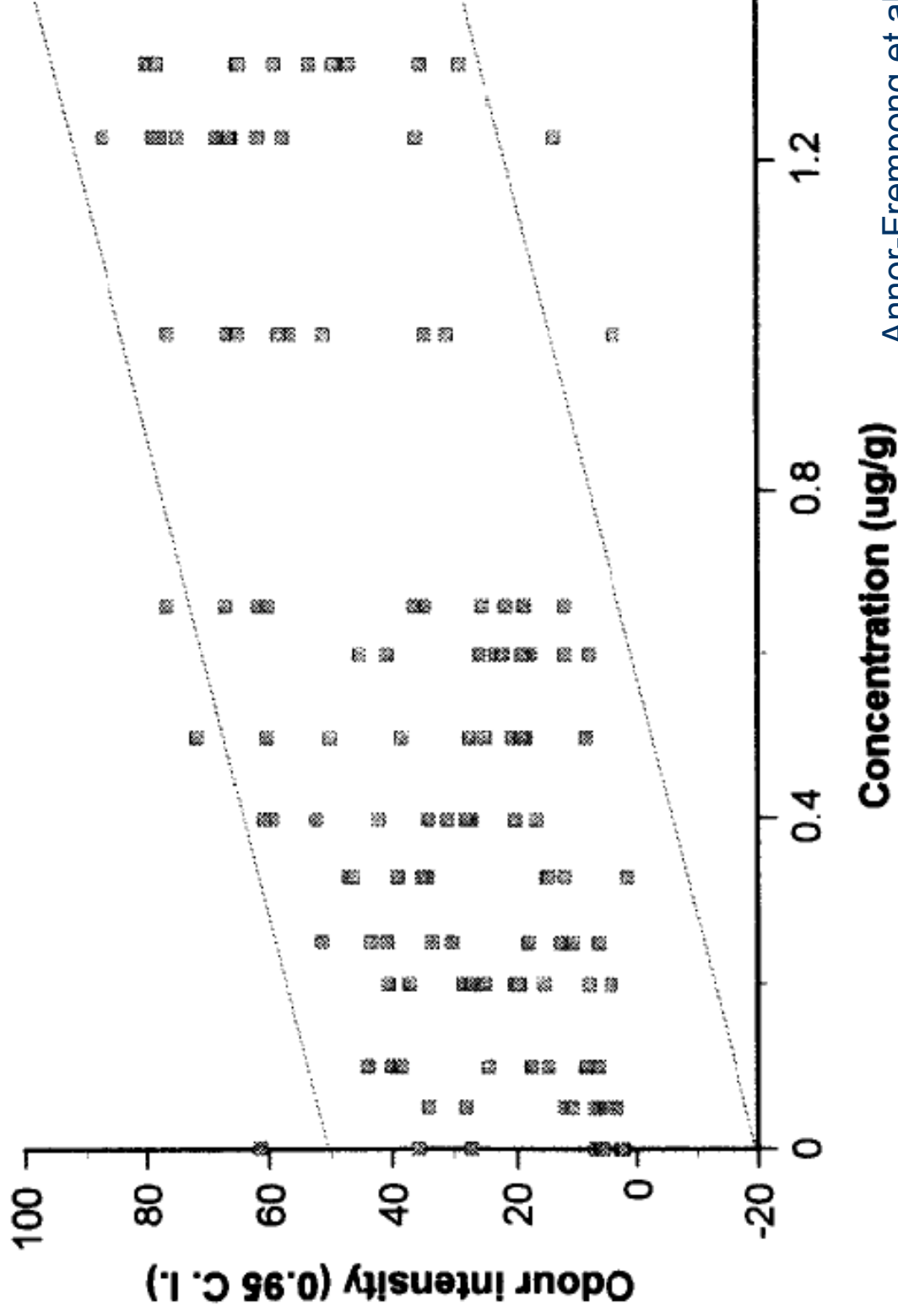
- Modellsysteme, in Öl
- Androstenon in wahrnehmbarer Konzentration verstärkt den Eindruck von Skatol
- Geruchsintensität steigt (relativ) stärker bei S-Zunahme als bei A-Zunahme
- starker Effekt der Prüfperson!



Annor-Frempong et al., 1997

Geruchsintensität vs. Skatolkonzentration

Mittelwerte aus 3 Wiederholungen je Panelist



Annor-Frempong et al., 1997

Das Problem Referenzanalytik

- Grundlage für Schwellenwertdiskussion
- dient objektive analytischen Bewertung von z.B. Stufenschlachtungen o.ä.
- ELISA, HPLC, RIA, colorimetrisch, GC, MS...
- i.d.R. unspezifische E-Nose
- Simultane Bestimmung mit LC-MS (Verheyden et al., 2007) bzw. schneller GC (Haugen et. al, 2008)
- Korrelationen zwischen Methoden schwach bis mittel (Bonneau et al., 2000)
- keine publizierten Daten zu Ringversuchen
- Festlegung auf Referenzverfahren???

Skatol- bzw. Indolgehalte in Abhängigkeit von der Probennahmestelle (Rius et al., 2001)

	Speck	LD	Fett LD
Indol [ng/g]	311,78 ^a	57,90 ^b	234,78 ^a
Skatol [ng/g]	192,88 ^b	19,27 ^{ab}	108,82 ^{ab}

- HPLC-NP; n = 12
- Gehalt in Muskel geringer
- nur mittlere Korrelationen zu Gehalten in Speck
- daher: Gehaltswerte in Rückenspeck nicht repräsentativ
- Auswirkung auf Korrelationen zwischen Sensorik und Analytik (Speck)

aber: kein Androstenon in schierem Muskel
nachweisbar (RIA, radio immuno assay) (Claus et al., 1975)

Vorkommen

- üblicherweise: Konzentration im Rückenspeck korreliert zu sensorischer Bewertung von Kotelettproben
- Korrelationen Analytik und Sensorik aber nur moderat (z.B. Rius et al., 2001; ...)
- Effekt des intramuskulären Fettgehaltes?
- innere Fettschicht hat höhere Konzentration an Skatol bzw. Indol als äußere Fettschicht (Hansen et al., 1994)
- Moderate bis hohe Korrelationen zwischen Plasma- und Fettkonzentration (Herzog et al., 1993, Zamaratskaia et al., 2004)
- Korrelation zwischen A und SK Gehalten in Rückenspeck 0,31 (Claus et al., 1995) bis 0,68 (Zamaratskaia et al., 2004)

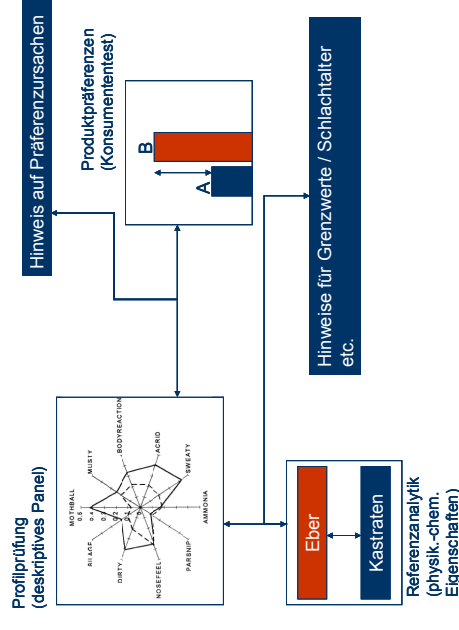
Grenzwerte?

- keine eindeutigen Festlegungen bis heute:
 - Androstenon: 0,5-1,0 µg/g Fett
 - Skatol: 0,2-0,25 µg/g Fett
- Abweichungen durch
 - Referenzanalytik
 - Sensorische Methoden (Training, Probenvorbereitung..., Schlachttalter der Eber)
 - Unterschiedliche Perzeption / kulturelle Einflüsse
- unterschiedliche Grenzwerte für Frischfleisch bzw. Verarbeitungsfleisch möglich?

Verarbeitung von Eberfleisch

- i.d.R. stärkere Wahrnehmung von A + S bei höheren Serviertemperaturen (
- Grillen (+) vs. Dünsten/Kochen (Effekt von aromatischen Bräunungsprodukten)
- Maskierung durch Pökeln, Marinieren, Fermentierung, Räucherung (Bonneau et al., 1992; Egeland et al., 2004; Lindahl et al., 2007)
- Erhitzung im Prozess = Reduktion von A + S
- Verschnitt (25 %; Walstra 1974)
- Wurstproduktion: Reduktion abhängig von der Durchlässigkeit der Hülle (Dehnhard et al., 2005)
- Achtung Artefakt? Verzehr der verarbeiteten Produkte i.d.R. kalt...

Grenzwertdiskussion



- Grundlage: Sensorik
- Akzeptanz
- Geruchserkennung (Unterschiedstest) ist nicht zwangsläufig mit gleicher Perzeption verbunden
- einige Studien nur zu Odour (i.d.R. an Modellsystemen oder Speck), nicht aber zu Flavour

Was ist „ausgeprägter Geschlechtsgeruch“ gemäß Fleischhygienerecht?

- FIHygVO § 17 Verbote:
Eberschlachtkörper > 80 kg dürfen nicht nach D. verbraucht werden, wenn nicht sichergestellt ist, dass „Tierkörper mit **starkem Geschlechtsgeruch** erkannt werden“
- ein Begriff wird der Vielschichtigkeit nicht gerecht
- sensorische Prüfung durch den Tierarzt/Fleischkontrolleure
- Empfindlichkeit / Sensibilisierung
- objektiver Test???

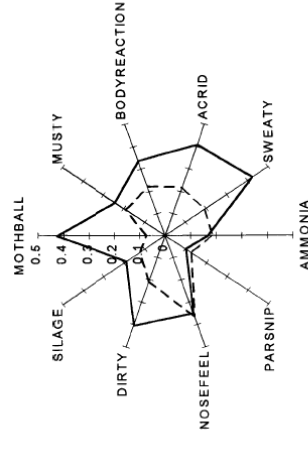


Fig. 2. Odour profile of 'bear taint' in pork. Plot showing the differences between high androgen-high skatole (HA-HS) and low androgen-low skatole (LA-LS). . . . LA-LS (androgenone < 0.05 µg/g, skatole < 0.2 µg/g), — HA-HS (androgenone > 0.05 µg/g, skatole > 0.2 µg/g).

Forschung?!

- Multifaktorieller Versuchsansatz
 - Genetik
 - Fütterung
 - Haltungsumwelt
 - Alter (Stufenschlachtung)
- Referenzanalytik (Methodik!)
- Fleischqualität (pH, LF, Tropfsaft, IMF, Scherkraft, Farbe etc.)
- Sensorik
 - Expertenpanel
 - Konsumententests (Unterschiedstests/Präferenztests)
 - individuelle / kulturelle Einflüsse

offene Fragen

- Wie lässt sich die Akzeptanz von Eberfleisch sicherstellen?
- Wahrnehmungs- bzw. Akzeptanzschwelle in der Bevölkerung
- Wie bewerten wir die Risiken:
 - 1. Art: fälschlicher Einschluss von „Stinkern“
 - 2. fälschlicher Ausschluss von „Nicht-Stinkern“
- Effekt der Sensibilisierung durch wiederholte Exposition?
- ...Effekt des intramuskulären Fettgehaltes
- ...Dynamik Skatol/Androstenon bei Erhitzung
- ...Lagerstabilität? SB-Packung vs. TK-Lagerung
- ...Verarbeitungsprodukte

Brauchen wir ein EBER-HACCP* ???



***High Acceptance Critical Control Points**